



Prokazování požární odolnosti statickým výpočtem

Praha, únor 2010

České vysoké učení technické v Praze



Prokazování požární odolnosti statickým výpočtem

Prokazování požární odolnosti statickým výpočtem

Wald F., Čajka R., Ferkl V., Kuklík P., Kaiser P., Kučera P., Matečková P., Nohová I.,
Prix R., Procházka J., Smudek V., Sokol Z., Štefan R., Vít Z., Zinga V. a Zoufal R.

Monografie vznikla s podporou

České asociace ocelových konstrukcí, České komory autorizovaných inženýrů a techniků
činných ve výstavbě a společností SKÁLA & VÍT s.r.o. a ARCHAPLAN s.r.o.



Tisk Česká technika - nakladatelství ČVUT v Praze
Leden 2010

ISBN 978-80-01-04509-1

400 výtisků, 206 stran, 17 tabulek, 72 obrázků

Úvodem

Předkládaná monografie seznamuje se současnými možnostmi využití statických výpočtů stavebních konstrukcí vystavených účinkům požáru v České republice.

První kapitola je zaměřena na legislativní otázky, které se vyskytly v souvislosti s přechodem na nové návrhové normy a vyšší spolehlivost staveb vystavených účinku požáru. Druhá kapitola ukazuje možnosti prokazování požární odolnosti statickým výpočtem podle evropských návrhových norem s ohledem na přehlednost a vhodnou formu zpracování dokumentace. Třetí kapitola uvádí případové studie pro budovy s nosnou konstrukcí z betonu, oceli a dřeva. Čtvrtá kapitola vysvětluje možnosti použití tabulek pro konzervativní odhad požární odolnosti bez znalosti namáhání konstrukce.

Prokazování požární odolnosti nosných stavebních konstrukcí statickým výpočtem vyžaduje spolupráci autorizovaných inženýrů pro požární bezpečnost staveb, kteří připravují požárně bezpečnostní řešení budovy, a autorizovaných staticků, kteří po ověření chování konstrukce za běžné teploty mají k dispozici údaje o konstrukci. Spolupráce vyžaduje jasnou formulaci úkolů/kompetencí a formálního zpracování dokumentace. Monografie je zaměřena na legislativní a formální problematiku této spolupráce. Navržená forma dokumentace splňuje nezbytné náležitosti pro schválení průkazu požární odolnosti statickým výpočtem dotčenými úřady státní správy.

Na textech kapitol autoři pracovali následovně: prof. Ing. Radim Čajka, CSc. kap. 3.1B, Ing. Vladimír Ferkl kap. 3.3B, 3.4B, 3.5B, 3.6B a 5, Ing. Petr Kučera, Ph.D. kap. 3.1A, doc. Ing. Petr Kuklík, CSc. kap. 3.7B, Ing. Petr Kaiser kap. 2, 3.3B, 3.4B, 3.5B a 3.6B, Ing. Pavla Matečková, Ph.D. kap. 3.1B, mjr. Ivana Nohová kap. 1, prof. Ing. Jaroslav Procházka, CSc. kap. 3.1B a 3.2B, Ing. Robert Prix kap. 2, 3.5A, 3.6A a 3.7A, Ing. Vladimír Smudek, Ph.D. kap. 3.7B, Ing. Zdeněk Sokol, Ph.D. 3.3B, 3.4B, 3.5B, 3.6B a ed., Ing. Radek Štefan kap. 3.2A a 3.2B, Ing. Zdeněk Vít kap. 1 a 2 a ed., prof. Ing. František Wald, CSc. kap. 1, 2, 4 a 5, Ing. Vít Zinga 3.1A, 3.2A, 3.3A, 3.4A a Ing. Roman Zoufal, CSc. kap. 4.

Recenze monografie se laskavě ujali plk. Ing. Rudolf Kaiser, Ing. Anna Kuklíková, Ph.D., Ing. Vladimír Snopek, prof. Ing. Jiří Studnička, DrSc.

V Praze 9. 1. 2010

František Wald

Obsah

	strana
Úvodem	6
1 K návrhu požární odolnosti v národních předpisech	
1.1 Požární bezpečnost	7
1.2 Stanovení požární bezpečnosti	8
1.3 Prokazování požární bezpečnosti	11
1.4 Prokazování shody	13
2 Prokazování požární odolnosti výpočtem	
2.1 Řešení požární bezpečnosti	16
2.2A Požárně bezpečnostní řešení stavby	16
2.2B Statický výpočet požární odolnosti	22
2.3 Metodika	28
3 Případové studie	
3.1 Jednonodlažní hala, betonová konstrukce	
3.1A Požárně bezpečnostní řešení	31
3.1A.1 Analýza	31
3.1A.2 Požárně bezpečnostní řešení	31
3.1A.3 Shrnutí	36
3.1B Ověření požární odolnosti konstrukce	36
3.1B.1 Vstupní údaje	36
3.1B.2 Ověření	37
3.1B.3 Shrnutí	44
3.2 Patrová budova, betonová konstrukce	
3.2A Požárně bezpečnostní řešení	45
3.2A.1 Analýza	45
3.2A.2 Požárně bezpečnostní řešení	45
3.2A.3 Shrnutí.....	50
3.2B Ověření požární odolnosti konstrukce	51
3.2B.1 Vstupní údaje	51
3.2B.2 Ověření	53
3.2B.3 Shrnutí	67
3.3 Jednonodlažní hala, ocelová konstrukce, ověření únosnosti	
3.3A Požárně bezpečnostní řešení	68
3.3A.1 Analýza	68
3.3A.2 Požárně bezpečnostní řešení	69
3.3A.3 Shrnutí.....	77
3.3B Ověření požární odolnosti konstrukce	78
3.3B.1 Vstupní údaje	78
3.3B.2 Ověření	80
3.3B.3 Shrnutí	97
3.4 Jednonodlažní hala, ocelová konstrukce, ověření teplotou	
3.4A Požárně bezpečnostní řešení	98

3.4A.1	Analýza	98
3.4A.2	Požárně bezpečnostní řešení	98
3.4A.3	Shrnutí.....	108
3.4B	Ověření požární odolnosti konstrukce	109
3.4B.1	Vstupní údaje	109
3.4B.2	Ověření	111
3.4B.3	Shrnutí	120
3.5	Vícepodlažní budova, nechráněná ocelová konstrukce	
3.5A	Požárně bezpečnostní řešení	121
3.5A.1	Analýza	121
3.5A.2	Požárně bezpečnostní řešení	121
3.5A.3	Shrnutí.....	130
3.5B	Ověření požární odolnosti konstrukce	131
3.5B.1	Vstupní údaje	131
3.5B.2	Ověření	133
3.5B.3	Shrnutí	145
3.6	Vícepodlažní budova, chráněná ocelová konstrukce	
3.6A	Požárně bezpečnostní řešení	146
3.6A.1	Analýza	146
3.6A.2	Požárně bezpečnostní řešení	146
3.6A.3	Shrnutí.....	156
3.6B	Ověření požární odolnosti konstrukce	156
3.6B.1	Vstupní údaje	156
3.6B.2	Ověření	157
3.6B.3	Shrnutí	165
3.7	Jednonodlažní hala, dřevěná konstrukce	
3.7A	Požárně bezpečnostní řešení	166
3.7A.1	Analýza	166
3.7A.2	Požárně bezpečnostní řešení	166
3.7A.3	Shrnutí.....	177
3.7B	Ověření požární odolnosti konstrukce	177
3.7B.1	Vstupní údaje	177
3.7B.2	Ověření	179
3.7B.3	Shrnutí	191
4	Hodnoty požární odolnosti bez uvažování namáhání	192
4.1	Stavební výrobek a stavební konstrukce	192
4.2	Namáhání konstrukcí vystavených požáru	193
4.3	Tabulky požárních odolností	193
4.4	Rozsah tabulek v příručce	194
4.5	Příklady použití tabulek	195
4.6	Databázový systém klasifikací stavebních výrobků	200
4.7	Okrajové podmínky	202
5	Závěrem	204

1 K návrhu požární odolnosti v národních předpisech

1.1 Požární bezpečnost

Požární ochrana obyvatelstva patří ke kulturnímu bohatství, její kvalita se dosahuje vhodnou výchovou, investicemi do technického řešení a vybavení budov, legislativou a prací profesionálních i dobrovolných hasičských sborů. Česká republika se v evropském i celosvětovém porovnání dlouhodobě pohybuje na předních místech v úspěšnosti požární ochrany osob a majetků, majetku a čtvrtém a životů na osmém místě ve světových tabulkách viz [1].

V Československu se v sedmdesátých letech minulého století podařilo zachytit výrazný krok v celosvětovém trendu ke zvýšení požární ochrany oddělením požárního návrhu konstrukcí od ostatní projektové činnosti, viz [2] až [6]. Toto oddělení přineslo nároky na spolupráci mezi autorizovanými inženýry pro požární bezpečnost staveb a ostatními profesemi při návrhu, výrobě a údržbě budov. V oblasti stavebních nosných konstrukcí, se spolupráce omezila na předání základních dat pro požární klasifikaci objektu. Větší zapojení autorizovaných statiků do ověření požadované požární odolnosti umožňuje vyšší pasivní požární spolehlivost, spolehlivost nosných a dělicích konstrukcí. Při výpočtech lze uvažovat chování celé konstrukce a jejích částí. Vhodným návrhem, který je založen na popisu fyzikálních jevů, lze optimalizovat a kontrolovaně zvyšovat spolehlivost konstrukcí. Při výpočtu lze doložit a archivovat vstupní a výstupní hodnoty řešení pro příští kontrolu a využití při rekonstrukci. Výpočty lze ověřit spolehlivost konstrukce, která se nyní většinou skládá z nosných konstrukčních prvků z různých materiálů.

Požární bezpečnost staveb je jedním ze šesti základních požadavků Směrnice Rady 89/106/EHS, ze dne 21. 12. 1988 o sblížení právních a správních předpisů členských států, které se týkají stavebních výrobků. V nárocích na požární bezpečnost staveb jsou zahrnuty dílčí části: zachování nosnosti a stability konstrukce, omezení rozvoje a šíření ohně a kouře v objektu, omezení šíření požáru na sousední objekty, umožnění bezpečné evakuace osob a umožnění účinného a bezpečného zásahu jednotkám hasičského záchranného sboru.

Problematika požární ochrany je multidisciplinární. Podílí se na ní většina účastníků ve výstavbě, tj. investoři, projektanti, státní správa a stavební výroba. Multidisciplinarita přináší nutnost sjednocování terminologie a symboliky, což je jednou z výhod zapojení do evropského normativního procesu. Jazyk je živý nástroj myšlení, terminologie v normách je platná v době jejich vzniku a její vývoj nelze zmrazit. Při požárním návrhu stavebních

nosných konstrukcí se setkává terminologie požárních národních norem, evropských návrhových norem a legislativy.

1.2 Stanovení požární bezpečnosti

Zcela nový postup při navrhování, povolování, provádění a užívání staveb přinesl zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, stavební zákon. Stavbou se rozumí veškerá stavební díla, která vznikají stavební nebo montážní technologií, bez zřetele na jejich stavebně technické provedení, použité stavební výrobky, materiály a konstrukce, na účel využití a dobu trvání.

Za stavbu se považuje i výrobek plnicí funkci stavby. Nově je v § 103 definována skupina druhů staveb, které nevyžadují stavební povolení ani ohlášení, na které je vydáván stavebním úřadem územní souhlas a neposuzuje je žádný dotčený orgán. Jedná se např. o jednopodlažní stavby do 25 m² zastavěné plochy a 5 m výšky s omezeným způsobem využití. Do druhé skupiny patří jednoduché stavby podle § 104, které vyžadují ohlášení a kam se zařadily např. podzemní nebo nadzemní stavby o zastavěné ploše do 300 m² a 3 m hloubky nebo 10 m výšky, haly do 1000 m² zastavěné plochy a výšky do 15 m s dále definovanými podmínkami, které musí být doloženy stavebnímu úřadu pro ohlášení projektovou dokumentací. Na tyto stavby je vydáván jen územní souhlas stavebního úřadu a je na ně proto zpracovávána pouze jedna projektová dokumentace. Na projektanta je tak kladen velký nárok na získání potřebných podkladů a rozsah projektu. Teprve na třetí skupinu druhů staveb, které nejsou vyjmenovány v dlouhém výčtu § 103 a § 104 stavebního zákona, je vydáváno územní rozhodnutí a následné stavební povolení. V územním rozhodnutí může stavební úřad uložit zpracování prováděcí dokumentace stavby, vyžaduje-li to posouzení veřejných zájmů při provádění stavby, při kontrolních prohlídkách stavby, prováděných stavebním úřadem nebo při vydání kolaudačního souhlasu.

O zpracování prováděcí dokumentace musí rozhodnout stavební úřad, nikoliv projektant nebo stavebník a to v územním řízení na podložený návrh účastníků řízení. Pokud tyto stavby nejsou určeny pro specifikovanou veřejnost, obchod nebo průmysl, postačí po dokončení stavby písemné oznámení stavebníka o záměru započít s užíváním stavby stavebnímu úřadu. Pokud stavební úřad nezjistil při závěrečné kontrolní prohlídce závady, lze stavbu užívat bez rozhodnutí stavebního úřadu a účasti dotčených orgánů. Stanovisko dotčeného orgánu k užívání stavby je požadováno jen jako podklad pro vydání kolaudačního souhlasu u staveb, jejichž vlastnosti nemohou budoucí uživatelé ovlivnit (např. nemocnice, školy, nájemní bytové domy, obchody, průmysl, shromažďovací prostory, ubytovny odsouzených a obviněných). Vznikly tak tři skupiny druhů staveb s výrazným omezením vstupu státní správy a počtu vydávaných rozhodnutí. Dotčené orgány vydávají stanoviska

k projektové dokumentaci u vyhrazených staveb na územní řízení a na všechny stavby podléhající stavebnímu povolení. Kolaudační řízení, při kterém bylo možno uplatnit námítky jen při místním šetření s následným vydáním kolaudačního rozhodnutí, je minulostí. Nahradil jej kolaudační souhlas, který není správním rozhodnutím, ale administrativním úkonem stavebního úřadu po vydání souhlasných stanovisek všech dotčených orgánů k užívání omezeného počtu staveb podle § 122 stavebního zákona, tj. jen u staveb, kde nemohou budoucí uživatelé vlastnosti ovlivnit.

Zcela nové úkoly byly v § 152 stavebního zákona uloženy stavebníkovi. Ten je povinen např. dbát na řádnou přípravu a provádění stavby, být šetrný k sousedství, opatřit předepsanou dokumentaci, ohlašovat závady ohrožující životy a zdraví osob na stavbě. Uložené povinnosti se vztahují na všechny stavby bez ohledu na to, zda vyžadují ohlášení, příp. stavební povolení nebo ne. Veškerá odpovědnost za stavby je na stavebníkovi, nikoliv na úřadech, jak byla i odborná veřejnost doposud zvyklá.

Projektant podle § 159 stavebního zákona odpovídá za správnost, celistvost, a úplnost jím zpracované projektové dokumentace, zejména za respektování požadavků z hlediska ochrany veřejných zájmů a za jejich koordinaci. Nově projektant odpovídá i za správnost, celistvost, úplnost a bezpečnost stavby provedené podle jím zpracované projektové dokumentace a proveditelnost stavby podle této dokumentace. Je povinen dbát právních předpisů a obecných požadavků na výstavbu. Odpovědnost projektanta tak nekončí odevzdáním projektového díla a nemalou důležitost získává autorský dozor na stavbě i proto, že fyzická kontrola stavby je prováděna dotčeným orgánem jen u vymezených druhů staveb.

Pro stavbu mohou být podle § 156 stavebního zákona navrženy a použity jen takové výrobky, materiály a konstrukce, jejichž vlastnosti zaručují, že stavba při správném provedení a běžné údržbě po dobu předpokládané existence splní požadavky na mechanickou odolnost a stabilitu, požární odolnost, hygienu, ochranu zdraví a životního prostředí, bezpečnost při udržování a užívání stavby včetně bezbariérového užívání stavby, ochranu proti hluku a na úsporu energie a ochranu tepla. Výrobky, které mají rozhodující význam pro výslednou kvalitu stavby a představují zvýšenou míru ohrožení oprávněných zájmů, jsou stanoveny a posuzovány podle příslušných nařízení vlády.

Podmínky na stavby jsou uvedeny ve vyhlášce č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby. Požární bezpečnost patří mezi tyto základní požadavky, stejně jako mechanická odolnost a stabilita. Za splnění požadavků se považuje dodržení normových hodnot. Technické normy jsou sice od 1. 1. 2000 nezávazné, ale u chráněných zájmů je jejich závaznost uložena technickými právními předpisy. Technickým právním předpisem je zákon, nařízení vlády a vyhláška. Všechny technické právní předpisy jsou obecně závazné. Přílohy technických norem mohou být ve svém názvu normové nebo informativní.

Pokud jsou přílohy normové, musí být podle nich postupováno. Informativní přílohy stanovují rozsah požadovaných postupů nebo informací, korespondujících s logikou předmětné technické normy, ale smysl přílohy může být prokázán odchylným způsobem na stejné úrovni.

Základní požadavky požární bezpečnosti pro navrhování, umístění a užívání stavby jsou uvedeny ve vyhlášce č.23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb. Podle § 2 vyhlášky musí být stavba umístěna a navržena tak, aby podle druhu splňovala technické podmínky požární ochrany na odstupové vzdálenosti a požárně nebezpečný prostor, zdroje požární vody a jiného hasiva, vybavení stavby vyhrazeným požárně bezpečnostním zařízením, přístupové komunikace a nástupní plochy pro požární techniku, zabezpečení stavby nebo území jednotkami požární ochrany, stanovené v českých technických normách, pokud zvláštní právní předpis nestanoví jinak.

Rozsah a obsah projektové dokumentace je stanoven vyhláškou č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb, pro ohlašované stavby, pro stavební povolení a dokumentaci skutečného provedení stavby. Vždy musí obsahovat požární bezpečnost, kde musí být řešeno zachování nosnosti a stability konstrukce po určitou dobu, omezení rozvoje a šíření ohně a kouře ve stavbě, omezení šíření požáru na sousední stavbu, umožnění evakuace osob a zvířat, umožnění bezpečného zásahu jednotek požární ochrany. Podrobně je pak v části požárně bezpečnostního řešení uvedena povinnost popisu a umístění stavby a jejích objektů, rozdělení stavby a jejích objektů do požárních úseků, výpočet požárního rizika a stanovení stupně požární bezpečnosti, stanovení požární odolnosti stavebních konstrukcí, evakuace, stanovení druhu a kapacity únikových cest, počet a umístění požárních výtahů, vymezení požárně nebezpečného prostoru, výpočet odstupových vzdáleností, způsob zabezpečení stavby požární vodou nebo jinými hasebními látkami, stanovení počtu, druhu a rozmístění hasicích přístrojů, posouzení požadavků na zabezpečení stavby požárně bezpečnostními zařízeními, zhodnocení technických zařízení stavby, stanovení požadavků pro hašení požáru a záchranné práce.

Projektová dokumentace pro provádění stavby, pokud je uvedena v územním rozhodnutí, musí vždy obsahovat část pozemní stavební objekty, inženýrské objekty a provozní soubory, členěné na jednotlivé položky. Zpracovávají se pouze ty části projektové dokumentace pro provádění stavby, které nejsou shodné s projektem pro ohlášení stavby nebo stavební povolení. V technické zprávě se zpřesňují, doplňují a zdůvodňují veškeré údaje a případné odchylky oproti ověřené projektové dokumentaci, zdůvodňují se a zpřesňují technická, konstrukční, materiálová nebo dispoziční řešení a stanovení případných zvláštních podmínek pro provádění, montáž nebo technologické postupy. Pokud je před zahájením stavby zjištěno, že stavebním úřadem ověřená projektová dokumentace

nevyhovuje stavebníkovi nebo možnosti provedení, lze zpracovat a s dotčenými orgány odsouhlasit dokumentaci změny stavby před jejím dokončením.

Souběžně s touto vyhláškou upravuje podrobnost projektové dokumentace v části požárně bezpečnostního řešení i vyhláška č. 246/2001, o požární prevenci. Pro stavby podléhající stavebnímu povolení rozlišuje, co je podkladem pro územní rozhodnutí a pro stavební povolení. V územním řízení je dostačující návrh koncepce požární bezpečnosti z hlediska předpokládaného stavebního řešení a způsobu využití stavby, řešení příjezdových komunikací a nástupních ploch, potřebného množství požární vody, vybavení objektu vyhrazenými požárně bezpečnostními zařízeními, grafické vyznačení umístění stavby s vymezením předpokládaných odstupových, popřípadě bezpečnostních vzdáleností. V projektu pro stavební povolení musí být kromě prokazovaných podrobností uveden i seznam použitých podkladů pro jeho zpracování.

Hasičský záchranný sbor provádí výkon státního požárního dozoru u vyhrazených druhů staveb posuzováním projektové dokumentace v rozsahu požárně bezpečnostního řešení. Proto musí být v této části projektu uvedeny všechny požadavky na stavbu, které ovlivňují požární bezpečnost a průkaz jejich splnění. Nelze se odkazovat na ostatní části projektu, kde není právně možné požadovat nápravu případných nesprávných postupů. Požárně bezpečnostní řešení je ukládáno s vydaným stanoviskem v dokumentaci Hasičského záchranného sboru. Po dokončení stavby je podle požárně bezpečnostního řešení na místě ověřováno, zda byly dodrženy podmínky požární bezpečnosti stavby, které vyplývají z posouzených podkladů a dokumentace. Státní požární dozor se vykonává také kontrolou dodržování povinností vlastníků a uživatelů stanovených mimo jiné i projektovou dokumentací při následném užívání stavby. Požárně bezpečnostní řešení musí být komplexní částí projektu, podle které lze správnost provedení a užívání stavby ověřit i po desetiletích od dokončení stavby.

1.3 Prokazování požární bezpečnosti

Shodou výrobku se rozumí prokazatelné splnění stanovených požadavků. Prokazatelnost požadovaných vlastností je povinnost výrobce s přímou odpovědností za bezpečnost výrobku. Technický předpis je veřejnoprávní technická specifikace vyhlášená sbírkou zákonů. Vymezuje práva, odpovědnosti, povinnosti a požadavky ve vztahu k výrobku. Způsob stanovování technických požadavků na výrobky, které by mohly ohrozit zdraví nebo bezpečnost osob, majetek nebo přírodní prostředí (oprávněný zájem), práva a povinnosti osob, které uvádějí na trh nebo do provozu výrobky, práva a povinnosti osob, pověřených k činnosti při posuzování shody, upravuje Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.

Posuzování shody je činnost výrobce k dosažení bezpečnosti výrobku a všech jeho vlastností, kterou provádí buď samostatně, nebo za účasti oprávněných osob podle rizikovitosti výrobků. Stanovený postup je technickým předpisem, tj. zákonem nebo nařízením vlády, vynucený postup posuzování shody. Prokazování shody je poskytování důkazů o splnění stanovených povinností výrobcem a dalšími zúčastněnými osobami oprávněným způsobem tak, že bezpečnost a vhodnost výrobku k určenému používání je snadno zjištělná. Při prokazování shody je třeba klasifikovat výrobek, přiřadit všechny účinné právní předpisy, posoudit stanovené postupy, zhodnotit rizika, shromáždit dokumentaci a důkazy, stanovit opatření k vyloučení rizik a vydat prohlášení.

Výrobky, které mají rozhodující význam pro kvalitu stavby, jsou pro Českou republiku stanoveny a posuzovány podle Nařízení vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky, ve znění pozdějších předpisů nebo podle Nařízení vlády č. 190/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na stavební výrobky označované CE, ve znění pozdějších předpisů. V případě, že se na výrobek vztahuje několik směrnic a jsou vyrobené ve státech EU, budou předpisy sjednoceny vydáním ES Prohlášení v jednom z úředních jazyků EU. ES prohlášení o shodě, musí být vypracováno v úředním jazyce země určení, tj. při zabudování do stavby v České republice v českém jazyce. Výrobce, zplnomocněný zástupce nebo distributor zajistí překlad prohlášení s dodáním kopie v původním jazyce. ES prohlášení o shodě musí být na požádání ihned dáno k dispozici orgánu dozoru. Za bezpečný výrobek se považuje výrobek splňující požadavky zvláštního předpisu a mezinárodních smluv, kterými je ČR vázána a které byly vyhlášeny ve Sbírce mezinárodních smluv. V projektové dokumentaci nestačí uvést jen normové požadavky, ale projektant musí zjistit, zda pro navrhované konstrukce byl vydán průkaz shody podle příslušného nařízení vlády nebo podle Eurokódů průkaz shody provede. Zhotovitel stavby je podle § 160 stavebního zákona povinen provést stavbu v souladu s ověřenou projektovou dokumentací a nemůže zasahovat do právní odpovědnosti projektanta jiným řešením.

Systém prokazování shody je uveden v Pokynu K ke směrnici o stavebních výrobcích 89/106/EHS. Zde je v čl. 2.3 uvedena povinnost výrobce, který je plně odpovědný za prokázání, že výrobky jsou ve shodě s požadavky technické specifikace. Uplatňování a používání Eurokódů podrobně řeší pokyn L, ke směrnici o stavebních výrobcích 89/106/EHS. Přínosem a možnostmi Eurokódů podle tohoto předpisu je poskytnutí společných návrhových kritérií a metod ke splnění stanovených požadavků na mechanickou odolnost, stabilitu a požární odolnost. Stanovení úrovně bezpečnosti pozemních a inženýrských staveb zůstává v kompetenci členských států s národními odchylkami. Slovo bezpečnost je v Eurokódech obsaženo ve slově spolehlivost. Pokud jsou pro návrh stavební konstrukce nebo jejích částí použity návrhové normy řady ČSN EN 1990 až 1999, Eurokódy, musí být použity národně stanovené parametry členského státu, na jehož území je stavba

umístěna. U stavebních výrobků, které přispívají k mechanické odolnosti a stabilitě nebo požární odolnosti stavby lze podle čl. 3.1.2 tohoto pokynu stanovit vlastnosti výpočtem. Pokud je konstrukční dílec nebo sestava vyrobena v souladu s projektem, vypracovaným projektantem stavby podle národních předpisů, mohou být v protokolu o prohlášení shody vlastnosti uvedeny s jednoznačným odkazem na příslušnou projektovou dokumentaci stavby. Vlastnosti konstrukčního dílce nebo sestavy, které souvisejí s mechanickou odolností a stabilitou, požární odolností a které jsou stanoveny výpočtem, podléhají postupu prokázání shody. Kontrolu výpočtů je třeba považovat za část počátečních zkoušek typu výrobku. V požárně bezpečnostním řešení i v prohlášení shody musí být uvedeny všechny požadované vlastnosti výrobku, kterými je reakce na oheň A1, A2, B, C, D, E, F s případnými dolními indexy „fl“ pro podlahoviny, „L“ pro tepelné izolace potrubí, „is“ pro index šíření plamene povrchové vrstvy, „ROOF“ pro střešní pláště, „s“ pro vývoj kouře a „d“ pro plamenně hořící kapky. S reakcí na oheň musí být uveden vždy požadovaný mezní stav, jako je odolnost konstrukce $R(t)$, celistvost konstrukce $E(t)$, tepelná izolace $I(t)$, hustota tepelného toku či radiace z povrchu konstrukce $W(t)$, kouřotěsnost konstrukce S_a , S_m a mechanická odolnost M . Průkaz jednotlivých vlastností výpočtem podle Eurokódů může být proveden pouze v rozsahu předmětné normy podle druhu konstrukce.

Účinnost požárních ochran konstrukcí, obklady, obezdívky apod., určená na podkladě výpočtů podle Eurokódů se považuje za průkaznou jen v případech, kde zkouškami požární odolnosti byla prokázána stabilita, celistvost, popř. jiná rozhodující vlastnost ochrany, alespoň po dobu požadované požární odolnosti, jak je uvedeno v čl. 4.11 ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení.

1.4 Prokazování shody

Kapitola shrnuje současný stav legislativních požadavků pro stanovení požární odolnosti stavebních nosných konstrukcí v České republice a průkaz jejich vlastností. Jsou popsány obecné zásady návrhu i současný stav, kdy národní hodnotová norma ČSN 73 0821 Požární bezpečnost staveb – Požární odolnost stavebních konstrukcí z 1973 s účinností od 1.3.2010 končí, přechází se na normy evropské Eurokódy nebo průkaz shody podle příslušných nařízení vlády, změnila se stavební legislativa a z ní vyplývající Vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb.

Projektant musí být před zpracováním projektové dokumentace zadavatelem informován o druhu řízení, ve kterém stavební úřad budoucí stavbu povede. Na stavbu v ohlašovacím režimu bude zpracována pouze jedna projektová dokumentace, která musí obsahovat výpočet vlastností konstrukcí podle Eurokódů včetně stanovených podmínek. Stavba vedená v územním a následně stavebním řízení, končícím stavebním povolením,

bude řešena projektem pro územní rozhodnutí se stanovením koncepce požární bezpečnosti a podmínkami pro umístění stavby, následně pak projektem pro stavební povolení s výpočtem a podrobnostmi pro provedení stavby. Jen u staveb, kde bylo v územním rozhodnutí stanoveno zpracování prováděcí dokumentace stavby, mohou být nepředvídatelné podrobnosti a odchylky uvedeny v prováděcí dokumentaci. Projektant je odpovědný za projektovou dokumentaci i bezpečnost stavby, provedené podle této projektové dokumentace. Proto by měl vždy autorským dozorem na kvalitu stavby dohlédnout. Na konstrukce, pro které byly vlastnosti stanoveny výpočtem podle Eurokódů, vydá dodavatel stavby, kterého lze pro tento účel považovat za výrobce, prohlášení, že stavbu provedl podle ověřené projektové dokumentace a tím splní povinnost prokazování shody.

Projektovou dokumentaci, ověřenou stavebním úřadem, vydaná stanoviska dotčených orgánů, veškerá rozhodnutí a osvědčení stavby, včetně prohlášení shody, je stavebník povinen uchovávat po celou dobu trvání stavby.

Literatura

- [1] Wald, F., Kaiser, R. Twenty Two Years of Structural Fire Engineering in Czech Republic
In: Applications of Structural Fire Engineering. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2009, s. 13-17. ISBN 978-80-01-04266-3.
- [2] Karpaš J., Zoufal R.: Ochrana ocelových konstrukcí před požárem, publikace ČSP Zabraňujeme škodám, svazek 6, Praha 1978.
- [3] Reichel V.: Navrhování požární bezpečnosti staveb, edice Zabraňujeme škodám, Česká státní pojišťovna, díl I, svazek 11, Praha 1978, 72 s., díl I., svazek 12, Praha 1979.
- [4] Reichel V.: Czech Navrhování požární bezpečnosti staveb, edice Zabraňujeme škodám, Česká státní pojišťovna, díl II, svazek 12, Praha 1978.
- [5] Reichel V.: Czech Navrhování požární bezpečnosti výrobních objektů, edice Zabraňujeme škodám, Česká státní pojišťovna, Svazek 17, Praha 1987.
- [6] Karpaš J., Zoufal R.: Požární odolnost ocelových a železobetonových konstrukcí, publikace ČSP Zabraňujeme škodám, svazek 28, Praha 1989.

Směrnice, zákony, nařízení vlády a vyhlášky

Směrnice Evropské rady ze dne 21. prosince 1988 o sblížení právních a správních předpisů členských států týkajících se stavebních výrobků, Úřední věstník Evropské unie, 89/106/EHS, 13/sv. 9, s. 296-310.

Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) ze dne 14.3.2006 se změnami: 68/2007 Sb., 191/2008 Sb., 223/345/2009 Sb. a 379/2009 Sb.

Nařízení vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky ze dne 6. 3. 2002.

Nařízení vlády č. 190/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na stavební výrobky označované CE.

Vyhláška Ministerstva vnitra č. 246/2001 Sb. o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci) ze dne 29.6.2001.

Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb ze dne 10. 11.2006.

Vyhláška Ministerstva vnitra č. 23/2008 Sb. o technických podmínkách požární ochrany ze dne 29.1.2008.

Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby ze dne 12.8.2009.

Normy

ČSN 73 0810: Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení, UNMZ, Praha 2009.

ČSN 73 0821: ed. 2/2007 Požární bezpečnost staveb, Požární odolnost stavebních konstrukcí, ČNI Praha, 2007.

ČSN 73 0821:ed. 1973 Požární bezpečnost staveb, Požární odolnost stavebních konstrukcí, ČSNI Praha, 1973.

2 Prokazování požární odolnosti staveb výpočtem

2.1 Řešení požární bezpečnosti

K zajištění správného a účelného řešení požární bezpečnosti stavby je nutná spolupráce tvůrčího týmu již od zahájení návrhu stavby, tedy již od počátečního stádia projektové činnosti. Je třeba koordinovat zejména požadavky architekta, hlavního inženýra, inženýra pro požární bezpečnost staveb a statika případně zástupců dalších profesních projektů tak, aby návrh stavby již ve svém zrodu splňoval základní požadavky všech profesních částí. I kvalitní práci zúčastněných specialistů může znehodnotit absence dobré koordinace týmu.

K vlastnímu ověřování požární odolnosti staveb výpočtem je nutná spolupráce zejména autorizovaného inženýra pro požární bezpečnost staveb, stavebního inženýra a autorizovaného statika. Požadovanou požární odolnost, tj. levou stranu rovnice spolehlivosti, vypracovává autorizovaný inženýr pro požární bezpečnost staveb podle celkové koncepce požární spolehlivosti budovy s podporou národních předpisů, daných zejména kodexem norem požární bezpečnosti řady ČSN 7308xx. Prokázání požární odolnosti statickým výpočtem, tj. pravou stranu rovnice spolehlivosti statického výpočtu konstrukce vystavené účinkům požáru, provádí statik s využitím dat a znalostí o návrhu a chování nosné konstrukce za běžné teploty s podporou návrhových norem ČSN EN 1990 až 1999.

Nezbytnou oblastí spolupráce mezi autorizovaným inženýrem pro požární bezpečnost staveb a autorizovaným statikem je určení požárního scénáře, ze kterého pro danou stavbu plyne vhodný model pro tepelné zatížení, návrhový požár a vstupní data pro tento model, např. požární zatížení, rychlost uvolňování tepla a velikost lokalizovaného požáru. K dispozici jsou nominální teplotní křivky, zjednodušené a zdokonalené modely požáru, viz kap. 3 v ČSN EN 1991-1-2.

Při využití výpočtových softwarů, je zpracovatel povinen prověřit a doložit jejich vhodnost pro daný případ. Zejména je třeba dbát o vhodné použití a doložení vstupů a výstupů z modelování požáru, z výpočtu přestupu tepla do konstrukce a rozvoje teploty v ní a z globální analýzy, tj. statického modelu, za běžné nebo zvýšené teploty, a ověření spolehlivosti konstrukce obvykle po jednotlivých prvcích a styčnicích.

2.2A Požárně bezpečnostní řešení stavby

Požární bezpečnost stavebních objektů je schopnost objektů bránit v případě požáru ztrátám na životech a zdraví osob, popř. zvířat a ztrátám majetku. Dosahuje se jí vhodným urbanistickým začleněním objektu, jeho dispozičním, konstrukčním a materiálovým řešením nebo požárně bezpečnostními zařízeními a opatřením podle ČSN 73 0802 čl. 3.1.

Faktory, které ovlivňují požární odolnost, závisí na volbě konstrukčního návrhu z hlediska statického, stavebního i požárně bezpečnostního. Stanovení kritérií přijatelnosti návrhu a nastavení hranice pro bezpečné řešení případného požáru musí být v souladu s požadovanými národními předpisy, tj. českými zákony č.133/1985 Sb. o požární ochraně ve znění zákona č. 186/2006 Sb. a vyhláškami a technickými normami, viz příloha č. 1 Vyhlášky 23/2008 Sb.

Základní postup pro zajištění požární bezpečnosti stavby určují Vyhláška o technických podmínkách požární ochrany staveb č. 23/2008 Sb. §2 odst. 1 a 2, a Vyhláška o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru č. 246/2001 Sb. Při zpracování požárně bezpečnostního řešení se vychází z požadavků zvláštních právních předpisů, normativních požadavků a z podmínek vydaných rozhodnutí v daném území. Příslušné podklady z hlediska požární bezpečnosti obsahují:

- Návrh koncepce požární bezpečnosti z hlediska předpokládaného stavebního řešení a způsobu využití stavby. Přitom se vychází z výšky stavby, stavebních konstrukcí, umístění stavby z hlediska předpokládaných odstupových, popřípadě bezpečnostních vzdáleností, údajů o navržené technologii a používaných, zpracovávaných nebo skladovaných látkách.
- Řešení příjezdových komunikací, popřípadě nástupních ploch pro požární techniku, zajištění potřebného množství požární vody, popřípadě jiné hasební látky.
- Předpokládaný rozsah vybavení objektu vyhrazenými požárně bezpečnostními zařízeními, včetně náhradních zdrojů pro zajištění jejich provozuschopnosti.
- Zhodnocení možnosti provedení požárního zásahu, popřípadě vyjádření potřeby zřízení jednotky požární ochrany podniku nebo požární hlídky.
- Grafické vyznačení umístění stavby s vymezením předpokládaných odstupových, popřípadě bezpečnostních vzdáleností, příjezdové komunikace a nástupní plochy pro požární techniku, připojení k sítím technického vybavení apod.

Při navrhování stavby musí být podle druhu stavby dále splněny technické podmínky požární ochrany na:

- stavební konstrukce a technologické zařízení,
- evakuaci osob a zvířat,

kteří jsou stanoveny v českých technických normách uvedených v příloze č.1 vyhlášky 23/2008 Sb. Požárně bezpečnostní řešení, které je nedílnou součástí dokumentace stavby a ve smyslu vyhlášky č. 499/2006 Sb., musí obsahovat:

a) seznam použitých podkladů pro zpracování

b) stručný popis stavby z hlediska stavebních konstrukcí, výšky stavby, účelu užití, popřípadě popisu a zhodnocení technologie a provozu, umístění stavby ve vztahu k okolní zástavbě.

Jedná se zejména o rozměry objektu (půdorysné rozměry, počet podlaží atd., konstrukční návrh objektu, statické schéma objektu vč. stanovení statických závislostí, vnitřní dispozice a urbanistické řešení, koordinace jednotlivých požadavků a navazující návrh technického zařízení budovy včetně požárně bezpečnostních opatření, posouzení technologie provozu, vybavenost aktivním a pasivním požárním zařízením. Návrh objektu musí koordinovat základní požadavky na objekt dané venkovními vlivy, umístěním objektu, požadavky na mezní odstupové vzdálenosti a z toho vyplývající požadavky na dispoziční, konstrukční i požárně bezpečnostní řešení.

c) Rozdělení stavby do požárních úseků

Požární úsek, viz ČSN 73 0802 čl. 3.11 je prostor stavebního objektu, ohraničený od ostatních částí tohoto objektu, popř. od sousedních objektů, požárně dělicími konstrukcemi, popř. požárně bezpečnostním zařízením. Úsek je základní posuzovanou jednotkou z hlediska požární bezpečnosti stavebních objektů. Účelem je bránit šíření požáru. Úseky jsou ohraničeny požárně dělicími konstrukcemi, u kterých se stanoví požární odolnost podle stupně požární bezpečnosti ČSN 73 0802 čl. 7.2. Stavební objekt, který není dělen do požárních úseků, se považuje za jeden požární úsek. Objekt se musí dělit tehdy, přesahuje-li jeho velikost mezní rozměry požárního úseku. Samostatné požární úseky musí tvořit celá řada částí objektu, viz čl. 5.3.2 ČSN 73 0802 resp. čl. 5.2.4 ČSN 73 0804 např. chráněná úniková cesta, evakuační výtahy, instalační šachty, prostory pro zajištění požární bezpečnosti, garážové prostory. Rozdělení objektu na požární úseky musí odpovídat technickému a technologickému rozdělení objektu, aby nedocházelo k neekonomickým požadavkům na požární dělení zejména s ohledem na požární uzávěry, prostupy technologií a technických zařízení budov a musí navazovat na konstrukční a statické řešení objektu z hlediska statických závislostí dílčích konstrukcí, podlažnosti objektu či požárních úseků, rozmístění pož. zatížení vč. požadavků na oddělení prostorů s vyšším požárním zatížením či stanovení prostor s místně soustředěným požárním zatížením, vše za účelem ekonomického, bezpečného a funkčního návrhu stavby.

d) Stanovení požárního rizika, popřípadě ekonomického rizika, stanovení stupně požární bezpečnosti a posouzení velikosti požárních úseků.

Při navrhování stavby musí být pro vymezené požární úseky určena pravděpodobná intenzita případného požáru, dále jen požární riziko, v souladu s českými technickými normami uvedenými ve Vyhlášce Ministerstva vnitra č. 23/2008 Sb., o technických

podmínkách požární ochrany, příloze č. 1 částech 2 a 3. Dále je možné stanovení požárního rizika dle ČSN EN 1991-1-2.

Rozsah a intenzita případného požáru v posuzovaném stavebním objektu nebo jeho částí, je určena dle kodexu norem 7308xx výpočtovým požárním zatížením v nevýrobních objektech, viz čl. 3.6 ČSN 73 0802, resp. ekvivalentní dobou trvání požáru a normovými či pravděpodobnými teplotami plynů v hořícím prostoru, viz čl. 3.8 ČSN 73 0804. Závisí zejména na množství a druhu hořlavých látek, na rychlosti jejich odhořívání, účinnosti požárně bezpečnostních zařízení a na tepelně technických vlastnostech konstrukcí ohraničujících posuzovaný požární úsek. Požární zatížení, viz čl. 3.13-3.16 ČSN 73 0804, se stanoví z požárního zatížení nahodilého a stálého. Do nahodilého požárního zatížení se započítává hmotnost a výhřevnost všech hořlavých látek, které se za normálních podmínek provozu nebo užívání vyskytují v požárním úseku. Do stálého požárního zatížení se započítává hmotnost a výhřevnost hořlavých výrobků obsažených ve stavebních konstrukcích posuzovaného úseku nebo objektu, pokud nejde o konstrukce nosné a požárně dělící.

Požární riziko, které se určení podle jiné metodiky, nenahrazuje výpočtové požární zatížení podle norem řady ČSN 7308xx, viz ČSN 730810:2009. Jinak se musí dokázat, že nedochází ke snížení požární bezpečnosti oproti požární bezpečnosti podle norem řady ČSN 7308xx.

Ekonomické riziko, ve výrobních stavbách, resp. mezní velikost požárního úseku, v nevýrobních stavbách, jsou závislé na druhu a charakteru provozu, požárně bezpečnostních zařízeních a opatřeních, velikosti požárního úseku, počtu podlaží v objektu, konstrukčním systému a na předpokládaných škodách.

e) Zhodnocení navržených stavebních konstrukcí a požárních uzávěrů z hlediska jejich požární odolnosti.

Požární odolností stavebních konstrukcí je souhrnně vyjádřena schopností konstrukcí odolávat účinkům požáru a zachovat při požáru svou nosnost, celistvost a izolační schopnost. Požadovaná požární odolnost stavebních konstrukcí, vyjádřena dobou v minutách a požadovaný druh konstrukčních částí se stanoví podle stupně požární bezpečnosti požárního úseku dle ČSN, viz tab. 12 v ČSN 73 0802 Požární odolnost konstrukcí a jejich druh.

Požadovaná požární odolnost konstrukcí musí být při běžném provozu zajištěna po celou dobu předpokládané životnosti objektu. Při posuzování konstrukcí i neuvedených v tab. 12, se postupuje podle ČSN 73 0810. Jedná se např. o zasklené konstrukce, zvýšené podlahy apod.

V případě návrhu konstrukce, která je vystavena vysokým teplotám za požáru, dle kap. 2 v ČSN EN 1991-1-2 lze požární odolnost prokázat statickým výpočtem s využitím znalostí o chování nosné konstrukce za běžné teploty s podporou návrhových norem ČSN EN 1990 až 1999. Pro jednoduché konstrukce lze použít publikaci Zoufal R. a kol. Hodnoty požární odolnosti stavebních konstrukcí podle Eurokódů, viz [2.1], ve které se vychází z konzervativních hodnot namáhání. Nemusí se tedy stanovovat zatížení ani řešit statický model konstrukce.

f) Zhodnocení navržených stavebních hmot, tj. stupeň hořlavosti, odkapávání v podmínkách požáru, rychlost šíření plamene po povrchu, toxicita zplodin hoření apod.

Navržené stavební materiály se hodnotí zejména dle reakce stavební konstrukce včetně stavebního výrobku určeného k zabudování do stavby na oheň a musí být klasifikovány do tříd A až F včetně přiřazených indexů podle české technické normy ČSN EN 13501-1.

g) Zhodnocení možnosti provedení požárního zásahu, evakuace osob, zvířat a majetku a stanovení druhů a počtu únikových cest, jejich kapacity, provedení a vybavení.

Únikové cesty musí umožnit bezpečnou a včasnou evakuaci všech osob z požárem ohroženého objektu nebo jeho části na volné prostranství a přístup požárních jednotek do prostorů, napadených požárem. Zajištění úniku osob a zvířat z objektu je řešeno únikovými cestami s rozdělením na nechráněné a chráněné únikové cesty. Únikové cesty tvoří i evakuační a požární výtahy, rampy, eskalátory. Dále jsou řešeny náhradní únikové možnosti, které se nezapočítávají do kapacity únikových cest. V rámci posouzení jsou stanoveny mezní kapacity únikových cest dle typu ochrany a jejich mezní délky či mezní doby evakuace s posouzením dle ohrožení osob zplodinami hoření a kouře u vymezených prostor.

h) Stanovení odstupových, popřípadě bezpečnostních vzdáleností a vymezení požárně nebezpečného prostoru, zhodnocení odstupových, popřípadě bezpečnostních vzdáleností ve vztahu k okolní zástavbě, sousedním pozemkům a volným skladům.

i) Určení způsobu zabezpečení stavby požární vodou včetně rozmístění vnitřních a vnějších odběrních míst, popřípadě způsobu zabezpečení jiných hasebních prostředků u staveb, kde nelze použít vodu jako hasební látku.

j) Vymezení zásahových cest a jejich technického vybavení, opatření k zajištění bezpečnosti osob provádějících hašení požáru a záchranné práce, zhodnocení příjezdových komunikací, popřípadě nástupních ploch pro požární techniku.

k) Stanovení počtu, druhů a způsobu rozmístění hasicích přístrojů vč. hasicí schopnosti dle vyhl. 23/2008 Sb., popřípadě dalších věcných prostředků požární ochrany nebo požární techniky.

l) Zhodnocení technických, popřípadě technologických zařízení stav, rozvodná potrubí, vzduchotechnická zařízení, vytápěn apod., z hlediska požadavků požární bezpečnosti

m) Stanovení zvláštních požadavků na zvýšení požární odolnosti stavebních konstrukcí nebo snížení hořlavosti stavebních hmot

Stanovení ochran je možno řešit použitím výrokové základny pomocí obkladů konstrukcí, nátěry, nástřiky s dokladem o požární odolnosti či dle ověření požární odolnosti statickým výpočtem s využitím znalostí o chování nosné konstrukce za běžné teploty s podporou návrhových norem ČSN EN 1990 až 1999 v rozsahu, daném těmito normami.

n) Posouzení požadavků na zabezpečení stavby požárně bezpečnostními zařízeními, následně stanovení podmínek a návrh způsobu jejich umístění a instalace do stavby, dále jen návrh.

Návrh obsahuje:

- způsob a důvod vybavení stavby vyhrazenými požárně bezpečnostními zařízeními, určení jejich druhů, popřípadě vzájemných vazeb,
- vymezení chráněných prostor,
- určení technických a funkčních požadavků na provedení vyhrazených požárně bezpečnostních zařízení, včetně náhradních zdrojů pro zajištění jejich provozuschopnosti,
- stanovení druhů a způsobu rozmístění jednotlivých komponentů, umístění řídicích, ovládacích, informačních, signalizačních a jisticích prvků, trasa, způsob ochrany elektrických, sdělovacích a dalších vedení, zajištění náhradních zdrojů apod.,
- výpočtovou část,
- stanovení požadavků na obsah podrobnější dokumentace.

o) Rozsah a způsob rozmístění výstražných a bezpečnostních značek a tabulek včetně vyhodnocení nutnosti označení míst, na kterých se nachází věcné prostředky požární ochrany a požárně bezpečnostní zařízení.

2.2B Statický výpočet požární odolnosti

Zpracovatelé

Statický výpočet zpracovávají fyzické osoby, které mají oprávnění k výkonu vybraných činností ve výstavbě. Odpovědnost za záruky je řešena obchodním a občanským zákoníkem. požáru, přestup tepla do konstrukce a ověření konstrukce za vysokých teplot.

Účel

Statický výpočet je dokument, který prokazuje, že konstrukce je schopna bezpečně přenášet působící zatížení, splňuje hlavní požadavky na mechanickou únosnost a stabilitu za běžné teploty a za zvýšené teploty při požáru. Výpočet musí být plnohodnotným podkladem pro vypracování technické dokumentace, která povede k provedení stavby.

Rozsah statického výpočtu má odpovídat stupni projektové dokumentace, jejíž je výpočet součástí. Z tohoto hlediska lze rozeznat statický výpočet pro stavební povolení a statický výpočet pro provedení stavby. Postup návrhu konstrukce vystavené zvýšeným teplotám za požáru je dán kap. 2 v ČSN EN 1991-1-2. Požaduje se jasně definovat a odděleně doložit model

Právní rámec

Pokud je statický výpočet vypracován podle platných norem a osobami mající oprávnění k výkonu činnosti, je to považováno za důkaz, že statický výpočet je v souladu s nároky právního řádu státu a posledními poznatky vědy a techniky.

Základní požadavky

Statický výpočet je dokument, který prokazuje, že konstrukce splňuje základní požadavky, tj. mechanickou únosnost a bezpečnost při požáru, které jsou pro země Evropské unie uvedeny ve Směrnici rady 89/106/EEC pro stavební výrobky. Základní požadavky musí konstrukce splňovat po celou dobu její plánované životnosti, viz ČSN EN 1990. Statické výpočty mají jasnou strukturu, která je dána jejich účelem a potřebou dodatečné kontroly, viz [2.2].

Statický výpočet má mít takové uspořádání, aby umožňoval snadnou a přehlednou orientaci. Vstupy do výpočtu musí být srozumitelné a jejich podklady se musí jasně dokladovat. Výpočet musí obsahovat všechny údaje pro provedení kontrolního přepočtu. Ověřují se všechny rozhodující stavy konstrukce, které ovlivňují únosnost a stabilitu se seřazením od podporovaných prvků k podporujícím.

Statický výpočet konstrukce vystavené účinkům požáru dokládá, že konstrukce si zachová nosnou funkci po příslušnou dobu trvání požáru, která je stanovena požadovanou požární odolností dané konstrukce. Požadavky musí konstrukce splňovat po celou dobu předpokládané životnosti.

Zatížení

Při požární situaci je konstrukce kromě mechanického zatížení vystavena i tepelnému zatížení.

Stanovení mechanického zatížení vychází z návrhu při běžné teplotě, pokud je pravděpodobné, že bude působit i v požární situaci. Pro mimořádné návrhové situace se kombinace mechanického zatížení uvažuje podle vztahů podle ČSN EN 1990. Obvykle lze využít redukce odpovídajících účinků vypočítaných za běžné teploty. Redukční součinitel zatížení závisí na použitém kombinačním pravidlu pro stanovení návrhové hodnoty účinku zatížení pro běžnou teplotu, dílčích a kombinačních součinitelích. Postup stanovení redukčního součinitele je stanoven v druhých kapitolách norem ČSN EN 1992-1-2 až ČSN EN 1999-1-2. Snížené mechanické zatížení při požáru oproti meznímu stavu únosnosti za běžné teploty je jedním ze zdrojů spolehlivosti konstrukcí při požáru.

Nepřímá zatížení konstrukce v důsledku roztažení a přetvoření, způsobená teplotními změnami od požáru, vyvolávají síly a momenty. Nepřímá zatížení lze uvažovat obvykle pouze pokročilou globální analýzou za zvýšené teploty. Nepřímá zatížení od požáru není nutno při výpočtu konstrukce uvažovat, pokud jsou zanedbatelná, příznivá nebo je konzervativně zvolený model podepření a okrajových podmínek. Při hodnocení nepřímých zatížení se má uvažovat vynucené tepelné roztažení vlastních prvků, rozdílné tepelné roztažnosti staticky neurčitých prvků, teplotní gradienty v průřezech, tepelné roztažení sousedních prvků.

Tepelná zatížení se určují na požadované úrovni přesnosti výpočtu podle třetí kapitoly normy ČSN EN 1991-1-2. Nejjednodušším modelem požáru je nominální teplotní křivka, která již po 130 let umožňuje přibližný odhad teploty plynu. Osvědčila se pro zkoušení prvků v laboratořích a při klasifikaci požární odolnosti. Její hlavní nevýhodou pro ověření požární odolnosti je absence popisu chladnutí. Chladnutí popisují zjednodušené i pokročilé modely rozvoje teploty v požárním úseku.

Ekvivalentní doba vystavení účinkům požáru $t_{e,d}$ se definuje jako čas, po který účinky ohřátí stavební konstrukce podle nominální normové teplotní křivky odpovídají účinkům ohřátí stavební konstrukce při požáru. Přejít z teplotní křivky požáru na nominální normovou křivku umožňuje porovnat zkoušky požární odolnosti stavebních konstrukcí, při kterých se zahřívá podle nominální normové teplotní křivky, viz kap. 1.3.7 v [2.4]. Porovnání křivek je možné jen pro některé typy konstrukcí. Je ověřeno a rozvíjeno pro betonové

konstrukce, viz [2.5], kde je i podrobně popsána historie vzniku a možnosti požití. Nelze ji vypracovat pro dřevěné konstrukce, viz [2.6]. Ekvivalentní doba vystavení účinkům požáru se v zemích, ve kterých je hlavní mimořádné zatížení zemětřesení a návrh na jeho účinky do jisté míry zajišťuje dostatečnou požární odolnost nosných stavebních konstrukcí, využívá pro stanovení požadované požární odolnosti, viz informativní příloha F v normě ČSN EN 1991-1-2. V České republice byla pro tuto problematiku vypracována pokročilejší metodika. Výsledná hodnota ekvivalentní doby podle přílohy F k ČSN EN 1991-1-2 se od ekvivalentní doby trvání požáru τ_e podle ČSN 73 0804 liší. Ekvivalentní doba vystavení účinkům požáru $t_{e,d}$ nemůže být proto přímo aplikována do českých projektových norem pro požární bezpečnost staveb.

Návrhové hodnoty materiálových vlastností

Zvýšené teploty konstrukce při požáru způsobí změnu mechanických vlastností konstrukčního materiálu. Změněné, redukované, mechanické vlastnosti ovlivní nosnou způsobilost a odolnost konstrukce. Pro navrhování za běžné teploty se návrhové hodnoty mechanických materiálových vlastností definují charakteristickými hodnotami pevností nebo deformačními vlastnostmi v příslušných návrhových a materiálových normách. Redukce pracovních diagramů jednotlivých materiálů za zvýšené teploty je popsána ve třetích kapitolách norem pro navrhování konstrukcí na účinky požáru ČSN EN 1992-1-2 až ČSN EN 1999-1-2. Pro redukci mechanických vlastností za zvýšených teplot je v normách zaveden redukční součinitel, který závisí na teplotě materiálu.

Metody prokazování

Přestup a rozvoj tepla v konstrukci, teplotní analýza, vychází podle typu konstrukčního prvku z tabulek, přírůstkových a diskretních metod.

Ověření požární odolnosti konstrukce za vysokých teplot, mechanická analýza, může vycházet z výpočtu konstrukce za běžné teploty nebo využít pokročilé přesnější metody a vycházet z globální analýzy za zvýšených teplot. Model konstrukčního systému pro globální analýzu se vytváří tak, aby co nejlépe vystihoval očekávané chování.

Ověření odolnosti lze provést z hlediska času, únosnosti a teploty, viz kap. 2.5 ČSN EN 1991-1-2. Ověření z hlediska času, tj. požadovaná požární odolnost je menší než čas do porušení, nejlépe dokládá rezervy ve spolehlivosti konstrukce. Vyžaduje ale přímé řešení, které je vhodné pouze pro jednoduché výpočty. Pro složitější výpočty je nejvhodnější ověření únosnosti při požadované požární odolnosti. Při výpočtu se ověřuje, že po příslušnou dobu trvání požáru je splněna únosnost a stabilita konstrukce.

Požární zkouškou podle řady zkušebních norem ČSN EN 1363, podrobněji viz [2.3], a odpovídající klasifikací se pro výrobky a výjimečně pro konstrukční části dosahuje

ekonomičtějšího ověření požární odolnosti. Výsledky zkoušek se vhodně kombinují s výpočty, což umožňuje rozšíření aplikace zkoušek, viz [2.4].

Obsah statického výpočtu požární odolnosti

Statický výpočet pro prokázání požární odolnosti staveb má obsahovat, viz [2.7] a [2.8], části, které lze zahrnout pod vstupní informace, vlastní výpočet a požadavky na provádění stavby. Jednotlivé části lze dělit do tří částí: vstupní informace, vlastní výpočet a požadavky na provádění stavby.

Vstupní informace

A) Identifikační údaje o stavebním objektu, investorovi, zhotoviteli stavby a zhotoviteli dokumentace

Uvádí se název a adresa stavebního objektu řešeného statickým výpočtem, název a adresa zhotovitele dokumentace statického výpočtu s uvedením jmen zpracovatelů, kontrolora a schvalovatele. Schvalovatel musí mít oprávnění pro schválení statického výpočtu a musí přesvědčit o přijatelnosti vstupních dat a výsledků pomocí kontroly. Součástí je název a adresa investora.

B) Přehled podkladů, vstupních údajů a požadavků

Základní podklady, které poskytli zhotoviteli informace o podmínkách a způsobu provedení objektu. Podklady obsahují požadovanou požární odolnost konstrukce a případně dále požadavky investora, působení zatížení, max. povolené nebo požadované deformace u požárně dělících prvků, atd.

C) Konceptní řešení základního statického působení konstrukce

Stručný popis a charakteristika zajištění únosnosti a stability konstrukce. Popis zvoleného výpočtového modelu s uvedením hlavních specifikací, tj. důležité části konstrukce nebo detaily, které významně ovlivňují statický model. Jako je např. kotvení sloupů, ztužení, hlavní spoje.

V této části se uvede požadovaná požární odolnost konstrukce, dílčí části konstrukce nebo prvku.

D) Dispoziční, stavebně technické, řešení objektu ve smyslu uvedení základních půdorysných a výškových rozměrů

Uvedení základních půdorysných a výškových rozměrů posuzovaného objektu společně s jeho funkcí. Výšková i půdorysná schémata se pro lepší přehlednost znázorňují graficky.

E) Seznam užitých norem a literatury

Uvedení literatury, která sloužila jako podklad pro návrh. Přesná specifikace norem s případnými odkazy na použitou kapitolu. Odborná literatura s uvedením názvu a odvolávkou na kapitolu nebo číslo stránky.

F) Údaje o použitém softwaru

Popis programu, který sestává z jeho názvu a čísla verze, stručné charakteristiky a možnosti použití.

Vlastní výpočet

Výpočet může být proveden: ručně, pomocí výpočetního programu nebo kombinací obou metod. Při využití výpočtového programu, je zpracovatel povinen prověřit jeho vhodnost pro daný případ. Zvláště je třeba prověřit vhodnost zvolené globální analýzy, tj. statického modelu. Ve výstupech z programu musí být samostatně oddělen výpočet teploty v požárním úseku, přestup a rozvoj tepla do konstrukce a mechanická analýza konstrukce za požáru. Ve statickém výpočtu se doloží:

G) Vstupní data pro výpočet

Vstupní data sestávají z modelu pro globální analýzu, zvoleného materiálu na prvky, jejich průřezové charakteristiky a případně další doplňující údaje. Seznam materiálu se uvádí s předpokládanými mechanickými vlastnostmi. Dále se popíše průřezové charakteristiky jednotlivých prvků v konstrukci s uvedením materiálu.

H) Grafická schémata

Uvede se přehledný popis a grafické znázornění výpočetního modelu. Geometrie, okrajové podmínky, kotvení a statické působení má být patrné z popisu nebo grafického výstupu. Uvádí se, pokud je konstrukce něčím specifická. Doplňující údaje se týkají zjednodušení v uvažovaném modelu, redistribuci vnitřních sil apod.

Konstrukci je vhodné rozdělit na dílčí části, u kterých jsou uvedeny výstupní údaje, které jsou nutné pro kontrolu únosnosti a použitelnosti. Výstupní údaje obsažené ve výpočtech jsou z rozhodujících zatěžovacích stavů a kombinací zatížení, které vytváří nejnejpříznivější účinky. Tyto údaje mají být prezentovány v obou posudcích za běžné teploty a za požární situace.

I) Tepelná zatížení

Pro tepelné zatížení konstrukce/její části/prvku se popíše zvolená teplotní křivka rozvoje teploty plynu v požárním úseku.

J) Mechanická zatížení

V dokumentu je nezbytné uvést veškerá zatížení, která mohou v průběhu životnosti na konstrukci působit. Popíše se zatěžovací stavy včetně součinitelů zatížení a volené kombinace zatížení.

Zvláštní pozornost se věnuje mimořádným kombinacím zatížení konstrukce vystavené požáru. Zde se popíše zvolené součinitele kombinace a dílčí součinitele za požáru.

K) Ověření při běžné teplotě v případě, že z něj požární návrh vychází

V případě, že požární návrh vychází z ověření za běžné teploty, popíše se dimenze průřezů a porovná se namáhání a únosnost prvků, tzv. jednotkové posudky. Tuto část lze řešit i odkazy na statický výpočet. Odkazy musí být podrobné a adresné a statický výpočet za běžné teploty musí být k požární zprávě přiložen.

L) Ověření při vystavení účinkům požáru

L1) Teplotní analýza

Podle materiálu prvků konstrukce a požadavky na přesnost zvolené metody výpočtu se doloží přestup tepla do konstrukce, u ocelových a hliníkových prvků, rozvoj teploty v konstrukci, u betonových, ocelobetonových a zděných prvků, a odhořívání průřezu, u dřevěných prvků.

L2) Mechanická analýza

Doloží se ověření a dimenze průřezů vystavených účinkům požáru s uvedením rozhodujících namáhání s návrhových sil. Pro přehlednost řešení lze použít jednotkové posudky hlavních prvků konstrukce, případně jejich spojů. U částí konstrukce, které mají požárně dělící funkci, se uvádí ověření deformací. Do této části též patří další výsledky jako hodnoty podporových reakcí, přehled vnitřních sil na prvku atd.

M) Shrnutí rozhodujících výsledků

Pro přehlednost a srozumitelnost se upřednostňuje tabelární podoba, která poskytuje jasnou představu o využití jednotlivých průřezů a jejich požární odolnosti. Ve formě tabulky se uvádí výsledky, které informují o hlavních vstupních datech a závěrech prověření na účinky požáru.

Požadavky na provádění stavby

N) Požadavky na postup výstavby konstrukce a kontrolu jakosti použitého materiálu

Zde mohou být uvedeny požadavky na výrobu, přepravu, postup výstavby, způsoby montáže, podmínky instalace a speciální nároky pro zajištění navržené požární odolnosti.

O) Předpoklady použití a jiné speciální nároky spojené s výstavbou konstrukce pro zajištění navržené požární odolnosti.

V této části se uvádí nároky při výstavbě, které mohou ovlivnit požární odolnost budovy. Nejedná se o požární posouzení během výstavby, které jsou požadavky shrnuty v § 29 Provádění stavby Vyhláška č. 23/2008 Sb. O technických podmínkách požární ochrany staveb, ve které jsou shrnuty předpisy a dokladů jimi požadovanými.

2.3 Metodika

Pro ověření požární odolnosti nosné konstrukce stavby výpočtem je třeba jasná a přehledná struktura dokladů, které dokládají vstupy, potup řešení a výstupy. Požadovanou požární odolnost připravuje autorizovaný inženýr pro požární bezpečnost staveb v kontextu koncepce požární spolehlivosti budovy. Požadavky na formu dokladů jsou přesně dány zvyky i legislativou. Ověření požární odolnosti výpočtem provádí autorizovaný statik. Forma statického výpočtu pro ověření konstrukce za běžné teploty se učí na školách a je přesně formulována profesními organizacemi. Pro usnadnění spolupráce při posouzení konstrukce vystavené požáru je v této kapitole vypracována metodika, která umožňuje jasné prokázání požární spolehlivosti a obsahuje všechny nezbytné informace pro schválení navrženého řešení dotčenými úřady státní správy. Vypracování metodiky pro podporu spolupráce zúčastněných partnerů a usnadnění kontroly je v současnosti aktuální nejen v České republice, ale na celém světě, viz např. [2.8].

Příklady formy zpracování dokumentace k prokázání požární odolnosti jsou uvedeny ve třetí kapitole této monografie. V příkladech, které dokládají zjednodušené modely předpovědi teploty v požárním úseku, přestupu a rozvoje tepla v konstrukci a analýzy konstrukce za požáru, je dbáno na úplnost a přehlednost dokumentace. Pro názornost jsou výpočty doplněny výkladem, který je v praxi potlačen. Pro zpřehlednění textu jsou v textu vynechány některé opakující se části. Vynechání je v textu označeno. Forma dokumentace při prokázání požární odolnosti pokročilými modely je obdobná jako při prokázání modely jednoduchými. Vzhledem k rozsahu monografie nebyly případové studie s pokročilými modely do monografie zahrnuty.

Literatura

- [2.1] Zoufal R. a kol.: Hodnoty požární odolnosti stavebních konstrukcí podle Eurokódů, PAVUS, Praha 2009, ISBN 978-80-904481-0-0.
- [2.2] Statický výpočet, doporučený technický standard, skupina statika a dynamika, soubor 5, č. 17, ČKAIT 2002, 7 s.
- [2.3] Zoufal R.: Požadavky na stavební výrobky a konstrukce 1 – Přímá a rozšířená aplikace výsledků zkoušek, Konstrukce 1/2008, s. 35-39.
- [2.4] Wald F. a kol.: Výpočet požární odolnosti stavebních konstrukcí, České vysoké učení technické v Praze, Praha 2005, 336 s., ISBN 80-0103157-8.
- [2.5] Lie T.T.: Fire temperature-time relations. Chapter 4-8, SFPE Handbook of fire protection engineering, second edition, Society of fire protection engineers;USA;1995.
- [2.6] Feasey R., Buchanan A.H.: Post-flashover fires for structural design. Fire Safety Journal 2002;37(1);83-105.
- [2.7] Procházka J. a kol.: Statické výpočty, Technická pravidla CBS 01, Česká betonářská společnost ČSSI, Praha 2006, 12 s.
- [2.8] Performance-based structural fire safety design, Rautaruukki Oyj. Kaikki oikeudet pidätetään, pub. 020 59 11, 2008, 7 s.

Směrnice a vyhlášky

Směrnice Evropské rady ze dne 21. prosince 1988 o sblížení právních a správních předpisů členských států týkajících se stavebních výrobků, Úřední věstník Evropské unie, 89/106/EHS, 13/sv. 9, s. 296-310.

Vyhláška Ministerstva vnitra č. 23/2008 Sb. o technických podmínkách požární ochrany ze dne 29.1.2008.

Vyhláška Ministerstva vnitra č. 246/2001 Sb. o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci) ze dne 29.6.2001.

Normy

ČSN 65 0201: Hořlavé kapaliny - Prostory pro výrobu, skladování a manipulaci, ČNI, Praha 2003.

ČSN 73 0802: Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty, UNMZ, Praha 2009.

ČSN 73 0804: Požární bezpečnost staveb - Výrobní objekty, ČNI, Praha 2002.

ČSN 73 0810: Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení, UNMZ, Praha 2009.

ČSN 73 0818: Požární bezpečnost staveb - Obsazení objektu osobami, ČNI, Praha 1997.

- ČSN 73 0833: Požární bezpečnost staveb - Budovy pro bydlení a ubytování, ČNI, Praha 1996.
- ČSN 73 0831: Požární bezpečnost staveb - Shromažďovací prostory, ČNI, Praha 2001.
- ČSN 73 0835: Požární bezpečnost staveb - Budovy zdravotnických zařízení a sociální péče, ČNI, Praha 2006.
- ČSN 73 0842: Požární bezpečnost staveb - Objekty pro zemědělskou výrobu, ČNI, Praha 1996.
- ČSN 73 0843: Požární bezpečnost staveb - Objekty spojů a poštovních provozů, ČNI, Praha 2001.
- ČSN 73 0845: Požární bezpečnost staveb - Sklady, ČNI, Praha 1997.
- ČSN 73 0873: Požární bezpečnost staveb - Zásobování požární vodou, ČNI, Praha 2003.
- EN 1363-x: Zkušební podmínky, 1 Základní požadavky, 2 Alternativní a doplňkové postupy, 3 Ověřování charakteristik zkušebních pecí, ČNI, Praha.
- EN 1365-x: Požární odolnost nosných konstrukcí, 1 Stěny, 2 Stropy a střechy, 3 Nosníky, 4 Sloupy, 5 Balkóny a rampy, 6 Schodiště, ČNI, Praha.
- EN 13381-x: Zvyšování požární odolnosti stavebních konstrukcí, 1 Vodorovné ochranné membrány, 2 Svislé ochranné membrány, 3 Betonové konstrukce, 4 Ocelové konstrukce, 5 Plošné ocelobetonové konstrukce, 6 Ocelové sloupy s výplní betonem, 7 Dřevěné konstrukce, ČNI, Praha.
- ČSN EN 13 501-1: Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb-Část 1: Klasifikace podle výsledků zkoušek reakce na oheň, ČNI, Praha 2007.
- ČSN EN 1990: Eurokód, Zásady navrhování konstrukcí, ČSNI, Praha 2004.
- ČSN EN 1991-1-2: Zatížení konstrukcí, Obecná zatížení, Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru, ČSNI, Praha 2004.
- ČSN EN 1992-1-2: Navrhování betonových konstrukcí, Obecná pravidla, Navrhování na účinky požáru, ČNI, Praha 2006.
- ČSN EN 1993-1-2: Navrhování ocelových konstrukcí, Obecná pravidla, Navrhování konstrukcí na účinky požáru, ČNI, Praha 2006.
- ČSN EN 1994-1-2: Navrhování ocelobetonových konstrukcí, Obecná pravidla, Navrhování konstrukcí na účinky požáru, ČNI, Praha 2006.
- ČSN EN 1995-1-2: Navrhování dřevěných konstrukcí, Obecná pravidla, Navrhování konstrukcí na účinky požáru, ČSNI, Praha 2006.
- ČSN EN 1996-1-2: Navrhování zděných konstrukcí, Obecná pravidla, Navrhování konstrukcí na účinky požáru, ČSNI, Praha 2006.
- ČSN EN 1999-1-2: Navrhování hliníkových konstrukcí, Obecná pravidla, Navrhování konstrukcí na účinky požáru, ČNI, Praha 2006.

3.2.A.1 Jednonodlažní hala, betonová konstrukce

3.2.A Požárně bezpečnostní řešení

3.2.A.1 Analýza

Předmětem studie je požárně bezpečnostní řešení objektu podle národních norem České republiky, přednostně však s využitím stanovení požární odolnosti konstrukcí výpočtem dle Eurokódů.

Řešení je výsledkem těsné spolupráce projektanta požární bezpečnosti a statika a je založeno na výpočtu únosnosti stavebních konstrukcí celé stavby resp. ucelené části stavby výhradně dle Eurokódů.

Posuzované prvky stavebních konstrukcí vylučují svou velikostí i charakterem možnost stanovení požární odolnosti zkouškou, a to ani v nezátíženém stavu.

Posuzovaná stavba se svými rozměry, konstrukčním i dispozičním řešením a způsobem užívání řadí mezi jednoduché objekty bez zvláštních požadavků na požárně bezpečnostní řešení.

Půdorysný rozměr haly je 24,80 × 20,21 m. Osová vzdálenost sloupů v příčném směru je 3 × 8,0 m, v podélném pak v uspořádání 7,255 – 4,9 – 7,255 m. Výška haly v hřebeni je 7,6 m od podlahy haly a světlá výška ke spodní hraně vazníku 5,8 m.

3.1.A.2 Požárně bezpečnostní řešení

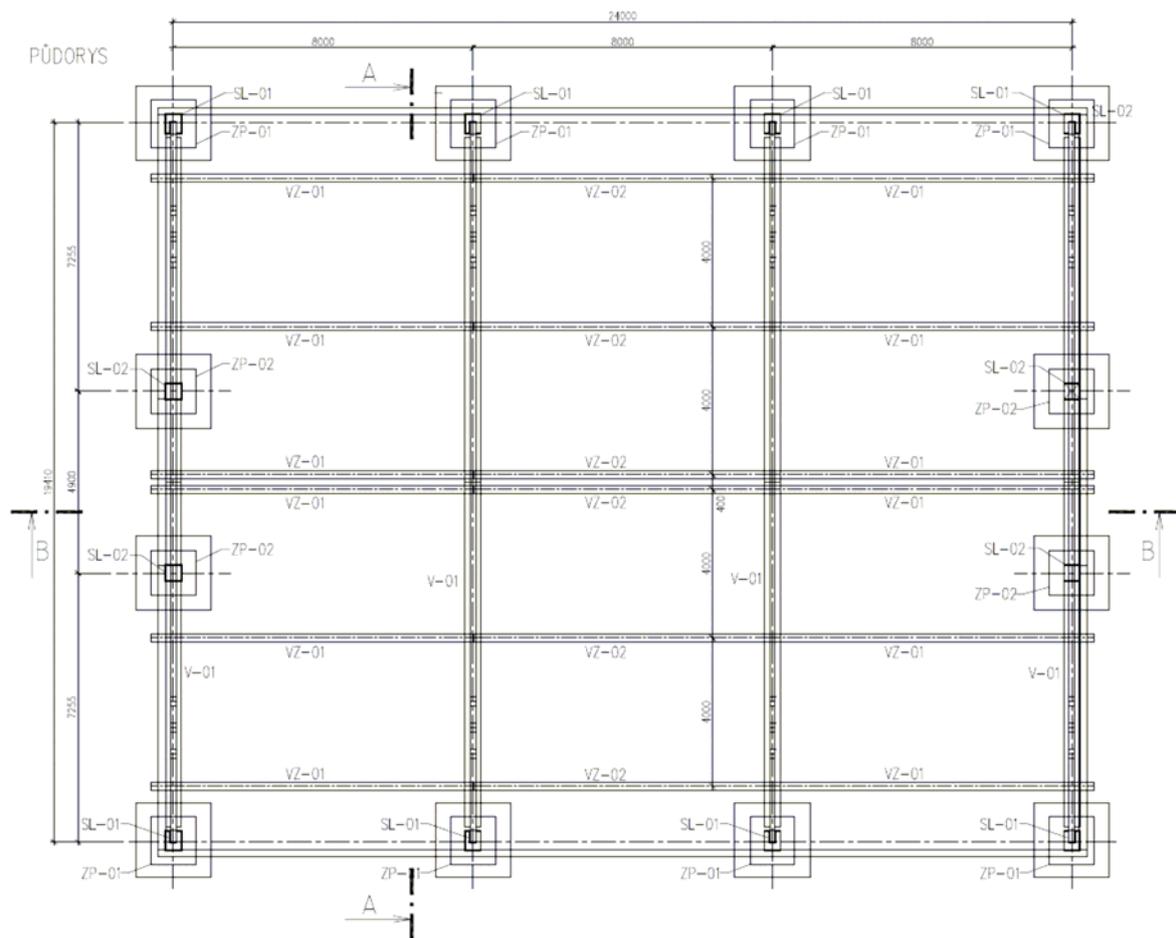
a) Seznam použitých podkladů

ČSN 73 0802, ČSN 73 08 04, ČSN 73 0810, ČSN 73 0818, ČSN 73 0821, ČSN 73 0873

Vyhláška 23/2008 Sb.

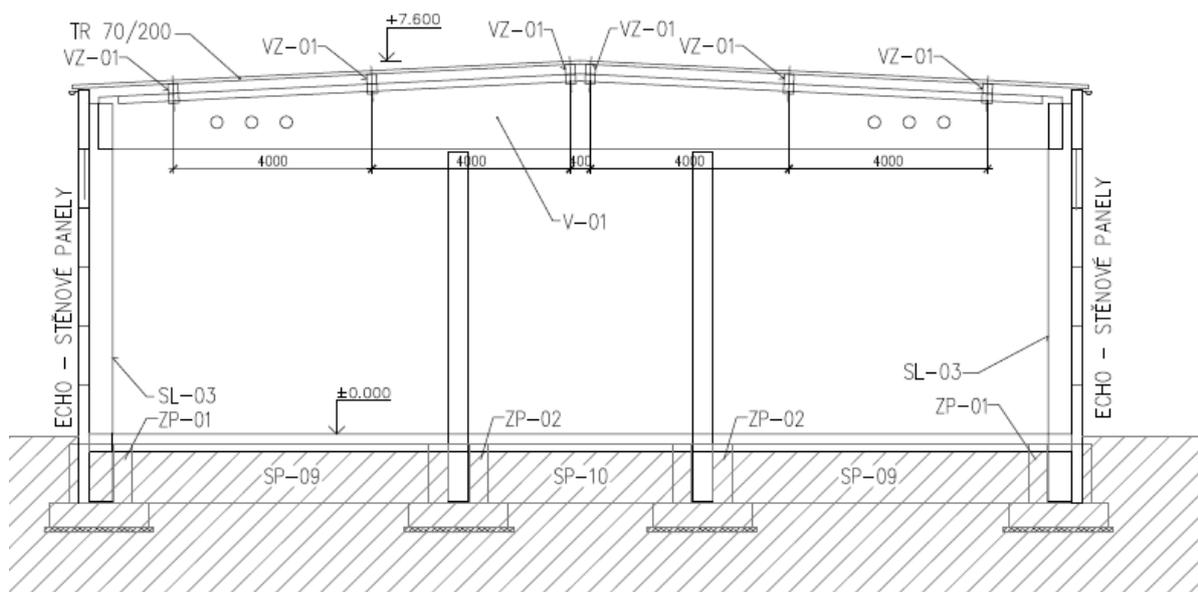
Projektová dokumentace

Půdorys haly



Řez A-A

ŘEZ A-A



b) Stručný popis stavby

Předmětem řešení je novostavba skladové haly.

Stavba je umístěna na rovinný pozemek a má pouze jedno nadzemní podlaží.

Nosný systém haly je tvořen obvodovými ŽB prefabrikovanými sloupy, na kterých jsou v příčném směru uloženy ŽB prefabrikované vazníky sedlového tvaru se sklonem 5 %. Střešní plášť je navržen z trapézového plechu vynášeného ŽB prefabrikovanými vaznicemi v osové vzdálenosti 4,0 m, uloženými na vaznicích. Obvodový plášť je tvořen předpjatými ŽB obvodovými panely. Sloupy ve štítových stěnách tvoří pouze oporu pro obvodový plášť a nepodílejí se na přenosu zatížení ze střešní konstrukce.

Provoz haly bude zahrnovat sklad základních surovin pro výrobu sportovních potřeb (boxovacích pytlů).

Plocha haly je menší než 1000 m², požadavky ČSN 73 0845 se neuplatní.

Hodnoceno podle požadavků ČSN 73 0804.

c) Rozdělení stavby do požárních úseků

Skladová hala tvoří jediný požární úsek.

d) Stanovení požárního a ekonomického rizika

Skladová hala je zařazena do 6. skupiny výrob a provozů, výpočet požárního a ekonomického rizika podle ČSN 73 0804 je pouze informativní.

Nosné konstrukce stavby jsou nehořlavé (DP1), podlažnost np = 1. S ohledem na způsob užívání stavby byla požární odolnost nosných konstrukcí i obvodového pláště stanovena na 60 minut.

Ekonomické riziko je závislé na vzájemném poměru hodnot indexu pravděpodobnosti vzniku a rozšíření požáru $P1 = 2,2$ a indexu pravděpodobnosti rozsahu škod způsobených požárem $P2 = 85 \Rightarrow$ vyhovuje.

Velikost požárního úseku je vyhovující, požárně bezpečnostní zařízení nejsou požadována.

V požárním úseku nebylo zjištěno místně soustředěné požární zatížení.

e) Zhodnocení stavebních konstrukcí

Pomocí tabulkových hodnot EN 1992-1-2 [3.1.2] a na základě údajů výrobce obvodového panelu byly stanoveny požární odolnosti jednotlivých prvků konstrukce železobetonové haly takto:

	označení	profil	materiál
R60	SL-01	480/400	C30/37
R90	V-01	150/1525	C30/37
R90	VZ-01,VZ-02	200/400	C30/37
EI90	SP-01 až SP-10	200	C50/60

Navržené sloupy a vazníky vyhoví bez dodatečných úprav.

f) Zhodnocení stavebních hmot

Specifické požadavky na stavební hmoty ani povrchové úpravy nebyly zjištěny.

g) Evakuace osob

Hala bude obsazena 15 osobami dle ČSN 73 0818.

Z každého místa požárního úseku je zajištěna jedna nechráněná úniková cesta.

Délka únikové cesty je vyhovující, mezní doba evakuace není překročena.

Šířka únikové cesty u východu z objektu činí 1.5 únikového pruhu a je vyhovující.

Výsuvná vrata haly nejsou zahrnuta mezi únikové cesty z objektu.

h) Odstupové vzdálenosti

V požárně nebezpečném prostoru stavby nejsou žádné sousední objekty.

Výše uvedený požárně nebezpečný prostor nadále zasahuje mimo stavební pozemek.

Konstrukce haly nezasahují do požárně nebezpečného prostoru navazující jiných objektů, nejbližší budova je vzdálena minimálně 50 m, velikost proluky vyhoví.

i) Zabezpečení stavby požární vodou

Potřeba požární vody: $Q = 9,5 \text{ l/s}$.

Vnější požární vodovod je vybaven dvěma hydrantem DN 80 ve vzdálenosti do 100 m od objektu na potrubí vyhovující světlosti – větší než DN 100.

Vnitřní požární vodovod bude vybaven jedním hydrantem DN 25 s tvarově stálou hadicí délky 30 m, přívodní potrubí je ocelové, požadovaný přetlak 0,2 MPa je zajištěn.

j) Zásahové cesty, příjezdové komunikace

Přístup k objektu zajišťuje místní asfaltová komunikace.

Nástupní plocha se nezřizuje.

Vnitřní zásahové cesty nejsou požadovány.

Vnější zásahová cesta bude tvořena požárním žebříkem dle ČSN 74 3282 se suchovodem.

k) Hasicí přístroje

Hala bude vybavena šesti PHP práškovými s hasicí schopností 21A a dvěma PHP sněhovými s hasicí schopností 55B.

Pro halu je celkový počet hasicích jednotek nHJ = 40 stanoven dle Vyhlášky 23/2008.

l) Technická a technologická zařízení stavby

Hala bude vytápěna plynovými teplovzdušnými agregáty na zemní plyn.

Umístění agregátů bude odpovídat požadavkům ČSN EN 1775 a TP G 704 01 (dílenská hala).

Centrální vzduchotechnické zařízení není navrženo.

Elektroinstalace budou provedeny podle stanovených vnějších vlivů.

Objekt bude vybaven hromosvodem dle ČSN EN 62 305.

m) Souhrn zvláštních požadavků

Zvláštní požadavky na konstrukce objektu ani na úpravy stavebních hmot nebyly zjištěny.

n) Požárně bezpečnostní zařízení stavby

Telefonní spojení s HZS je veřejnou telefonní resp. radiotelefonní sítí.

Nebyla překročena kritéria dle ČSN 73 0875 – hodnoty parametru N pro požární úseky < 3,0.

Mezní plocha dílenského provozu není překročena, požárně bezpečnostní zařízení dle ČSN 73 0804 se nezřizují.

EPS není v řešeném objektu požadována.

Pro požární úsek není nutno zřizovat samočinné hasicí zařízení.

Posouzení podmínek evakuace po nechráněných únikových cestách z hlediska ohrožení osob zplodinami hoření a kouřem dle ČSN 73 0804 se neprovádí.

Stavba nebude vybavena zařízením pro odvod kouře a tepla při požáru.

Jiná požárně bezpečnostní zařízení (např. VZD klapky) nejsou v objektu navržena.

o) Výstražné a bezpečnostní značky, tabulky

Objekt bude vybaven bezpečnostními tabulkami a značkami dle ČSN ISO 3864.

Označeny budou hlavní uzávěry plynu, vody a elektrické energie, nástěnný hydrant a směry úniku.

3.1.A.3 Shrnutí

Použitý výpočet požární odolnosti betonových konstrukcí jednoduché betonové jednopodlažní stavby prokázal, že konstrukce splňují požadované parametry. Z pohledu vlastního návrhu konstrukce, tedy dimenzování prvků, krytí výztuže apod. je výsledek použití empirického postupu stejný, jako použití konzervativních postupů dle platné ČSN 73 0821 (pouze do 28.2.2010) resp. jiných tabulkových postupů např. [3.1.6]. Všechny postupy prokazují, že konstrukce vyhoví bez použití dodatečných požárně odolných úprav, resp. bez nutnosti zvyšovat dimenze posuzovaných prvků.

3.1.B Posouzení požární odolnosti konstrukce haly

3.1.B.1 Vstupní údaje

A) Identifikační údaje o stavebním objektu

Hala GALA Prostějov. Rozšíření výrobní linky boxovacích pytlů.

B) Seznam použitých podkladů

[3.1.1] Arming, spol. s.r.o.: AR-0830-ST-02: Hala GALA Prostějov. Rozšíření výrobní linky boxovacích pytlů. Technická zpráva, statický výpočet, výkresy tvaru a výztuže. Ostrava 2008 Část 3.1A, která obsahuje požadavky na požární odolnost konstrukcí.

C) Koncepční řešení

Nosný systém haly je tvořen obvodovými ŽB prefabrikovanými sloupy (SL-01, SL-02), na kterých jsou v příčném směru uloženy ŽB prefabrikované vazníky (V-01) sedlového tvaru se sklonem 5%. Střešní plášť je navržen z trapézového plechu vynášeného ŽB prefabrikovanými vaznicemi (VZ-01, VZ-02) v osové vzdálenosti 4,0 m, uloženými na vaznicích. Obvodový plášť je tvořen předpjatými obvodovými panely (SP-01 až SP-10). Sloupy ve štítových stěnách tvoří pouze oporu pro obvodový plášť a nepodílejí se na přenosu zatížení ze střešní konstrukce.

D) Dispoziční a stavebně technické řešení

Viz. část 3.1A, odstavec b).

E) Seznam užitých norem a literatury

[3.1.2] ČSN EN 1992-1-2: Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-2: Obecná pravidla – Navrhování konstrukcí na účinky požáru. Český normalizační institut, 2006.

F) Údaje o použitém softwaru

Vzhledem k jednoduchosti posouzení se software v souvislosti se stanovením požární odolnosti konstrukcí nepoužívá.

3.5B.2 Ověření

G) Vstupní data pro výpočet

V této studii je posouzena požární odolnost sloupu SL-01, vazníku V-01, vaznice VZ-01 a obvodových panelů SP-01.

U železobetonových nosných konstrukcí požadujeme, aby si uchovaly nosnou funkci během určité doby vystavení účinkům požáru (kritérium R). Podle čl. 2.4.1 EN 1992-1-2 [3.1.2] musí být ověřeno, že po příslušnou dobu vystavení účinkům požáru t je splněna podmínka:

$$E_{d,fi} \leq R_{d,t,fi}$$

kde $E_{d,fi}$ je účinek návrhových zatížení pro požární situaci určený podle EN 1991-1-2 včetně účinků teplotní roztažnosti a deformací

$R_{d,t,fi}$ je odpovídající návrhová únosnost pro požární situaci.

U obvodových panelů požadujeme, aby si uchovaly po určitou dobu působení požáru celistvost (kritérium E) a izolační schopnosti (kritérium I). Kritérium I lze považovat za splněné, pokud průměrný nárůst teploty na celém odvráceném povrchu nepřesáhne 140°C a maximální nárůst teploty na kterémkoli místě tohoto povrchu nepřesáhne 180°C.

V požadavcích na požární odolnost konstrukcí je dále zmíněno kritérium W, reprezentující mezní stav hustoty tepelného toku na straně odvrácené od požáru. Tento mezní stav se v EN 1992-1-2 [3.1.2] neřeší.

Analýza požární odolnosti může být podle EN 1992-1-2 [3.1.2] provedena jako analýza prvku konstrukce, analýza části konstrukce nebo globální analýza konstrukce. V této studii je provedena analýza jednotlivých prvků konstrukce.

Pro splnění podmínek únosnosti R, celistvosti E a izolačních schopností konstrukce I jsou přípustné následující postupy navrhování (čl. 4.1. EN 1992-1-2 [3.1.2]) :

- Návrh podle osvědčených návrhových řešení (tabulkové údaje nebo zkoušky)
- Jednoduché výpočetní metody pro určité typy prvků
- Zpřesněné výpočetní metody pro simulaci chování nosných prvků, částí konstrukce nebo celé konstrukce

V příkladové studii jsou pro vyhodnocení požární odolnosti použity tabulkové údaje (kap. 5 EN 1992-1-2 [3.1.2]).

I) Tepelná zatížení

Posouzení požární odolnosti pomocí tabulkových údajů předpokládá vývoj požáru podle normové teplotní křivky.

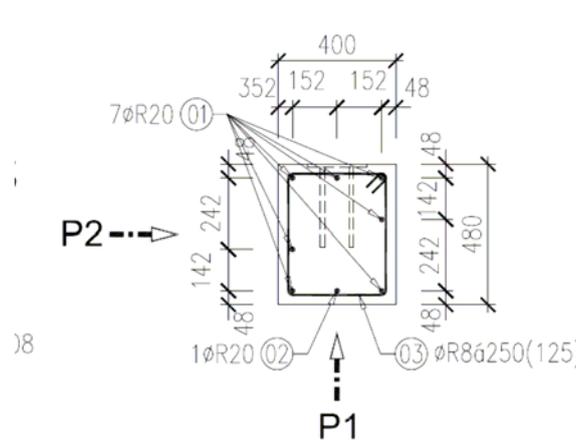
L) Ověření při vystavení účinkům požáru

Sloup

Sloupy střední a rohové (SL-01) mají průřez 480 × 400 mm. Výztuž tvoří 8 profilů R20 umístěných po obvodu sloupu, třmínková výztuž je tvořena profilem R8 á 250 mm, viz. obr. 3.1B.1. Délka sloupu je 7,1 m.

Pro trvalou a dočasnou návrhovou situaci byly stanoveny tyto účinky zatížení:

$$N_{Ed} = 286,8 \text{ kN}, M_{Ed} = 64,13 \text{ kNm}$$



Obr. 3.1B.1 Řez 1-1, výkres tvaru a vyztužení sloupu SL-01

Pro tabulkové posouzení požární odolnosti sloupů zajištěných proti vodorovným posuvům jsou v EN 1992-1-2 uvedeny dvě metody: metoda A a metoda B. Pokud nejsou splněny podmínky pro použití metody A a B, je možné použít Tabulky uvedené v Příloze C.

Metodu A nelze v příkladové studii použít, protože je vázána na podmínku, že účinná délka sloupu pro požární situaci $l_{0,fi}$ musí být menší než 3 m. Délka sloupu v hale je 7,1 m a je zřejmé, že podmínce nevyhoví.

Pro použití metody B musí být splněny tyto podmínky:

- hodnota e / b je uvažována $\leq 0,25$ a $e_{\max} = 100 \text{ mm}$, kde $e = M_{0Ed,fi} / (N_{0Ed,fi})$
- štíhlost sloupu pro požární situaci $\lambda_{fi} = l_{0,fi} / i$ má být menší než 30

Dále se zavádějí tyto veličiny:

- zatížení n vztahem $n = N_{0Ed,fi} / (0,7(A_c f_{cd} + A_s f_{yd}))$
- mechanický stupeň vyztužení při běžné teplotě $\omega = \frac{A_s f_{yd}}{A_c f_{cd}}$

Zjednodušeně lze předpokládat, že excentricita při požární situaci je stejná, jako pro trvalou návrhovou situaci:

$$e = \frac{M_{0,Ed}}{N_{0,Ed}} = \frac{64,13}{286,8} = 0,2 = 200 \text{ mm}$$

Je zřejmé, že podmínka omezující výstřednost pro metodu B není splněna.

$$e = 222 \leq e_{\max} = 100 \text{ mm}$$

$$\frac{e}{b} = \frac{0,222}{0,48} = 0,46 \leq 0,25$$

Dále je zřejmé, že podmínka omezující štíhlost sloupu také není splněna:

$$i = \frac{h}{\sqrt{12}} = \frac{0,480}{\sqrt{12}} = 0,134$$

$$l_{0,fi} = 0,7 \cdot 7,1 = 5,0$$

$$\lambda = \frac{l_{0,fi}}{i} = \frac{5,0}{0,134} = 37$$

Je tedy nutné stanovit požární odolnost podle Přílohy C. Tabulkové požární odolnosti v Příloze C platí pro ztužené konstrukce. Nejmenší rozměr sloupu je $b_{\min} = 400 \text{ mm}$, osová vzdálenost výztuže od exponovaného povrchu je $a = 48 \text{ mm}$. Dále se určí míra zatížení a mechanický stupeň vyztužení. Míru zatížení lze na bezpečné straně předpokládat hodnotou $n = 0,7$, což odpovídá plnému využití průřezu při trvalé návrhové situaci, a nebo určit přesněji:

$$n = \frac{N_{0,Ed,fi}}{0,7 \cdot (A_c f_{cd} + A_s f_{yd})} = \frac{\eta_{fi} \cdot N_{0,Ed}}{0,7 \cdot (A_c f_{cd} + A_s f_{yd})} = \frac{0,7 \cdot 287}{0,7 \cdot (0,192 \cdot 23,33 \cdot 10^3 + 2516 \cdot 10^{-6} \cdot 435 \cdot 10^3)} = 0,05$$

$$\omega = \frac{A_s f_{yd}}{A_c f_{cd}} = \frac{2516 \cdot 10^{-6} \cdot 435 \cdot 10^3}{0,192 \cdot 23,33 \cdot 10^3} = 0,24$$

Tabulky v Příloze C jsou uvedeny pro jednotlivé mechanické stupně vyztužení $\omega = 0,1$, $\omega = 0,5$ a $\omega = 1$. Pro příslušný stupeň mechanického vyztužení je dále uvedena tabulka pro malý, střední a velký moment prvního řádu. Pro vyhodnocení požární odolnosti je použita Tabulka C.3. Mechanický stupeň vyztužení se uvažuje zjednodušeně na bezpečné straně hodnotou $\omega = 0,1$, ale je možné stanovit přesnější hodnotu požární odolnosti interpolováním mezi jednotlivými tabulkami pro mechanický stupeň vyztužení $\omega = 0,24$. Hodnoty požární odolnosti jsou uvedeny pro jednotlivé štíhlosti od 30 až do 80.

Výsledná požární odolnost je tedy stanovena hodnotou R 60, viz. Tab. C.3 EN 1992-1-2 [3.1.2] (označeno červeně).

Obdobně lze posoudit také štítový sloup S2, který se sice nepodílí na přenosu zatížení ze střechy, ale slouží k uchycení obvodových panelů, které mají požárně dělící funkci.

Vazník V-01

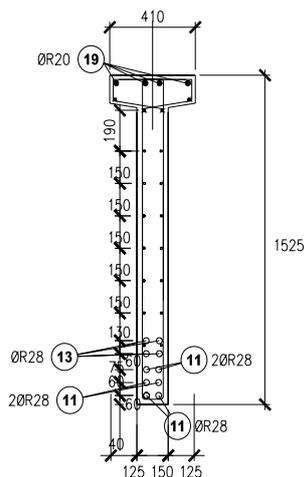
Pro střešní konstrukci haly budou použity prefabrikované sedlové vazníky, viz. Obr. 3.1B.2. Průřez je tvaru T se stojinou o celkové výšce 1050 – 1525 mm a tloušťce 150 mm. Horní pánsnice je obdélníkového průřezu 410 × 130 mm s náběhy. Vazník je vyztužen 5 x 2 profily R 28, třmínky R 8, krytí výztuže je 20 mm. Celková délka vazníku 19 410 mm.

Moment od účinků zatížení pro trvalou a dočasnou návrhovou situaci je $M_{Ed,v} = 1230$ kNm, moment na mezi únosnosti pak $M_{Rd,v} = 1689$ kNm.

EN 1992-1-2 [3.1.2] v Tabulce 5.5 uvádí nejmenší hodnoty osové vzdálenosti výztuže ke spodnímu a bočním lícům prostě podepřených nosníků společně s nejmenší šířkou nosníku pro normové požární odolnosti R30 až R 240.

Nejmenší rozměr vazníku je tedy $b_{min} = 150$ mm, osová vzdálenost výztuže od exponovaného povrchu je $a = 42$ mm.

Výsledná požární odolnost je tedy stanovena hodnotou **R 60**, viz. Tab. 5.5 (označeno červeně).



Obr. 3.1B.2 Řez A-A, výkres tvaru a vyztužení vazníku V-01

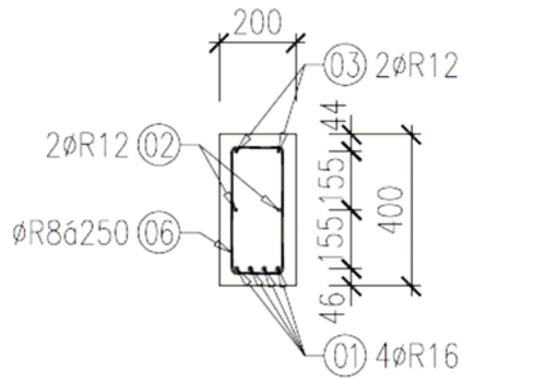
Vaznice VZ-01 a VZ-02

Vaznice VZ-01 a VZ-02 jsou navrženy jako prefabrikované, o průřezu 200 × 400 mm, viz. obr. 3.1B.3. Při spodním povrchu jsou vyztuženy 4 profily R16. Třmínková výztuž je tvořena 2 profily R8 á 250 mm.

Moment od účinků zatížení pro trvalou a dočasnou návrhovou situaci je $M_{Ed,vz} = 75,7$ kNm, moment na mezi únosnosti pak $M_{Rd,vz} = 110,97$ kNm.

Rozhodující pro stanovení tabulkové požární odolnosti jsou rozměry vaznice $b_{min} = 200$ mm a vzdálenost těžiště výztuže od exponovaného povrchu $a = 46$ mm.

Výsledná požární odolnost je tedy stanovena hodnotou **R 90**, viz. Tab. 5.5 [3.1.1] (označeno zeleně).



Obr. 3.1B.3. Řez 1-1, výkres tvaru a vyztužení vaznice VZ-01

Obvodové panely

Obvodový plášť je tvořen předpjatými stěnovými panely Echo tl. 200 mm (SP-01 až SP-10). Výška panelu je 1200 mm. Spodní panely budou uchyceny k základovým patkám, následující pak ke kotevním deskám sloupů.

Požární odolnost typových, hromadně vyráběných prvků, např. předpjatých panelů, je zpravidla možné stanovit na základě podkladů výrobce, který zajišťuje příslušnou zkoušku a/nebo výpočet požární odolnosti.

Obvodové panely nemají nosnou funkci, ale je požadována požárně dělící funkce. Požární odolnost obvodových panelů ECHO je stanovena na základě údajů výrobce **EI 90**.

Konstrukce střechy

Střešní plášť je navržen z trapézového plechu vynášeného ŽB prefa vaznicemi v osové vzdálenosti 4,0 m, uloženými na vaznicích. Posouzení požární odolnosti střešního pláště musí být provedeno jednoduchými nebo zpřesněnými výpočetními metodami, případně převzít deklarované požární odolnosti od výrobce.

Tabulka C.3 : Nejmenší rozměry a osová vzdálenosti pro železobetonové sloupy s pravoúhelníkovým nebo kruhovým průřezem. Mechanický stupeň vyztužení $\omega = 0,1$. Velký moment prvního řádu: $e = 0,5b \leq 200$ mm.

Normová požární odolnost	λ	Nejmenší rozměry (mm) Šířka sloupu b_{\min} / osová vzdálenost a			
		Sloup vystavený požáru z více než jedné strany			
		$n = 0,15$	$n = 0,3$	$n = 0,5$	$n = 0,7$
1	2	3	4	5	6
R 30	30	150/25*	400/40:550/25*	550/25*	(1)
	40	200/25*	550/25*	550/35:600/30	(1)
	50	250/30:300/25*	550/30:600/25*	(1)	(1)
	60	300/40:550/25*	600/50	(1)	(1)
	70	400/40:550/25*	(1)	(1)	(1)
	80	550/25	(1)	(1)	(1)
R 60	30	300/35:500/25*	500/50:550/25*	550/50:600/40	(1)
	40	350/40:550/25*	550/40:600/30	(1)	(1)
	50	450/50:550/25*	550/50:600/40	(1)	(1)
	60	550/30	600/80	(1)	(1)
	70	550/35	(1)	(1)	(1)
	80	550/40	(1)	(1)	(1)
R 90	30	350/50:550/25*	550/45:600/40	600/80	(1)
	40	500/60:600/30	550/60:600/50	(1)	(1)
	50	550/40	600/80	(1)	(1)
	60	550/50:600/45	(1)	(1)	(1)
	70	550/60:600/50	(1)	(1)	(1)
	80	600/70	(1)	(1)	(1)
R 120	30	550/40:600/30	550/50	(1)	(1)
	40	550/50:600/45	600/70	(1)	(1)
	50	550/55:600/50	(1)	(1)	(1)
	60	550/60:600/50	(1)	(1)	(1)
	70	600/70	(1)	(1)	(1)
	80	(1)	(1)	(1)	(1)
R 180	30	550/50	600/80	(1)	(1)
	40	550/60	(1)	(1)	(1)
	50	600/70	(1)	(1)	(1)
	60	(1)	(1)	(1)	(1)
	70	(1)	(1)	(1)	(1)
	80	(1)	(1)	(1)	(1)
R 240	30	600/70	(1)	(1)	(1)
	40	(1)	(1)	(1)	(1)
	50	(1)	(1)	(1)	(1)
	60	(1)	(1)	(1)	(1)
	70	(1)	(1)	(1)	(1)
	80	(1)	(1)	(1)	(1)

* Obvykle rozhoduje krytí předepsané EN 1992-1-1.
(1) Vyžaduje šířku větší než 600 mm. Zde je nutné podrobné posouzení vzpěru.

Tabulka 5.5: Nejmenší rozměry a osová vzdálenosti prostě podepřených trámů z vyztuženého a předpjatého betonu

Normová požární odolnost	Nejmenší rozměry (mm)						
	Možné kombinace a a b_{\min} kde a je průměrná osová vzdálenost výztuže a b_{\min} je šířka trámu				Tloušťka stojiny b_w		
					Třída WA	Třída WB	Třída WC
1	2	3	4	5	6	7	8
R 30	$b_{\min} = 80$ $a = 25$	120 20	160 15*	200 15*	80	80	80
R 60	$b_{\min} = 120$ $a = 40$	160 35	200 30	300 25	100	80	100
R 90	$b_{\min} = 150$ $a = 55$	200 45	300 40	400 35	110	100	100
R 120	$b_{\min} = 200$ $a = 65$	240 60	300 55	500 50	130	120	120
R 180	$b_{\min} = 240$ $a = 80$	300 70	400 65	600 60	150	150	140
R 240	$b_{\min} = 280$ $a = 90$	350 80	500 75	700 70	170	170	160
$a_{sd} = a + 10$ mm (viz poznámka níže)							
<p>Pro předpjaté trámy musí být osová vzdálenost výztuže zvětšena podle odstavce 5.2(5).</p> <p>a_{sd} je osová vzdálenost výztuže od bočního líce trámů pro rohové výztužné pruty (nebo předpínací výztuž nebo dráty) u trámů jen s jednou vrstvou výztuže. Pro hodnoty b_{\min} větší než hodnoty uvedené ve sloupci 4 se zvětšení a_{sd} nepožaduje.</p> <p>* Obvykle rozhoduje krytí předepsané v EN 1992-1-1.</p>							

3.1B.3 Shrnutí

M) Shrnutí rozhodujících výsledků

Pomocí tabulkových hodnot EN 1992-1-2 [3.1.2] a na základě údajů výrobce obvodového panelu byly stanoveny požární odolnosti jednotlivých prvků konstrukce železobetonové haly takto:

	označení	profil	materiál
R60	SL-01	480/400	C30/37
R90	V-01	150/1525	C30/37
R90	VZ-01,VZ-02	200/400	C30/37
EI90	SP-01 až SP-10	200	C50/60

Porovnáním s požadovanými hodnotami požární odolnosti, viz. Část 3.1A.3, lze učinit závěr, že navržená konstrukce haly vyhovuje z hlediska požadované požární odolnosti konstrukcí. Všechny nosné betonové prvky vykazují požární odolnost alespoň R 60 minut.

Části statického výpočtu H-L jsou přizpůsobené koncepci stanovení požární odolnosti pomocí tabulkových hodnot. Pro jednotlivé prvky jsou uvedena grafická schémata, je zmíněna trvalá a dočasná návrhová situace, tj. ověření při běžné teplotě, ale není provedena teplotní a mechanická odezva konstrukce, protože pro tabulkové stanovení požární odolnosti není podstatná.

3.2.A.1 Patrová budova, betonová konstrukce

3.2.A Požárně bezpečnostní řešení

3.2A.1 Analýza

Předmětem studie je požárně bezpečnostní řešení objektu podle národních norem České republiky, přednostně však s využitím stanovení požární odolnosti konstrukcí výpočtem dle Eurokódů.

Řešení je výsledkem těsné spolupráce projektanta požární bezpečnosti staveb a statika a je založeno na výpočtu únosnosti stavebních konstrukcí celé stavby resp. ucelené části stavby výhradně dle Eurokódů.

Posuzované prvky stavebních konstrukcí vylučují svou velikostí i charakterem možnost stanovení požární odolnosti zkouškou, a to ani v nezátíženém stavu.

Posuzovaná stavba se svými rozměry, konstrukčním i dispozičním řešením a způsobem užívání řadí mezi jednoduché objekty bez zvláštních požadavků na požárně bezpečnostní řešení.

Jedná se o sedmipodlažní administrativní budovu, jejíž konstrukční systém je tvořen železobetonovými sloupy v osových vzdálenostech 7,5 m v obou směrech a lokálně podporovanými bezhlavicovými stropními deskami s okrajovým žebrem. Konstrukční výška podlaží je 3,5 m.

3.2A.2 Požárně bezpečnostní řešení

a) Seznam použitých podkladů

ČSN 73 0802, ČSN 73 0810, ČSN 73 0818, ČSN 73 0821, ČSN 73 0873

Vyhláška 23/2008 Sb.

Projektová dokumentace

b) Stručný popis stavby

Předmětem řešení je novostavba administrativního objektu.

Stavba je umístěna na rovinný pozemek, má sedm nadzemních podlaží a není podsklepená.

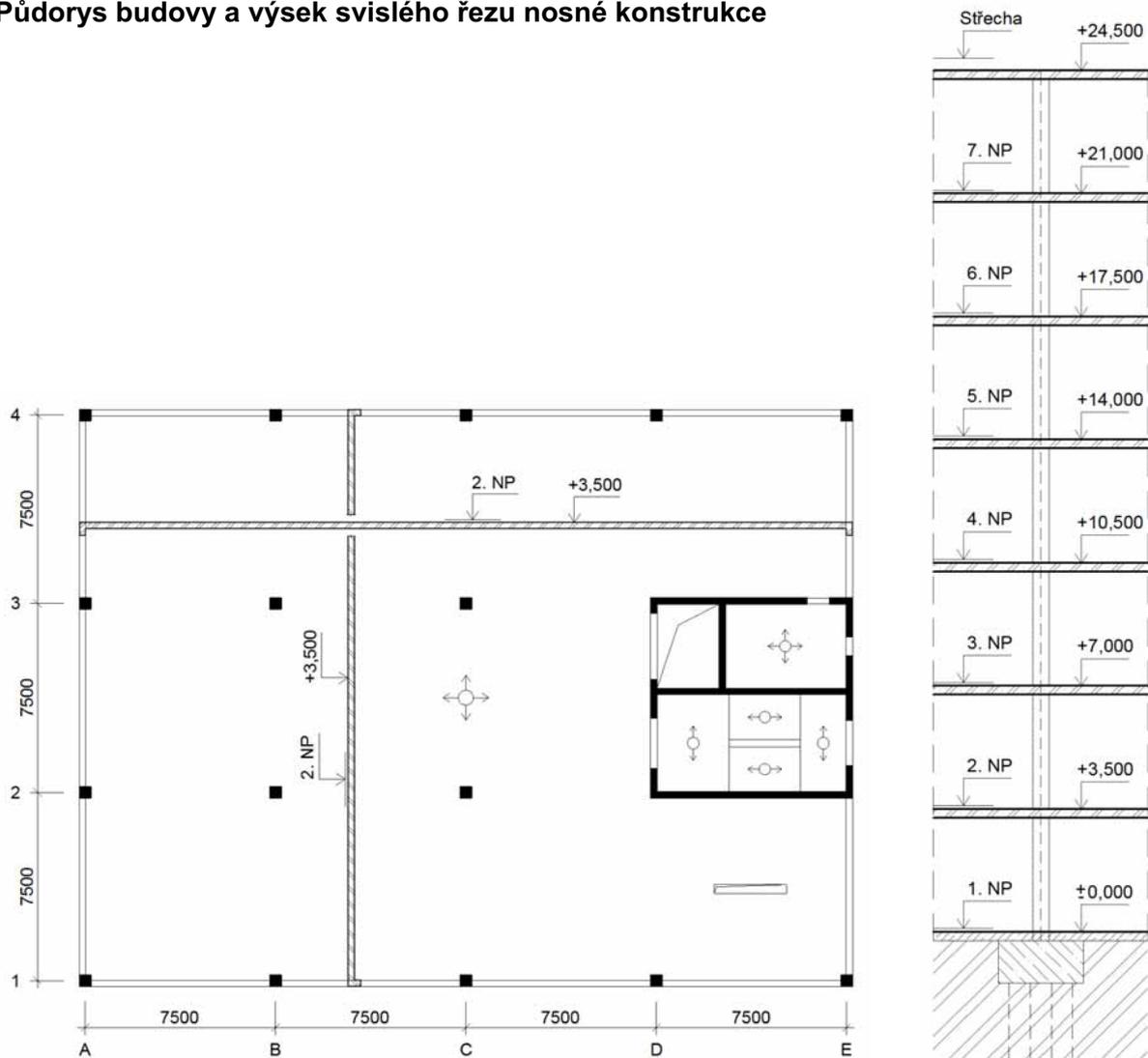
Konstrukční systém je tvořen železobetonovými sloupy, stropy jsou tvořeny bezhlavicovými stropními deskami s okrajovým žebrem. Střecha stavby je plochá, nepochůzná.

Obvodové i vnitřní konstrukce budou zděné.

Provoz budovy bude zahrnovat kanceláře, jednací místnosti, hygienické vybavení, sklady kancelářských potřeb a sklady dokumentů, společné komunikace.

Hodnoceno podle požadavků ČSN 73 0802.

Půdorys budovy a výsek svislého řezu nosné konstrukce



Obr. 3.2A.1 Půdorys a svislý řez

c) Rozdělení stavby do požárních úseků

Vzhledem k výukovému charakteru příkladu byla řešená budova rozdělena celkem do 74 požárních úseků.

Samostatné požární úseky tvoří v jednotlivých podlažích :

- Bloky kanceláří
- Sklady
- Zasedací místnosti
- Hygienické vybavení
- Chodby
- Výtahová šachta
- Centrální schodiště

d) Stanovení požárního rizika

Nosné a požárně dělící konstrukce objektu jsou nehořlavé, výška stavby dle ČSN 73 0802 $h = 21,0$ m.

Stupeň požární bezpečnosti jednotlivých požárních úseků se pohybuje od SPB II do SPB V.

Velikosti požárních úseků jsou vyhovující.

V požárních úsecích nebylo zjištěno vyšší požární zatížení.

e) Zhodnocení stavebních konstrukcí

Požadovaná požární odolnost (dále jen PO) se stanoví v závislosti na SPB daného požárního úseku a na typu konstrukce podle ČSN 73 0802, tabulka 12.

Skutečná požární odolnost stavebních konstrukcí je stanovena s využitím evropských norem pro navrhování konstrukcí – v případě betonových konstrukcí se použije norma ČSN EN 1992-1-2 v kombinaci s ČSN EN 1991-1-2.

Nejvyšší požadovaná požární odolnost hlavních konstrukčních prvků podle normy je uvedena v tabulce.

Tab. 3.2A.1 Požadované vlastnosti nosných prvků

	Kritérium	Požární odolnost	Druh konstrukce
Deska	REI	90 min	DP1
Sloup	R	45 min	DP1

Při použití postupů podle ČSN EN 1992-1-2:2006 a ČSN EN 1991-1-2:2004 byly stanoveny požární odolnosti vybraných prvků konstrukce železobetonové budovy takto:

Sloup R 60

Deska REI 90

Oba posuzované betonové prvky vykazují vyhovující požární odolnost.

Budou osazeny požární uzávěry s odolností EW 45 DP1 pro SPB V, pro SPB III v běžných nadzemních podlažích a SPB V v posledním podlaží postačí požární uzávěry EW 30 DP3.

Ve všech nadzemních podlažích budou pro SPB II osazeny požární uzávěry s odolností EW 15 DP3 a EI 15 DP3, pro SPB III v posledním nadzemním podlaží uzávěry EW 15 DP3.

Požární uzávěry budou osazeny samozavírači.

Výška objektu $h > 9,0$ m, vertikální i horizontální požární pásy jsou zajištěny. Odolnost obvodového zdiva REW je vyšší než 90 minut.

f) Zhodnocení stavebních hmot

Zvláštní požadavky na povrchové úpravy, stupeň hořlavosti použitých stavebních hmot ani omezení týkající se použití plastů nejsou specifikovány.

g) Evakuace osob

Administrativní budova je navržena celkem pro 110 osob dle ČSN 73 0818.

Budova bude vybavena jednou chráněnou únikovou cestou typu „A“.

Nechráněné únikové cesty

Požární úseky v jednotlivých podlažích budovy mají zajištěnu vždy jednu nechráněnou únikovou cestu ústící do chráněné únikové cesty.

Mezní délka únikových cest není překročena, kapacita východů vyhoví pro všechny osoby, minimální šířka východů 1,5 únikového pruhu je zajištěna.

Dveře na únikových cestách se otvírají ve směru úniku a nebudou osazeny prahy.

Posouzení podmínek evakuace po nechráněných únikových cestách z hlediska ohrožení osob zplodinami hoření a kouřem dle ČSN 73 0802 bylo provedeno a vyhoví.

Chráněné únikové cesty

V objektu je navržena chráněná úniková cesta "A" s východem na terén v úrovni 1.NP.

Větrání cesty je přirozené – jednostranné.

Šířka chráněné únikové cesty činí minimálně dva únikové pruhy, což odpovídá kapacitě 240 osob.

Schodiště na únikové cestě odpovídá požadavkům ČSN 73 0802.

Šířka východů na terén činí 2 × 2 únikové pruhy, vyhoví.

Východové dveře na volné prostranství nejsou určeny pro více než 200 osob dle ČSN 73 0818, směr otvírání se nestanoví.

Dveře na únikové cestě v 1.NP budou mít pevné křídlo opatřené panikovým kováním vyhovujícím ustanovení čl. 9.13.5, ČSN 73 0802.

Kapacita chráněné únikové cesty v objektu je vyhovující, délka chráněné únikové cesty, konstrukce, požární uzávěry a povrchové úpravy odpovídají požadavkům ČSN 73 0802.

Osobní výtah

V objektu je osobní výtah jako samostatný požární úsek. Výtah není evakuační.

Větrání výtahové šachty je přirozené, přívod vzduchu je zajištěn z venkovního prostoru.

Výtah není započítán do kapacity únikových cest.

Vybavení únikových cest

Únikové cesty budou mít provedené nouzové osvětlení. Svítidla budou mít vlastní baterie, osvětlení únikových cest bude zajištěno minimálně 15 minut.

h) Odstupové vzdálenosti

V požárně nebezpečném prostoru stavby nejsou umístěny žádné sousední stavby.

Řešená stavba nezasahuje do požárně nebezpečného prostoru stávajících objektů – velikost proluky k nejbližšímu objektu činí 25 m a vyhoví.

Požárně nebezpečný prostor stavby nezasahuje mimo stavební pozemek.

i) Zabezpečení stavby požární vodou

Potřeba požární vody: $Q = 6,0$ l/s.

Vnitřní požární vodovod bude vybaven hydranty typu D s tvarově stálou hadicí jmenovité světlosti DN 25, požadovaný přetlak činí 0,2 MPa. Hydranty v nástěnném provedení budou umístěny v každém podlaží v komunikačním prostoru - chodbě.

Nejodlehlejší místa jsou vždy od hydrantů vzdálena méně než 30 m resp. 40 m, vyhoví.

Zdrojem vnější požární vody jsou dva hydranty DN 80 na potrubí vyhovující světlosti DN 100.

j) Zásahové cesty, příjezdové komunikace

Příjezdovou komunikaci tvoří místní ulice, příjezd je zajištěn k nástupním plochám.

Výška objektu $h > 12,0$ m, nástupní plochy vyhovujících parametrů jsou zajištěny podél dvou průčelí řešené stavby.

Vnější ani vnitřní zásahové cesty nejsou požadovány.

k) Hasicí přístroje

Každé podlaží bude vybaveno čtyřmi PHP práškovými s hasicí schopností 21A.

Pro podlaží je celkový počet hasicích jednotek nHJ = 24 stanoven dle Vyhlášky 23/2008.

l) Technická a technologická zařízení stavby

V objektu je zřízeno centrální teplovodní vytápění napojené na výměňkovou stanici.

Rozvody ÚT a topná tělesa jsou standardní, zvláštní požadavky na topná tělesa nebyly zjištěny.

Prostupy potrubí požárně dělícími stěnami budou utěsněny nehořlavými hmotami dle požadavků ČSN 73 0802.

Zdravotní instalace (pozinkované rozvody vody) prostupují požárně dělícími konstrukcemi bez úprav, pouze s utěsněním nehořlavými hmotami.

Stavba není vybavena centrálním vzduchotechnickým systémem.

Vertikální odvětrávací potrubí hygienického vybavení budou na prostupech požárně dělícími stropy osazena klapkami s odolností EI 30 minut. Nehořlavá potrubí o ploše $0,04$ m² prostupují konstrukcemi bez úprav.

Elektrická instalace bude provedena v souladu s příslušnými ČSN a dodavatelskou dokumentací, instalace bude opatřena revizní zprávou.

Elektrické rozvody vedené v prostorech chráněných únikových cest budou umístěny pod omítkou. Rozvaděče v prostoru chráněné únikové cesty budou opatřeny dvířky s odolností EI 15 S_m DP1.

Objekt bude vybaven hromosvodem podle ČSN EN 62 305.

m) Souhrn zvláštních požadavků

Zvláštní požadavky na stavební konstrukce ani stavební hmoty nebyly zjištěny.

Požární uzávěry budou doloženy prohlášením o shodě a označeny dle platného právního předpisu.

n) Požárně bezpečnostní zařízení stavby

V objektu nebyl zjištěn shromažďovací prostor dle ČSN 73 0831, výška objektu $h < 22,5$ m.

Nebyla překročena kritéria dle ČSN 73 0875 – hodnoty parametru $N < 3,0$.

EPS není v řešených požárních úsecích požadována.

Pro požární úseky dotčeného objektu není nutno zřizovat samočinné hasicí zařízení.

Posouzení podmínek evakuace po nechráněných únikových cestách z hlediska ohrožení osob zplodinami hoření a kouřem dle ČSN 73 0802 je provedeno a vyhoví, kritéria čl. 6.6.11 ČSN 73 0802 nebyla naplněna, v objektu nebyl zjištěn shromažďovací prostor dle ČSN 73 0831.

Stavba nebude vybavena zařízením pro odvod kouře a tepla při požáru.

Jako další požárně bezpečnostní zařízení budou instalovány VZD klapky.

Telefonní spojení s HZS je zajištěno veřejnou telefonní sítí přímo z objektu.

o) Výstražné a bezpečnostní značky, tabulky

Objekt bude vybaven bezpečnostními tabulkami a značkami dle ČSN ISO 3864.

Tabulky pro označení únikových cest a východů budou provedeny z fotoluminiscenčního materiálu podle ustanovení §2 odstavce 4 nařízení vlády 11/2002 Sb.

Označeny budou hlavní uzávěry vody a elektrické energie, směry úniku v jednotlivých podlažích a únikové východy z objektu, nástěnné hydranty a stanoviště přenosných hasicích přístrojů.

3.2.A.3 Shrnutí

Použitý výpočet požární odolnosti betonových konstrukcí vícepodlažní betonové stavby s běžnými nároky na požární odolnost prokázal, že konstrukce splňují požadované parametry s rezervou. Z pohledu vlastního návrhu konstrukce, tedy dimenzování prvků, krytí výztuže apod. je výsledek použití empirického postupu stejný jako použití jiných tabulkových postupů (publikace PAVUS). Oba postupy prokazují, že konstrukce vyhoví bez použití dodatečných požárně odolných úprav, resp. bez nutnosti zvyšování dimenze posuzovaných prvků.

3.2.B Posouzení požární odolnosti konstrukce budovy

V této části je provedeno posouzení požární odolnosti hlavních konstrukčních prvků (desky a sloupu) patrové budovy. Pro posouzení jsou vybrány nejvíce namáhané prvky (střední sloup v nejnižším podlaží) s nejvyšší hodnotou požadované požární odolnosti. Stropní deska je posouzena na požadovanou požární odolnost REI 90, sloup na požadovanou požární odolnost R 60 (z požárně bezpečnostního řešení vyplývá požadavek R 45, avšak norma [3.2.7], podle které je posouzení provedeno, pracuje s klasifikačními dobami požární odolnost 30, 60, 90, 120, 180 a 240 min).

3.2.B.1 Vstupní údaje

A) Identifikační údaje

Jedná se o sedmipodlažní administrativní budovu, jejíž konstrukční systém je tvořen železobetonovými sloupy a lokálně podporovanými železobetonovými stropními deskami. Ztužení objektu zajišťuje železobetonové ztužující jádro. Objekt je založen na pilotách.

Údaje o investorovi, zhotoviteli stavby a zhotoviteli dokumentace nejsou v případové studii uvedeny.

B) Přehled podkladů

Podklady k vypracování statického výpočtu pro ověření požární odolnosti konstrukce tvoří: statický výpočet pro návrh konstrukce za běžné teploty, výkresová dokumentace konstrukce, dokumentace požárně bezpečnostního řešení budovy a příslušné normy a předpisy.

Požadavky na požární odolnost jednotlivých konstrukčních prvků jsou uvedeny výše.

C) Koncepční řešení

Konstrukční systém sedmipodlažní budovy je železobetonový monolitický. Svislé nosné prvky tvoří sloupy rozmístěné v osových vzdálenostech 7,5 m v obou směrech. Stropní desky jsou lokálně podporované, bezhlavicové. Ztužení objektu zajišťuje železobetonové ztužující jádro. Objekt je založen na pilotách.

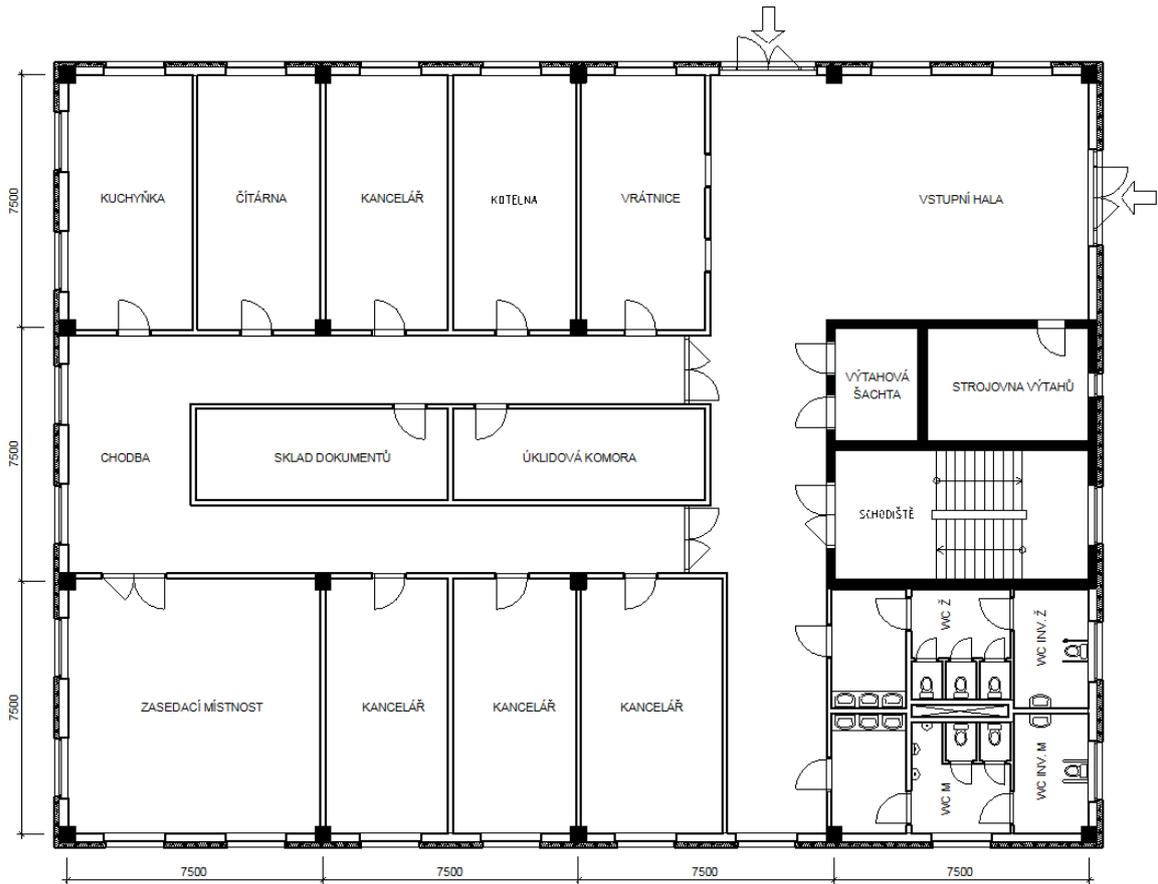
D) Dispoziční řešení

Dispoziční řešení objektu je patrné z obr. 3.2B.1.

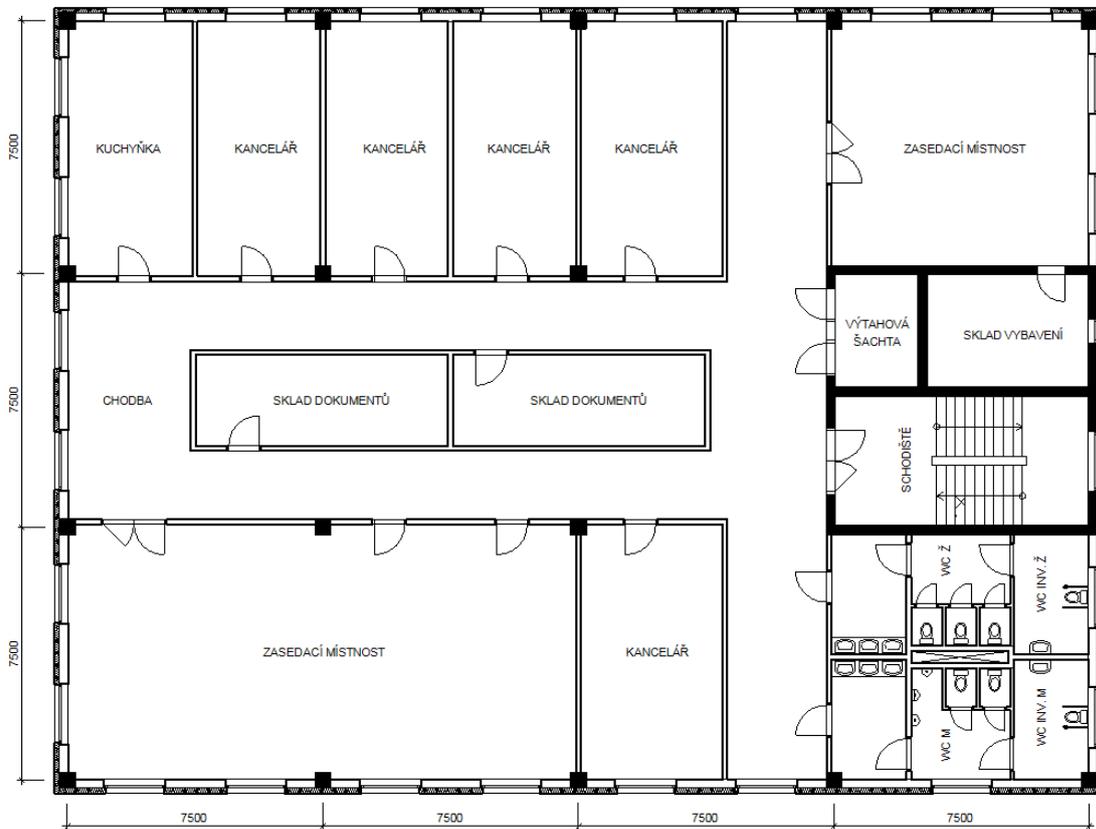
E) Přehled užitých literatury a norem

Při ověření požární odolnosti nosných konstrukčních prvků jsou použity tyto evropské návrhové normy ČSN EN 1990, ČSN EN 1991-1-1, ČSN EN 1991-1-2, ČSN EN 1992-1-1, ČSN EN 1992-1-2.

a)



b)



Obr. 3.2B.1 Dispoziční řešení objektu: a) 1. NP (vstupní), b) 2. NP (typické)

F) Údaje o použitém softwaru

Při řešení nebyl použit speciální software.

3.5B.2 Ověření

G) Vstupní data pro výpočet

Deska

Jedná se o lokálně podporovanou desku. Osová vzdálenost sloupů je v obou směrech 7,50 m. Deska má tloušťku $h_d = 250$ mm. Krytí výztuže $c = 25$ mm. Deska je vyztužena v obou směrech profily $\varnothing 10$ mm (ve středních pruzích) a $\varnothing 14$ mm (ve sloupových pruzích) a to při dolním povrchu (v poli) a při horním povrchu (nad podporou).

Použité materiály: beton C30/37, ocel B500B.

Požaduje se požární odolnost **REI 90**.

Sloup

Sloup o rozměrech 450×450 mm je zatížen tlakovou normálovou silou $N_{Ed} = 6\,238,75$ kN a ohybovým momentem $M_{Ed} = 134,49$ kNm. Délka sloupu $l = 3,50$ m. Sloup je vyztužen 12 $\varnothing 25$ mm. Krytí podélné výztuže $c = 35$ mm.

Účinnou délku sloupu uvažujeme stejnou jako za běžné teploty $l_0 = l_{0,fi} = 2,975$ m.

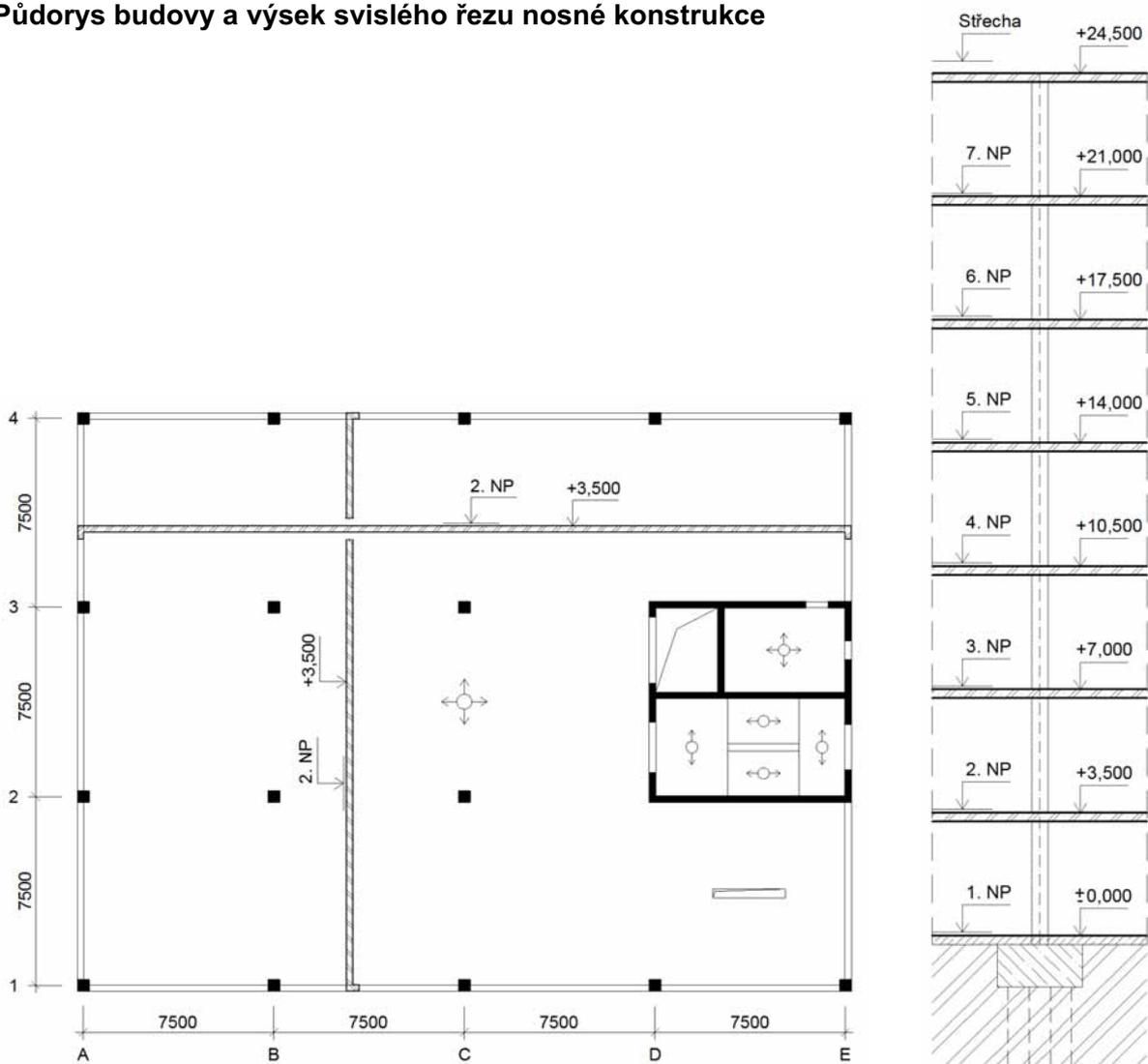
Použité materiály: beton C30/37, ocel B500B.

Požaduje se požární odolnost **R 60**.

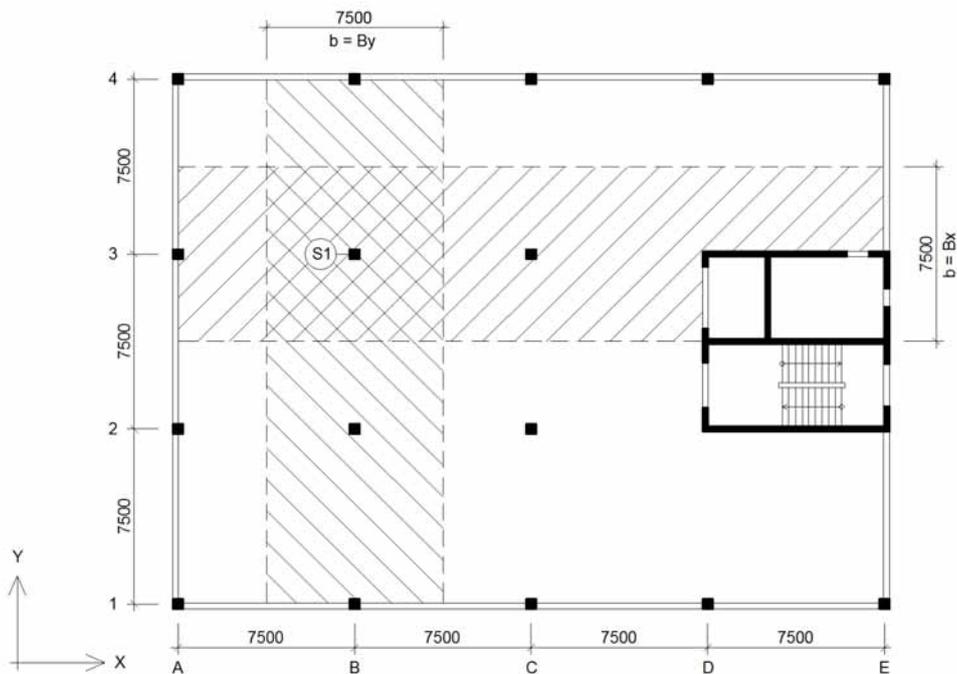
H) Grafická schémata

Na obr. 3.2B.2 je uvedeno schéma konstrukčního systému budovy (půdorys a výsek svislého řezu). Na obr. 3.2B.3 jsou znázorněny posuzované konstrukční prvky (posuzovaný střední sloup a posuzované pruhy stropní desky). Průřez posuzovaného sloupu je podrobně popsán na obr. 3.2B.4.

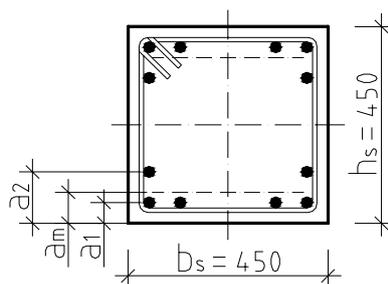
Půdorys budovy a výsek svislého řezu nosné konstrukce



Obr. 3.2B.2 Schéma konstrukčního systému budovy, výsek svislého řezu nosné konstrukce



Obr. 3.2B.3 Posuzované prvky konstrukce



Obr. 3.2B.4 Průřez sloupu, vzdálenosti a
($a_1 = 48 \text{ mm}$, $a_2 = 118 \text{ mm}$, $a_m = 71 \text{ mm}$)

I) Tepelná zatížení

Při posouzení požární odolnosti se vychází z rozvoje teploty plynů v požárním úseku podle nominální normové teplotní křivky (ISO 834).

J) Mechanická zatížení

Mechanická zatížení pro stropní a střešní desky stanovená při návrhu za běžné teploty jsou uvedena v tab. 3.2B.1.

Kombinace zatížení se uvažuje podle vztahu (6.10) normy ČSN EN 1990.

Posuzovaný sloup je v patě zatížen normálovou silou a momentem prvního řádu (včetně imperfekcí): $N_{Ed} = -6\,238,75 \text{ kN}$ (tlaková síla), $M_{0Ed} = 134,49 \text{ kNm}$.

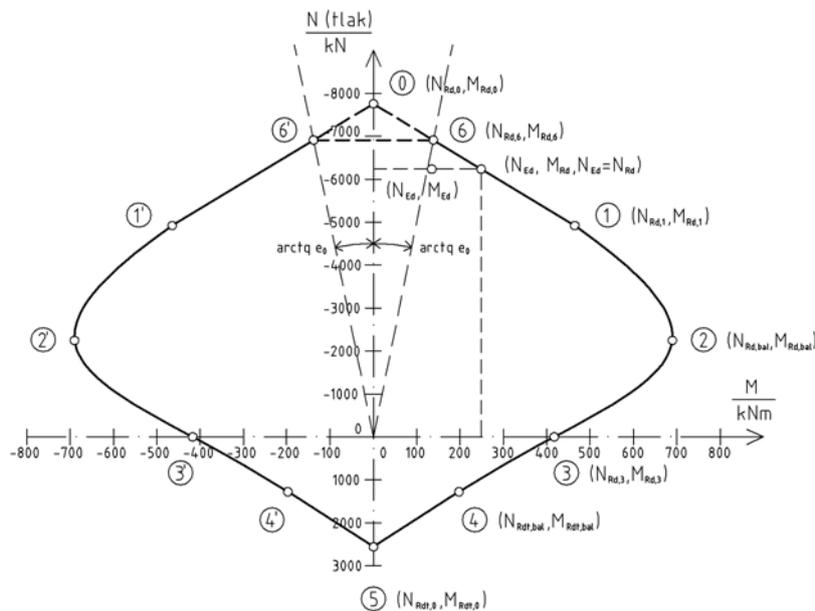
Tab. 3.2B.1 Zatížení střešní a stropní desky pro návrh za běžné teploty

		charakteristická hodnota	dílní součinitel zatížení	návrhová hodnota
		kN/m ²		kN/m ²
Střecha	stálé zatížení	8,12	1,35	10,96
	proměnné zatížení (sníh)	1,20	1,5	1,80
	celkem	9,32		12,76
Strop běžného podlaží	stálé zatížení	7,86	1,35	10,61
	proměnné zatížení (užitné, kategorie B)	4,50	1,5	6,75
	celkem	12,36		17,36

K) Ověření při běžné teplotě

Návrh konstrukce za běžné teploty byl proveden podle normy ČSN EN 1992-1-1.

Pro ověření požární odolnosti sloupu je nutné znát únosnost sloupu za běžné teploty, kterou lze vyjádřit pomocí interakčního diagramu, viz obr. 3.2B.5.



Obr. 3.2B.5 Interakční diagram sloupu (za běžné teploty)

Další části posouzení konstrukce za běžné teploty zde není nutné uvádět, neboť z nich ověření požární odolnosti posuzovaných konstrukčních prvků nevychází.

Konstrukce podle normy ČSN EN 1992-1-1 za běžné teploty vyhoví.

L) Ověření při vystavení účinkům požáru

Deska, posouzení podle tabulek

Požadavky na minimální tloušťku desky a osovou vzdálenost výztuže od líce betonu viz tab. 3.2B.2. Musí být splněny podmínky:

$$h_d \geq h_{d,\min},$$

$$a \geq a_{\min},$$

kde h_d je skutečná tloušťka desky,

$h_d = 250$ mm a $h_{d,\min}$ je minimální požadovaná tloušťka desky,

$h_{d,\min} = 250$ mm, viz tab. 3.2B.2,

a je osová vzdálenost spodní vrstvy výztuže od líce betonu, viz obr. 3.2B.6,

$$a = c + 0,5 \cdot \emptyset = 25 + 0,5 \cdot 10 = 30 \text{ mm}$$

(hodnota a pro $\emptyset 10$ mm rozhoduje, je menší než pro $\emptyset 14$ mm),

a_{\min} je min. osová vzdálenost výztuže od líce betonu, $a_{\min} = 25$ mm – viz tab. 3.2B.2.

Platí $h_d = 250 \text{ mm} > h_{d,\min} = 200 \text{ mm} \rightarrow$ **vyhovuje**

$$a = 30 \text{ mm} > a_{\min} = 25 \text{ mm} \rightarrow$$
 vyhovuje

Tab. 3.2B.2 Nejmenší tloušťka desky a osová vzdálenost výztuže od povrchu pro železobetonové a předpjaté desky lokálně podepřené (tab. 5.9 normy ČSN EN 1992-1-2)

Normová požární odolnost	Nejmenší rozměry (mm)	
	tloušťka desky h_s	osová vzdálenost a
1	2	3
REI 30	150	10 ^{*)}
REI 60	180	15 ^{*)}
REI 90	200	25
REI 120	200	35
REI 180	200	45
REI 240	200	50

^{*)} Obvykle rozhoduje krycí vrstva požadovaná v normě [3.2.8].



Obr. 3.2B.6 Vzdálenost a

Jelikož se jedná o lokálně podporovanou desku s požadovanou požární odolností REI 90, musí nejméně 20% veškeré horní výztuže požadované nad středními podporami probíhat spojitě přes celé rozpětí. Tato výztuž se má umístit ve sloupových pruzích.

Podmínka je splněna (viz návrh za běžné teploty) \rightarrow **vyhovuje**

Deska splňuje požadovanou požární odolnost REI 90.

Tabulkovým posouzením bylo prokázáno, že deska splňuje požadovanou požární odolnost. Další posouzení již tedy není nutné. Pro názornost však uvedeme také posouzení zjednodušenou výpočetní metodou – metodou izotermy 500°C.

Deska, posouzení metodou izotermy 500°C

Pro použití metody izotermy 500°C musí být splněna minimální tloušťka desky podle tab. 3.2B.3b (uvažujeme vystavení normovému požáru).

Tab. 3.2B.3 Minimální šířka průřezu jako funkce požární odolnosti (pro vystavení normovému požáru) a hustoty požár. zatížení (pro vystavení parametrickému požáru)

(tab. B.1 normy ČSN EN 1992-1-2)

a) požární odolnost

Požární odolnost	R 60	R 90	R120	R180	R240
minimální šířka průřezu v mm	90	120	160	200	280

b) hustota požárního zatížení

Hustota požárního zat. MJ/m ²	200	300	400	600	800
Minimální šířka průřezu v mm	100	140	160	200	240

Podmínka $h_d \geq h_{d,min}$ je splněna:

$$h_d = 250 \text{ mm} > h_{d,min} = 120 \text{ mm} \rightarrow \text{vyhovuje, metodu izotermy 500°C lze použít.}$$

Stanovení polohy izotermy 500 °C

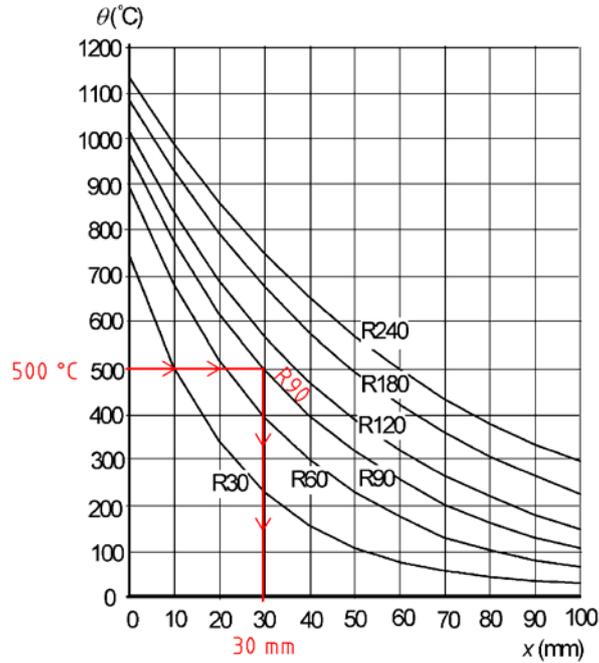
Poloha izotermy 500°C je pro železobetonovou desku vystavenou požáru z jedné strany dána vzdáleností a_{500} od spodního líce desky. Pro normový požár lze tuto vzdálenost určit pomocí teplotního profilu uvedeného v normě ČSN EN 1992-1-2, viz obr. 3.2B.7.

Pozn.: Uvedený teplotní profil je spočten pro desku tl. 200 mm, v našem případě je tloušťka desky rovna 250 mm. Tento rozdíl je však pro průběh teploty zanedbatelný.

Vzdálenost a_{500} je podle obr. 3.2B.7 rovna 30 mm. Tato vzdálenost představuje tloušťku poškozené betonové vrstvy, jejíž teplota je vyšší než 500°C.

Předpokládá se, že beton v této vrstvě nepřispívá k únosnosti průřezu, zatímco zbývající betonový průřez si zachovává své počáteční hodnoty pevnosti a modulu pružnosti.

Výztužné pruty vně redukovaného průřezu mohou být zahrnuty do výpočtu únosnosti za požární situace.



Obr. 3.2B.7 Teplotní profil desky, určení vzdálenosti a_{500}
(obr. A.2 normy ČSN EN 1992-1-2)

Redukovaný průřez

V závislosti na tloušťce poškozené betonové vrstvy se stanoví účinné výšky výztuže při požární situaci d_{fi} .

- Průřez v poli – viz obr. 3.2B.8

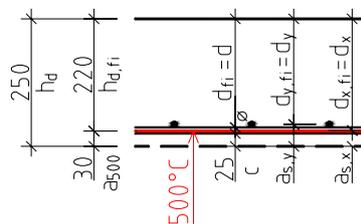
Účinné výšky průřezu:

$$d_{x,fi}^{\varnothing 10} = d_x^{\varnothing 10} = h_d - (c + 0,5 \cdot \varnothing) = 250 - (25 + 0,5 \cdot 10) = 220 \text{ mm},$$

$$d_{x,fi}^{\varnothing 14} = d_x^{\varnothing 14} = h_d - (c + 0,5 \cdot \varnothing) = 250 - (25 + 0,5 \cdot 14) = 218 \text{ mm},$$

$$d_{y,fi}^{\varnothing 10} = d_y^{\varnothing 10} = h_d - (c + 14 + 0,5 \cdot \varnothing) = 250 - (25 + 14 + 0,5 \cdot 10) = 206 \text{ mm},$$

$$d_{y,fi}^{\varnothing 14} = d_y^{\varnothing 14} = h_d - (c + 14 + 0,5 \cdot \varnothing) = 250 - (25 + 14 + 0,5 \cdot 14) = 204 \text{ mm}.$$



Obr. 3.2B.8 Redukovaný průřez v poli

Osová vzdálenost výztužných prutů od spodního líce desky:

$$a_{s,x}^{\varnothing 10} = c + 0,5 \cdot \varnothing = 25 + 0,5 \cdot 10 = 30 \text{ mm},$$

$$a_{s,x}^{\varnothing 14} = c + 0,5 \cdot \varnothing = 25 + 0,5 \cdot 14 = 32 \text{ mm},$$

$$a_{s,y}^{\varnothing 10} = c + 14 + 0,5 \cdot \varnothing = 25 + 14 + 0,5 \cdot 10 = 44 \text{ mm},$$

$$a_{s,y}^{\varnothing 14} = c + 14 + 0,5 \cdot \varnothing = 25 + 14 + 0,5 \cdot 14 = 46 \text{ mm}.$$

Teplota výztužných prutů v poli

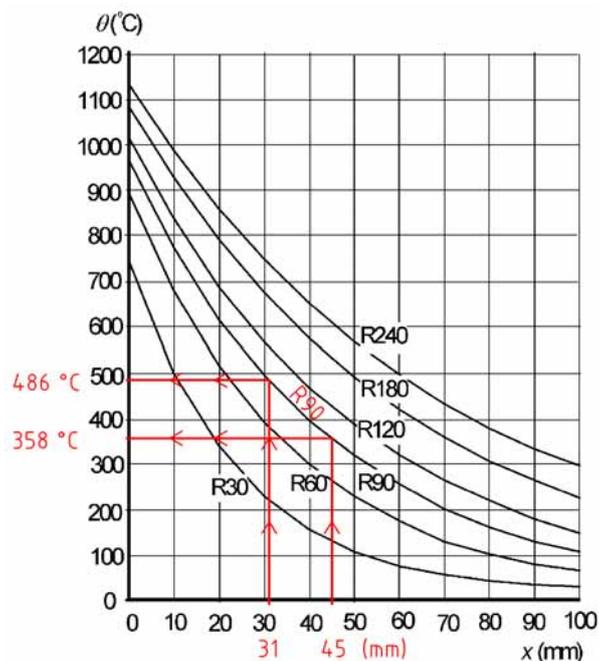
Jelikož se výztužné pruty nacházejí v exponované části průřezu, je nutné redukovat jejich pevnost v závislosti na teplotě.

Teplotu výztužných prutů při normovém požáru lze určit pomocí teplotních profilů uvedených v normě ČSN EN 1992-1-2, viz obr. 3.2B.9.

Pozn.: Pro určení teploty výztužných prutů budeme uvažovat vzdálenosti výztuže od spodního líce:

ve směru x $a_{s,x} = 31 \text{ mm}$ (průměr vzdáleností $a_{s,x}^{\varnothing 10}$ a $a_{s,x}^{\varnothing 14}$),

ve směru y $a_{s,y} = 45 \text{ mm}$ (průměr vzdáleností $a_{s,y}^{\varnothing 10}$ a $a_{s,y}^{\varnothing 14}$).



Obr. 3.2B.9 Teplotní profil desky, určení teploty prutů
(obr. A.2 normy ČSN EN 1992-1-2)

Teplota výztuže při dolním povrchu desky:

$$\theta_{x,90\text{min}} = 486^{\circ}\text{C} \quad (\text{pro } a_{s,x} = 31 \text{ mm}),$$

$$\theta_{y,90\text{min}} = 358^{\circ}\text{C} \quad (\text{pro } a_{s,y} = 45 \text{ mm}).$$

Redukovaná pevnost výztužných prutů v poli

Redukovaná pevnost výztužných prutů se určí podle vztahu:

$$f_{yd,fi} = k_{s,\theta} \cdot \frac{f_{yk,20^{\circ}\text{C}}}{\gamma_{M,fi}}$$

Redukční součinitel $k_{s,\theta}$ určíme výpočtem podle vztahů uvedených v normě ČSN EN 1992-1-2 (předpoklad: $\varepsilon_{s,fi} < 2 \%$). Uvažujeme tahovou výztuž třídy N. Alternativně by mohl být redukční součinitel $k_{s,\theta}$ stanoven pomocí grafů nebo tabulek uvedených v téže normě.

Výztuž ve směru x $\rightarrow \theta_{x,90\text{min}} = 486^{\circ}\text{C}$

pro $400^{\circ}\text{C} < \theta \leq 500^{\circ}\text{C}$ platí vztah

$$k_{sx,\theta} = 0,57 - 0,13 \cdot (\theta - 500)/100 = 0,57 - 0,13 \cdot (486 - 500)/100$$

$$\mathbf{k_{sx,\theta} = 0,59}$$

$$f_{yd,fi(\theta)}^x = k_{sx,\theta} \cdot \frac{f_{yk,20^{\circ}\text{C}}}{\gamma_{M,fi}} = 0,59 \cdot \frac{500}{1} = \mathbf{295 \text{ MPa}}$$

Výztuž ve směru y $\rightarrow \theta_{y,90\text{min}} = 358^{\circ}\text{C}$

pro $100^{\circ}\text{C} < \theta \leq 400^{\circ}\text{C}$ platí vztah:

$$k_{sy,\theta} = 0,7 - 0,3 \cdot (\theta - 400)/300 = 0,7 - 0,3 \cdot (358 - 400)/300$$

$$\mathbf{k_{sy,\theta} = 0,74}$$

$$f_{yd,fi(\theta)}^y = k_{sy,\theta} \cdot \frac{f_{yk,20^{\circ}\text{C}}}{\gamma_{M,fi}} = 0,74 \cdot \frac{500}{1,0} = \mathbf{370 \text{ MPa}}$$

• Průřez nad podporou – viz obr. 3.2B.10

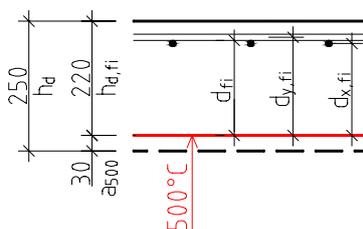
Účinné výšky průřezu:

$$d_{x,fi}^{\text{Ø}10} = d_x^{\text{Ø}10} - a_{500} = 206 - 30 = 176 \text{ mm},$$

$$d_{x,fi}^{\text{Ø}14} = d_x^{\text{Ø}14} - a_{500} = 204 - 30 = 174 \text{ mm},$$

$$d_{y,fi}^{\text{Ø}10} = d_y^{\text{Ø}10} - a_{500} = 216 - 30 = 186 \text{ mm},$$

$$d_{y,fi}^{\text{Ø}14} = d_y^{\text{Ø}14} - a_{500} = 218 - 30 = 188 \text{ mm}.$$



Obr. 3.2B.10 Redukovaný průřez nad podporou

Jelikož se výztužné pruty nenacházejí v exponované části průřezu (při horním povrchu desky je teplota výztuže menší než 100°C), není nutné redukovat jejich pevnost.

Návrhová pevnost výztuže je pro průřez nad podporou rovna:

$$f_{yd,fi(\theta)}^{x,y} = k_{sy,\theta} \cdot \frac{f_{yk,20^{\circ}\text{C}}}{\gamma_{M,fi}} = 1,0 \cdot \frac{500}{1,0} = \mathbf{500 \text{ MPa}}$$

Posouzení únosnosti desky při požární situaci

Provedeme posouzení **pruhu 3** a **pruhu b** – viz obr. 3.2B.3. Počet výztužných prutů a jejich osová vzdálenost vyplývá z návrhu za běžné teploty. Výpočet bude proveden v programu MS Excel (viz tab. 3.2B.4 a tab. 3.2B.5). Postup výpočtu a použité vztahy jsou uvedeny níže.

- Moment od návrhového zatížení při běžné teplotě m_{Ed} , viz návrh za běžné teploty.
- Moment od návrhového zatížení pro požární situaci $m_{Ed,fi}$, – určíme pomocí součinitele η_{fi} ze vztahu

$$m_{Ed,fi} = \eta_{fi} \cdot m_{Ed},$$

kde hodnotu součinitele η_{fi} lze pro betonové konstrukce konzervativně uvažovat 0,7. Přesnější je však výpočet součinitele η_{fi} ze vztahu

$$\eta_{fi} = \frac{g_{k,p} + \psi_{fi} \cdot q_{k,p}}{\gamma_G \cdot g_{k,p} + \gamma_Q \cdot q_{k,p}} = \frac{7,86 + 0,3 \cdot 4,50}{1,35 \cdot 7,86 + 1,5 \cdot 4,50} = 0,53,$$

kde $g_{k,p}$ a $q_{k,p}$ jsou charakteristické hodnoty stálého, resp. proměnného zatížení stropní desky, γ_G a γ_Q jsou dílčí součinitele spolehlivosti stálého, resp. proměnného zatížení stropní desky a ψ_{fi} je kombinační součinitel, který se uvažuje podle normy ČSN EN 1991-1-2 jako $\psi_{2,1}$ (hodnota 0,3 odpovídá kategorii B – viz ČSN EN 1990).

Ve výpočtu uvažujeme součinitele $\eta_{fi} = 0,53$.

- Ø výztužných prutů, osová vzdálenost výztužných prutů s_{sl} , plocha výztuže A_s – viz návrh za běžné teploty
- Účinná výška výztuže pro požární situaci d_{fi} , návrhová pevnost výztuže pro požární situaci $f_{yd,fi(\theta)}$ – viz výše.
- Návrhová pevnost betonu pro požární situaci. Při použití metody izotermy 500 °C se pevnost betonu neredukuje:

$$f_{cd,fi(20)} = f_{ck} / \gamma_{M,fi} = 30 / 1,0 = 30 \text{ MPa}.$$

- Výpočet vzdáleností x_{fi} , z_{fi} : $x_{fi} = \frac{A_s \cdot f_{yd,fi(\theta)}}{0,8 \cdot b \cdot f_{cd,fi(20)}}$; $z_{fi} = d_{fi} - 0,4 \cdot x_{fi}$.

- Výpočet momentu únosnosti pro požární situaci a jeho porovnání s momentem $m_{Ed,fi}$

$$m_{Rd,fi} = A_s \cdot f_{yd,fi(\theta)} \cdot z_{fi} \geq |m_{Ed,fi}|.$$

Tab. 3.2B.4 Posouzení únosnosti desky pro požární situaci – směr x

PODPOROVÉ MOMENTY														
podpora	m_{Ed} [kNm/m ²]	η_{fi} [-]	$m_{Ed,fi}$ [kNm/m ²]	\emptyset [mm]	s_{sl} [mm]	A_s [mm ² /m ²]	d_{fi} [m]	$f_{yd,fi(\theta)}$ [MPa]	$f_{cd,fi(20)}$ [MPa]	x_{fi} [m]	z_{fi} [m]	$m_{Rd,fi}$ [kNm/m ²]	$|m_{Ed,fi}|$ [kNm/m ²]	závěr
A	střed. pruh	0,53	-0,34	10	200	393	0,176	500	30	0,008	0,173	33,94	> 0,34	vyhoví
	sloup. pruh	0,53	-33,96	14	200	770	0,174	500	30	0,016	0,168	64,52	> 33,96	
B	střed. pruh	0,53	-20,01	10	150	524	0,176	500	30	0,011	0,172	44,97	> 20,01	vyhoví
	sloup. pruh	0,53	-60,02	14	100	1539	0,174	500	30	0,032	0,161	124,02	> 60,02	
C	střed. pruh	0,53	-20,01	10	150	524	0,176	500	30	0,011	0,172	44,97	> 20,01	vyhoví
	sloup. pruh	0,53	-60,02	14	100	1539	0,174	500	30	0,032	0,161	124,02	> 60,02	
D	střed. pruh	0,53	-20,01	10	150	524	0,176	500	30	0,011	0,172	44,97	> 20,01	vyhoví
	sloup. pruh	0,53	-60,02	14	100	1539	0,174	500	30	0,032	0,161	124,02	> 60,02	
E	střed. pruh	0,53	-0,34	10	200	393	0,176	500	30	0,008	0,173	33,94	> 0,34	vyhoví
	sloup. pruh	0,53	-33,96	14	200	770	0,174	500	30	0,016	0,168	64,52	> 33,96	
MOMENTY V POLI														
pole	m_{Ed} [kNm/m ²]	η_{fi} [-]	$m_{Ed,fi}$ [kNm/m ²]	\emptyset [mm]	s_{sl} [mm]	A_s [mm ² /m ²]	d_{fi} [m]	$f_{yd,fi(\theta)}$ [MPa]	$f_{cd,fi(20)}$ [MPa]	x_{fi} [m]	z_{fi} [m]	$m_{Rd,fi}$ [kNm/m ²]	$|m_{Ed,fi}|$ [kNm/m ²]	závěr
A-B	střed. pruh	0,53	22,86	10	150	524	0,220	295	30	0,006	0,217	33,61	> 22,86	vyhoví
	sloup. pruh	0,53	34,30	14	200	770	0,218	295	30	0,009	0,214	48,66	> 34,30	
B-C	střed. pruh	0,53	16,01	10	200	393	0,220	295	30	0,005	0,218	25,28	> 16,01	vyhoví
	sloup. pruh	0,53	24,01	14	250	616	0,218	295	30	0,008	0,215	39,06	> 24,01	
C-D	střed. pruh	0,53	16,01	10	200	393	0,220	295	30	0,005	0,218	25,28	> 16,01	vyhoví
	sloup. pruh	0,53	24,01	14	250	616	0,218	295	30	0,008	0,215	39,06	> 24,01	
D-E	střed. pruh	0,53	22,86	10	150	524	0,220	295	30	0,006	0,217	33,61	> 22,86	vyhoví
	sloup. pruh	0,53	34,30	14	200	770	0,218	295	30	0,009	0,214	48,66	> 34,30	

Průřezy desky v řešeném pruhu (ve směru x) pro požární situaci vyhoví.

Tab. 3.2B.5 Posouzení únosnosti desky pro požární situaci – směr y

PODPOROVÉ MOMENTY															
podpora	m_{Ed} [kNm/m ²]		η_{fi} [-]	$m_{Ed,fi}$ [kNm/m ²]	\varnothing [mm]	s_{sl} [mm]	A_s [mm ² /m ²]	d_{fi} [m]	$f_{yd,fi(\theta)}$ [MPa]	$f_{cd,fi(20)}$ [MPa]	x_{fi} [m]	z_{fi} [m]	$m_{Rd,fi}$ [kNm/m ²]	$|m_{Ed,fi}|$ [kNm/m ²]	závěr
	m_{Ed}	$m_{Ed,fi}$													
1	střed. pruh	-0,65	0,53	-0,34	10	200	393	0,186	500	30	0,008	0,183	35,91	> 0,34	vyhoví
	sloup. pruh	-64,07	0,53	-33,96	14	200	770	0,188	500	30	0,016	0,182	69,91	> 33,96	
2	střed. pruh	-37,75	0,53	-20,01	10	150	524	0,186	500	30	0,011	0,182	47,59	> 20,01	vyhoví
	sloup. pruh	-113,25	0,53	-60,02	14	100	1539	0,188	500	30	0,032	0,175	134,80	> 60,02	
3	střed. pruh	-37,75	0,53	-20,01	10	150	524	0,186	500	30	0,011	0,182	47,59	> 20,01	vyhoví
	sloup. pruh	-113,25	0,53	-60,02	14	100	1539	0,188	500	30	0,032	0,175	134,80	> 60,02	
4	střed. pruh	-0,65	0,53	-0,34	10	200	393	0,186	500	30	0,008	0,183	35,91	> 0,34	vyhoví
	sloup. pruh	-64,07	0,53	-33,96	14	200	770	0,188	500	30	0,016	0,182	69,91	> 33,96	
MOMENTY V POLI															
pole	m_{Ed} [kNm/m ²]		η_{fi} [-]	$m_{Ed,fi}$ [kNm/m ²]	\varnothing [mm]	s_{sl} [mm]	A_s [mm ² /m ²]	d_{fi} [m]	$f_{yd,fi(\theta)}$ [MPa]	$f_{cd,fi(20)}$ [MPa]	x_{fi} [m]	z_{fi} [m]	$m_{Rd,fi}$ [kNm/m ²]	$|m_{Ed,fi}|$ [kNm/m ²]	závěr
	m_{Ed}	$m_{Ed,fi}$													
1-2	střed. pruh	43,14	0,53	22,86	10	150	524	0,206	370	30	0,008	0,203	39,31	> 22,86	vyhoví
	sloup. pruh	64,72	0,53	34,30	14	200	770	0,204	370	30	0,012	0,199	56,77	> 34,30	
2-3	střed. pruh	30,20	0,53	16,01	10	200	393	0,206	370	30	0,006	0,204	29,60	> 16,01	vyhoví
	sloup. pruh	45,30	0,53	24,01	14	250	616	0,204	370	30	0,009	0,200	45,63	> 24,01	
3-4	střed. pruh	43,14	0,53	22,86	10	150	524	0,206	370	30	0,008	0,203	39,31	> 22,86	vyhoví
	sloup. pruh	64,72	0,53	34,30	14	200	770	0,204	370	30	0,012	0,199	56,77	> 34,30	

Průřezy desky v řešeném pruhu (ve směru y) pro požární situaci vyhoví.

Deska splňuje požadovanou požární odolnost REI 90 (kritérium EI bylo ověřeno pomocí tabulek).

Sloup, posouzení podle tabulek

Pro převážně tlačené sloupy, které jsou součástí ztužených konstrukcí, norma ČSN EN 1992-1-2 uvádí tabulkovou metodu A.

Pro její použití musí být splněny následující podmínky:

– účinná délka sloupu pro požární situaci: $l_{0,fi} \leq 3 \text{ m}$

$$l_{0,fi} = l_0 = 2,975 \text{ m} < 3 \text{ m} \rightarrow \text{vyhovuje.}$$

– výstřednost prvního řádu za požáru: $e = M_{0Ed,fi} / N_{0Ed,fi} \leq e_{max}$

$$e = M_{0Ed,fi} / N_{0Ed,fi} \approx M_{0Ed} / N_{0Ed} = 134,49 / 6238,75 = 0,0216 \text{ m},$$

e_{max} ... v rozmezí $0,15 b_s - 0,4 b_s$; doporučeno $e_{max} = 0,15 b_s$,

$$e_{max} = 0,15 b_s = 0,15 \cdot 0,45 = 0,0675 \text{ m}$$

$$e = 0,0216 \text{ m} < e_{max} = 0,0675 \text{ m} \rightarrow \text{vyhovuje.}$$

– plocha podélné výztuže: $A_s < 0,04 A_c$

$$A_s = 5890 \text{ mm}^2 < 0,04 A_c = 0,04 \cdot 450^2 = 8100 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{vyhovuje.}$$

Jsou splněny všechny podmínky pro použití metody A.

Jelikož je výztuž sloupu umístěna ve dvou vrstvách, musí se stanovit průměrná hodnota a_m jako vzdálenost těžiště výztužných vložek od povrchu betonu (viz obr. 3.2B.4). Tato hodnota se porovná s hodnotou $a_{m,min}$ požadovanou pro požární odolnost R 60.

Osová vzdálenost výztužných vložek umístěných nejbližše lince sloupu a_1 nesmí být menší, než je požadováno pro požární odolnost R 30, ani menší, než je polovina požadované vzdálenosti $a_{m,min}$. Musí tedy být splněny podmínky:

$$b_s \geq b_{s,min},$$

$$a_m \geq a_{m,min},$$

$$a_1 \geq \max \{a_{1,min,R30}; 0,5 \cdot a_{m,min}\}.$$

Pro stanovení minimálních rozměrů $b_{s,min}$ a $a_{m,min}$ je nutné určit hodnotu součinitele μ_{fi} .

Norma ČSN EN 1992-1-2 připouští místo součinitele μ_{fi} použít redukční součinitel η_{fi} jako bezpečné zjednodušení. Pro názornost však budeme počítat se součinitelem μ_{fi} , který určíme ze vztahu

$$\mu_{fi} = N_{Ed,fi} / N_{Rd},$$

kde $N_{Ed,fi}$ je návrhová hodnota normálové síly od zatížení za požární situace, kterou určíme pomocí součinitele η_{fi} (viz výše) jako

$$N_{Ed,fi} = \eta_{fi} \cdot N_{Ed} = 0,53 \cdot 6238,75 = 3306,54 \text{ kN},$$

N_{Rd} je návrhová hodnota normálové síly únosnosti za běžné teploty, kterou určíme z interakčního diagramu sloupu (sestrojen při návrhu konstrukce za běžné teploty), viz obr. 3.2B.5:

$$N_{Rd} = 6912,21 \text{ kN},$$

$$\mu_{fi} = N_{Ed,fi} / N_{Rd} = 3306,54 / 6912,21 = \underline{0,48}.$$

Požadavky na minimální šířku sloupu a vzdálenost výztuže od líce betonu viz tab. 3.2B.6.

Jelikož hodnota $\mu_{fi} = 0,48$ je přibližně rovna 0,5, použijeme hodnoty ze sloupce 3:

$$a_{1,min,R30} = 25 \text{ mm},$$

$$b_{s,min} = 200 \text{ mm}, a_{m,min} = 36 \text{ mm} \quad \text{nebo} \quad b_{s,min} = 300 \text{ mm}, a_{m,min} = 31 \text{ mm}.$$

Pozn.: Při posouzení postačí, aby vyhověly podmínky alespoň pro jednu z výše uvedených dvojic hodnot $b_{s,min}/a_{m,min}$.

Skutečné hodnoty $b_{s,min}$, $a_{m,min}$, a_1 – viz obr. 3.2B.4.

Posouzení: $b_s = 450 \text{ mm} > b_{s,min} = 200 \text{ mm}$ → **vyhovuje**,

$a_m = 71 \text{ mm} > a_{m,min} = 36 \text{ mm}$ → **vyhovuje**,

(alternativně: $b_s = 450 \text{ mm} > b_{s,min} = 300 \text{ mm}$ → **vyhovuje**,

$a_m = 71 \text{ mm} > a_{m,min} = 31 \text{ mm}$ → **vyhovuje**)

$$a_1 = 48 \text{ mm} > \max \{a_{1,min,R30}; 0,5 a_{m,min}\} =$$

$$= \max \{25; 0,5 \cdot 36\} = \max \{25; 18\} = 25 \text{ mm} \quad \rightarrow \text{vyhovuje.}$$

Tab. 3.2B.6 Nejmenší rozměry sloupu a osová vzdálenosti výztuže od povrchu pro sloupy s pravoúhlým nebo kruhovým průřezem (tab. 5.2a normy ČSN EN 1992-1-2)

Normová požární odolnost	Nejmenší rozměry (mm)			
	šířka sloupu b_{min} /osová vzdálenost hlavních výztužných prutů a			
	sloup vystavený požáru z více než jedné strany			sloup vystavený z jedné strany
	$\mu_{fi} = 0,2$	$\mu_{fi} = 0,5$	$\mu_{fi} = 0,7$	$\mu_{fi} = 0,7$
1	2	3	4	5
R 30	200/25	200/25	200/32 300/27	155/25
R 60	200/25	200/36 300/31	250/46 350/40	155/25
R 90	200/31 300/25	300/45 400/38	350/53 450/40 ^{**})	155/25
R 120	250/40 350/35	350/45 ^{**}) 450/40 ^{**})	350/57 ^{**}) 450/51 ^{**})	175/35
R 180	350/45 ^{**})	350/63 ^{**})	450/70 ^{**})	230/55
R 240	350/61 ^{**})	450/75 ^{**})	-	295/70

^{**}) Minimálně 8 prutů.

Sloup splňuje požadovanou požární odolnost R 60.

3.2B.3 Shrnutí

M) Shrnutí rozhodujících výsledků

Navržené nosné prvky konstrukce patrové budovy splňují požadované hodnoty požární odolnosti.

Tab. 3.2B.7 Shrnutí výsledků

Prvek	Označení	Rozměry průřezu	Materiál	Požadovaná požární odolnost	Závěr
stropní deska	D	$h_d = 200 \text{ mm}$	C30/37 B500B	REI 90	Vyhoví
sloup	S1	$b = 400 \text{ mm}$ $h = 400 \text{ mm}$	C30/37 B500B	R 60	Vyhoví

N) Požadavky na postup výstavby konstrukce

Požadavky není třeba specifikovat.

O) Předpoklady použití a jiné speciální nároky spojené s výstavbou konstrukce

Předpoklady není třeba specifikovat.

3.3 Jednopodlažní hala, ocelová konstrukce, ověření únosnosti

3.3A.1 Analýza problému

Předmětem studie je požárně bezpečnostní řešení objektu podle národních norem České republiky, přednostně však s využitím stanovení požární odolnosti konstrukcí výpočtem dle Eurokódů.

Řešení je výsledkem těsné spolupráce projektanta požární bezpečnosti a statika a je založeno na výpočtu únosnosti stavebních konstrukcí celé stavby resp. ucelené části stavby výhradně dle Eurokódů.

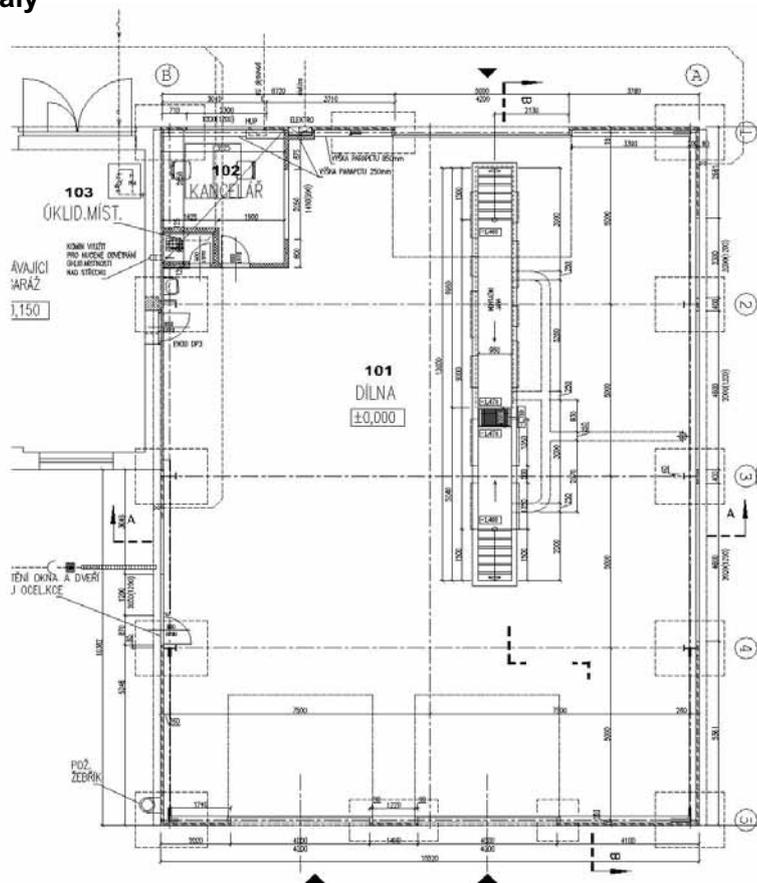
Posuzované prvky stavebních konstrukcí vylučují svou velikostí i charakterem možnost stanovení požární odolnosti zkouškou, a to ani v nezátíženém stavu.

Posuzovaná stavba se svými rozměry, konstrukčním i dispozičním řešením a způsobem užívání řadí mezi jednoduché objekty bez zvláštních požadavků na požárně bezpečnostní řešení.

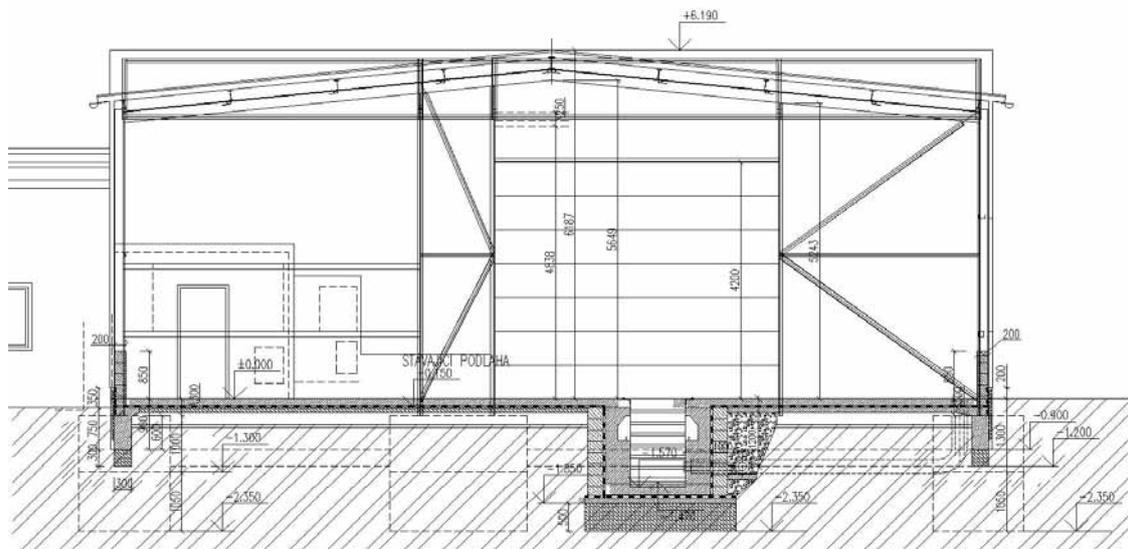
Rozměry haly činí 15,5 m × 20,3 m, výška haly ve hřebeni 6,2 m.

Jako požární scénář bylo zvoleno zatížení konstrukce nominální teplotní křivkou.

Půdorys haly



Řez halou



3.3A.2 Požárně bezpečnostní řešení

a) Seznam použitých podkladů

ČSN 73 08 02, ČSN 73 08 04, ČSN 73 08 10, ČSN 73 08 18, ČSN 73 08 21, ČSN 73 08 34, ČSN 73 08 73

Vyhláška 23/2008 Sb.

Projektová dokumentace

b) Stručný popis stavby

Předmětem řešení jsou stavební úpravy stávajícího objektu. Stavba je umístěna na rovinný pozemek a má pouze jedno nadzemní podlaží. Nosnou konstrukci objektu tvoří cihelné zdivo, střechy jsou neseny ocelovými i dřevěnými profily. Objekt byl původně využíván jako servisní dílna, kanceláře a garáže.

Stavba nebyla provedena dle ČSN 73 0802 ani norem navazujících.

Východní část objektu bude zbourána a nahrazena jednopodlažní halou. Nosné konstrukce haly budou ocelové, obvodový i střešní plášť je navržen ze sendvičových panelů s polyuretanovou výplní. Provoz haly bude zahrnovat servisní dílnu pro nákladní vozidla s pracovní jámou a kanceláři. Hygienické zázemí pro zaměstnance je umístěno do neměněné navazující části objektu. Hodnoceno podle požadavků ČSN 73 0804.

c) Rozdělení stavby do požárních úseků

Servisní dílna s kanceláři tvoří samostatný požární úsek.

Sousední neřešené prostory nejsou do požárních úseků členěny.

d) Stanovení požárního a ekonomického rizika

Servisní dílna je zařazena do 4. skupiny výrob a provozů, výpočet požárního a ekonomického rizika podle ČSN 73 0804 je uveden v příloze.

Nosné a požárně dělící konstrukce stavby jsou hořlavé (DP3), podlažnost np = 1.

Číslo	$t_e \times k_g$	SPB	označení	pozn.
N 1.01	44,9 minuty	II	Dílna	

Velikost požárního úseku je vyhovující, požárně bezpečnostní zařízení nejsou požadována.

Sousední neřešené prostory jsou dle ČSN 73 0834 orientačně zařazeny do SPB I.

e) Zhodnocení navržených stavebních konstrukcí

Stávající zděné požárně dělící konstrukce z cihel tloušťky minimálně 300mm vykazují odolnost REI 180 minut, vyhoví (ČSN 73 0821). Požární uzávěr mezi halou a původní stavbou bude osazen s odolností EW 15 DP3 a osazen samozavíračem.

Výška objektu $h < 9,0\text{m}$ – požární pásy nejsou požadovány.

Obvodové nenosné sendvičové panely KINGSPAN vykazují odolnost EW 15 minut, vyhoví.

Nosná ocelová konstrukce je posouzena výpočtem dle ČSN EN 1993-1-1, konstrukční systém byl v rámci strojního výpočtu zatížen nominální teplotní křivkou. Všechny nosné ocelové prvky vykazují požadovanou odolnost R15 minut, statický výpočet je součástí projektové dokumentace.

	prut - označení	profil	materiál	stupeň využití ¹	součinitel průřezu A_m/V
R15	S1	IPE 360	S355	0,64	186
R15	P1	IPE 330	S355	0,79	200

Poznámka: 1) Stupeň využití je určen statickým výpočtem z výrazu $\frac{E_{fi,d}}{R_{fi,d}} \leq 1,0$, což je

ekvivalent rovnice (2.2) dle ČSN EN 1991-1-2, tj. posouzení požární odolnosti z hlediska únosnosti $E_{fi,d} \leq R_{fi,d}$

f) Zhodnocení navržených stavebních hmot

Podlaha v dílně bude betonová, nehořlavá, třídy reakce na oheň A_{fi}. Polyuretanové obvodové panely jsou konstrukcemi druhu DP3. Specifické požadavky na stavební hmoty ani povrchové úpravy nebyly zjištěny.

g) Evakuace osob

Hala bude obsazena 17 osobami dle ČSN 73 0818. Z každého místa požárního úseku servisu je zajištěna jedna nechráněná úniková cesta.

Délka únikové cesty je vyhovující (28,0 m < 93,3 m), mezní doba evakuace 2,5 minuty není překročena. Šířka únikové cesty u východu z objektu činí 1,5 únikového pruhu a je vyhovující. Výsuvná vrata haly nejsou zahrnuta mezi únikové cesty z objektu. Náhradní únikové možnosti jsou zajištěny.

h) Stanovení odstupových, popřípadě bezpečnostních vzdáleností

Maximální odstupové vzdálenosti jsou stanoveny takto :

- Severní fasáda 8,2m
- Východní fasáda 6,3 m
- Jižní fasáda 8,3 m
- Západní fasáda 3,6 m

V požárně nebezpečném prostoru stavby nejsou žádné sousední objekty.

Výše uvedený požárně nebezpečný prostor nezasahuje mimo stavební pozemek.

Konstrukce haly nezasahují do požárně nebezpečného prostoru navazující jednopodlažní přístavby ani jiných objektů, nejbližší budova je vzdálena minimálně 7,8 m, velikost proluky vyhoví.

i) Zabezpečení stavby požární vodou

Potřeba požární vody: $Q = 6,0$ l/s.

Vnější požární vodovod je vybaven minimálně jedním hydrantem DN 80 ve vzdálenosti do 150 m od objektu na potrubí vyhovující světlosti – větší než DN 100.

Vnitřní požární vodovod bude vybaven jedním hydrantem DN 25 s tvarově stálou hadicí délky 30 m, přívodní potrubí je ocelové, požadovaný přetlak 0,2MPa je zajištěn.

j) Zásahové cesty, příjezdové komunikace

Přístup k objektu zajišťuje místní dvoupruhová asfaltová komunikace. Vjezd do areálu má vyhovující parametry.

Nástupní plocha se nezřizuje.

Vnitřní zásahové cesty nejsou požadovány.

Vnější zásahová cesta bude tvořena požárním žebříkem dle ČSN 74 3282 se suchovodem.

k) Hasící přístroje

Hala bude vybavena třemi PHP práškovými s hasicí schopností 21A a jedním PHP sněhovým s hasicí schopností 55B. Pro halu je celkový počet hasicích jednotek nHJ = 21 stanoven dle Vyhlášky 23/2008.

l) Technická a technologická zařízení stavby

Hala bude vytápěna dvěma různými způsoby :

1. Plynovými teplovzdušnými agregáty na zemní plyn o výkonu 2 × 15 kW. Nasávání spalovacího vzduchu i odtah spalin jednotlivých zařízení jsou zaústěny do fasád. Umístění agregátů bude odpovídat požadavkům ČSN EN 1775 a TP G 704 01 (díleňská hala).
2. Vytápění kanceláře bude centrální, teplovodní, napojené na plynový kotel v navazující části objektu. Rozvody ÚT a topná tělesa jsou standardní, prostupy potrubí požárně dělicími konstrukcemi budou utěsněny nehořlavými hmotami dle požadavků ČSN 73 0804.

V provozu dílny bude ukládáno maximálně 50 l kapalin I. třídy nebezpečnosti – servis nepodléhá ustanovením ČSN 65 0201. Centrální vzduchotechnické zařízení není navrženo. Řešené prostory budou větrány lokálními vzduchotechnickými zařízeními vyústěnými do fasád nebo nad střechu. Odsávání hořlavých aerosolů ani par se neprovádí, otvory pro sání resp. výfuk vzduchu odpovídají požadavkům ČSN 73 0872.

Stabilní svářečské pracoviště není navrženo.

V hale budou umístěny maximálně dvě mobilní svářečské soupravy pro řezání plamenem (celkem čtyři lahve). Umístění souprav odpovídá požadavkům ČSN 05 0610. Skladování tlakových lahví není navrženo. Odsávání výfukových plynů je navrženo samostatně. Montážní jáma je navržena dle příslušných ČSN, pracoviště je vybaveno vzduchotechnickým zařízením instalovaným v rámci jediného požárního úseku (nucený přívod vzduchu do jámy). Elektroinstalace budou provedeny podle stanovených vnějších vlivů.

Objekt bude vybaven hromosvodem dle ČSN EN 62 305.

Pracoviště servisní dílny nebudou sloužit k opravám vozidel s pohonem na LPG nebo CNG.

m) Souhrn zvláštních požadavků

Zvláštní požadavky na konstrukce objektu ani na úpravy stavebních hmot nebyly zjištěny.

Požární uzávěr bude doložen prohlášením o shodě a označen dle platného právního předpisu.

Požárně odolné fasádní a střešní panely budou opatřeny prohlášením o shodě.

n) Požárně bezpečnostní zařízení stavby

Telefonní spojení s HZS je veřejnou telefonní resp. radiotelefonní sítí. Nebyla překročena kritéria dle ČSN 73 0875 – hodnoty parametru N pro požární úseky < 3,0. Mezní plocha dílenského provozu není překročena, požárně bezpečnostní zařízení dle ČSN 73 0804 se nezřizují.

EPS není v řešeném objektu požadována.

Pro požární úsek není nutno zřizovat samočinné hasicí zařízení. Posouzení podmínek evakuace po nechráněných únikových cestách z hlediska ohrožení osob zplodinami hoření a kouřem dle ČSN 73 0804 se neprovádí.

Stavba nebude vybavena zařízením pro odvod kouře a tepla při požáru.

Jiná požárně bezpečnostní zařízení (např. VZD klapky) nejsou v objektu navržena.

o) Výstražné a bezpečnostní značky, tabulky

Objekt bude vybaven bezpečnostními tabulkami a značkami dle ČSN ISO 3864. Označeny budou hlavní uzávěry vody a elektrické energie, nástěnný hydrant a směry úniku. V prostoru vyhrazeném pro manipulaci s hořlavými kapalinami bude označen zákaz kouření a manipulace s otevřeným plamenem.

Výpočet pomocí programu 2002-2006 Radim Bochnák, FIRE-NX (modul NX804PRO)

Řešení požární bezpečnosti podle ČSN 73 0804, říjen 2002

n_{pn} = 1
n_{pp} = 0
n_p = 1

POŽÁRNÍ ÚSEK: N 1.01

Skupina výrob a provozů : 4

Parametry místností v požárním úseku:

č.m.	č.p.	Účel	S m ²	hs m	So m ²	ho m
001	1	Kancelář	11,4	2,60	2,8	1,20
002	1	Hala	295,8	5,45	35,0	2,13

č.m.	č.p.	Účel	pn kg.m ⁻²	ps kg.m ⁻²	k1	K
001	1	Kancelář	40,0	5,0	0,90	1,00
002	1	Hala	45,0	5,0	0,90	1,00

Výpočty pro místnosti

č.m.	p kg.m ⁻²	k3	Fo	F1 m ^{1/2}	vv kg.m ⁻² .min ⁻¹	vp m ^{1/2}	F2 m ^{1/2}	TAU min	TAUE min	Tg °C
001	40,25	4,89	0,054	0,054	1,45	-	-	28,0	34,0	904
002	44,75	3,37	0,051	0,051	0,95	-	-	47,0	55,0	962

Požární riziko

Výpočtový režim : TAUE z pravděpodobné doby trvání požáru (čl.6.2.3)

Konstrukční systém : Hořlavý DP3 (podle 5.7.1 c)2)

Plocha požár. úseku S [m²] = 307,20
Plocha pro výpočet p. zatížení S [m²] = 307,20
Průměrná sv. výška hs [m] = 5,34
Počet podlaží, čl.5.3.6 pro určení SPB = 1
Celkový počet podlaží v požárním úseku = 1
Počet podlaží v úseku podle čl.5.3.2a) = 1
Plocha stav. otvorů So [m²] = 37,80
Nahodilé zatížení pn [kg.m⁻²] = 40,33
Stálé zatížení ps [kg.m⁻²] = 4,25
Požární zatížení p [kg.m⁻²] = 44,58
Součinitel k3 = 3,42
Plocha konstrukcí Sk [m²] = 1052,04
(Sk stanovena součtem Ski místností požárního úseku)
Parametr odvětrání Fo [m^{1/2}] = 0,051

Požárně bezpeč. zařízení a opatření c = 1,000
 Součinitel k4 = 1,000
 Součinitel K (průměr.) = 1,000
 Parametr odvětrání F1 [m1/2] = 0,051
 Součinitel GAMA = 5,523
 Rychlost odhoř. vv [kg.m-2.min-1] = 0,971
 Pravděpodobná doba TAU [min] = 45,9
 Ekvivalentní doba TAUE [min] = 54,0
 Teplota plynů Tg [oC] = 960,0
 Součinitel k5 = 1,00
 Součinitel k6 = 2,0
 Součinitel k8 = 0,833
 Součin TAUE.k8 [min] = 44,931

Stupeň požární bezpečnosti = II.

Ekonomické riziko (čl. 7)

Vliv následných škod: součinitel k7 = 2,00
 Pravděpodobnost vzniku a rozšíření požáru p1 = 1,00
 Pravděpodobnost rozsahu škod způsob.požárem p2 = 0,12
 Index pravděpodobnosti vzniku požáru P1 (rov.17) = 1,00
 Index pravděpodobnosti rozsahu škod P2 (rov.18) = 144,26
 Mezní hodnota indexu P2 (rov.20,diagram 1 obr.6) = 1455,94
 Pomocná hodnota Z = 12401,32
 Koefficient k+ (k5.k6.k7) = 4,00
 Mezní půdorysná plocha požárního úseku Smax [m2] = 3100,30

Počet přenosných hasicích přístrojů nr = 3,5

Obsazení požárního úseku osobami podle ČSN 73 0818

Údaje z projektu		Údaje z tabulky 1						
Místn. číslo	Druh místnosti	Plocha v m2	Počet osob proj.	Položka	Plocha na os. v m2	Sou- nitel	Počet osob	čl. 6.2
001	Kancelář	11,4	0	1.1.1	5,0	0,00	2	Ne
002	Hala	295,8	10		0,0	1,50	15	Ne

Únikové cesty

Jediná úniková cesta
 Započitatelný počet osob podle ČSN 73 0818 = 17
 Půdorysná plocha [m2] připadající na 1 osobu = 18,1
 Časový limit te [min] = 2,89
 Skupina výrob a provozů : 4

č.	Typ	$t_{u,max}$ [min]	$t_{l,max}$ [m]	l	$u_{,min}$ [l=0.55 m]	E.s	E.s,m	Evak.	Únik	Vyhovuje?
1	NÚC	2,50	0,87	93,3	28,0	1,0	1,5	10	250	S rovina Ano

Odstupy

Ekvivalentní doba TAUE [min] = 54
 Podle 11.4.4b) ČSN 730804 se hodnota Taue zvyšuje o 25 min

č.	l [m]	h_u [m]	S_p [m ²]	S_{p0} [m ²]	p_o [%]	Taue [min]	k_{10}	k_{11}	I [kW.m-2]	d [m]	Pozn.
1	11,0	4,2	46	36	79	79	0,42	0,61	142,67	8,2	11.4.7
2	15,0	2,0	30	29	96	79	0,42	0,61	142,67	6,3	11.4.7
3	4,3	9,4	41	35	85	79	0,42	0,61	142,67	8,3	11.4.7
4	2,4	3,2	8	6	81	79	0,42	0,61	142,67	3,6	11.4.7

- 1 - Sever
- 2 - Východ
- 3 - Jih
- 4 - Západ

Zásobování vodou pro hašení podle ČSN 73 0873, červen 2003

Plocha požár. úseku S [m²] = 307,2
 Požární zatížení p [kg.m-2] = 44,6
 Součin $p.S$ = 13695,0

Výška objektu h [m] = 0,0

1. Vnější odběrní místa (čl.5 ČSN 73 0873)

Druh objektu: výrobní objekt

Položka č. 2 v tab.1 a 2

Typ odběrního místa	Vzdálenosti [m] od objektu	mezi sebou	DN mm	v m.s-1	Q l.s-1	Obsah nádrže m ³	Pozn.
Hydrant	150	300	100	0,8	6,0	0	

2. Vnitřní odběrní místa (čl.6 ČSN 73 0873)

Hadicový systém (čl. 6.1)	Světlost [mm]	Max.vzdálenost [m]
tvarově stálá hadice	25	40

Dimenzování vnitřního rozvodu vody (čl.6.8)

Přetlak (hydrodynamický) = min. 0,2 MPa
 Průtok vody z uzavíratelné proudnice = min. 0,3 l.s-1

Posouzení nutnosti vybavení požárního úseku EPS

(Podle ČSN 73 0875, březen 1992)

Součinitel charakteru prostoru $j = 1,40$
Součinitel ohrožení osob $os = 0,90$
Součinitel ohrožení hodnot $oh = 0,70$
Součinitel provozních vlivů $ov = 1,00$
Nutnost střežení $N = (j \cdot an + os \cdot oh) \cdot ov = 2,03$
 $N < 3$, EPS nemusí být instalována

Export: modul NX804PRO (c) 2002-2006 Radim Bochňák, FIRE-NX, www.e-
riziko.cz

3.3A.3 Shrnutí

Použitý výpočet požární odolnosti ocelových konstrukcí jednopodlažní halové stavby s minimálními nároky na požární odolnost prokázal, že konstrukce splňují požadované parametry. Parametry dvou uvedených referenčních prvků stanovené empirickým postupem rámcově odpovídají parametrům stanoveným tabulkovým postupem dle publikace PAVUS. Řešení prokázalo, že konstrukce vyhoví bez použití dodatečných požárně odolných úprav, resp. bez nutnosti zvyšovat dimenze posuzovaných prvků.

3.3B Ověření požární odolnosti konstrukce

Z posuzované konstrukce byly vybrány dva prvky, u kterých je posouzena požární odolnost. Jedná se o příčel IPE330 a sloup IPE 360.

3.3B.1 Vstupní údaje

A) Identifikační údaje

Předmětem statického výpočtu je navrhnout a posoudit hlavní nosné profily ocelové jednodílné konstrukce haly za běžné teploty a na požadovanou požární odolnost, která bude sloužit jako servisní dílna. Identifikační údaje o stavebním objektu, investorovi, zhotoviteli stavby a dokumentace nejsou v řešeném příkladu uvedeny.

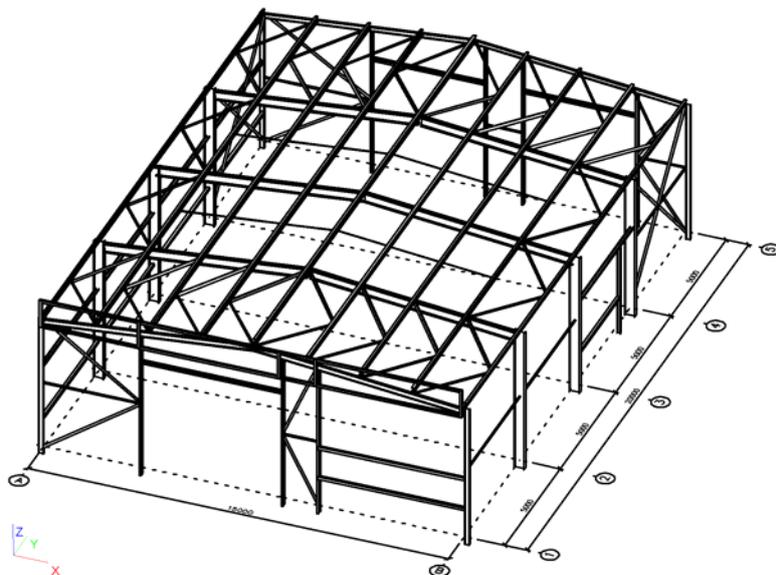
B) Přehled podkladů

Opláštění haly je tvořeno střešními a stěnovými sendvičovými panely s polyuretanovým jádrem. Ze statického hlediska se jedná o samostatnou konstrukci nezávislou na okolních zděných konstrukcích.

C) Konceptní řešení

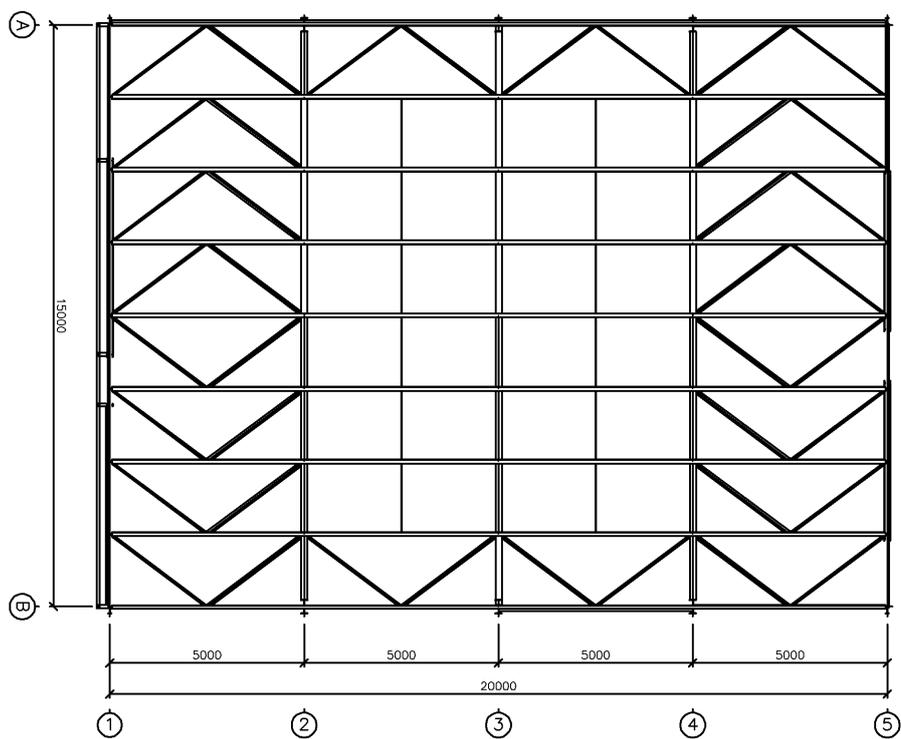
Jednodílná hala je osazena na betonové patky a kotvena pomocí chemických kotev přenášejí svislé resp. vodorovné síly. Konstrukce je navržena jako soustava příčných rámců o rozpětí 15m se sedlově zalomenou příčlím. Propojení ve střešní rovině je zajištěno spojitými vaznicemi s rozpětím polí 5m a zatěžovací šířkou 1,9m. Pro zajištění stability a tvaru jsou ve stěnách resp. střeše navržena příhradová ztužidla. Rámy jsou z válcovaných profilů a oceli vyšší třídy S355. Hala tvoří staticky a dilatačně jeden samostatný celek opláštěný ze všech stran.

Všechny prvky konstrukce budou navrženy a posouzeny na dobu požární odolnosti R15.

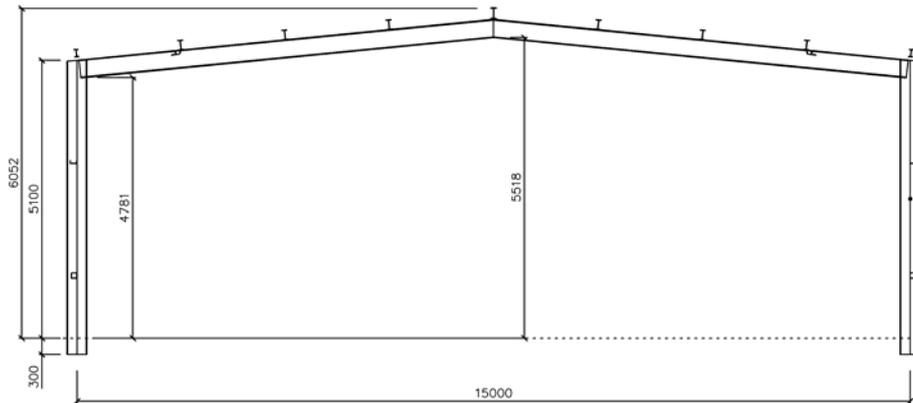


Obr. 3.3B.1 Geometrické schéma konstrukce

D) Dispoziční, stavebně technické, řešení objektu



Obr. 3.3B.2 Půdorysné rozměry konstrukce



Obr. 3.3B.3 Příčný řez konstrukcí

E) Seznam použitých norem a podkladů

ČSN EN 1990, ČSN EN 1991-1-1, ČSN EN 1991-1-2, ČSN EN 1991-1-3, ČSN EN 1991-1-4, ČSN EN 1993-1-1, ČSN EN 1993-1-2.

F) Údaje o použitém softwaru

Statický výpočet byl vypracován pomocí programu Scia Engineer v. 9.0.454, dále jen S.E.

3.3B.2 Ověření

G) Vstupní data pro výpočet

Použitý materiál

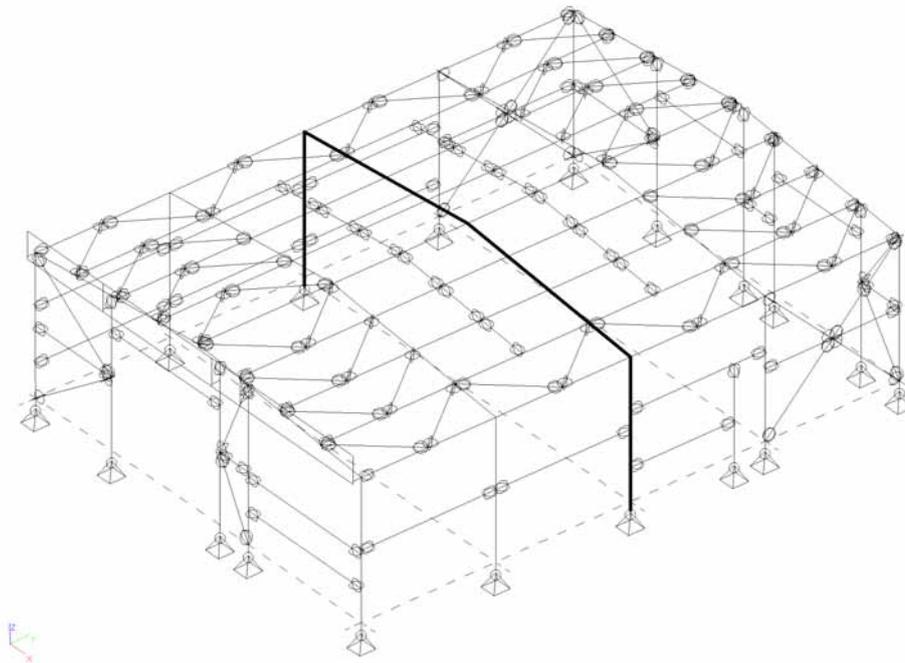
Hlavní nosné profily konstrukce haly jsou navrženy z oceli S355.

Jméno	S 355
Typ	Ocel
F_y [MPa]	355
F_u [MPa]	510
Tep.roztaž. [m/mK]	1,200e-05
Jednotková hmotnost [kg/m ³]	7850
E [GPa]	2100
Poissonův součinitel	0,3
G [GPa]	80,769
Tep. rozt. (požár) [m/mK]	1,400e-04
Měrné teplo [J/gK]	6,0000e-01
Tepelná vodivost [W/mK]	4,5000e+01

Průřezové charakteristiky vybraných prvků

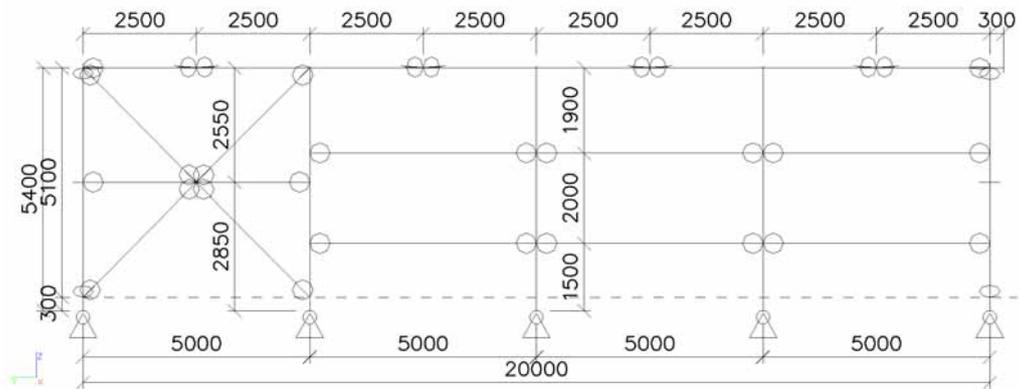
Jméno	Typ	Materiál	A [mm ²]	A_y [mm ²]	A_z [mm ²]	I_y [mm ⁴]	I_z [mm ⁴]
P1	IPE360	S 355	7,2700e+03	3,7621e+03	2,7370e+03	1,6270e+08	1,0430e+07
S1	IPE330	S 355	6,2600e+03	3,2283e+03	2,3645e+03	1,1770e+08	7,8810e+06

H) Grafická schémata

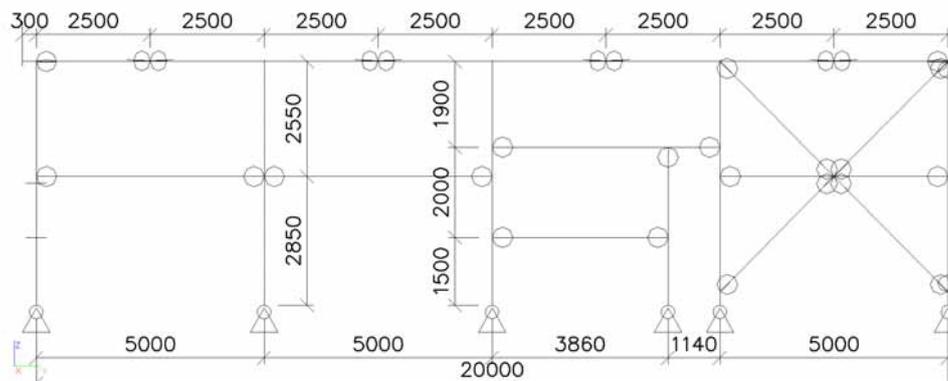


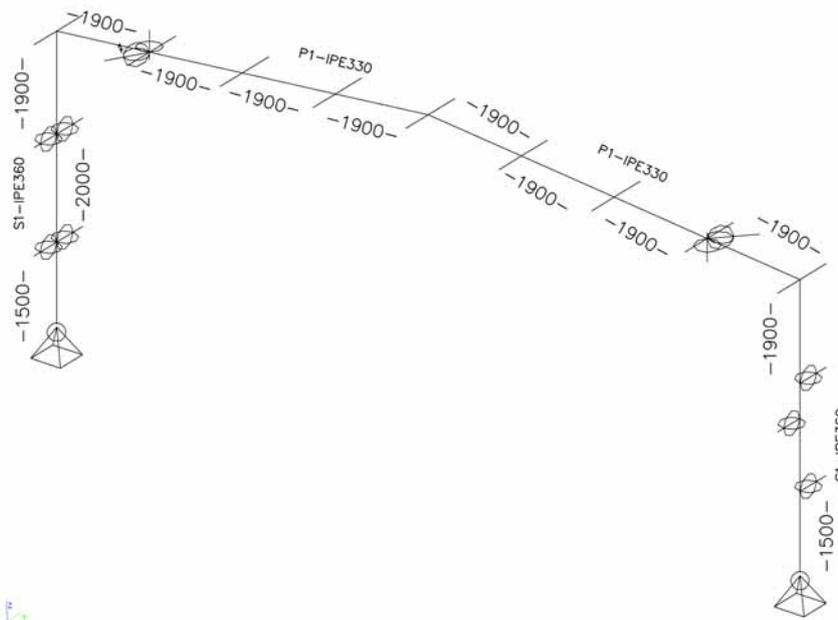
Obr. 3.3B.4 Statické schéma konstrukce

Pohled na osu A



Pohled na osu B





Obr. 3.3B.5 Statické schéma posuzovaných prutů – sloup S1, příčel P1

I) Tepelná zatížení

Pro tepelné zatížení konstrukce byla použita normová křivka ISO 834.

J) Mechanické zatížení

Jméno	Popis	Typ působení
VL.V.	Vlastní tíha konstrukce	Stálé
G1	Opláštění - panely	Stálé
S	Sníh	Nahodilé
W+X	Vítr - směr +X	Nahodilé
W-X	Vítr - směr -X	Nahodilé
W+Y	Vítr - směr +Y	Nahodilé
W-Y	Vítr - směr +Y	Nahodilé

Stálé zatížení – VL.V., G1

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Objemové tíhy, vlastní tíha a užité zatížení pozemních staveb

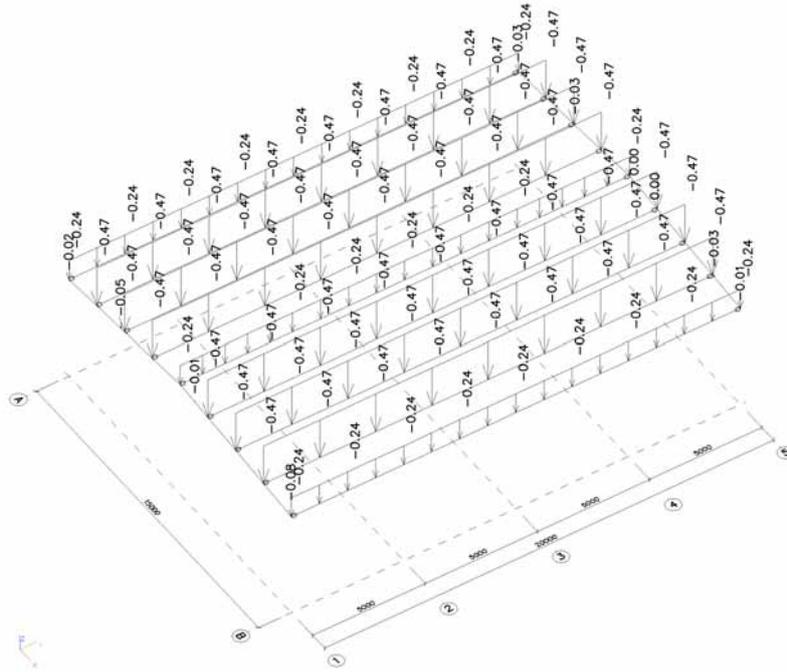
Stálé zatížení je od vlastní tíhy konstrukce (generováno statickým programem), střešními a stěnovými panely.

Střešní panely Kingspan KS1000 RW100, hmotnost: 12,34 kg/bm

Zatěžovací šířka vaznic: 1,9m; okapní vaznice: 1,0 m.

Stěnové panely Kingspan KS1000 TF100, hmotnost: 12,64 kg/bm

Dílčí součinitel stálého zatížení - příznivý 1,00, nepříznivý 1,35.



Obr. 3.3B.6 Grafické znázornění zatížení střešními panely na vaznice

Proměnné (klimatické) zatížení - S

ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem

Charakteristická hodnota zatížení sněhem S_k je odvozena z mapy sněhových oblastí na území České republiky. Posuzovaná konstrukce je v oblasti číslo IV (lokality: Trutnov).

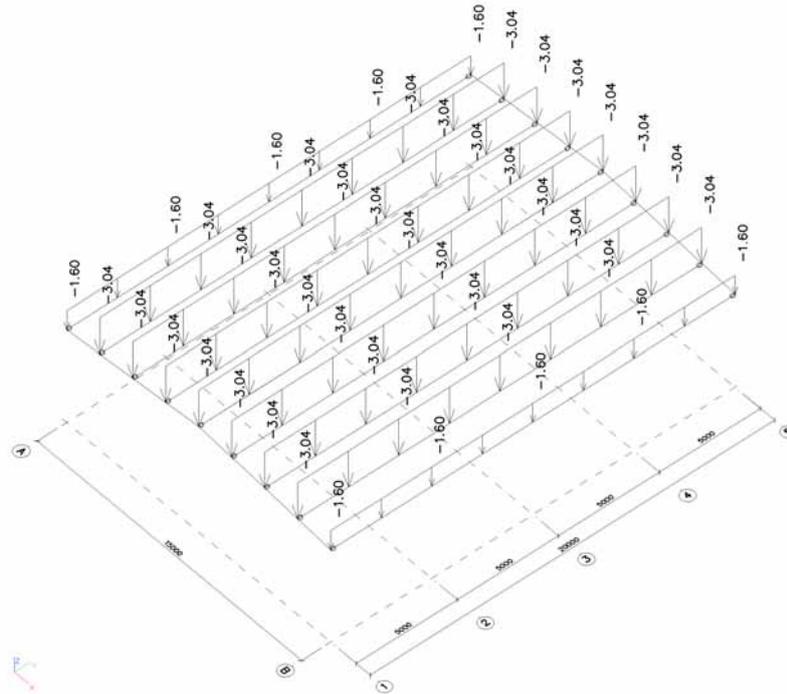
$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

kde μ_i je tvarový součinitel zatížení sněhem $\rightarrow \mu_i = 0,8$; sklon střešní roviny je 5° .

s_k ... charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi \rightarrow ; $s_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$ oblast 4

C_e ...součinitel okolního prostředí $\rightarrow C_e = 1,0$; normální topografie

C_t ...tepelný součinitel $\rightarrow C_t = 1,0$



Obr. 3.3B.7 Grafické znázornění zatížení sněhem S

Proměnné (klimatické) zatížení - W

ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem

Výchozí základní rychlost větru v_{b0} je odvozena z mapy větrných oblastí na území České republiky. Posuzovaná konstrukce je v oblasti číslo II (lokalita: Trutnov).

Zatížení větrem je generováno programem S.E., pro správné generování je nutno uvést do programu tyto údaje:

$$V_{b0} = 25 \text{ m/s}$$

$$C_{dir} = 1,00 \dots \text{součinitel směru}$$

$$C_{season} = 1,00 \dots \text{součinitel ročního období}$$

$$C_o = 1,00 \dots \text{součinitel orografie}$$

$$C_{prob} = 1,00 \dots \text{součinitel pravděpodobnosti}$$

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3 \dots \text{ hustota vzduchu}$$

Kategorie terénu a jeho parametry:

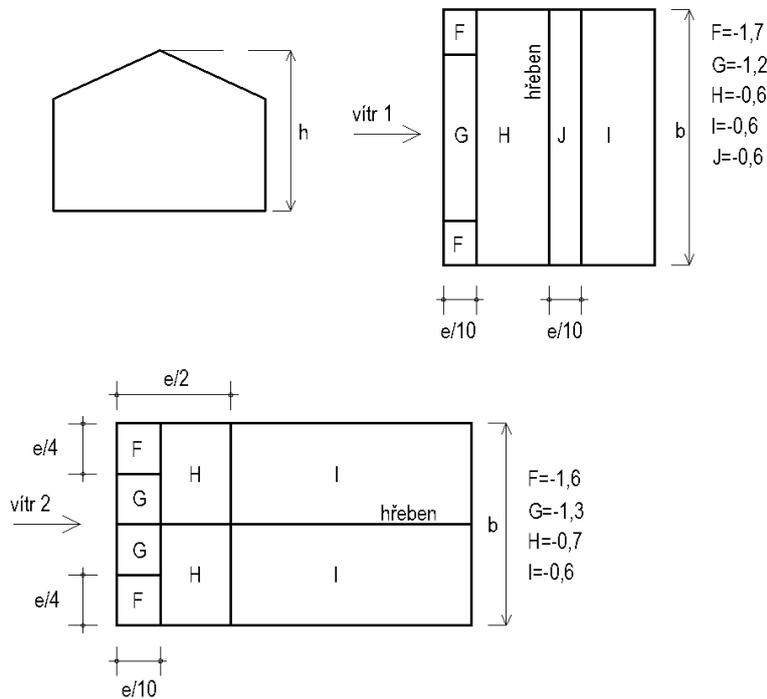
Drsnost - kategorie III (vesnice, předměstský terén)

$$K_r = 0,215; z_0 = 0,300 \text{ m}; z_{min} = 5,00 \text{ m}$$

Součinitele vnějšího tlaku pro sedlové střechy - e je menší z hodnot b nebo $2h$, b je rozměr kolmo na směr větru

Vítr 1: $b = 20\text{ m}$; $2h = 121\text{ m}$ \rightarrow $e = 121\text{ m}$; $d = 15\text{ m}$

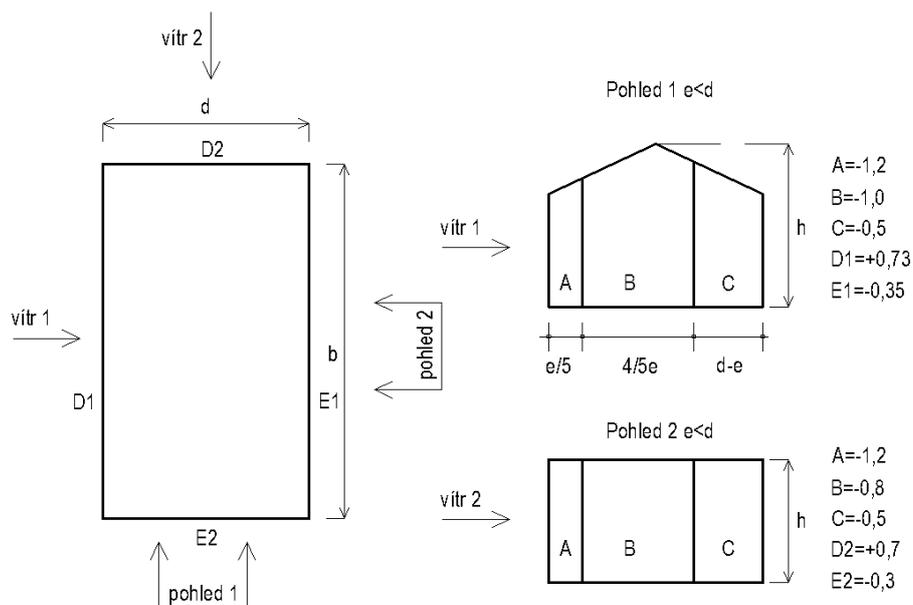
Vítr 2: $b = 15\text{ m}$; $2h = 10,2\text{ m}$ \rightarrow $e = 10,2\text{ m}$; $d = 20\text{ m}$

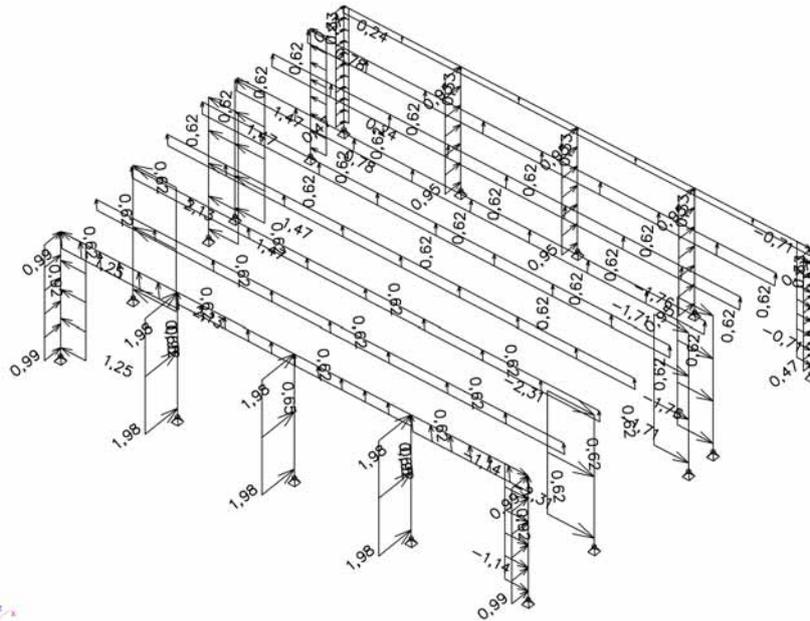


Součinitele vnějšího tlaku pro svislé stěny s pravoúhlým půdorysem - e je menší z hodnot b nebo $2h$, b je rozměr kolmo na směr větru

Vítr 1: $b = 20\text{ m}$; $2h = 121\text{ m}$ \rightarrow $e = 121\text{ m}$; $d = 15\text{ m}$

Vítr 2: $b = 15\text{ m}$; $2h = 10,2\text{ m}$ \rightarrow $e = 10,2\text{ m}$; $d = 20\text{ m}$





Obr. 3.3B.8 Grafické znázornění zatížení větrem W+X

Pozn.: Graficky je znázorněno pouze zatížení větrem W+X, další zatěžovací stavy jsou zadány na konstrukci obdobným způsobem.

Kombinace

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

Mezní stavy únosnosti

Kombinace zatížení pro trvalé a dočasné návrhové situace (základní kombinace)

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_p \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$\gamma_{G,j}$...dílčí součinitel j-tého stálého zatížení

$G_{k,j}$...charakteristická hodnota j-tého stálého zatížení

γ_p ...dílčí součinitel zatížení od předpětí

P ...příslušná reprezentativní hodnota zatížení od předpětí

$\gamma_{Q,1}$...dílčí součinitel hlavního proměnného zatížení

$Q_{k,1}$...charakteristická hodnota hlavního proměnného zatížení

$\gamma_{Q,i}$...dílčí součinitel i-tého proměnného zatížení

$\psi_{0,i}$...součinitel pro kombinační hodnotu proměnného zatížení

$Q_{k,i}$...charakteristická hodnota vedlejšího i-tého proměnného zatížení

Kombinace zatížení pro mimořádné návrhové situace

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + (\psi_{1,1} \text{ nebo } \psi_{2,1}) \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

A_d ...návrhová hodnota mimořádného zatížení

ψ_1 ...součinitel pro častou hodnotu proměnného zatížení

ψ_2 ...součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení

Pozn.: kombinace jsou generovány programem S.E., které jsou uvedeny jako klíč kombinace.

Klíč kombinace

Jméno	Popis kombinací
1	VL.V.*1,35 + G1*1,35 + S*1,50
2	VL.V.*1,35 + G1*1,35 + S*1,50 + W-Y*0,90
3	VL.V.*1,00 + G1*1,00 + W+Y*1,50
4	VL.V.*1,35 + G1*1,35 + S*0,75 + W-Y*1,50
5	VL.V.*1,35 + G1*1,35 + S*1,50 + W+X*0,90
6	VL.V.*1,35 + G1*1,35 + S*1,50 + W-X*0,90
7	VL.V.*1,00 + G1*1,00 + W-Y*1,50
8	VL.V.*1,35 + G1*1,35 + S*1,50 + W+Y*0,90
9	VL.V.*1,00 + G1*1,00 + S*0,20

Vnitřní síly na prutech

V tabulkách jsou uvedeny vnitřní síly od nejnepříznivější kombinace zatížení

Průřez: IPE360 (sloup)/běžná teplota

Prvek	Stav	dx [mm]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
S1	MSU/1	5400,0	-113,27	42,36	228,64

Průřez: IPE330 (příčel)/běžná teplota

Prvek	Stav	dx [mm]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
P1	MSU/1	0,0	-52,79	94,51	-228,62

Průřez: IPE360 (sloup)/požární odolnost R15

Prvek	Stav	dx [mm]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
S1	MSUpož/9	5400,0	-29,32	10,94	59,05

Průřez: IPE330 (příčel)/požární odolnost R15

Prvek	Stav	dx [mm]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
P1	MSUpož/9	0,0	-13,66	24,67	-59,05

K) Ověření při běžné teplotě

ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

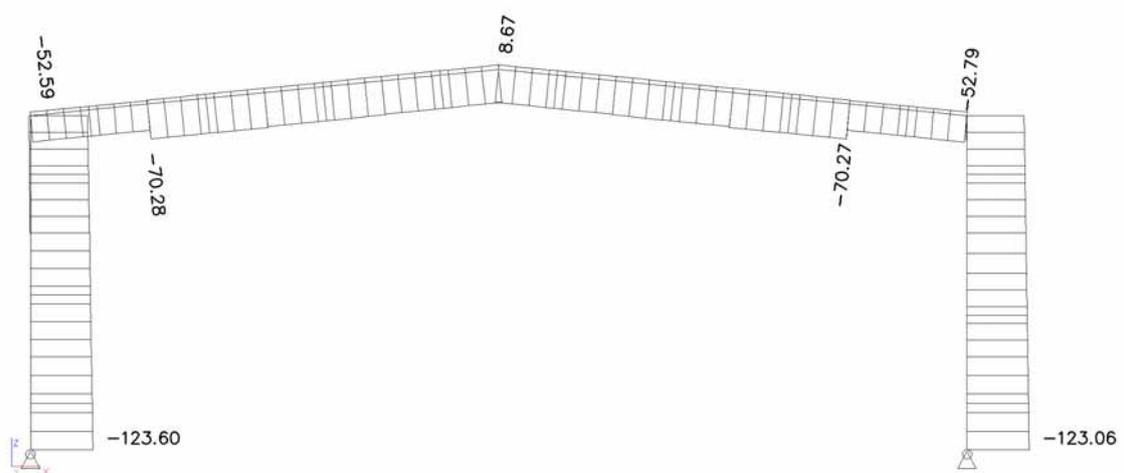
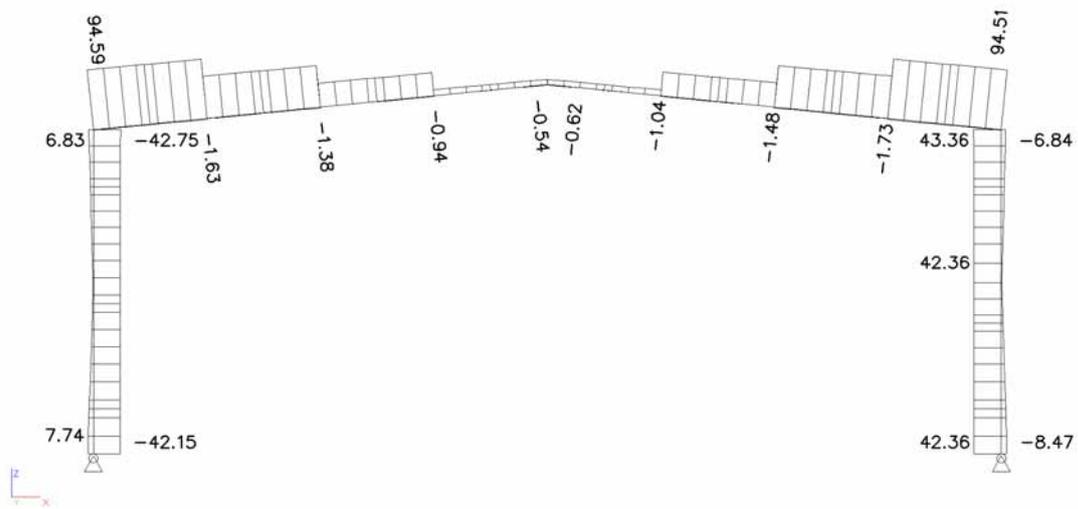
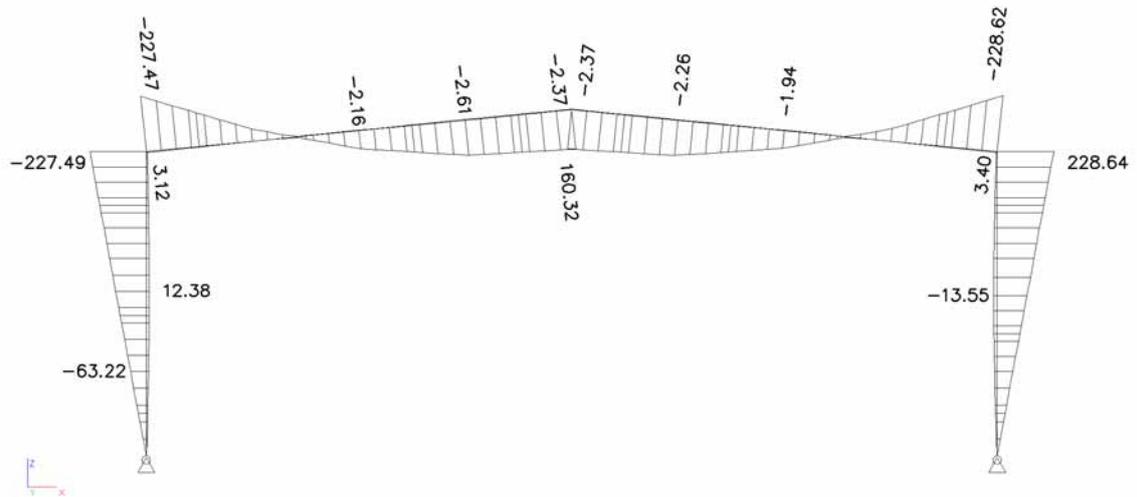
Průřez: IPE360 (sloup)

S1	IPE360	S 355	MSU/1	0,83
----	--------	-------	-------	------

Průřez: IPE330 (příčel)

P1	IPE330	S 355	MSU/1	0,93
----	--------	-------	-------	------

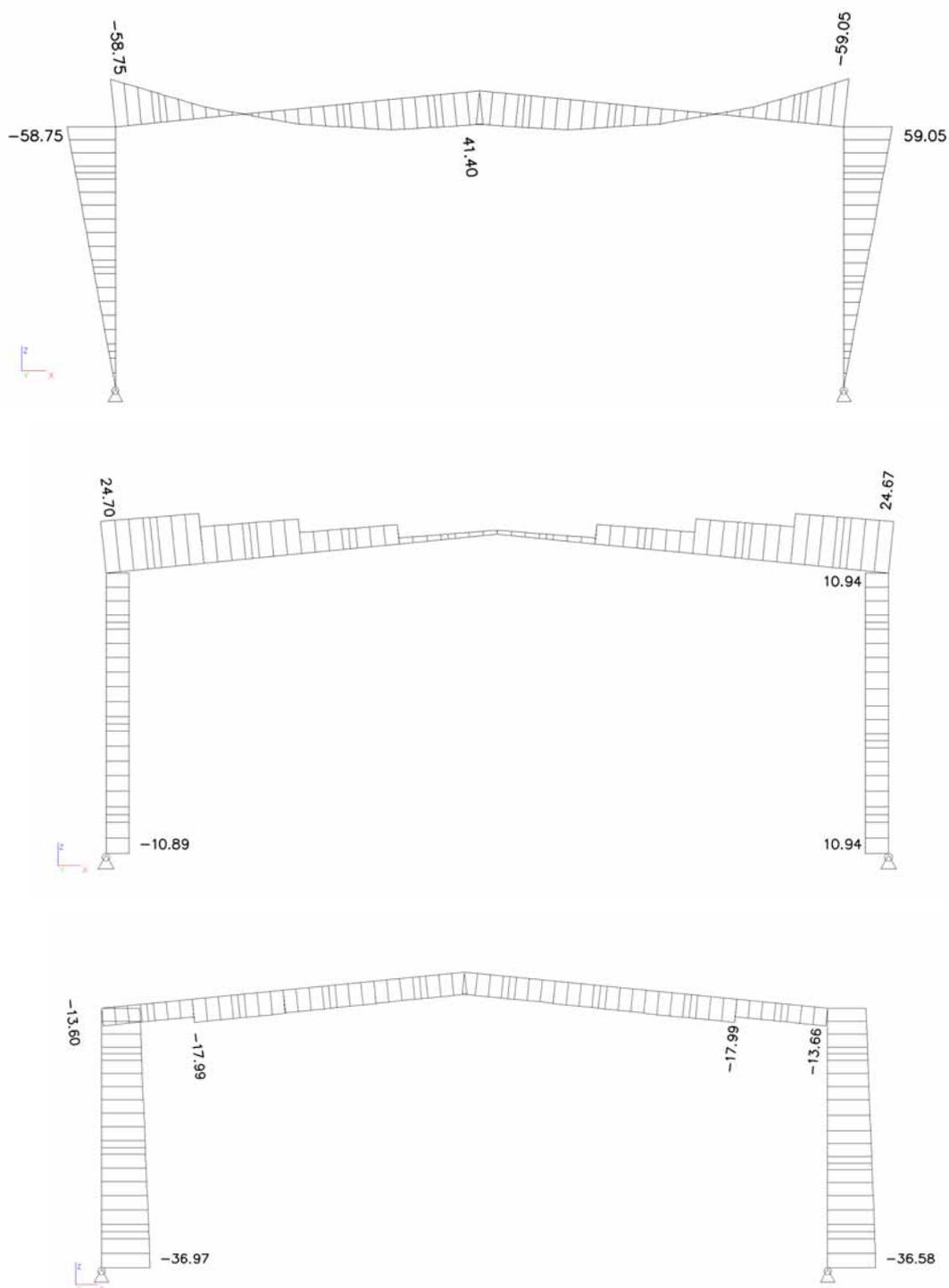
Pozn.: výpočet únosnosti a stability není podrobně rozveden, jednotkový posudek je pro nejnepříznivější stav zatížení.



Obr. 3.3B.9 Grafické znázornění průběhů vnitřních sil – M_y , V_z , N (běžná teplota)

L) Ověření při vystavení účinkům požáru

ČSN EN 1993-1-2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-2: Navrhování konstrukcí na účinky požáru



Obr. 3.3B.10 Grafické znázornění průběhu vnitřních sil – M_y , V_z , N (při účincích požáru)

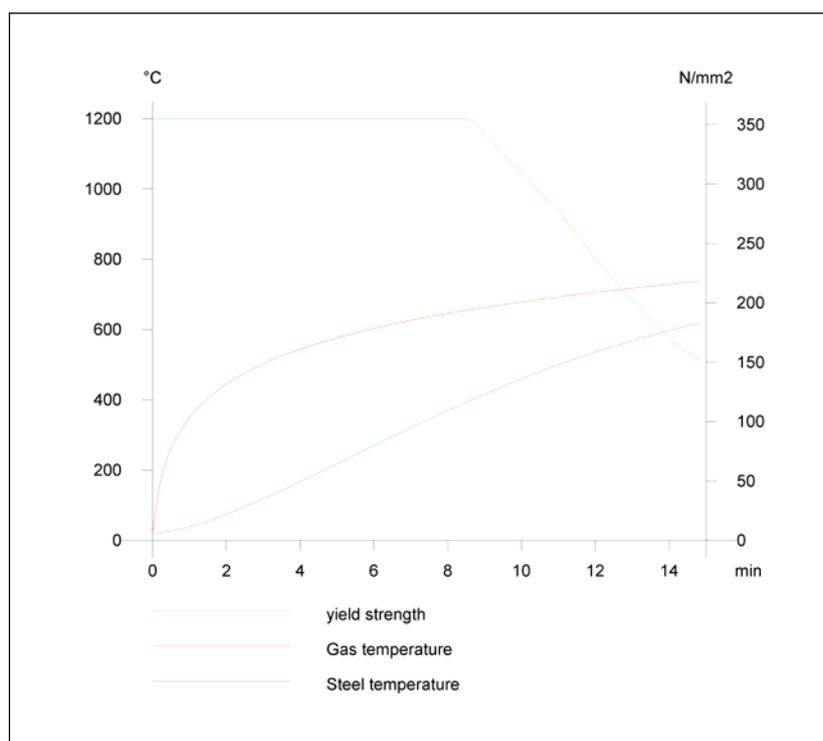
Průřez: S1 (sloup) - IPE360

S1	IPE360	S 355	MSUpož/9	0,64
----	--------	-------	----------	------

L1 Teplotní analýza

Výsledky jsou uvedeny pro posouzení v čase $t = 15,0$ min

Data pro požární odolnost		
Křivka teplota - čas	Normová křivka ISO 834	
Součinitel přestupu tepla prouděním Alfa,c	25,00	W/m K
Emisivita vztažená k úseku požáru Epsilon,f	1,00	
Emisivita vztažená k ploše materiálu Epsilon,m	0,70	
Polohový faktor toku tepla sáláním Fi	1,00	
Požadovaná požární odolnost	15,00	min
Teplota materiálu Teta a,t	622,63	°C
Teplota plynu Teta,g	738,56	°C
Opravný součinitel Kappa 1	1,00	
Opravný součinitel Kappa 2	1,00	
Expozice nosníku	Všechny strany	
Am/V	0,186	1/mm
k sh	0,705	
ky,Teta	0,42	
kE,Teta	0,27	



L2) Mechanická analýza

Kritický posudek v místě 5.40 m (rámový roh)

Vnitřní síly		
N _{fi,Ed}	-29,32	kN
V _{z,fi,Ed}	10,94	kN
M _{y,fi,Ed}	59,05	kNm

Posudek na tlak podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.2 a vzorce EN 1993-1-2: (4.5)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
N _{fi,t,Rd}	1072,82	kN
jedn. posudek	0,03	

Posudek na smyk (V_z) podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.3 a vzorce EN 1993-1-2: (4.16)

Tabulka hodnot		
V _{z,fi,t,Rd}	299,11	kN
jedn. posudek	0,04	

Posudek ohybového momentu (M_y) podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.3. a vzorce EN 1993-1-2: (4.10)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
M _{fi,t,Rd}	150,37	kNm
jedn. posudek	0,39	

Posudek na kombinaci ohybu, osových a smykových sil podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.3. a vzorce EN 1993-1-2: (4.9)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
MNV _{y,fi,t,Rd}	150,37	kNm
MNV _{z,fi,t,Rd}	28,20	kNm

alfa 2,00 beta 1,00

jedn. posudek 0,17

Prvek VYHOVÍ na únosnost!

Stabilitní posudek

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	36,10	50,16	
Redukovaná štíhlost	0,59	0,82	
Redukční součinitel	0,71	0,59	
Délka	5,40	1,90	m
Součinitel vzpěru	1,00	1,00	
Vzpěrná délka	5,40	1,90	m
Kritické Eulerovo zatížení	11564,29	5988,20	kN

Posudek na vzpěr podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.2 a vzorce EN 1993-1-2: (4.5)

Tabulka hodnot		
Nb,fi,t,Rd	628,50	kN
jedn. posudek	0,05	

Posudek klopení podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.3 a vzorce EN 1993-1-2: (4.11)

Tabulka hodnot		
Mb,fi,t,Rd	101,82	kNm
Wy	1019000,00	mm ³
redukce	0,68	
imperfekce	0,49	
redukovaná štíhlost	0,65	
metoda pro křivku klopení	Art. 6.3.2.2.	
Mcr	1336,28	kNm
jedn. posudek	0,58	

LTB		
Délka klopení	1,90	m
k	1,00	
kw	1,00	
C1	1,19	
C2	0,00	
C3	1,00	

zatížení v těžišti

Posudek na tlak s ohybem podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.5 a vzorce EN 1993-1-2: (4.21a)

Tabulka hodnot	
ky	1,000
kz	0,973
klt	0,999
Beta My	1,800
Beta Mz	2,390
Beta Mlt	1,346
mu y	0,009
mu z	0,582
mu lt	0,015

jedn. posudek = 0,05 + 0,39 + 0,01 = 0,45

jedn. posudek = 0,05 + 0,58 + 0,01 = 0,64

Prvek VYHOVÍ na stabilitu!

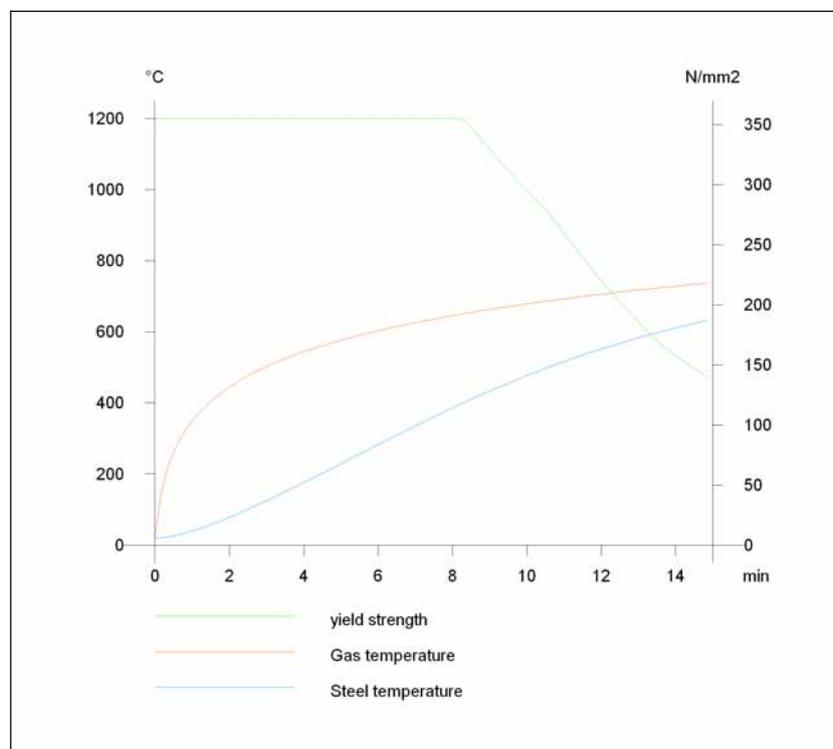
Průřez: P1 (příčel) - IPE330

P1	IPE330	S 355	MSUpož/9	0,79
----	--------	-------	----------	------

L1 Teplotní analýza

Výsledky jsou uvedeny pro posouzení v čase t = 15,0 min

Data pro požární odolnost		
Křivka teplota - čas	Normová křivka ISO 834	
Součinitel přestupu tepla prouděním Alfa,c	25,00	W/m K
Emisivita vztažená k úseku požáru Epsilon,f	1,00	
Emisivita vztažená k ploše materiálu Epsilon,m	0,70	
Polohový faktor toku tepla sáláním Fi	1,00	
Požadovaná požární odolnost	15,00	min
Teplota materiálu Teta a,t	635,41	°C
Teplota plynu Teta,g	738,56	°C
Opravný součinitel Kappa 1	1,00	
Opravný součinitel Kappa 2	1,00	
Expozice nosníku	Všechny strany	
Am/V	0,200	1/mm
k sh	0,703	
ky,Teta	0,39	
kE,Teta	0,25	



L2) Mechanická analýza

Kritický posudek v místě rámového rohu

Vnitřní síly		
N _{fi,Ed}	-13,66	kN
V _{z,fi,Ed}	24,67	kN
M _{y,fi,Ed}	-59,05	kNm

Posudek na tlak podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.2 a vzorce EN 1993-1-2: (4.5)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
N _{fi,t,Rd}	855,63	kN
jedn. posudek	0,02	

Posudek na smyk (V_z) podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.3 a vzorce EN 1993-1-2: (4.16)

Tabulka hodnot		
V _{z,fi,t,Rd}	243,07	kN
jedn. posudek	0,10	

Posudek ohybového momentu (M_y) podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.3. a vzorce EN 1993-1-2: (4.10)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
M _{fi,t,Rd}	109,93	kNm
jedn. posudek	0,54	

Posudek na kombinaci ohybu, osových a smykových sil podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.3. a vzorce EN 1993-1-2: (4.9)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
MN _{Vy,fi,t,Rd}	109,93	kNm
MN _{Vz,fi,t,Rd}	21,01	kNm

alfa 2,00, beta 1,00

jedn. posudek 0,29

Prvek VYHOVÍ na únosnost!

Stabilitní posudek

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	112,06	41,25	
Redukovaná štíhlost	1,83	0,68	
Redukční součinitel	0,22	0,66	
Délka	7,54	1,88	m
Součinitel vzpěru	2,04	0,78	
Vzpěrná délka	15,37	1,46	m
Kritické Eulerovo zatížení	1033,24	7624,85	kN

Posudek na vzpěr podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.2 a vzorce EN 1993-1-2: (4.5)

Tabulka hodnot		
Nb,fi,t,Rd	185,94	kN
jedn. posudek	0,07	

Posudek klopení podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.3 a vzorce EN 1993-1-2: (4.11)

Tabulka hodnot		
Mb,fi,t,Rd	77,59	kNm
Wy	804300	mm ³
redukce	0,71	
imperfekce	0,49	
redukovaná štíhlost	0,59	
metoda pro křivku klopení	Art. 6.3.2.2.	
Mcr	1270,48	kNm
jedn. posudek	0,76	

LTB		
Délka klopení	1,88	m
k	1,00	
kw	1,00	
C1	1,59	
C2	0,00	
C3	0,98	

zatížení v těžišti

Posudek na tlak s ohybem podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.5 a vzorce EN 1993-1-2: (4.21a)

Tabulka hodnot	
ky	1,034
kz	1,007
kl _t	1,000
Beta My	2,020
Beta Mz	1,883
Beta Mlt	1,640
mu y	-0,458
mu z	-0,294
mu lt	0,016

jedn. posudek = 0,07 + 0,56 + 0,00 = 0,63

jedn. posudek = 0,02 + 0,76 + 0,00 = 0,79

Prvek VYHOVÍ na stabilitu!

3.3B.3 Shrnutí

M) Shrnutí rozhodujících výsledků

	prut - označení	profil	materiál	stupeň využití ¹	součinitel průřezu Am/V
R15	S1	IPE 360	S355	0,64	186
R15	P1	IPE 330	S355	0,79	200

Poznámka: 1) Stupeň využití je určen statickým výpočtem z výrazu $\frac{E_{fi,d}}{R_{fi,d}} \leq 1,0$ dle ČSN EN 1991-1-2.

N) Požadavky na postup výstavby konstrukce a kontrolu jakosti použitého materiálu

Nejsou požadovány speciální postupy výroby, výstavby, montáže.

O) Předpoklady použití

Nejsou požadovány zvláštní a specifické nároky pro požadovanou požární odolnost.

3.4 Jednopodlažní hala, ocelová konstrukce, ověření teplotou

3.4A Požárně bezpečnostní řešení

3.4A.1 Analýza

Předmětem studie je požárně bezpečnostní řešení objektu podle národních norem České republiky, přednostně však s využitím stanovení požární odolnosti výpočtem dle Eurokódů.

Řešení je výsledkem těsné spolupráce projektanta požární bezpečnosti a statika a je založeno na výpočtu únosnosti stavebních konstrukcí celé stavby resp. ucelené části stavby výhradně dle Eurokódů.

Posuzované prvky stavebních konstrukcí vylučují svou velikostí i charakterem možnost stanovení požární odolnosti zkouškou, a to ani v nezatíženém stavu.

Posuzovaná stavba se svými rozměry, konstrukčním i dispozičním řešením a způsobem užívání řadí mezi jednoduché objekty bez zvláštních požadavků na požárně bezpečnostní řešení.

Rozměry haly činí 30,0 m × 51,2 m, výška haly ve hřebeni 9,4 m.

Jako požární scénář bylo zvoleno zatížení konstrukce nominální teplotní křivkou.

3.4A.2 Požárně bezpečnostní řešení

a) Seznam použitých podkladů

Jsou použity následující normy: ČSN 73 0802, ČSN 73 0804, ČSN 73 0810, ČSN 73 0818, ČSN 73 0821, ČSN 73 0872, ČSN 73 0873, ČSN 73 0875, ČSN 65 0201, ČSN 07 8304, ČSN EN 1251-3, TP G 402 01

Projektová dokumentace.

b) Stručný popis stavby

Novostavba výrobní haly F je navržena jako přístavba stávající haly E.

Halový objekt je navržen jako dvoupodlažní, částečně s otevřenou galerií na úrovni 2.NP. Nosná konstrukce stavby je ocelová, obvodový plášť i střešní plášť jsou navrženy ze sendvičových panelů KINGSPAN.

Vestavba 2.NP bude mít betonovou podlahu na ztraceném bednění z ocelového plechu, nesena je ocelovými nosníky.

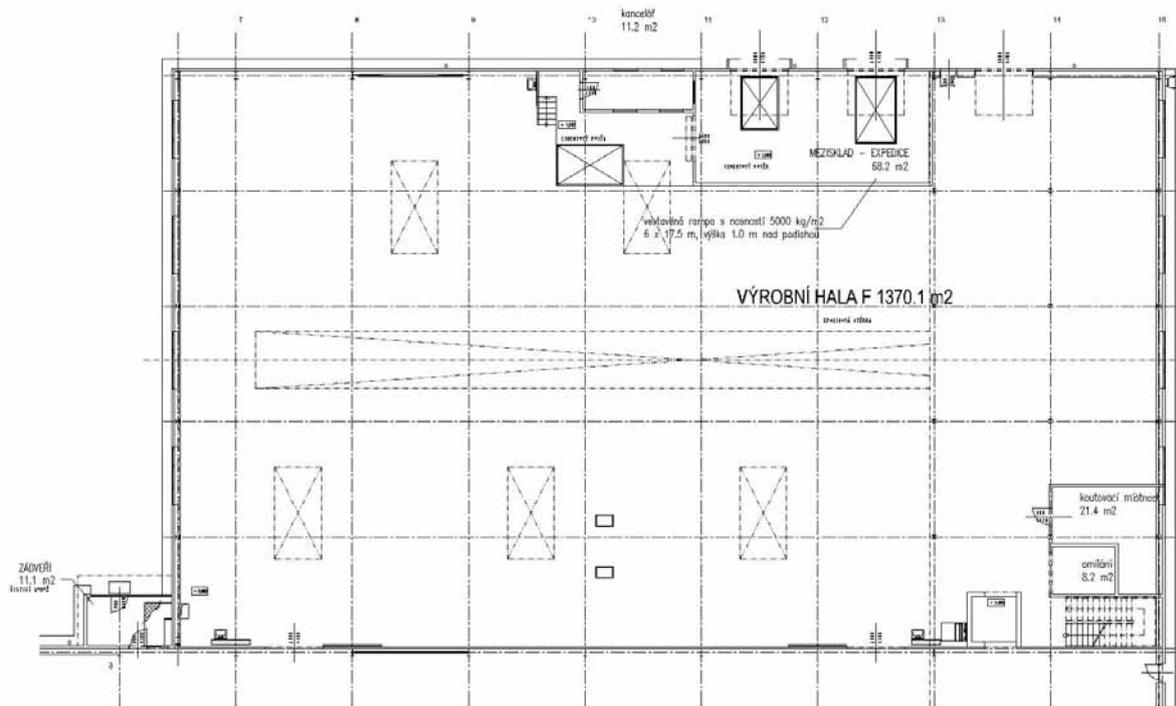
Hala F bude v přízemí sloužit jako výrobní prostor s vymezenou zvýšenou manipulační plochou, na ochozu bude umístěna stroje VZD a plocha pro ruční výrobu.

Plochy 1.NP a 2.NP jsou propojeny schodištěm a hydraulickým nákladním výtahem.

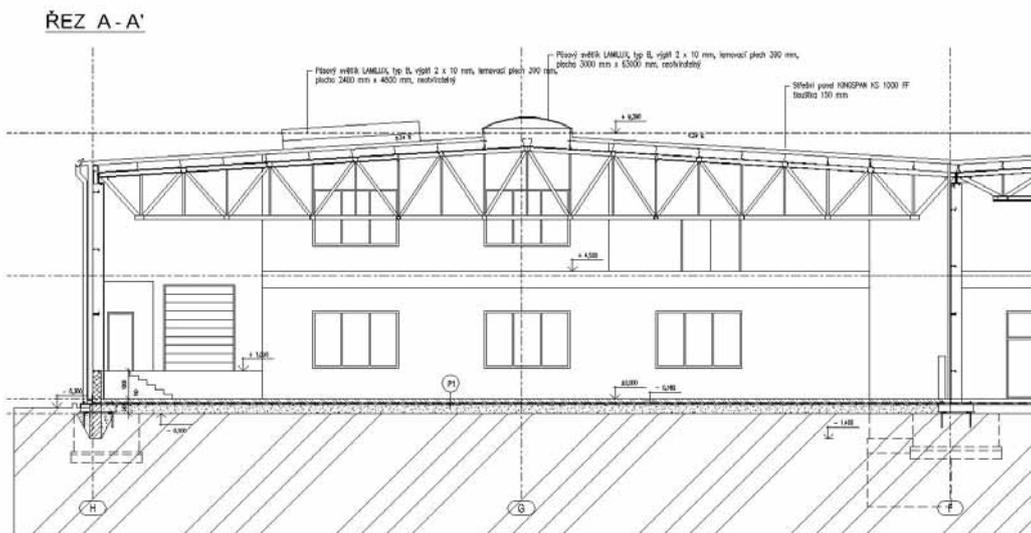
Od výrobní haly E je novostavba oddělena požárně dělící konstrukcí.

Hodnoceno dle požadavků ČSN 73 0804 a norem navazujících.

Půdorys haly



Řez halou



c) Rozdělení stavby do požárních úseků

Hala F tvoří samostatný požární úsek.

Požární úsek haly je posouzen jako dvoupodlažní.

Sousední požární úsek hal D a E není přístavbou dotčen, nemění se.

Šachta nákladního výtahu je umístěna v hale F a je součástí tohoto požárního úseku.

d) Stanovení požárního a ekonomického rizika

Hala se zpracováním plastů pro elektrotechnické účely je zařazena do IV. skupiny výrob a provozů.

Výpočet požárního a ekonomického rizika je uveden v příloze, v hale budou skladovány suroviny v množství nutném pro výrobu. Předpokládá se maximálně 20.000 kg plastů případně jiných hořlavých hmot – obaly, cívky, palety apod., skladovací plocha je variabilní, započteno je 180 m² v dílčích zónách o plochách menších než 50 m², tj. nebude docházet k vytváření místně soustředěného požárního zatížení. Hořlavé kapaliny budou soustředěny výhradně v chemickém skladu v sousední hale E.

Požární zatížení ruční výroby na otevřeném ochozu je přepočteno na plochu 1.NP.

Požární riziko

Nosné a požárně dělící konstrukce stavby jsou nehořlavé, podlažnost objektu $n_p = 2$.

N 1.01/N2

$t_e = 56,0$ minut

Ekonomické riziko

Index pravděpodobnosti vzniku a rozšíření požáru $P_1 = 1,02$

Index pravděpodobnosti rozsahu škod $P_2 = 740$

Velikost výrobního požárního úseku F je vyhovující, požárně bezpečnostní zařízení z titulu ČSN 73 0804 nejsou požadována.

Hodnocení

Číslo	$t_e \times k_8$	SPB	označení	pozn.
N 1.01/N2	32,8 minut	II	Hala F	

Velikost posuzovaného požárního úseku je vyhovující, požárně bezpečnostní zařízení nejsou požadována.

Sousední hala E byla v rámci původního PBR zařazena do SPB I.

e) Zhodnocení stavebních konstrukcí

Na rozhraní haly E a haly F je proveden sendvičový obvodový plášť s odolností EI 30 (KINGSPAN, minerální výplň). Nosné ocelové konstrukce stěny jsou umístěny ze strany haly E, ze strany haly F se plášť hodnotí odolností EI 30 DP1, vyhoví – jedná se o požárně dělící stěnu mezi požárními úseky, nikoliv stěnu mezi stavebními objekty.

Vrata v dělící stěně mezi požárními úseky E a F jsou osazena jako požární uzávěr EW 15 DP1 se samozavírači, za provozu trvale otevřená, jištěná magnety a ovládaná systémem EPS.

Na ochozu jsou mezi halami E a F osazeny dveře s odolností EW 15 DP1 vybavené samozavírači.

Na rozhraní výtahové šachty a haly E budou osazeny dveře s odolností EW 15 DP1 vybavené samozavírači.

Obvodové stěny haly F jsou provedeny jako sendvičové (KINGSPAN) a vykazují odolnost EW 15 DP1 (limitováno odolností nosných paždíků).

Požární pásy nejsou na rozhraní hal požadovány.

Nosná ocelová konstrukce je posouzena výpočtem dle ČSN EN 1993-1-1, konstrukční systém byl v rámci strojního výpočtu zatížen nominální teplotní křivkou. Všechny nosné ocelové prvky vykazují požadovanou odolnost R 15, statický výpočet je součástí projektové dokumentace.

Nosná konstrukce střechy haly vykazuje odolnost R 15 minut (vazníky i typizované vaznice).

	Prut označení	Profil	Materiál	Ověření z hlediska teploty ¹	Součinitel průřezu A_m/V
R15	HP	HEB 180	S 355	$563,35 \leq 614,47$	159
R15	D	TR101,6×10	S 235	$583,15 \leq 661,86$	169

Poznámka: 1) Ověření požární odolnosti z hlediska teploty: $\theta_{a,t} \leq \theta_{a,cr,t}$, kde $\theta_{a,t}$ je návrhová hodnota teploty materiálu a $\theta_{a,cr,t}$ je návrhová hodnota kritické teploty materiálu. (rovnice 2.3, ČSN EN 1991-1-2)

Ocelová nosná konstrukce ochozu rovněž vykazuje odolnost R 15, tato hodnota je dle ČSN 73 0804 pouze doporučena, nejedná se o konstrukce zajišťující stabilitu objektu.

Střešní plášť objektu je proveden z panelů s minerální výplní tloušťky 150 mm, odolnost EI 120 je zajištěna.

f) Zhodnocení navržených stavebních hmot

Specifické požadavky na stavební hmoty ani povrchové úpravy nebyly zjištěny.

Obvodový plášť je posouzen jako konstrukce druhu DP1.

Použití polykarbonátových světlíků odpovídá požadavkům čl. 9.9.2 ČSN 73 08 04 písm. b).

g) Zhodnocení možnosti provedení požárního zásahu, evakuace osob

Výrobní hala F bude obsazena 30 osobami dle ČSN 73 0818.

V každém prostoru jsou zajištěny dvě nechráněné únikové cesty vedoucí na volné prostranství nebo do částečně chráněné únikové cesty – sousedního požárního úseku. Ochoz s jedinou nechráněnou únikovou cestou je posouzen podle článku 10.11.4, ČSN 73 0804, rozdělení únikové cesty do dvou směrů se nachází v přízemí v blízkosti paty schodiště.

Rolovací vrata na únikových cestách nejsou navržena.

Prostor expedice je opatřen pouze rolovacími vraty – expedice je pracovištěm pro dvě osoby a v době naskladňování resp. vyskladňování jsou vrata trvale otevřena a zajištěna.

Nejméně příznivé délky nechráněných únikových cest jsou posouzeny v příloze, mezní délka únikové cesty ani mezní doba evakuace není v žádném případě překročena, šířka únikové cesty 1,5 únikového pruhu je vždy dodržena.

Náhradní únikové možnosti nejsou požadovány.

Stávající hala E je jiným požárním úsekem a má charakter částečně chráněné únikové cesty dle čl. 10.3.b) ČSN 73 0804.

h) Odstupové vzdálenosti

Maximální odstupové vzdálenosti obvodových stěn :

- Západní fasáda F 6,4 m
- Severní fasáda F 6,2 m
- Jižní fasáda F 4,7 m

Do požárně nebezpečného prostoru haly F nezasahují žádné sousední budovy. Dotčeny nejsou ani obvodové konstrukce jiných požárních úseků výrobních hal.

Požárně nebezpečný prostor haly nezasahuje mimo stavební pozemek.

Obvodové konstrukce haly nezasahují do požárně nebezpečného prostoru sousedních budov.

i) Zabezpečení stavby požární vodou

Potřeba požární vody: $Q = 25,0$ l/s při odběru z vodního zdroje. Odběrné místo dle ČSN 73 6639 zřízené na řece v blízkosti křižovatky komunikací lze započítat vydatností minimálně 25 l/s. Vzdálenost odběrného místa od objektu je menší než 400 m, vyhoví. Parametry vodního toku i parametry odběrného místa vyhovují normovým požadavkům (stávající odběrné místo pro potřeby výrobního areálu).

Vnitřní požární vodovod stavby je vybaven hydranty DN 25 s tvarově stálými hadicemi délky 30 m. Hydranty jsou navrženy tak, aby žádné místo haly F nebylo vzdáleno více než 40 m, přívodní potrubí je vždy ocelové. Požadovaný přetlak 0.2 MPa je dodržen.

j) Zásahové cesty, příjezdové komunikace

Přístupovou komunikaci tvoří především místní ulice a navazující zpevněná plocha areálu sila resp. sousedního komerčního areálu. Vjezdy do areálů mají vyhovující parametry. Nástupní plochy se nezřizují.

Vnější zásahové cesty hal jsou vybaveny žebříky dle ČSN 74 3282 se suchovody.

k) Hasící přístroje

Hala bude vybavena devíti PHP práškovými s hasicí schopností 21A. Pro halu je celkový počet hasicích jednotek $n_{HJ} = 54$ stanoven dle Vyhlášky 23/2008.

l) Technická a technologická zařízení stavby

Elektrotechnická výroba není výrobou s hořlavými kapalinami, ustanovení ČSN 65 0201 se neuplatní (množství hořlavých kapalin všech tříd nebezpečnosti v požárním úseku výroby je menší než 50 l).

Rozvody hořlavých látek nejsou zřízeny.

Ve výrobě jsou umístěny dvě tlakové nádoby na dusík s vnitřním objemem maximálně 600 l. Dle ČSN 07 8304 je umístění těchto nádob v jednopodlažní části výrobní haly vyhovující, nádoby s odběrem plynu se zároveň posuzují jako tlakové stanice. Minimální vzdálenost nádob 10.0 m je dodržena.

Pro instalaci a provoz nádob do objemu 1000 l zároveň platí požadavky ČSN EN 1251-3 Kryogenní nádoby.

Umístění nádob, technické provedení podlah i způsob odvětrání halového prostoru vyhovují požadavkům normy.

V provozu budou dále umístěny dvě tlakové lahve s uhlovodíkovými plyny do 15 kg náplně v jednoduchých tlakových stanicích. Umístění lahví ve výrobě není omezeno, ukládání prázdných lahví není navrženo.

Objekt je napojen skrze stávající haly C a E na nadzemní parovod. Přípojka pro budovy je stávající, výměňková stanice je umístěná na ochozu haly E.

Pro potřeby výroby a manipulace bude zajištěno temperování hal teplotovzdušnými jednotkami, ohřev vzduchu bude napojen na teplovodní rozvody.

Prostupu nehořlavých potrubí požárně dělící stěnou jsou utěsněny nehořlavými hmotami, v případě hořlavých izolací budou použity protipožární tmely, případně manžety.

Centrální systém VZD je navržen v hale F včetně strojovny je umístěn v jediném požárním úseku.

Dodávku elektrické energie pro novostavbu zajišťuje nová trafostanice provedená jako rozšíření stávajícího zařízení na stavební parcele č. 690.

Elektrická instalace je provedena v souladu s platnými ČSN a opatřena revizní zprávou.

Prostupy kabelů požárně dělicími konstrukcemi budou opatřeny systémovými kabelovými ucpávkami s požadovanou požární odolností (například HILTI, PROMASEAL nebo INTUMEX).

Objekt je vybaven hromosvodem dle ČSN 34 1390, ocelová konstrukce je uzemněna.

Technologické vybavení haly vyžaduje instalaci rozvodů stlačeného vzduchu, potrubí je napojeno na stávající kompresorovnu v hale E.

m) Souhrn zvláštních požadavků

Zvláštní požadavky na stavební konstrukce nebyly zjištěny.

Požární uzávěry budou doloženy prohlášením o shodě a označeny dle platného právního předpisu.

n) Požárně bezpečnostní zařízení stavby

Telefonní spojení s HZS je veřejnou telefonní resp. radiotelefonní sítí. Požární úsek haly F je na základě požadavků investora vybaven zařízením EPS. EPS je vybavena tlačítky, lineárními hlásiči pod střechou haly a optokouřovými hlásiči. Ústředna EPS je stávající a je umístěna do prostoru se stálou službou – vrátnice areálu. Projekt EPS je předmětem samostatné přílohy.

Pro požární úseky není nutno zřizovat samočinné hasicí zařízení.

Posouzení podmínek evakuace po nechráněných únikových cestách z hlediska ohrožení osob zplodinami hoření a kouřem dle ČSN 73 0804 se neprovádí.

Stavba nebude vybavena zařízením pro odvod kouře a tepla při požáru.

Jiná požárně bezpečnostní zařízení nejsou v hale navržena.

o) Výstražné a bezpečnostní značky, tabulky

Hala bude vybavena bezpečnostními tabulkami a značkami dle ČSN ISO 3864.

Tabulky pro označení únikových cest a východů budou provedeny z fotoluminiscenčního materiálu podle ustanovení §2 odstavce 4 nařízení vlády 11/2002 Sb. Označeny budou směry úniku, únikové východy, nástěnné hydranty, pozice přenosných hasicích přístrojů, hlavní uzávěr vody a hlavní vypínač elektrické energie. Zároveň budou označeny všechny tlakové stanice resp. pozice tlakových nádob a instalovány všechny nezbytné značky spojené s provozem stanic.

Řešení požární bezpečnosti podle ČSN 73 0804, říjen 2002

n_{pn} = 2
n_{pp} = 0
n_p = 2

POŽÁRNÍ ÚSEK: N 1.01/N2

Skupina výrob a provozů : 4

Parametry místností v požárním úseku:

č.m.	č.p.	Účel	S m ²	hs m	So m ²	ho m
001	1	Výrobní hala	1399,7	8,70	316,8	20,92
004	2	Strojovna VZD	53,2	4,00	6,0	2,00
002	1	Kancelář	11,2	3,00	3,6	1,50
003	1	Manipulace	68,2	7,70	0,0	0,00

č.m.	č.p.	Účel	pn kg.m ⁻²	ps	k1	K
001	1	Výrobní hala	55,0	6,2	0,90	1,00
004	2	Strojovna VZD	15,0	5,0	0,90	1,00
002	1	Kancelář	40,0	10,0	0,90	1,00
003	1	Manipulace	50,0	5,0	0,90	1,00

Výpočty pro místnosti

č.m.	p kg.m ⁻²	k3	Fo	F1 m ^{1/2}	vv kg.m ⁻² .min ⁻¹	vp	F2 m ^{1/2}	TAU min	TAUE	Tg oC
001	54,77	3,04	0,140	0,140	1,81	-	-	30,0	62,0	1096
004	17,75	4,27	0,037	0,037	0,94	-	-	19,0	18,0	759
002	44,50	5,39	0,073	0,073	2,00	-	-	22,0	31,0	936
003	49,25	6,86	0,005	0,005	0,29	-	-	170,0	27,0	516

Požární riziko

Výpočtový režim : TAUE z pravděpodobné doby trvání požáru (čl.6.2.3)

Konstrukční systém : Nehořlavý (pouze DP1 podle 5.7.1 a)

Plocha požár. úseku S [m²] = 1532,30
Plocha pro výpočet p. zatížení S [m²] = 1532,30
Průměrná sv. výška hs [m] = 8,45
Počet podlaží, čl.5.3.6 pro určení SPB = 2
Celkový počet podlaží v požárním úseku = 2
Počet podlaží v úseku podle čl.5.3.2a) = 2
Plocha stav. otvorů So [m²] = 326,40
Nahodilé zatížení pn [kg.m⁻²] = 47,95

Stálé zatížení	ps [kg.m-2]	=	5,21
Požární zatížení	p [kg.m-2]	=	53,16

Součinitel	k3	=	3,27
Plocha konstrukcí	Sk [m2]	=	5006,16
(Sk stanovena součtem Ski místností požárního úseku)			
Parametr odvětrání	Fo [m1/2]	=	0,140
Požárně bezpeč. zařízení a opatření c		=	1,000
Součinitel	k4	=	1,000
Součinitel	K (průměr.)	=	1,000
Parametr odvětrání	F1 [m1/2]	=	0,140
Součinitel	GAMA	=	4,251
Rychlost odhoř.	vv [kg.m-2.min-1]	=	1,945
Pravděpodobná doba	TAU [min]	=	27,3
Ekvivalentní doba	TAUe [min]	=	56,0
Teplota plynů	Tg [oC]	=	1086,0
Součinitel	k5	=	1,41
Součinitel	k6	=	1,0
Součinitel	k8	=	0,589
Součin	TAUe.k8 [min]	=	32,810

Stupeň požární bezpečnosti = II.

Ekonomické riziko (čl. 7)

Vliv následných škod:	součinitel k7 =	2,00
Pravděpodobnost vzniku a rozšíření požáru	p1 =	1,02
Pravděpodobnost rozsahu škod způsob.požárem	p2 =	0,17
Index pravděpodobnosti vzniku požáru P1 (rov.17)	=	1,02
Index pravděpodobnosti rozsahu škod P2 (rov.18)	=	739,83
Mezní hodnota indexu P2 (rov.20, diagram 1 obr.6)	=	1434,77
Pomocná hodnota	Z =	8404,99
Koeficient	k+ (k5.k6.k7) =	2,83
Mezní půdorysná plocha požárního úseku Smax [m2]	=	2971,60
Počet přenosných hasicích přístrojů	nr =	7,9

Obsazení požárního úseku osobami podle ČSN 73 0818

Údaje z projektu				Údaje z tabulky 1				
Místn. číslo	Druh místnosti	Plocha v m ²	Počet osob proj.	Položka	Plocha na os. v m ²	Sou-čet čí- nitel	Počet osob 6.2	čl.
001	Výrobní hala	1605,1	30		0,0	1,50	45	Ne
002	Kancelář	11,2	1		0,0	1,50	2	Ne
003	Manipulace	68,2	2		0,0	1,50	3	Ano

Únikové cesty

Jediná úniková cesta

Započitatelný počet osob podle ČSN 73 0818 = 47
 Půdorysná plocha [m²] připadající na 1 osobu = 32,6
 Časový limit t_e [min] = 3,60
 Skupina výrob a provozů : 4

č.	Typ	$t_{u,max}$ [min]	$t_{l,max}$ [min]	l [m]	$u_{,min}$ [1=0.55 m]	$E.s$	$E.s,m$ [os]	Evak.	Únik	Vyhovuje?	
1	NÚC	2,50	2,32	75,9	70,0	1,0	1,5	10	250	S dolů	Ano
2	NÚC	2,50	1,92	76,7	53,5	1,0	1,5	35	250	S rovina	Ano

Odstupy

Ekvivalentní doba TA_{Ue} [min] = 56

č.	l [m]	h_u [m]	S_p [m ²]	S_{po} [m ²]	po [%]	Ta _{ue} [min]	k_{10}	k_{11}	I [kW.m-2]	d [m]	Pozn.
1	20,2	6,2	125	48	38	56	0,50	0,72	120,74	6,4	11.4.7
2	15,6	4,2	65	36	55	56	0,50	0,72	120,74	6,2	11.4.7
3	44,8	2,0	90	90	100	30	0,69	1,00	87,00	4,6	11.4.6
4	20,2	6,2	125	36	29	56	0,50	0,72	120,74	4,7	11.4.7

- 1 - Sever
- 2 - Západ
- 3 - Světlík
- 4 - Jih

Zásobování vodou pro hašení podle ČSN 73 0873, červen 2003

Plocha požár. úseku S [m²] = 1532,3
Požární zatížení p [kg.m⁻²] = 53,2
Součin p.S = 81457,1

Výška objektu h [m] = 4,5

1. Vnější odběrní místa (čl.5 ČSN 73 0873)

Druh objektu: výrobní objekt

Položka č. 4 v tab.1 a 2

Typ odběrního místa	Vzdálenosti [m] od objektu	mezi sebou	DN mm	v m.s ⁻¹	Q l.s ⁻¹	Obsah nádrže m ³	Pozn.
Vodní tok	400	0	0	1,5	25,0	0	

2. Vnitřní odběrní místa (čl.6 ČSN 73 0873)

Hadicový systém (čl. 6.1)	Světlost [mm]	Max.vzdálenost [m]
tvarově stálá hadice	25	40

Dimenzování vnitřního rozvodu vody (čl.6.8)

Přetlak (hydrodynamický) = min. 0,2 MPa

Průtok vody z uzavíratelné proudnice = min. 0,3 l.s⁻¹

Posouzení nutnosti vybavení požárního úseku EPS
(Podle ČSN 73 0875, březen 1992)

Součinitel charakteru prostoru j = 2,20
Součinitel ohrožení osob os = 0,90
Součinitel ohrožení hodnot oh = 1,00
Součinitel provozních vlivů ov = 1,10
Nutnost střežení $N = (j \cdot an + os \cdot oh) \cdot ov = 3,41$
 $3,5 > N \geq 3$, EPS se doporučuje

Export: modul NX804PRO (c) 2002-2006 Radim Bochňák, FIRE-NX, www.e-riziko.cz

3.4A.3 Shrnutí

Použitý výpočet požární odolnosti ocelových konstrukcí jednopodlažní halové stavby s minimálními nároky na požární odolnost prokázal, že konstrukce splňují požadované parametry. Parametry dvou uvedených referenčních prvků stanovené empirickým postupem rámcově odpovídají parametrům stanoveným tabulkovým postupem dle publikace PAVUS.

Řešení prokázalo, že konstrukce vyhoví bez použití dodatečných požárně odolných úprav, resp. bez nutnosti zvyšovat dimenze posuzovaných prvků.

3.4B Ověření požární odolnosti konstrukce

Z posuzované konstrukce byly vybrány dva prvky, u kterých je posouzena požární odolnost. Jedná se o horní pás příhradového vazníku HEB180 a diagonálu TR133/10.

3.4B.1 Vstupní údaje

A) Identifikační údaje

Identifikační údaje o stavebním objektu, investorovi, zhotoviteli stavby a dokumentace nejsou uvedeny v řešeném příkladu.

B) Přehled podkladů

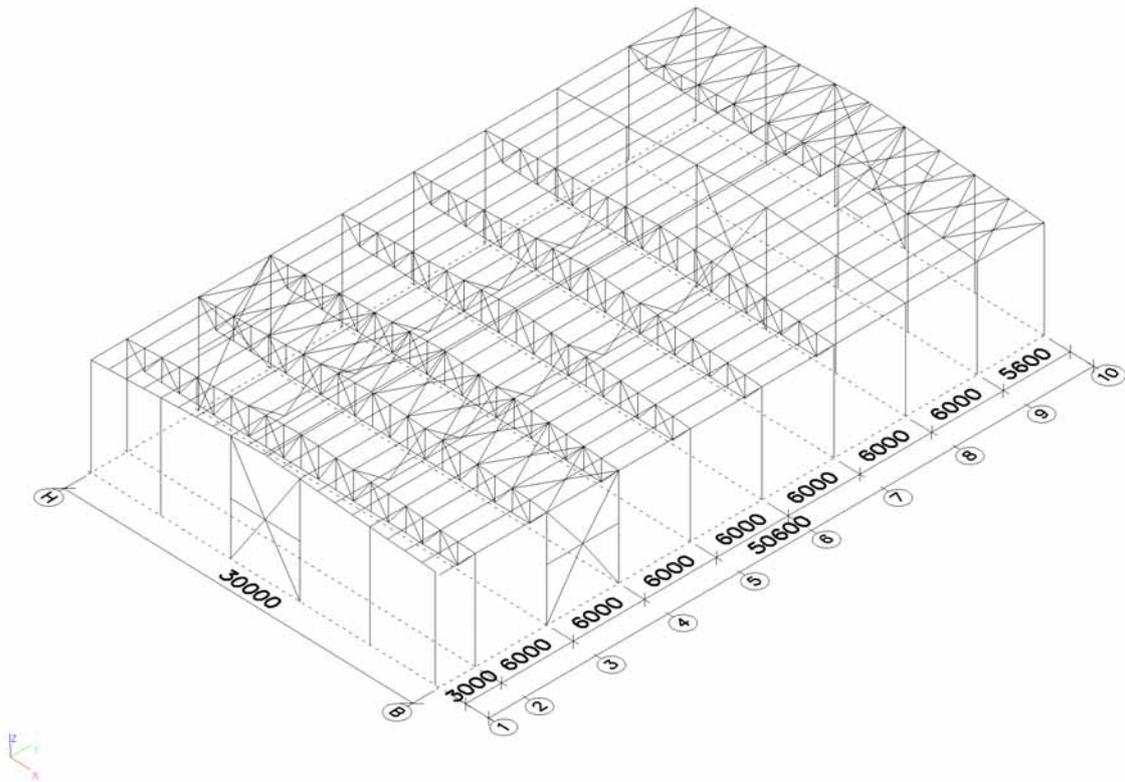
Opláštění haly je tvořeno střešními a stěnovými sendvičovými panely s jádrem z minerální vlny. Hala je součástí výrobního areálu a je obestavěna dalšími halami. Konstrukčně však tvoří samostatný celek. Část haly má vestavené mezipatro, tato část objektu však není součástí řešeného příkladu.

C) Koncepční řešení

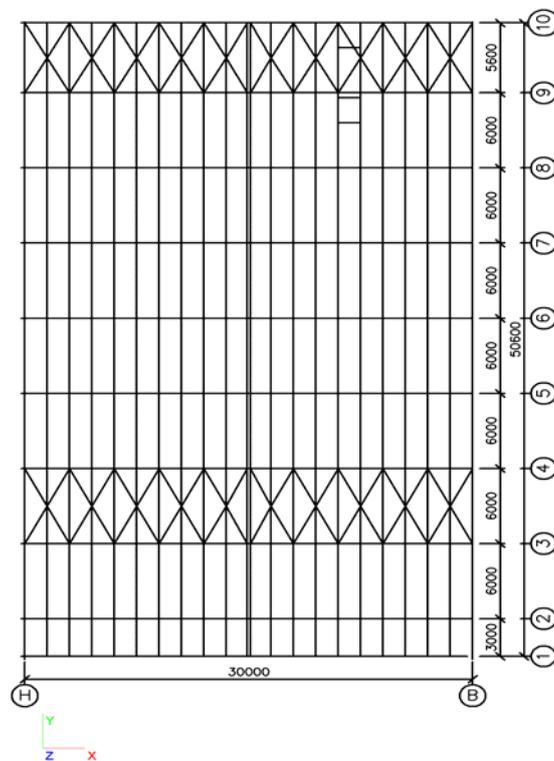
Sestavu konstrukce tvoří soustava do základů vetknutých sloupů v modulu 6 m nesoucí příhradové sedlové vazníky s rozponem 30 m. Vazníky nesou vaznicemi s rozpětím 6 m a podpírají střešní plášť ze sendvičových panelů. Prostorovou tuhost zajišťují střešní příhradová ztužidla, stěnová ztužidla a vetknuté obvodové sloupy. Štítové sloupy a sloupy vnitřní dělicí stěny jsou kotveny kloubově.

Prvky konstrukce budou navrženy a posouzeny na požární odolnost **R15**.

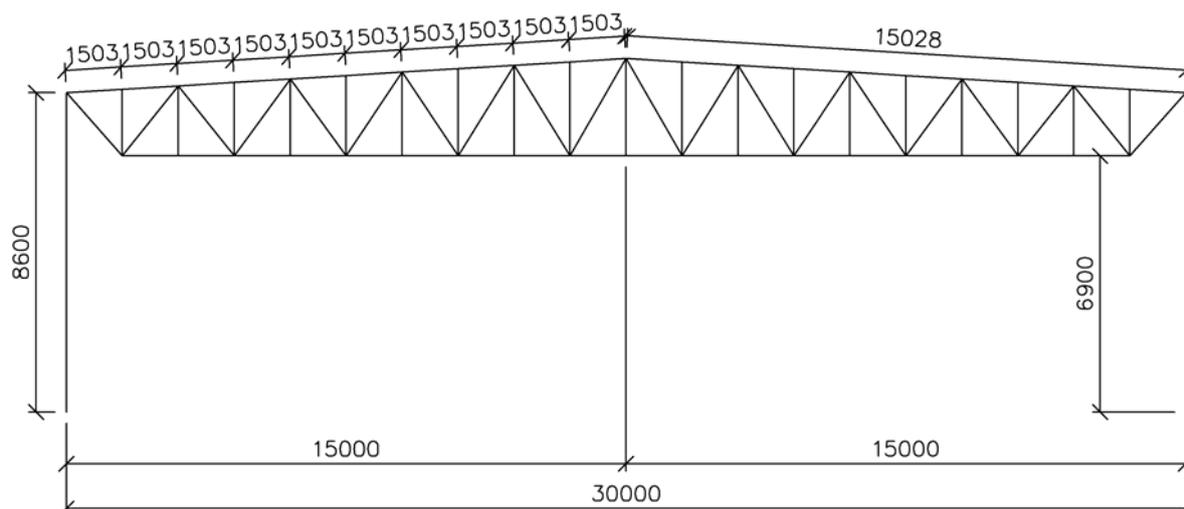
D) Dispoziční, stavebně technické, řešení objektu



3.4B.1 Geometrické schéma konstrukce



3.4B.2 Půdorysné rozměry konstrukce



3.4B.3 Příčný řez konstrukcí

E) Seznam použitých norem a podkladů

ČSN EN 1990, ČSN EN 1991-1-1, ČSN EN 1991-1-2, ČSN EN 1991-1-3, ČSN EN 1991-1-4, ČSN EN 1993-1-1, ČSN EN 1993-1-2.

F) Údaje o použitém softwaru

Statický výpočet byl vypracován pomocí programu Scia Engineer v. 9.0.389, dále jen S.E.

3.4B.2 Ověření požární odolnosti

G) Vstupní data pro výpočet

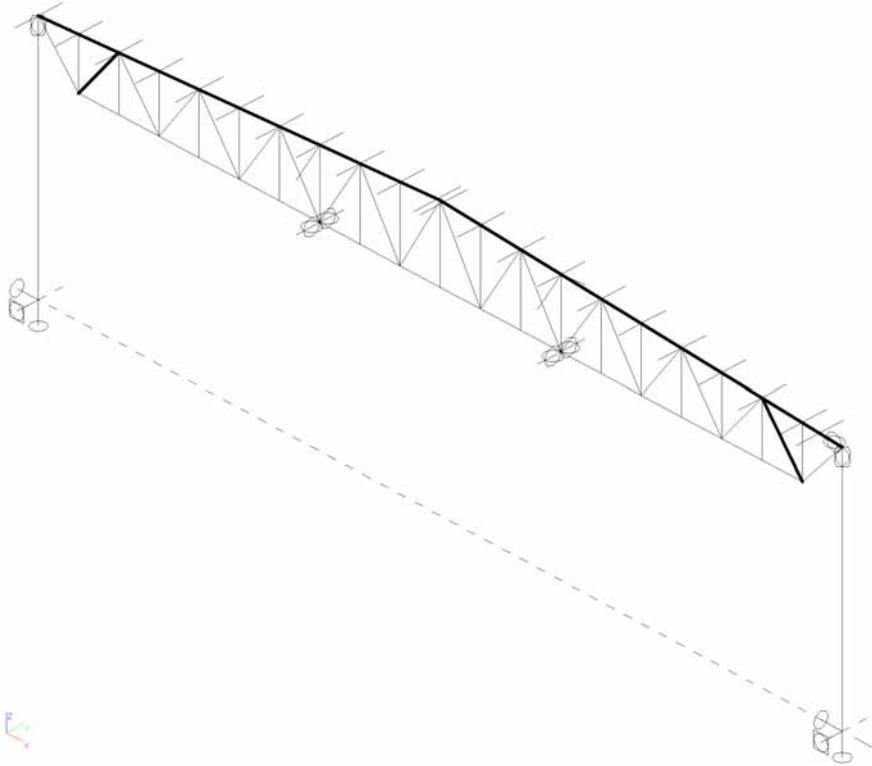
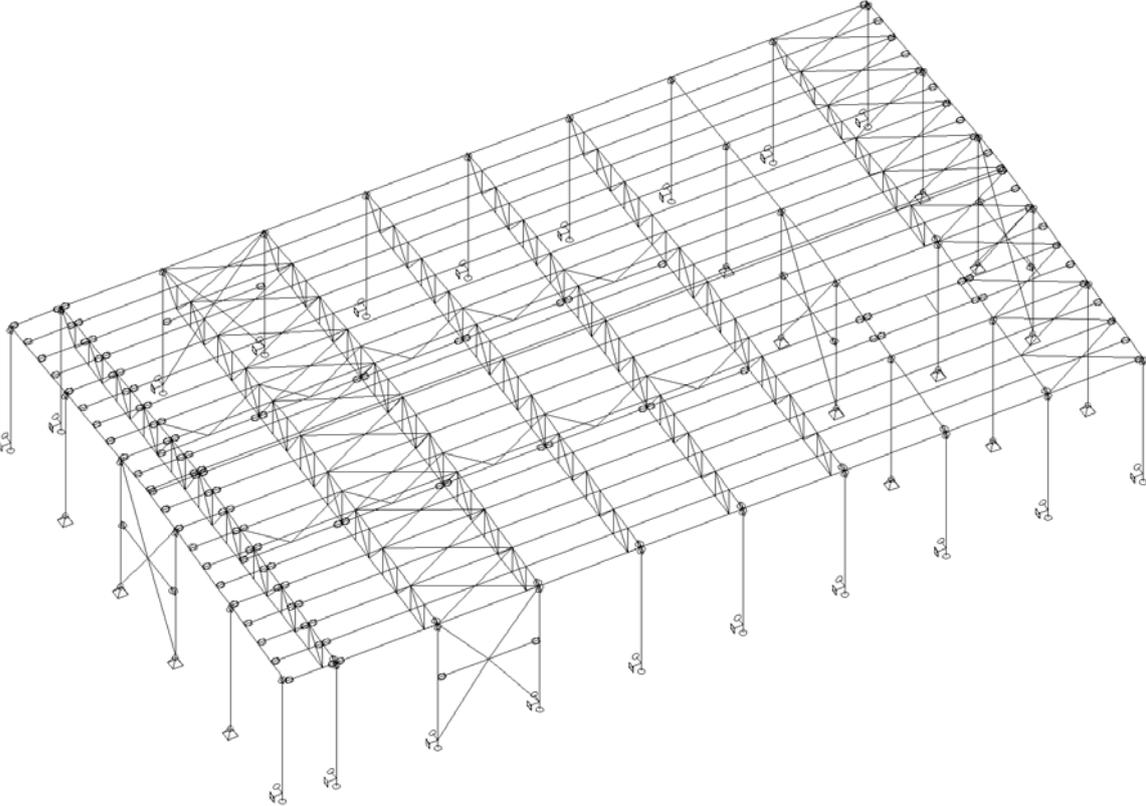
Použitý materiál

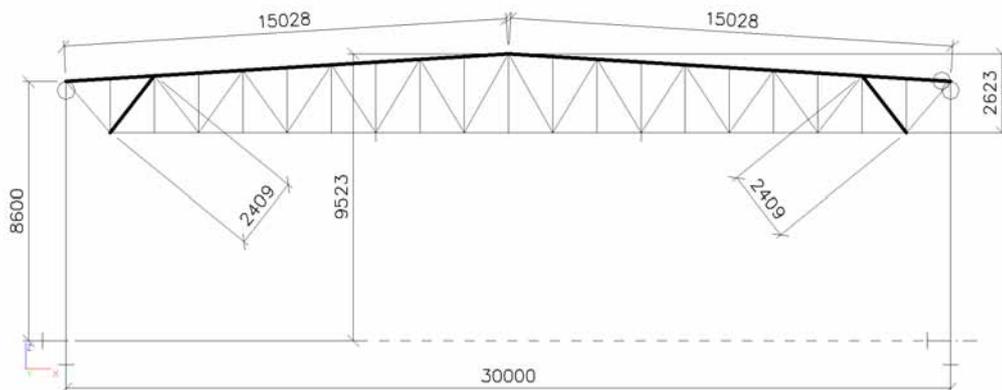
Jméno	S 355	S 235
Typ	Ocel	Ocel
F_y [MPa]	355	235
F_u [MPa]	510	360
Tep.roztaž. [m/mK]	1,200e-05	1,200e-05
Jednotková hmotnost [kg/m ³]	7850	7850
E [GPa]	210	210
Poissonův součinitel	0,3	0,3
G [GPa]	80,76	80,76
Tep. rozt. (požár) [m/mK]	1,400e-05	1,400e-05
Měrné teplo [J/gK]	6,0000e-01	6,0000e-01
Tepelná vodivost [W/mK]	4,5000e+01	4,5000e+01

Průřezové charakteristiky posuzovaných prvků

Jméno	Typ	Materiál	A [m ²]	A_y [m ²]	A_z [m ²]	I_y [m ⁴]	I_z [m ⁴]
HP	HEB180	S 355	6,5250e-03	4,2734e-03	1,3062e-03	3,8310e-05	1,3630e-05
D	TR133×10	S 235	3,8600e-03	2,4574e-03	2,4574e-03	7,3600e-06	7,3600e-06

H) Grafická schémata





3.4B.4 Statické schéma konstrukce, vyznačení posuzovaných prvků

I) Tepelná zatížení

Pro tepelné zatížení konstrukce byla použita Normová křivka ISO 834.

J) Mechanické zatížení

Jméno	Typ působení	Popis
vl.v.	Stálé	Vlastní tíha konstrukce
G	Stálé	Opláštění - panely
S	Nahodilé	Sníh
vítr +x	Nahodilé	Vítr – směr +x
vítr -x	Nahodilé	Vítr – směr -x
vítr +y	Nahodilé	Vítr – směr +y
vítr -y	Nahodilé	Vítr – směr -y
techn	Stálé	Stálé zatížení od tech. vybavení haly

Stálé zatížení – vl. tíha., G

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Objemové tíhy, vlastní tíha a užité zatížení pozemních staveb

Stálé zatížení je od vlastní tíhy konstrukce (generováno statickým programem), střešními a stěnovými panely.

Střešní panely Kingspan KS1000 FF150, hmotnost: 30,35 kg/bm

Zatěžovací šířka vaznic: 1,5m; okapní vaznice: 0,75m.

Stěnové panely Kingspan KS1000 TF100, hmotnost: 12,64 kg/bm

Dílčí součinitel stálého zatížení - příznivý 1,00, nepříznivý 1,35.

Proměnné (klimatické) zatížení – S

ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem

Charakteristická hodnota zatížení sněhem S_k je odvozena z mapy sněhových oblastí na území České republiky. Posuzovaná konstrukce je v oblasti číslo IV (lokalita: Trutnov).

$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

kde μ_i je tvarový součinitel zatížení sněhem $\rightarrow \mu_i = 0,8$; sklon střešní roviny je 5° .

s_k ... charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi \rightarrow ; $s_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$ oblast 4

C_e ...součinitel okolního prostředí $\rightarrow C_e = 1,0$; normální topografie

C_t ...tepelný součinitel $\rightarrow C_t = 1,0$

Proměnné (klimatické) zatížení – W

ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem

Výchozí základní rychlost větru v_{b0} je odvozena z mapy větrných oblastí na území České republiky. Posuzovaná konstrukce je v oblasti číslo II (lokalita: Trutnov).

Zatížení větrem je generováno programem S.E., pro správné generování je nutno uvést do programu tyto údaje:

$$V_{b0} = 25 \text{ m/s}$$

$$C_{dir} = 1,00 \quad \text{součinitel směru}$$

$$C_{season} = 1,00 \quad \text{součinitel ročního období}$$

$$C_o = 1,00 \quad \text{součinitel orografie}$$

$$C_{prob} = 1,00 \quad \text{součinitel pravděpodobnosti}$$

$$\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3 \quad \text{hustota vzduchu}$$

Kategorie terénu a jeho parametry

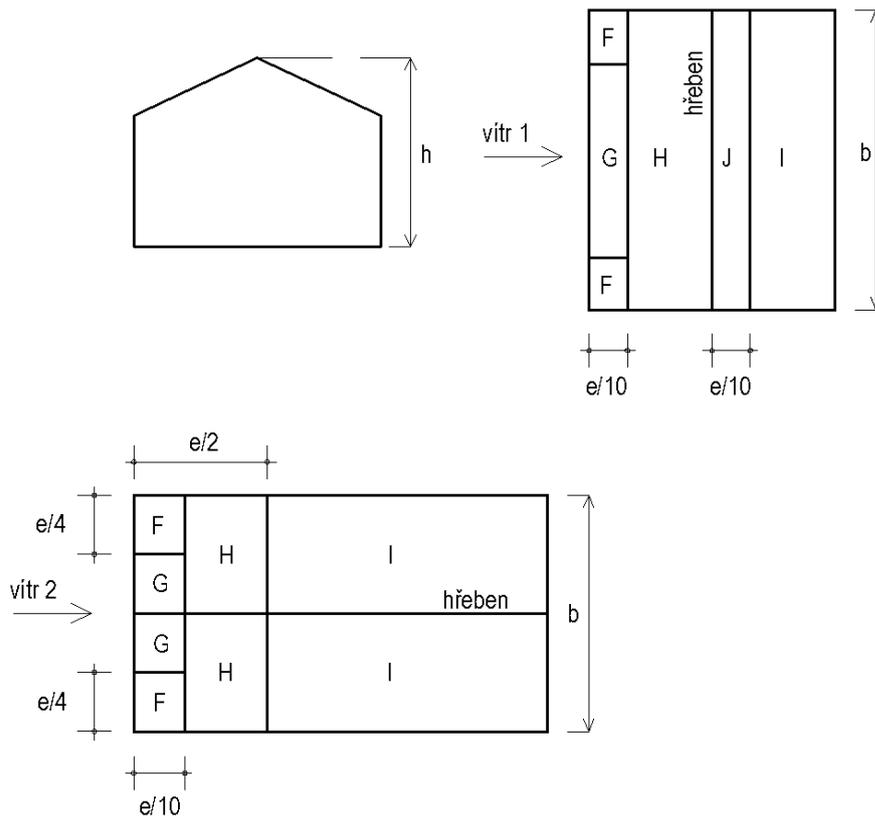
Drsnost - kategorie III (vesnice, předměstský terén)

$K_r = 0,215$; $z_0 = 0,300\text{m}$; $z_{min} = 5,00\text{m}$

Součinitele vnějšího tlaku pro sedlové střechy

Vítr 1: $F = -1,7$; $G = -1,2$; $H = -0,6$; $I = -0,6$; $J = -0,6$

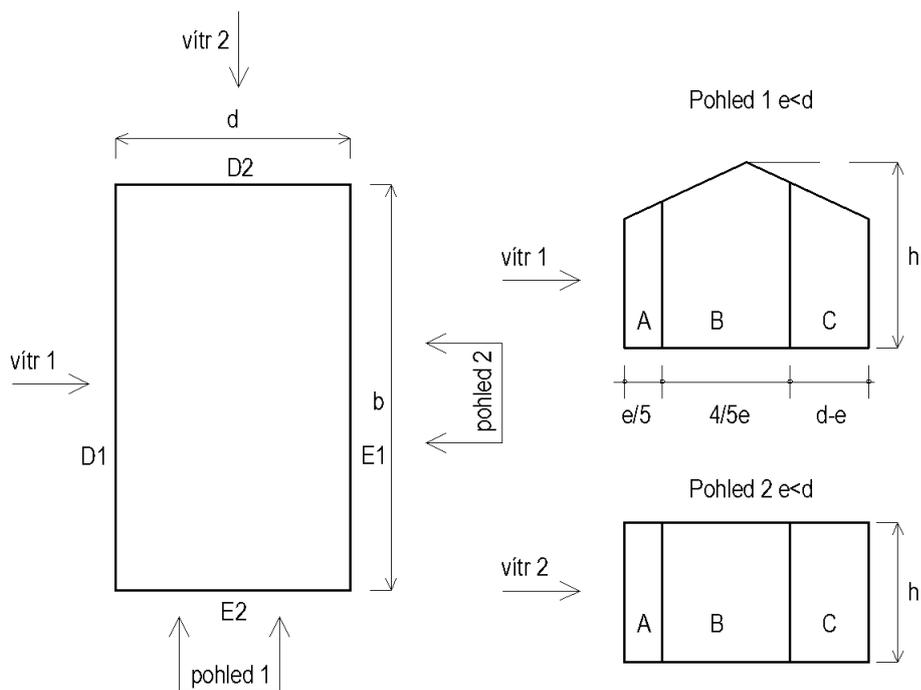
Vítr 2: $F = -1,6$; $G = -1,3$; $H = -0,7$; $I = -0,6$



Součinitele vnějšího tlaku pro svislé stěny s pravoúhlým půdorysem

Vítr 1: $A = -1,2$; $B = -0,8$; $C = -0,5$; $D = +0,7$; $E = -0,3$

Vítr 1: $A = -1,2$; $B = -0,8$; $C = -0,5$; $D = +0,7$; $E = -0,3$



Kombinace zatížení pro mezní stavy únosnosti

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

Kombinace zatížení pro trvalé a dočasné návrhové situace (základní kombinace)

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_p \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$\gamma_{G,j}$...dílní součinitel j-tého stálého zatížení

$G_{k,j}$...charakteristická hodnota j-tého stálého zatížení

γ_p ...dílní součinitel zatížení od předpětí

P ...příslušná reprezentativní hodnota zatížení od předpětí

$\gamma_{Q,1}$...dílní součinitel hlavního proměnného zatížení

$Q_{k,1}$...charakteristická hodnota hlavního proměnného zatížení

$\gamma_{Q,i}$...dílní součinitel i-tého proměnného zatížení

$\psi_{0,i}$...součinitel pro kombinační hodnotu proměnného zatížení

$Q_{k,i}$...charakteristická hodnota vedlejšího i-tého proměnného zatížení

Kombinace zatížení pro mimořádné návrhové situace

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + (\psi_{1,1} \text{ nebo } \psi_{2,1}) \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

A_d ...návrhová hodnota mimořádného zatížení

ψ_1 ...součinitel pro častou hodnotu proměnného zatížení

ψ_2 ...součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení

Pozn.: kombinace jsou generovány programem S.E.

Popis kombinací

Jméno	Popis kombinací
1	vl.váha*1,35 + stálé*1,35 + sníh*1,50 + vítr+x*0,90 + techn*1,35
2	vl.váha*1,00 + stálé*1,00 + sníh*0,20 + užité*0,80 + techn*1,00
3	vl.váha*1,35 + stálé*1,35 + sníh*1,50 + vítr+y*0,90 + příčky*1,35 +techn*1,35
4	vl.váha*1,00 + stálé*1,00 + sníh*0,20 + techn*1,00

Vnitřní síly na prutech

V tabulkách jsou uvedeny vnitřní síly od nejnepříznivější kombinace zatížení

Průřez: HEB180 (horní pás)/běžná teplota

Prvek	Stav	dx [mm]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
HP	MSU/1	9017	-1594,15	5,42	12,20	6,01

Průřez: TR133×10 (diagonála)/běžná teplota

Prvek	Stav	dx [mm]	N [kN]
D	MSU/1	0,00	-690,75

K) Ověření při běžné teplotě

ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

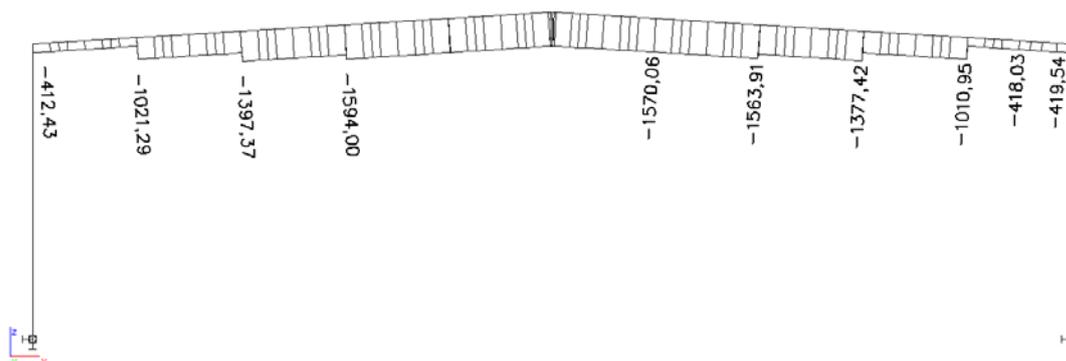
Průřez: HEB180 (horní pás)

HP	HEB180	S 355	MSU/1	0,95
----	--------	-------	-------	------

Průřez: TR133×10 (diagonála)

D	TR133×10	S 235	MSU/1	0,85
---	----------	-------	-------	------

Ověření únosnosti a stability za běžné teploty není podrobně rozvedeno. Z důvodu názornosti a porovnání je u vybraných prutů uveden jednotkový posudek pro nejnepříznivější stav zatížení (poslední číslo v tabulkách).



3.4B.5 Grafické znázornění průběhu normálové síly na horním pásu příhradového vazníku (běžná teplota)

L) Ověření na účinky požáru

Průřez: HP (horní pás) - HEB180

L1) Teplotní analýza

Požární odolnost podle EN 1993-1-2 v teplotní/časové oblasti.

Výsledky jsou uvedeny pro posouzení v čase $t = 15,0$ min

Data pro požární odolnost		
Křivka teplota - čas	Normová křivka ISO 834	
Součinitel přestupu tepla prouděním Alfa,c	25,00	W/m ₂ K
Emisivita vztažená k úseku požáru Epsilon,f	1,00	
Emisivita vztažená k ploše materiálu Epsilon,m	0,70	
Polohový faktor toku tepla sáláním Fi	1,00	
Požadovaná požární odolnost	15,00	min
Teplota materiálu Teta a,t	563,35	°C
Teplota plynu Teta,g	738,56	°C
Kritická teplota Teta a,cr	614,47	°C
Požární odolnost	17,02	min
Opravný součinitel Kappa 1	1,00	
Opravný součinitel Kappa 2	1,00	
Expozice nosníku	Všechny strany	
Am/V	0,159	1/mm
k sh	0,625	
Stupeň využití Mu0	0,41	
ky,Teta	1,00	
kE,Teta	1,00	

L2) Mechanická analýza

Vnitřní síly na prutu při požáru

Vnitřní síly		
N _{fi,Ed}	467,47	kN
V _{y,fi,Ed}	-0,62	kN
V _{z,fi,Ed}	2,29	kN
M _{y,fi,Ed}	1,88	kNm

HP	HEB180	S 355	C4	0,92
----	--------	-------	----	------

Průřez: D (diagonála) – TR101,6×10

L1) Teplotní analýza

Požární odolnost podle EN 1993-1-2 v teplotní/časové oblasti.

Výsledky jsou uvedeny pro posouzení v čase t = 15,0 min

Data pro požární odolnost		
Křivka teplota - čas	Normová křivka ISO 834	
Součinitel přestupu tepla prouděním Alfa,c	25,00	W/m ² K
Emisivita vztažená k úseku požáru Epsilon,f	1,00	
Emisivita vztažená k ploše materiálu Epsilon,m	0,70	
Polohový faktor toku tepla sáláním Fi	1,00	
Požadovaná požární odolnost	15,00	min
Teplota materiálu Teta a,t	583,15	°C
Teplota plynu Teta,g	738,56	°C
Kritická teplota Teta a,cr	661,86	°C
Požární odolnost	18,45	min
Opravný součinitel Kappa 1	1,00	
Opravný součinitel Kappa 2	1,00	
Expozice nosníku	Všechny strany	
Am/V	0,108	1/mm
k sh	1,000	
Stupeň využití Mu0	0,30	
ky,Teta	1,00	
kE,Teta	1,00	

L2) Mechanická analýza

Vnitřní síly na prutu při požáru

Vnitřní síly		
N _{fi,Ed}	-184,33	kN

D	101,6×10	S 235	C4	0,88
---	----------	-------	----	------

3.4B.3 Shrnutí

M) Shrnutí rozhodujících výsledků

	prut - označení	profil	materiál	Ověření z hlediska teploty ¹	součinitel průřezu Am/V
R15	HP	HEB 180	S 355	$563,35 \leq 614,47$	159
R15	D	TR101,6×10	S 235	$583,15 \leq 661,86$	108

Poznámka:

1) Ověření požární odolnosti z hlediska teploty: $\theta_{a,t} \leq \theta_{a,cr,t}$, kde $\theta_{a,t}$ je hodnota teploty materiálu a $\theta_{a,cr,t}$ je hodnota kritické teploty materiálu.

N) Požadavky na postup výstavby konstrukce a kontrolu jakosti použitého materiálu

Nejsou požadovány speciální postupy výroby, výstavby, montáže.

O) Předpoklady použití

Nejsou požadovány zvláštní a specifické nároky pro požadovanou požární odolnost.

3.5 Vícepodlažní budova – nechráněná ocelová konstrukce

3.5A Požárně bezpečnostní řešení

3.5A.1 Analýza problému

Předmětem posouzení je požárně bezpečnostní řešení vícepodlažního objektu , který je v pož. bezpečnostní části řešen dle kodexu národních norem a ve statické části je řešen s využitím postupu dle Eurokódů pro nechráněnou ocelovou konstrukci. Jedná se o 2podlažní administrativní objekt s nechráněnou ocelovou konstrukcí. Posouzení bude porovnáno s totožným řešením pro chráněnou ocel požárním obkladem na deklarovanou požární odolnost s dopočteným navýšením požární odolnosti nad normový požadavek přes výpočet za požární situace dle Eurokódu. , tedy s dimenzováním statiky pro běžnou teplotu-příklad 3.6 a pro požární situaci nad požárním podhledem. Posouzení se týká svislých ocelových konstrukcí, konstrukce stropu a nosné konstrukce střechy. Posouzení ocelové konstrukce nad požárním podhledem dokládá navýšení požární odolnosti o odolnost ocelové konstrukce s možností použití pro vyšší stupně požární bezpečnosti požárního úseku.

3.5A.2 Požárně bezpečnostní řešení

a) Seznam použitých podkladů

Projekt řeší výstavbu administrativního objektu se zázemím.

Podklady: Projekt stavby, české normy: ČSN 73 0802, ČSN 73 0810, ČSN 73 0818, ČSN 73 0821, ČSN 73 0872. ČSN EN 1991-1-2 , ČSN EN 13501-1.

b) Stručný popis stavby

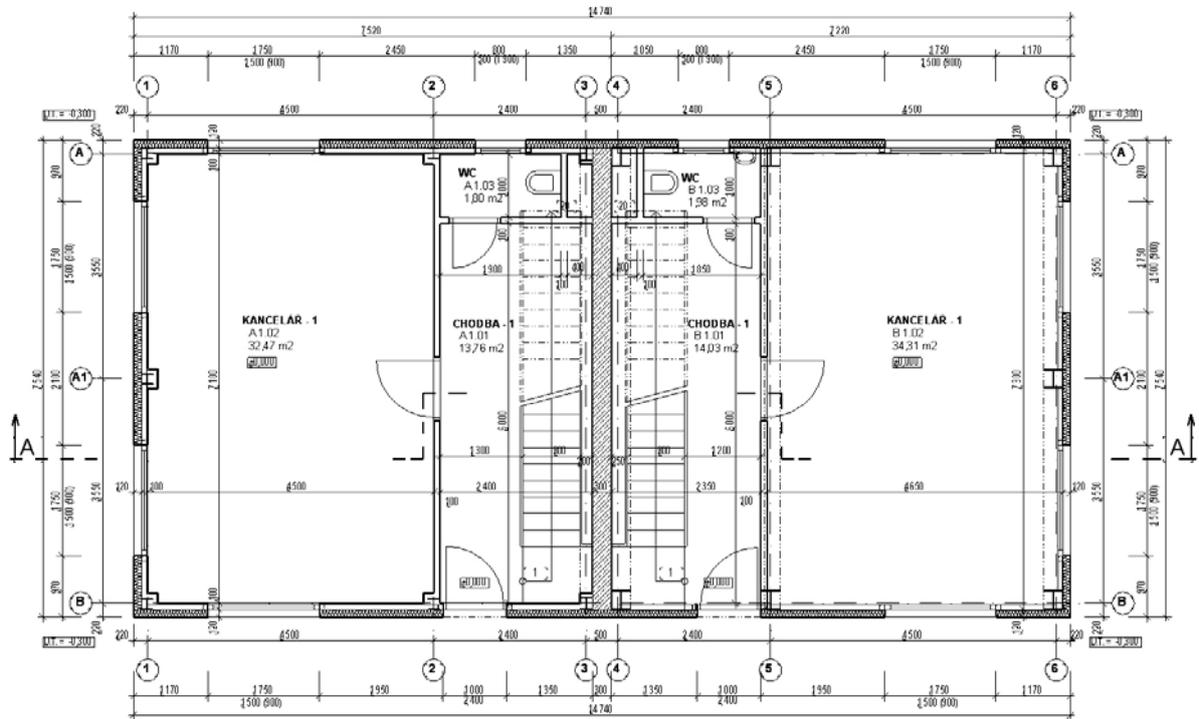
Popis stavby z hlediska stavebních konstrukcí, výšky stavby, účelu užití, popřípadě popisu a zhodnocení technologie a provozu, umístění stavby ve vztahu k okolní zástavbě.

Dispozice stavby:

PŮDORYS 1.NP:

CHRÁNĚNÁ OCEL ← →

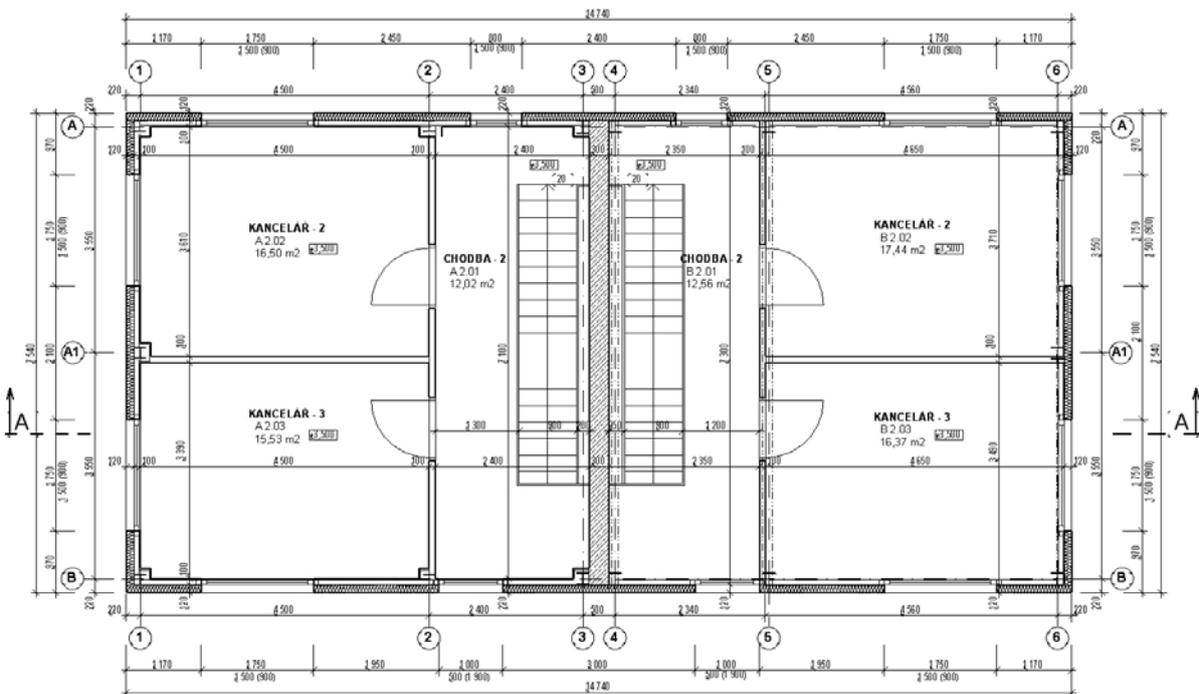
NECHRÁNĚNÁ OCEL:



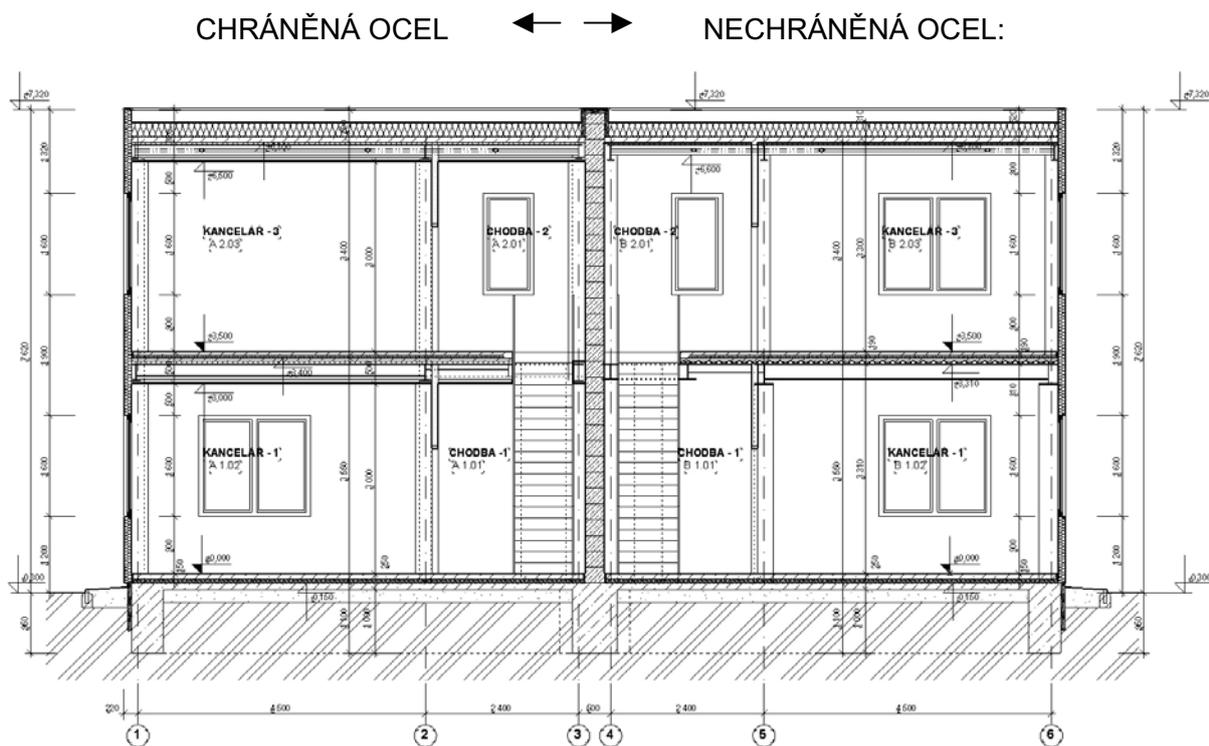
PŮDORYS 2.NP:

CHRÁNĚNÁ OCEL ← →

NECHRÁNĚNÁ OCEL:



ŘEZ A-A':



Popis stavby

Objekt je tvořen dvoupodlažní budovou s plochou střechou bez podsklepení. V 1. np - 2. np je hl. vstup se schodištěm a administrativní prostory se zázemím přístupné ze středového schodiště. Hlavní nosnou konstrukcí jsou prostorové ocelové rámy se ocelobetonovým stropem bez sprážením ve 2 variantách: s požární ochranou požárním podhledem s deklarovanou požární odolností dle SPB a bez ochrany s naddimenzováním nosné konstrukce dle Eurokódu na potřebnou požární odolnost. Obvodový plášť konstrukce je navržen z horizontálně kladených sendvičových panelů se sekundární ocelovou konstrukcí, která lemují stavební otvory a přenáší zatížení pouze od větru a vlastní tíhy pláště. Střešní plášť je variantně řešen buď jako nechráněný nebo chráněný podhledem s požární odolností. Objekt je novostavbou na pozemku investora. Přístup do objektu je z veřejné komunikace s přístupem požárních vozidel.

Technické vybavení objektu

Objekt je vytápěn z centrálního výměníku. Topení je ústřední teplovodní bez požadavku PBŘ. Větrání je přirozené, odvětrání vnitřních prostor je nucené s lokálními odtahy. Odtahy VZT jsou vedeny nad střechu objektu. Přívodní i odtahové potrubí prochází požárními stropy s plochou do 400 cm². VZT je řešena dle ČSN 730872.

Elektroinstalace bude provedena dle příslušných norem ČSN dle stanoveného vnitřního prostředí stanovené protokolem o vnitřním prostředí, viz. část EL.

Stavební konstrukce

Jedná se o dvoupodlažní stavbu bez podsklepení. Objekt je ocelovým skeletem se stěnami ze sendvičových panelů. Vodorovné konstrukce jsou ocelobetonové desky na trapézovém plechu bez spřažení se stropnicemi, ale zabraňují ztrátě stability stropnic přivařením plechů přes podložku. Schodiště je ocelové. Příčky jsou sádkartonové. Zasklení otvorů ve stěnách a obv. pláště je z dřevěných oken a dveří. Podlahy jsou betonové s povrchem z ker. dlažby resp. PVC. Podhledy v 1. - 2. np jsou v chráněné části kazetové s požadavkem na požární odolnost. Dle ČSN 730802 se jedná o nehořlavý konstrukční systém DP1. Výška objektu je $h = 3,5$ m. Chráněná a nechráněná část jsou staticky nezávislé a tvoří samostatné objekty.

c) Rozdělení stavby do požárních úseků,

Dle ČSN 730802 je objekt rozdělen do těchto požárních úseků:

1. np - 2. np - celkem 2 požární úseky

PÚ č.1 PÚ N1/N2.1 - kancelářské prostory se zázemím vč. schodiště- bez ochrany OK

Jedná se o dvoupodlažní požární úsek s celistvými stropy dle ČSN 73 0802 čl. 5.2.4a,b

Posouzení celistvosti podlaží:

Podlaží ve vícepodlažním požárním úseku:

č.p.	S [m ²]	Spno [m ²]	Spno,max [m ²]	osoby	NÚC	užitné	podle 5.2.4
1	48,5	0,0	0,0	14	Ne	Ano	a
2	44,5	4,2	4,2	6	Ne	Ano	a

d) Stanovení požárního rizika

Stanovení požárního rizika, popřípadě ekonomického rizika, stanovení stupně požární bezpečnosti a posouzení velikosti požárních úseků.

PÚ č.1 PÚ N1/N2.1 - kancelářské prostory se zázemím vč. schodiště- bez ochrany OK

$$\begin{aligned} S \text{ [m}^2\text{]} &= 88,81 \\ S_o \text{ [m}^2\text{]} &= 25,79 \\ h_o \text{ [m]} &= 1,56 \\ h_s \text{ [m]} &= 3,00 \\ S_m \text{ [m}^2\text{]} &= 33,00 \\ p \text{ [kg.m}^{-2}\text{]} &= 39,55 \\ a_n &= 0,991 \\ a &= 0,971 \\ b &= 0,604 \\ c &= 1,000 \\ \rho_v \text{ [kg.m}^{-2}\text{]} &= p.a.b.c = 23,18 \end{aligned}$$

Stupeň požární bezpečnosti (čl. 7.2) = II.

e) Zhodnocení navržených stavebních konstrukcí a požárních uzávěrů z hlediska jejich požární odolnosti

Stavební konstrukce

Jedná se o dvoupodlažní stavbu s mezilehlým stropem s pož. odolností. Objekt je ocelovým skeletem s lehkými obvodovými stěnami. Vodorovné konstrukce jsou ocelobetonové bez spřažení. Schodiště je ocelové. Příčky jsou sádkartonové. Zasklení otvorů ve stěnách a obv. pláště je z dřevěných oken a dveří. Podlahy jsou betonové s povrchem z ker. dlažby resp. PVC. Podhledy v 1. - 2. np jsou kazetové s požadavkem na požární odolnost. Dle ČSN 73 0802 se jedná o nehořlavý konstrukční systém DP1. Výška objektu je $h = 3,5$ m.

Požadavek ČSN 73 0802: tab.12:

Požární odolnost [min] stavebních konstrukcí a stupeň hořlavosti hmot

SPB (podle výpočtů p_v) = II.

1 Požární stěny a stropy, viz 8.2 a 8.3

v nadzemních podlažích	30+
v posledním nadzemním podlaží	15+
mezi objekty	45DP1

3 Obvodové stěny, viz 8.4.1 a 8.4.10

zajišťující stabilitu objektu nebo jeho části v NP	30+
zajišťující stabilitu obj. nebo jeho části v posledním NP	15+
nezajišťující stabilitu objektu nebo jeho části	15+

4 Nosné konstrukce střech, viz 8.7.2

15

5 Nosné konstr. uvnitř PÚ, zajišť. stabilitu objektu, viz 8.7.1 a 8.7.2

v nadzemních podlažích.....	30
v posledním nadzemním podlaží	15

8 Nenosné konstrukce uvnitř požárního úseku (viz 8.8.1)

-

9 Konstr. schodišť uvnitř PÚ, které nejsou součástí CHÚC, viz 8.9

15DP3

11 Střešní pláště, viz 8.15

-

Posouzení konstrukcí: pro II. SPB v np(posl.np) požadavek: skutečnost: /min./

Požární meziobjektové stěny – betonové.....	REI 45DP1	.....	180
Požární stěny -sádkartonové	REI 30(15)	.....	180
Požární stropy –železobetonové tl. 60 mm, tr. plech, 50 mm	REI 30	.....	30
Požární stropy –ocelová konstrukce NECHRÁNĚNÁ	R 30(15)	.....	30(15)
Obvodové stěny-sendvičové panely	REW 30	.....	180
Nosná kce střechy- ocelová nechráněná konstrukce.....	R 15	.....	15
Pož.uzávěry	EI,W 30DP3	.....	nejsou

Celistvost požárně dělících konstrukcí je zajištěna utěsněním prostupů.

Prostupy instalací ZT, EL, UT stropem budou utěsněny dle ČSN 730810.

Požární pásy se nepožadují- objekt do h = 12,0 m.

Požární odolnosti obvodových nosných a požárně dělících konstrukcí vyhovují ČSN 73 0802.

Detailní posouzení ocelové konstrukce - viz statické posouzení

Výtah mezních posouzení OK:

	Prut - označení	Profil	Materiál	Stupeň využití ¹	Součinitel průřezu A_m/V
R30	S1	HEB 300	S 235	0,86	96
R30	P1	HEA 340	S 235	0,85	134

Poznámka: 1) Stupeň využití je určen statickým výpočtem z výrazu $\frac{E_{fi,d}}{R_{fi,d,0}} \leq 1,0$ dle ČSN EN 1991-1-2.

Všechny konstrukce vyhovují daným SPB.

f) Zhodnocení navržených stavebních hmot

Zhodnocení navržených stavebních hmot (stupeň hořlavosti, odkapávání v podmínkách požáru, rychlost šíření plamene po povrchu, toxicita zplodin hoření apod.).

Navržené konstrukce jsou tř. hořlavosti A, A1 alt. B s konstrukcemi druhu DP1. Jiné požadavky nejsou. Materiály, které odkapávají či odpadávají při požáru, nejsou navrženy.

g) Zhodnocení možnosti provedení požárního zásahu, evakuace osob

Z objektu vede NÚC- schodiště se vstupem z ulice – jedná se o otevřený venkovní prostor.

Na tuto cestu navazují NÚC-chodby v 1. - 2. np. Ohrožení osob zplodinami hoření dle čl.9.1.2. ČSN 73 0802 se neposuzuje. Větrání NÚC je přirozené – okny.

Na únikové cestě bude nouzové osvětlení s lokálními zdroji el. energie.

Počet osob dle ČSN 73 0818 je:

Obsazení požárního úseku osobami podle ČSN 73 0818:

Údaje z projektu			Údaje z tabulky 1					
Místn. číslo	Druh místnosti	Plocha v m ²	Počet osob proj.	Položka	Plocha na os. v m ²	Sou- či- nitel	Počet osob 6.2	čl.
102	kancelář	33,0	0	1.1.1	5,0	0,00	7	Ne
103	wc	33,0	0	1.1.1	5,0	0,00	7	Ne
202	kancelář	16,3	0	1.1.1	5,0	0,00	3	Ne
203	kancelář	16,3	0	1.1.1	5,0	0,00	3	Ne

Posouzení úniků - sumář:

Je posouzena nechráněná úniková cesta 1 směrem po rovině - v místě úniku dveřmi na volné prostranství a dále NÚC po schodech dolů z 2. np pro příslušné počty osob.

Součinitel a = 0,971

Započitatelný počet osob podle ČSN 73 0818 = 20

Půdorysná plocha připadající na 1 osobu [m²] = 4,4

Ohrožení osob (čl.9.1.2) te [min] = 2,2

e. č.p.	Typ	tu	l,max	l	u,min	u	E.s	K	Ev.	Únik	Vyhovuje
		[min]	[m]		[1=0.55 m]		[osob]				

1	1 NÚC	---	26,4	13,0	1,0	1,5	20	59	S	rov.	Ano
2	1 NÚC	---	26,4	13,0	1,0	1,5	10	43	S	dolů	Ano

1 - NÚC 1 směrem na volné prostr-východ.

2 - NÚC 1 směrem na volné prostr-schodiště

Požadavek je min. 1,5 únikových pruhů – vyhovuje OTP. Kapacita 1,5 únikového pruhu je pro ostatní východy na NÚC vyhovující (dveře 900 mm).

Otevírání je ve směru úniku - vyhovuje.

Vybavení únikových cest

- dveře na únikových cestách se otevírají ve směru úniku s výjimkou dveří z funkčně ucelených skupin (tj. s počátkem úniku u vstupu do kanceláří)
- dveře na únikových cestách jsou bez prahu
- na únikových cestách bude označen směr úniku a únikové východy
- únikové cesty jsou elektricky a nouzově osvětleny

h) Stanovení odstupových, popřípadě bezpečnostních vzdáleností

a vymezení požárně nebezpečného prostoru, zhodnocení odstupových, popřípadě bezpečnostních vzdáleností ve vztahu k okolní zástavbě, sousedním pozemkům a volným skladům.

Odstupové vzdálenosti byly vypočteny pro požární zatížení pv a požárně otevřené plochy pro jednotlivé požárně otevřené plochy dle ČSN 73 0802 pro mezní tepelný tok 18,5 kW/m²:

Odstup od okna vel. 1,75 m × 1,5 m je d = 1,61 m

Odstupy jsou stanoveny dle normové teplotní křivky s těmito parametry pož. úseku:

Výsledky: Předpokládaná teplota požáru:	803,34 [°C]
Nejvyšší hustota tepelného toku (na povrchu sálavé plochy):	76,1 [kW/m ²]
Polohový faktor:	0,2412 [-]
Kritická hustota tepelného toku:	18,5 [kW/m ²]
Požadovaná odstupová vzdálenost (v přímém směru):	1,61 [m]
Max. odstup do stran (od okraje sálavé plochy):	0,89 [m]

Vstupní data: Šířka:	1750	[mm]
Výška:	1500	[mm]
Celková emisivita:	1	[-]
Procento sálání:	100	[%]
Konstrukční systém objektu:	nehořlavý	
Výpočtové požární zatížení (nebo t _e):	23,18	[kg/m ²] / [minut]
Teplotní režim:	Normová teplotní křivka	

Ostatní pož. odstupy od jednotlivých požárně otevřených ploch:

Odstup od okna vel. 0,8 m × 1,5 m je d = 1,06 m

Odstup od okna vel. 0,8 m × 0,5 m je d = 0,62 m

Odstup od dveří vel. 1,1 m × 2,4 m je d = 1,54 m

Odstupy nezasahují jinou budovu. Objekt se nenachází v požárně nebezpečném prostoru jiného objektu. **Odstupy nezasahují mimo stavební pozemek.** Odstupy dle ČSN 73 0802 vyhovují.

i) Určení způsobu zabezpečení stavby požární vodou

včetně rozmístění vnitřních a vnějších odběrních míst, popřípadě způsobu zabezpečení jiných hasebních prostředků u staveb, kde nelze použít vodu jako hasební látku,

Požární voda

Dle ČSN 73 0873 je požadavek na odběr vody Q = 4 l/s při světlosti potrubí DN 80 mm pro PÚ N1.01. Max. vzdálenost odběrného místa (hydrantu) je 200 m - vyhovují stávající hydranty v komunikaci. Vnitřní požární voda se dle ČSN 73 0873 nepožaduje, Součin S.p je do 9000.

j) Vymezení zásahových cest a jejich technického vybavení,

opatření k zajištění bezpečnosti osob provádějících hašení požáru a záchranné práce, zhodnocení příjezdových komunikací, popřípadě nástupních ploch pro požární techniku.

Přístupové a příjezdové cesty jsou vyhovující. Nástupní plocha se nepožaduje. Střešní plášť je pochůzný. Výlez na střechu je ze schodiště. Vnější požární voda je na stávajícím potrubí DN 125 s hydrantem do vzdálenosti 150 m a dále po 200 m.

k) Stanovení počtu, druhů a způsobu rozmístění hasicích přístrojů

včetně hasicí schopnosti dle vyhl. 23/2008Sb., popřípadě dalších věcných prostředků požární ochrany nebo požární techniky.

1.NP

PÚ č.1 PÚ N1/N2.1 - kancelářské prostory se zázemím vč. schodiště- bez ochrany OK

Počet přenosných hasicích přístrojů nr = 2,0 v PÚ N1/N2.1

Počet přenosných hasicích přístrojů nr = 4,0 ks

Celkem bude osazeno 4 ks PHP- vodní 10 kg s hasicí schopností 13A, alt. práškový 6 kg s hasicí schopností 21A.

l) Zhodnocení technických, popřípadě technologických zařízení stavby,

rozvodných potrubí, vzduchotechnických zařízení, vytápění apod. z hlediska požadavků požární bezpečnosti

Potrubní rozvody

Nehořlavé látky - voda , kanalizace, ÚT. Potrubí mohou být volně vedena pož. úseky, neboť max. dimenze je pro vodu 2", kanalizaci DN 110, a ÚT 5/4", a průřezy nepřekračují mezní velikosti. Prostupy instalací EL, ZT, PLYNU požárními stěnami budou utěsněny dle ČSN 73 0802 - čl. 8.6.1 - potrubní rozvody resp. dle čl. 6.2 ČSN 73 0810. V objektu nejsou vedení hořl. kapalin a jiných hořl. médií.

Vzduchotechnika

V admin. objektu se jedná o odvětrání soc. zázemí objektu - 2× stoupačka do DN 200 mm.Vedení do 400 cm² nemusí být osazeno pož. klapkami. Chlazení je bez požadavku PBS.

Vytápění

V objektu je centrální výměník, který ohřívá vodu pro administrativní budovu a pro potřebu TUV.

m) Stanovení zvláštních požadavků na zvýšení požární odolnosti stavebních konstrukcí nebo snížení hořlavosti stavebních hmot

V objektu jen posouzena ocelová konstrukce bez nutnosti dodatečné ochrany. Dimenze OK jsou určeny dle požadované požární odolnosti dle výpočtu podle Eurokodů. Varianta s ochranou je v příkladu 3.6.

n) Posouzení požadavků na zabezpečení stavby požárně bezpečnostními zařízeními,

následně stanovení podmínek a návrh způsobu jejich umístění a instalace do stavby.

V objektu nejsou vyhrazená požárně bezpečnostní zařízení. Jako požárně bezp. zařízení je instalováno nouzové osvětlení únikových cest, utěšňovací systémy instalací a označení únikových cest.

o) Rozsah a způsob rozmístění výstražných a bezpečnostních značek a tabulek

včetně vyhodnocení nutnosti označení míst, na kterých se nachází věcné prostředky požární ochrany a požárně bezpečnostní zařízení.

Bezpečnostní tabulky budou osazeny podle ČSN ISO 3864 Bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky, ČSN 01 8013 Požární tabulky a podle ostatních závazných a platných předpisů (nařízení vlády a pod) a musí vyznačovat mimo jiné:

- Je navrženo označit každý hlavní vypínač

Popis tlačítek vypínání elektroinstalace je navrženo realizovat takto:

- Hlavní VYPÍNAČ – VYPNI PŘI POŽÁRU
 - Bezpečnostní tabulka - Nehas vodou ani pěnovými přístroji
- Veškeré rozvodné skříně, rozvaděče, ovládací skříně elektroinstalace apod. musí být označeny bleskem. Toto platí pro rozsah celé stavby.
- Je navrženo označit Hlavní uzávěr přívodu tepla.
- Je navrženo označit Hlavní uzávěr vody, a to u vlastního uzávěru.
- Systém značení únikových cest apod. bude řešen až v návaznosti na skutečné provedení před kolaudací a to tabulkami dle ČSN ISO 3864 podle přesného zařízení stavby včetně interiéru. Z místa, odkud není viditelný východ, je nutné vidět alespoň bezpečnostní tabulky s vyznačeným směrem úniku - jedná se o únik do venkovního prostředí.
- Vrátnice areálu bude označena nápisem „ZDE HLASTE POŽÁR“
- Barevné značení potrubí musí respektovat při provozu ČSN.
 - Požární voda – červeně
 - Plyn – okr žlutý
 - Stlačený vzduch – modrá
- Další tabulky budou určeny na stavbě.

3.5A.3 Shrnutí

Posouzení prokázalo možnost návrhu stavby, zejména ocelové konstrukce, dle kodexu požárních norem s navazujícím řešením dle Eurokódů. Navržená konstrukce splňuje požadavky požární bezpečnosti pro jednotlivé konstrukce pro dané dimenze nosných částí i

bez nutnosti dodatečné ochrany za podmínky zesílení ocelových prvků dle požadavků výpočtu dle scénáře při požární situaci. Po porovnání s příkladem 3.6 je nutné provést ekonomické posouzení výhodnosti návrhu s ochranou a bez ochrany. Navržené konstrukční řešení vyhovuje vyhl. 268/2009 o technických požadavcích na stavby.

3.5B Ověření požární odolnosti konstrukce

3.5B.1 Vstupní údaje

Z posuzované konstrukce byly vybrány dva prvky, u kterých je posouzena požární odolnost. Jedná se o sloup HEB300 a průvlak HEA 340.

A) Identifikační údaje

Předmětem statického výpočtu je návrh a posouzení hlavních nosných profilů ocelové konstrukce administrativní budovy za běžné teploty a na požadovanou požární odolnost. Identifikační údaje o stavebním objektu, investorovi, zhotoviteli stavby a dokumentace nejsou v řešeném příkladu uvedeny.

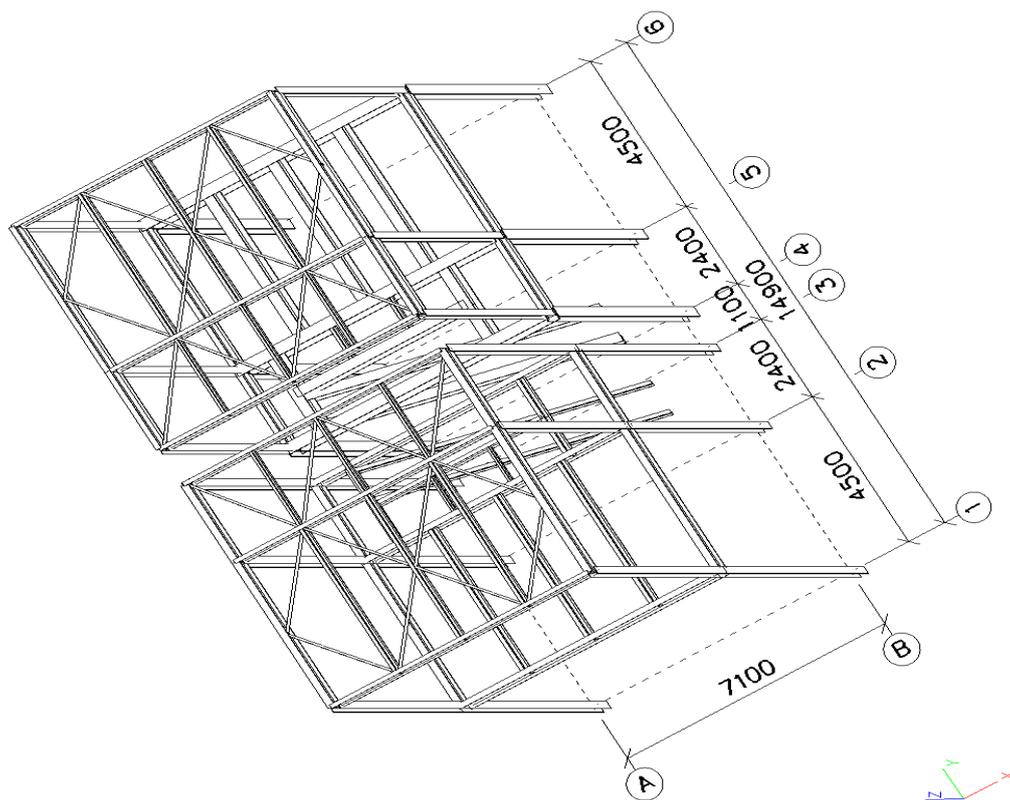
B) Přehled podkladů

Ověření požární odolnosti konstrukce je provedeno ve 2 variantách: s pasivní požární ochranou opláštěním (viz. kap. 3.6) a bez ochrany s naddimenzováním nosné konstrukce dle Eurokódu na potřebnou požární odolnost. Obvodový plášť konstrukce je navržen ze sendvičových panelů se sekundární ocelovou konstrukcí, která lemují stavební otvory a přenáší zatížení pouze od větru a vlastní tíhy pláště. Střešní plášť leží na konstrukci, která je variantně řešena buď jako nechráněná nebo chráněná podhledem s požární odolností.

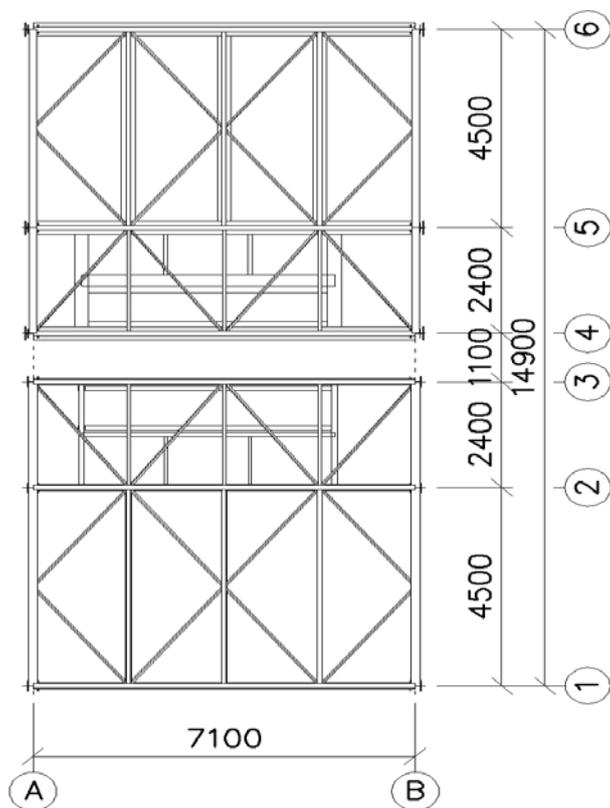
C) Koncepční řešení

Nosná konstrukce je osazena na betonové patky a kotvena kloubově pomocí chemických kotev. Hlavní kostru budovy tvoří sloupy a průvlaky tvořící prostorové ocelové rámy konstrukce s ocelobetonovým stropem bez spřažení. Na průvlacích jsou kloubově uloženy stropnice. Trapézové plechy jsou přivařeny přes podložku k nosníkům a tedy je zabráněno klopení. Vodorovné ztužení ve střeše je vytvořeno pomocí diagonálních prutů, které mají funkci konstruční. Stavba je rozdělena do dvou částí: na nechráněnou (v osách 4-6) a chráněnou (v osách 1-3) ocelovou konstrukci. Chráněná a nechráněná část objektu je oddělena protipožární železobetonovou stěnou.

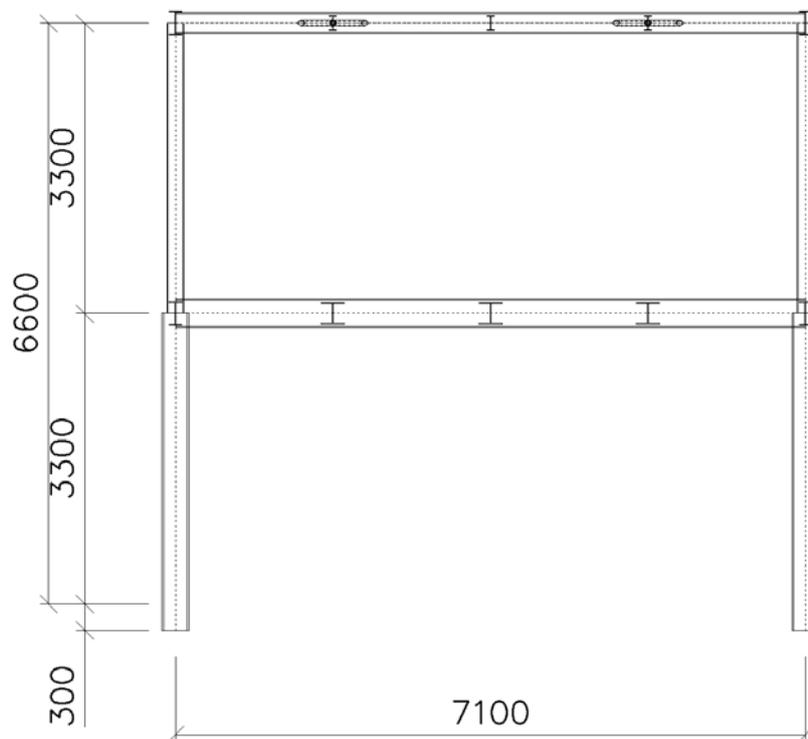
Prvky konstrukce budou navrženy a posouzeny na dobu požární odolnosti R30.



Obr. 3.5B.1 Geometrické schéma konstrukce.



Obr. 3.5B.2 Půdorysné rozměry konstrukce



Obr. 3.5B.3 Příčný řez konstrukcí.

E) Seznam použitých norem a podkladů

ČSN EN 1990, ČSN EN 1991-1-1, ČSN EN 1991-1-2, ČSN EN 1991-1-3, ČSN EN 1991-1-4, ČSN EN 1993-1-1, ČSN EN 1993-1-2.

F) Údaje o použitém softwaru

Statický výpočet byl vypracován pomocí programu Scia Engineer v. 9.0.454.

3.5B.2 Ověření

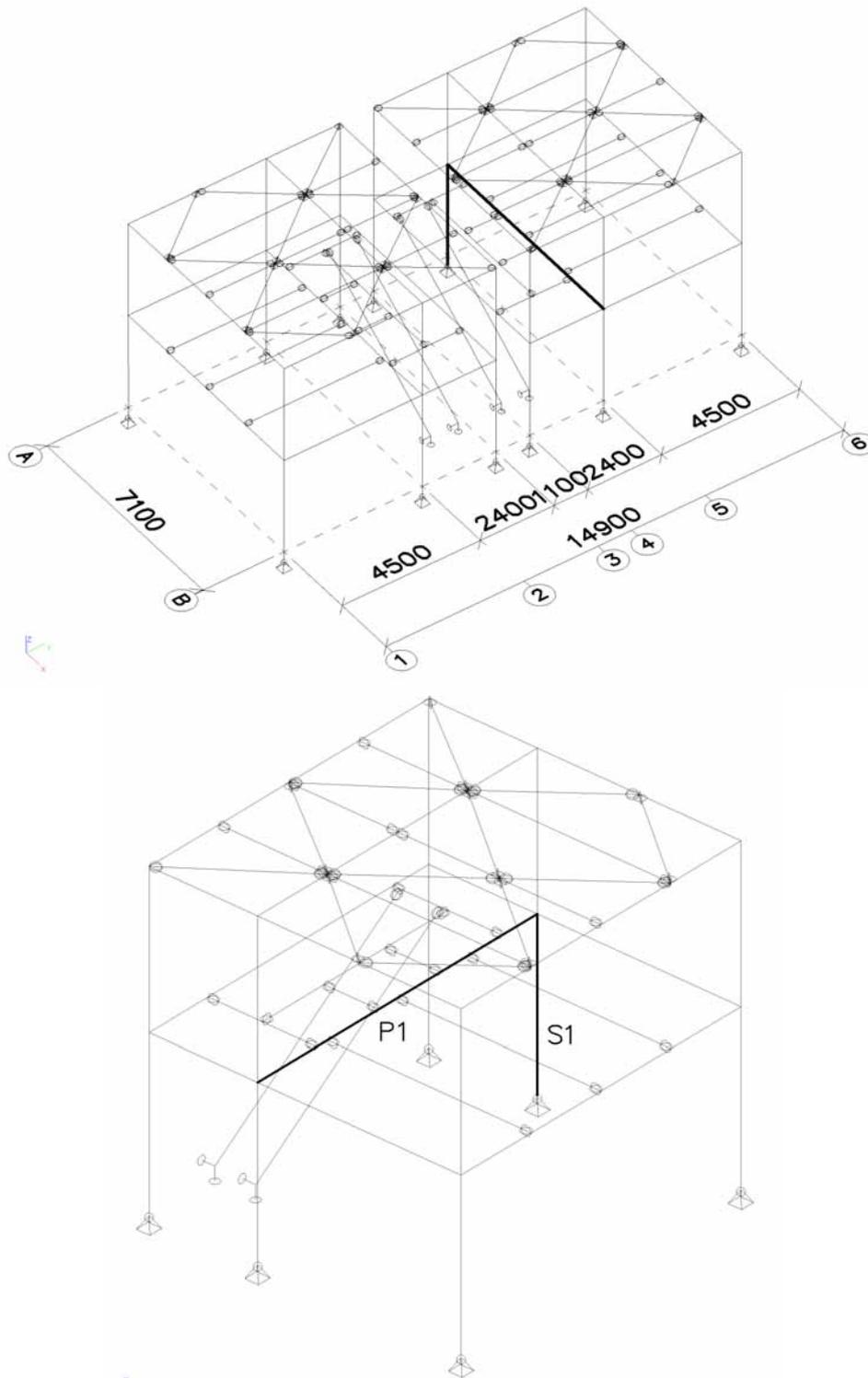
Použitý materiál

Jméno	S 235
Typ	Ocel
F_y [MPa]	235,0
F_u [MPa]	360,0
Tep.roztaž. [m/mK]	1,200e-05
Jednotková hmotnost [kg/m ³]	7850
E [GPa]	210
Poissonův součinitel	0,3
G [GPa]	80,76
Tep. rozt. (požár) [m/mK]	1,400e-05
Měrné teplo [J/gK]	6,0000e-01
Tepelná vodivost [W/mK]	4,5000e+01

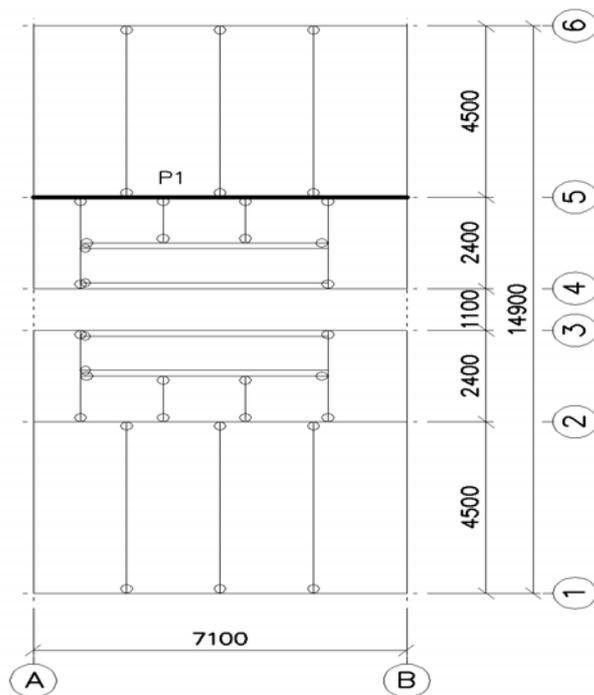
Průřezové charakteristiky vybraných prvků

Jméno	Typ	Materiál	A [mm ²]	A _y [mm ²]	A _z [mm ²]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]
S1	HEB300	S 235	1,4910e+04	9,8326e+03	2,9248e+03	2,517e+08	8,563e+07
P1	HEA340	S 235	1,3400e+04	8,6440e+03	2,8775e+03	2,7700e+08	7,4400e+06

H) Grafická schémata



Obr. 3.5B.4 Statické schéma konstrukce



Obr. 3.5B.4 Statické schéma půdorysu patra konstrukce

I) Tepelná zatížení

Pro tepelné zatížení konstrukce byla použita normová křivka ISO 834.

J) Mechanické zatížení

Jméno	Popis	Typ působení
VL.V.	Vlastní tíha konstrukce	Stálé
G1	Plášť	Stálé
G2	Technologie	Stálé
S	Sníh	Nahodilé
Q	Užitné (kategorie B)	Nahodilé
W+X	Vítr	Nahodilé
W-X	Vítr	Nahodilé
W+Y	Vítr	Nahodilé
W-Y	Vítr	Nahodilé

Stálé zatížení – VL.V., G1, G2

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Objemové tíhy, vlastní tíha a užitné zatížení pozemních staveb

Stálé zatížení je od vlastní tíhy konstrukce (generováno statickým programem) a sendvičových panelů.

Proměnné (klimatické) zatížení - S

ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem

Charakteristická hodnota zatížení sněhem S_k je odvozena z mapy sněhových oblastí na území České republiky. Posuzovaná konstrukce je v oblasti číslo II.

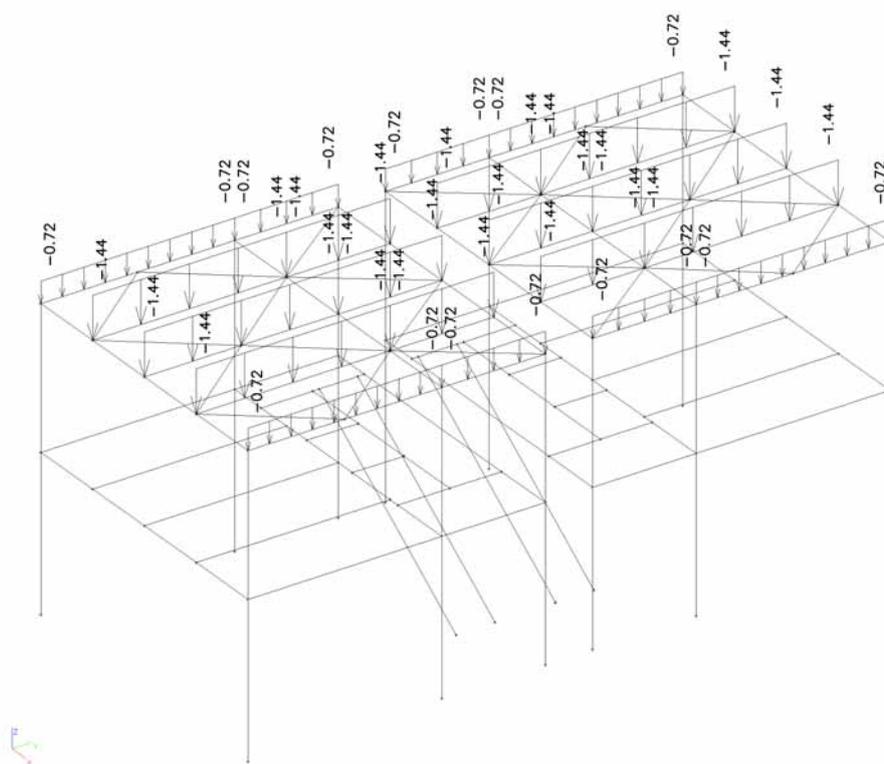
$$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$$

kde μ_i je tvarový součinitel zatížení sněhem $\rightarrow \mu_i = 0,8$; sklon střešní roviny je 5° .

s_k ... charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi \rightarrow ; $s_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$ oblast 4

C_e ...součinitel okolního prostředí $\rightarrow C_e = 1,0$; normální topografie

C_t ...tepelný součinitel $\rightarrow C_t = 1,0$



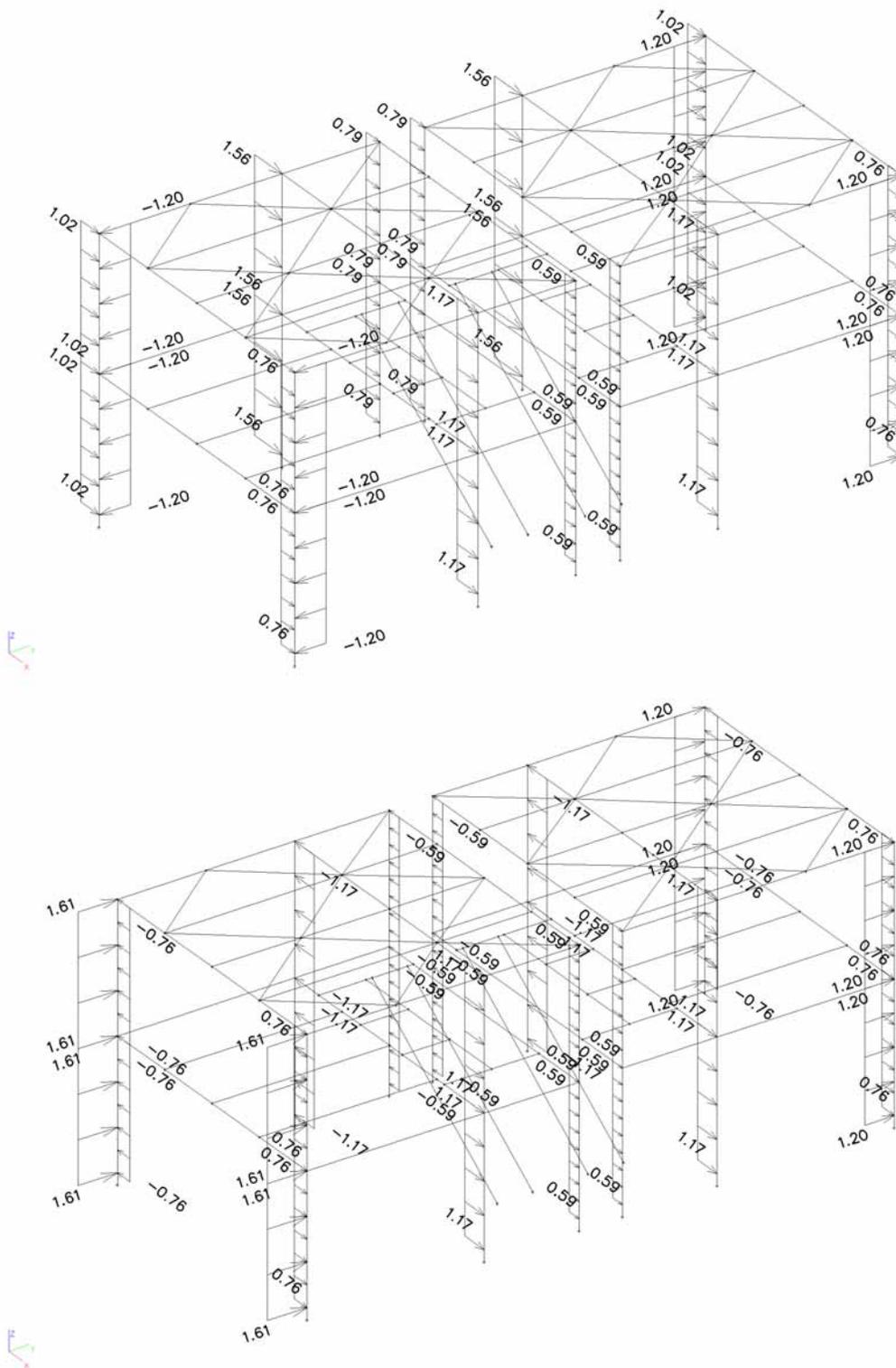
Obr. 3.5B.5 Grafické znázornění zatížení sněhem S

Užitné zatížení - Q

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Objemové tíhy, vlastní tíha a užitné zatížení pozemních staveb

Tabulka 6.1 – Užitné kategorie - kategorie B: kancelářské plochy

Tabulka 6.2 - Užitné zatížení stropních konstrukcí $\rightarrow q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$, zatěžovací šířka stropnic – z.š. = 1,775 m, v prostoru schodiště z.š. = 1,5 .m



Obr. 3.5B.6 Grafické znázornění zatížení větrem W+X, W+Y

Pozn.: Graficky je znázorněno pouze zatížení větrem W+X; W+Y, další zatěžovací stavy jsou zadány na konstrukci obdobným způsobem.

Kombinace zatížení pro mezní stavy únosnosti

ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

Kombinace zatížení pro trvalé a dočasné návrhové situace (základní kombinace)

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_p \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

$\gamma_{G,j}$... dílčí součinitel j-tého stálého zatížení

$G_{k,j}$... charakteristická hodnota j-tého stálého zatížení

γ_p ... dílčí součinitel zatížení od předpětí

P ... příslušná reprezentativní hodnota zatížení od předpětí

$\gamma_{Q,1}$... dílčí součinitel hlavního proměnného zatížení

$Q_{k,1}$... charakteristická hodnota hlavního proměnného zatížení

$\gamma_{Q,i}$... dílčí součinitel i-tého proměnného zatížení

$\psi_{0,i}$... součinitel pro kombinační hodnotu proměnného zatížení

$Q_{k,i}$... charakteristická hodnota vedlejšího i-tého proměnného zatížení

Kombinace zatížení pro mimořádné návrhové situace

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + (\psi_{1,1} \text{ nebo } \psi_{2,1}) \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

A_d ... návrhová hodnota mimořádného zatížení

ψ_1 ... součinitel pro častou hodnotu proměnného zatížení

ψ_2 ... součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení

Pozn.: kombinace jsou generovány programem S.E.

Popis kombinací

Jméno	Popis kombinací
1	VL.V.*1,35 + G1*1,35 + G2*1,35 + S*0,75 + Q*1,05 + W+X*1,50
2	VL.V.*1,00 + G1*1,00 + G2*1,00 + Q*0,50
3	VL.V.*1,35 + G1*1,35 + G2*1,35 + Q*1,05 + W+X*1,50
4	VL.V.*1,35 + G1*1,35 + G2*1,35 + S*1,50 + Q*1,05 + W-Y*0,90
5	VL.V.*1,00 + G1*1,00 + G2*1,00 + S*0,20 + Q*0,30
6	VL.V.*1,35 + G1*1,35 + G2*1,35 + S*0,75 + Q*1,50 + W+X*0,90
7	VL.V.*1,00 + G1*1,00 + G2*1,00 + Q*0,30 + W+X*0,20

Vnitřní síly na prutech

V tabulkách jsou uvedeny vnitřní síly od nejnepříznivější kombinace zatížení v místě rámového rohu. Vnitřní síly, které jsou zanedbatelné, nejsou uvedeny ani následně posouzeny.

Průřez S1: HEB300 (sloup)/běžná teplota

Prvek	Stav	dx [mm]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
S1	MSU/3	3600	-155,41	24,53	88,60	-8,74

Průřez P1: HEA340 (průvlak)/běžná teplota

Prvek	Stav	dx [mm]	Vz [kN]	My [kNm]
P1	MSU/1	7100	-90,71	-123,07

K) Ověření při běžné teplotě

ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Pozn.: Výpočet únosnosti a stability není podrobně rozveden, jednotkový posudek je pro nejnepříznivější stav zatížení (viz. poslední číslo v následujících tabulkách).

Průřez S1: HEB300 (sloup)/běžná teplota

S1	HEB300	S 235	MSU/3	0,30
----	--------	-------	-------	------

Průřez P1: HEA340 (průvlak)/běžná teplota

P1	HEA340	S 235	MSU/1	0,28
----	--------	-------	-------	------

L) Ověření při vystavení účinkům požáru

ČSN EN 1993-1-2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-2: Navrhování konstrukcí na účinky požáru

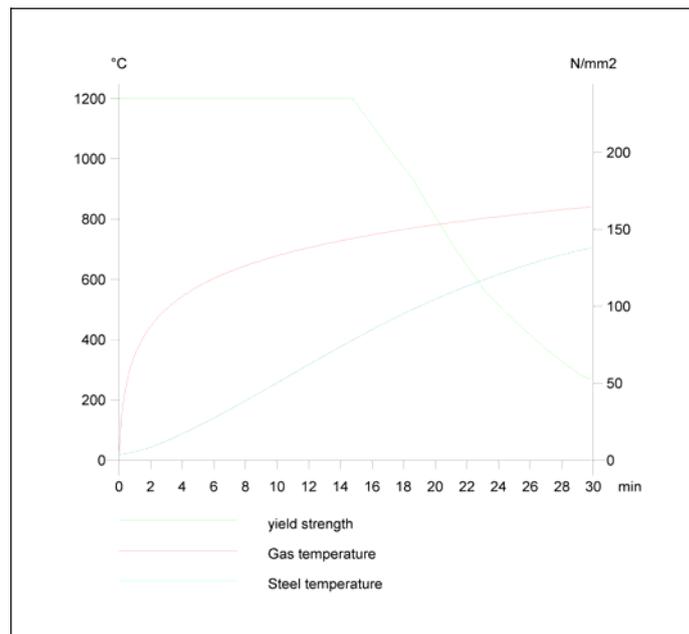
Průřez: S1 (sloup) - HEB300

L1) Teplotní analýza

Požární odolnost podle EN 1993-1-2 v oblasti pevnosti.

Výsledky jsou uvedeny pro posouzení v čase $t = 30,0$ min

Data pro požární odolnost		
Křivka teplota - čas	Normová křivka ISO 834	
Součinitel přestupu tepla prouděním Alfa,c	25,00	W/m K
Emisivita vztažená k úseku požáru Epsilon,f	1,00	
Emisivita vztažená k ploše materiálu Epsilon,m	0,70	
Polohový faktor toku tepla sáláním Fi	1,00	
Požadovaná požární odolnost	30,00	min
Teplota materiálu Teta a,t	706,53	°C
Teplota plynu Teta,g	841,80	°C
Expozice nosníku	3 strany	
Krytá pásnice	Horní pásnice	
Am/V	0,096	1/mm
k sh	0,566	
ky,Teta	0,22	
kE,Teta	0,13	



L2) Mechanická analýza

Vnitřní síly na prutu při požáru

Kritický posudek v místě 3,60 m

Vnitřní síly		
Nfi,Ed	-94,57	kN
Vz,fi,Ed	-11,89	kN
My,fi,Ed	-42,79	kNm
Mz,fi,Ed	3,69	kNm

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.3. a vzorce EN 1993-1-2: (4.9)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
MNV _{y,fi,t,Rd}	139,32	kNm
MNV _{z,fi,t,Rd}	65,04	kNm

alfa 2,00 beta 1,00

jedn. posudek 0,15

Prvek VYHOVÍ na únosnost!

Stabilitní posudek

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	76,77	37,08	
Redukovaná štíhlost	1,08	0,52	
Redukční součinitel	0,42	0,70	
Délka	3,60	3,60	m
Součinitel vzpěru	2,77	0,78	
Vzpěrná délka	9,97	2,81	m
Kritické Eulerovo zatížení	5243,90	22470,52	kN

Posudek na vzpěr podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.2 a vzorce EN 1993-1-2: (4.5)

Tabulka hodnot		
N _{b,fi,t,Rd}	327,53	kN
jedn. posudek	0,29	

Posudek klopení podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.3 a vzorce EN 1993-1-2: (4.11)

Tabulka hodnot		
M _{b,fi,t,Rd}	74,57	kNm
W _y	1868000,00	mm ³
redukce	0,76	
imperfekce	0,34	
redukovaná štíhlost	0,41	
metoda pro křivku klopení	Art. 6.3.2.2.	
M _{cr}	4509,29	kNm
jedn. posudek	0,57	

LTB		
Délka klopení	3,60	m
k	1,00	
kw	1,00	
C1	1,88	
C2	0,00	
C3	0,94	

zatížení v těžišti

Posudek na tlak s ohybem podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.5 a vzorce EN 1993-1-2: (4.21a)

Tabulka hodnot	
ky	1,117
kz	1,039
klt	1,000
Beta My	1,800
Beta Mz	1,800
Beta Mlt	1,800
mu y	-0,405
mu z	-0,228
mu lt	-0,009

jedn. posudek = 0,29 + 0,49 + 0,08 = 0,86

jedn. posudek = 0,17 + 0,57 + 0,08 = 0,83

Prvek VYHOVÍ na stabilitu!

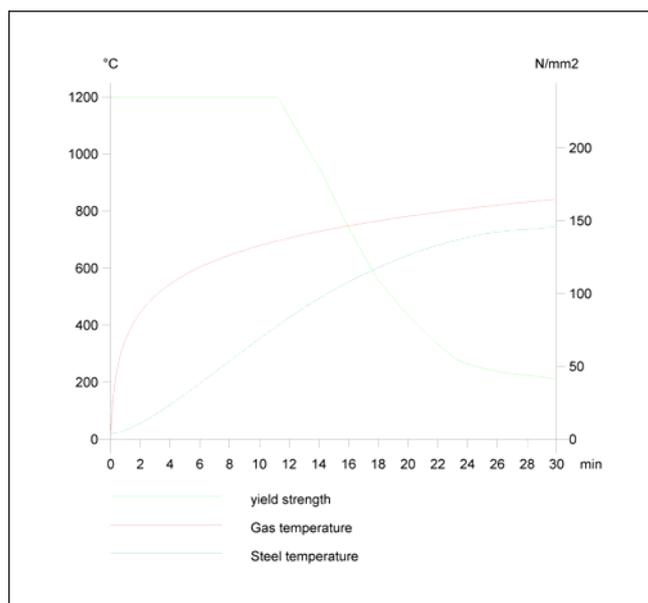
Průřez: P1 (průvlak) - HEA340

L1 Teplotní analýza

Požární odolnost podle EN 1993-1-2 v oblasti pevnosti.

Výsledky jsou uvedeny pro posouzení v čase t = 30,0 min

Data pro požární odolnost		
Křivka teplota - čas	Normová křivka ISO 834	
Součinitel přestupu tepla prouděním Alfa,c	25,00	W/m K
Emisivita vztažená k úseku požáru Epsilon,f	1,00	
Emisivita vztažená k ploše materiálu Epsilon,m	0,70	
Polohový faktor toku tepla sáláním Fi	1,00	
Požadovaná požární odolnost	30,00	min
Teplota materiálu Teta a,t	746,26	°C
Teplota plynu Teta,g	841,80	°C
Opravný součinitel Kappa 1	1,00	
Opravný součinitel Kappa 2	1,00	
Expozice nosníku	Všechny strany	
Am/V	0,134	1/mm
k sh	0,632	
ky,Teta	0,17	
kE,Teta	0,11	



L2) Mechanická analýza

Kritický posudek v místě 7,10 m

Vnitřní síly		
$N_{fi,Ed}$	-2,40	kN
$V_{z,fi,Ed}$	-52,88	kN
$M_{y,fi,Ed}$	-57,90	kNm

Posudek na smyk (V_z) podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.3 a vzorce EN 1993-1-2: (4.16)

Tabulka hodnot		
$V_{z,fi,t,Rd}$	107,66	kN
jedn. posudek	0,49	

Posudek ohybového momentu podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.3. a vzorce EN 1993-1-2: (4.10)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
$M_{fi,t,Rd}$	75,86	kNm
jedn. posudek	0,76	

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.3. a vzorce EN 1993-1-2: (4.9)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
$MNV_{y,fi,t,Rd}$	75,86	kNm
$MNV_{z,fi,t,Rd}$	31,00	kNm

alfa 2,00, beta 1,00

jedn. posudek 0,58

Prvek VYHOVÍ na únosnost!

Stabilitní posudek

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	49,38	20,13	
Redukovaná štíhlost	0,66	0,27	
Redukční součinitel	0,63	0,84	
Délka	7,10	1,50	m
Součinitel vzpěru	1,00	1,00	
Vzpěrná délka	7,10	1,50	m
Kritické Eulerovo zatížení	11388,91	68534,53	kN

Posudek klopení podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.3 a vzorce EN 1993-1-2: (4.11)

Tabulka hodnot		
Mb,fi,t,Rd	68,60	kNm
Wy	1850000,00	mm ³
redukce	0,90	
imperfekce	0,34	
redukovaná štíhlost	0,16	
metoda pro křivku klopení	Art. 6.3.2.2.	
Mcr	26868,11	kNm
jedn. posudek	0,84	

LTB		
Délka klopení	1,50	m
k	1,00	
kw	1,00	
C1	2,43	
C2	0,00	
C3	0,85	

3.5B.3 Shrnutí

M) Shrnutí rozhodujících výsledků

	prut - označení	profil	materiál	stupeň využití ¹	součinitel průřezu Am/V
R30	S1	HEB 300	S235	0,86	96
R30	P1	HEA 340	S235	0,85	134

$$\frac{E_{fi,d}}{R_{fi,d}} \leq 1,0$$

Poznámka: 1) Stupeň využití je určen statickým výpočtem z výrazu $\frac{E_{fi,d}}{R_{fi,d}} \leq 1,0$ dle ČSN EN 1991-1-2.

N) Požadavky na postup výstavby konstrukce a kontrolu jakosti použitého materiálu

Nejsou požadovány speciální postupy výroby, výstavby, montáže.

O) Předpoklady použití

Nejsou požadovány zvláštní a specifické nároky pro požadovanou požární odolnost.

3.6 Vícepodlažní budova – chráněná ocelová konstrukce

3.6A Požárně bezpečnostní řešení

3.6A.1 Analýza problému

Předmětem posouzení je požárně bezpečnostní řešení vícepodlažního objektu, který je v pož. bezpečnostní části řešen dle kodexu národních norem a ve statické části je řešen s využitím postupu dle Eurokódů pro chráněnou ocelovou konstrukci. Jedná se o 2podlažní administrativní objekt s chráněnou ocelovou konstrukcí SDK obkladem a podhledem na deklarovanou požární odolnost dle stupně pož. bezpečnosti. Posouzení bude porovnáno s totožným řešením pro nechráněnou ocelovou konstrukci, tedy s dimenzováním statiky pro požární situaci bez podhledu - příklad 3.5. Posouzení se týká svislých ocelových konstrukcí a konstrukce stropu.

3.6A.2 Požárně bezpečnostní řešení

a) Seznam použitých podkladů pro zpracování

Projekt řeší výstavbu administrativního objektu se zázemím.

Podklady: Projekt stavby, České normy: ČSN 73 0802, ČSN 73 0810, ČSN 73 0818, ČSN 73 0821, ČSN 73 0872. ČSN EN 1991-1-2 , ČSN EN 13501-1.

b) Stručný popis stavby

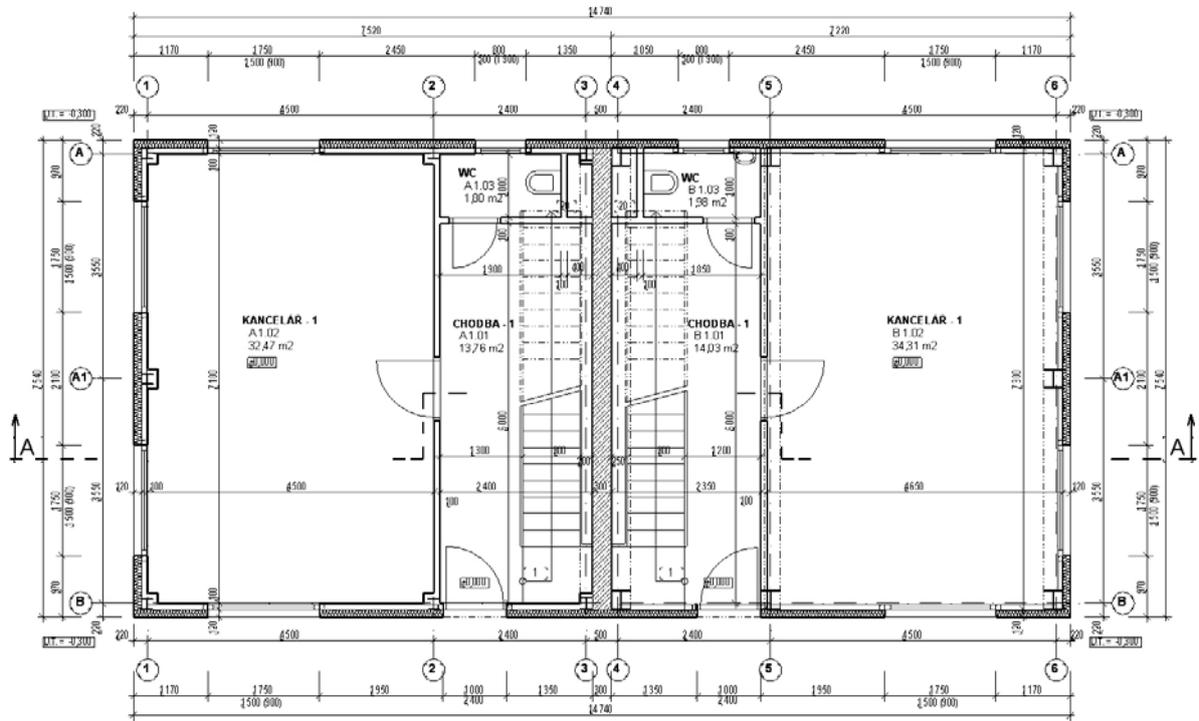
Popis stavby z hlediska stavebních konstrukcí, výšky stavby, účelu užití, popřípadě popisu a zhodnocení technologie a provozu, umístění stavby ve vztahu k okolní zástavbě.

Dispozice stavby:

PŮDORYS 1.NP:

CHRÁNĚNÁ OCEL ← →

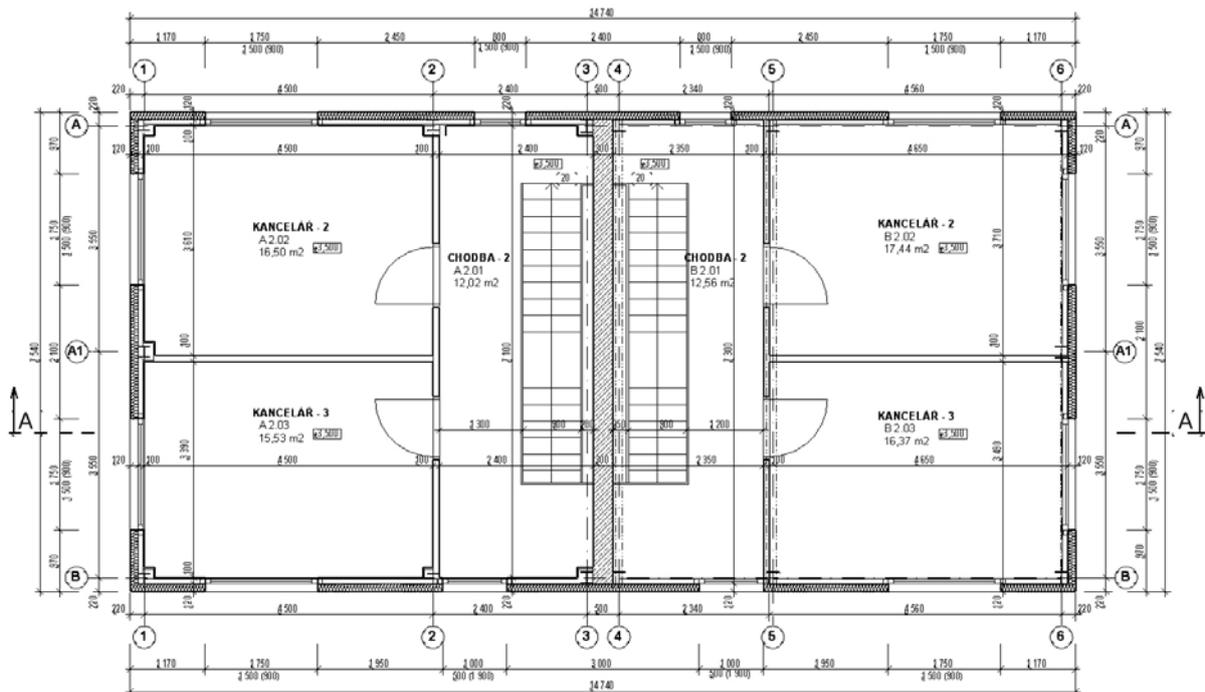
NECHRÁNĚNÁ OCEL:



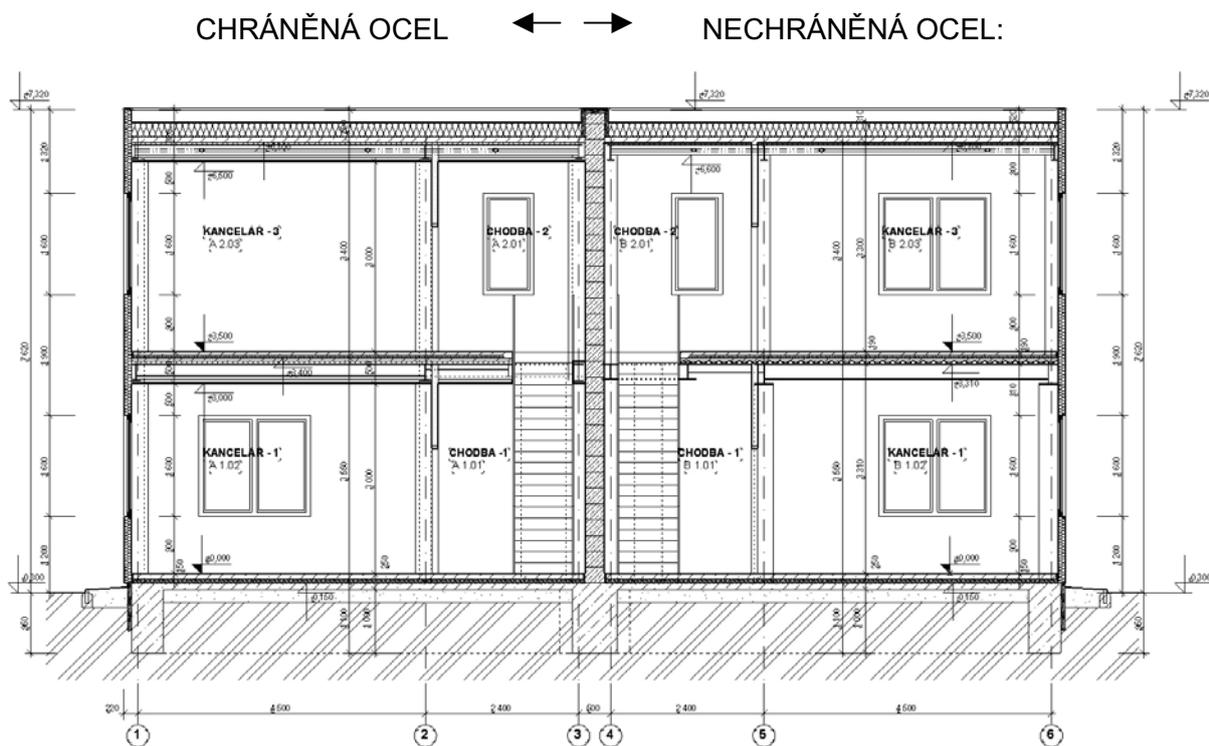
PŮDORYS 2.NP:

CHRÁNĚNÁ OCEL ← →

NECHRÁNĚNÁ OCEL:



ŘEZ A-A':



Popis stavby

Objekt je tvořen dvoupodlažní budovou s plochou střechou bez podsklepení. V 1. np - 2. np je hl. vstup se schodištěm a administrativní prostory se zázemím přístupné ze středového schodiště. Hlavní nosnou konstrukcí jsou ocelové rámy se ocelobetonovým stropem bez spřažení ve 2 variantách: s požární ochranou požárním podhledem a bez ochrany s naddimenzováním nosné konstrukce dle Eurokódu na potřebnou požární odolnost. Obvodové konstrukce jsou staticky nezávislé na ocelové konstrukci a jsou vyzdívané s železobetonovými věnci. Střešní plášť je na ocelové konstrukci s variantním řešením s a bez ochrany OK. Objekt je novostavbou na pozemku investora. Přístup do objektu je z veřejné komunikace s přístupem požárních vozidel.

Technické vybavení objektu

Objekt je vytápěn z centrálního výměníku. Topení je ústřední teplovodní bez požadavku PBŘ. Větrání je přirozené, odvětrání vnitřních prostor je nucené s lokálními odtahy. Odtahy VZT jsou vedeny nad střechu objektu. Přívodní i odtahové potrubí prochází požárními stropy s plochou do 400 cm². VZT je řešena dle ČSN 73 0872.

Elektroinstalace bude provedena dle příslušných norem ČSN dle stanoveného vnitřního prostředí stanovené protokolem o vnitřním prostředí - viz. část EL.

Stavební konstrukce

Jedná se o dvoupodlažní stavbu bez podsklepení. Objekt je ocelovým skeletem se stěnami ze sendvičových panelů. Vodorovné konstrukce jsou ocelobetonové desky na trapézovém plechu bez spřažení se stropnicemi, ale zabraňují ztrátě stability stropnic přivařením plechů přes podložku. Schodiště je ocelové. Příčky jsou sádkartonové. Zasklení otvorů ve stěnách a obv. pláště je z dřevěných oken a dveří. Podlahy jsou betonové s povrchem z ker. dlažby resp. PVC. Podhledy v 1. - 2. np jsou v chráněné části kazetové s požadavkem na požární odolnost. Dle ČSN 730802 se jedná o nehořlavý konstrukční systém DP1. Výška objektu je $h = 3,5$ m. Chráněná a nechráněná část jsou staticky nezávislé a tvoří samostatné objekty.

c) Rozdělení stavby do požárních úseků,

Dle ČSN 730802 je objekt rozdělen do těchto požárních úseků:

1. np - 2. np - celkem 2 požární úseky

PÚ č.2 PÚ N1/N2.1 - kancelářské prostory se zázemím - s pož.ochranou ocel. kce

Jedná se o dvoupodlažní požární úsek s celistvými stropy dle ČSN 73 0802 čl. 5.2.4a,b

Posouzení celistvosti podlaží:

Podlaží ve vícepodlažním požárním úseku:

č.p.	S [m ²]	Spno [m ²]	Spno,max [m ²]	osoby	NÚC	užitné	podle 5.2.4
1	48,5	0,0	0,0	14	Ne	Ano	a
2	44,5	4,2	4,2	6	Ne	Ano	a

d) Stanovení požárního rizika

Stanovení požárního rizika, popřípadě ekonomického rizika, stanovení stupně požární bezpečnosti a posouzení velikosti požárních úseků.

PÚ č.2 PÚ N1/N2.1 - kancelářské prostory se zázemím - s pož.ochranou ocel. kce

$$\begin{aligned} S \text{ [m}^2\text{]} &= 88,81 \\ S_o \text{ [m}^2\text{]} &= 25,79 \\ h_o \text{ [m]} &= 1,56 \\ h_s \text{ [m]} &= 3,00 \\ S_m \text{ [m}^2\text{]} &= 33,00 \\ p \text{ [kg.m}^{-2}\text{]} &= 39,55 \\ a_n &= 0,991 \\ a &= 0,971 \\ b &= 0,604 \\ c &= 1,000 \\ \rho_v \text{ [kg.m}^{-2}\text{]} &= p.a.b.c = 23,18 \end{aligned}$$

Stupeň požární bezpečnosti (čl. 7.2) = II.

e) Zhodnocení navržených stavebních konstrukcí a požárních uzávěrů z hlediska jejich požární odolnosti

Stavební konstrukce

Jedná se o dvoupodlažní stavbu s mezilehlým stropem s pož. odolností. Objekt je ocelovým skeletem s obezdívkou obvodovými stěnami. Zdivo je cihelné keramické, vodorovné konstrukce jsou ocelobetonové bez spřažení. Schodiště je ocelové. Příčky jsou sádkartonové. Střešní plášť je z části na K, z části nad pož. stropem. Zasklení otvorů ve stěnách a obv. plášti je z dřevěných oken a dveří. Podlahy jsou betonové s povrchem z ker. dlažby resp. PVC. Podhledy v 1. - 2. np jsou kazetové s požadavkem na požární odolnost. Dle ČSN 73 0802 se jedná o nehořlavý konstrukční systém DP1. Výška objektu je $h = 3,5$ m.

Požadavek ČSN 73 0802: tab.12:

Požární odolnost [min] stavebních konstrukcí a stupeň hořlavosti hmot

SPB (podle výpočtů p_v) = II.

1 Požární stěny a stropy, viz 8.2 a 8.3

v nadzemních podlažích	30+
v posledním nadzemním podlaží	15+
mezi objekty	45DP1

3 Obvodové stěny, viz 8.4.1 a 8.4.10

zajišťující stabilitu objektu nebo jeho části v NP	30+
zajišťující stabilitu obj. nebo jeho části v posledním NP	15+
nezajišťující stabilitu objektu nebo jeho části	15+

4 Nosné konstrukce střech, viz 8.7.2

15

5 Nosné konstr. uvnitř PÚ, zajišť. stabilitu objektu, viz 8.7.1 a 8.7.2

v nadzemních podlažích.....	30
v posledním nadzemním podlaží	15

8 Nenosné konstrukce uvnitř požárního úseku (viz 8.8.1)

-

9 Konstr. schodišť uvnitř PÚ, které nejsou součástí CHÚC, viz 8.9

15DP3

11 Střešní pláště, viz 8.15.....

-

Posouzení konstrukcí: pro II. SPB v np(posl.np) požadavek: skutečnost: /min./

Požární meziobjektové stěny – betonové.....REI 45DP1 180

Požární stěny -sádkartonovéREI 30(15) 180

Požární stropy – železobetonové tl. 60 mm, tr. plech, 50 mm

+SDK podhled např. Knauf D112 s GKF 15 mm.....REI 30 30

Požární stropy – ocelová konstrukce CHRÁNĚNÁR 30(15) 30(15)

+SDK podhled např. Knauf D112 s GKF 15 mm.....R 30 30

Obvodové stěny-sendvičové panelyREW 30 180

Nosná kce střechy - ocelová chráněná konstrukce

+SDK podhled např. Knauf D112 s GKF 12,5mm.....R 15..... 15

Pož.uzávěryEI,W 30DP3 nejsou

Celistvost požárně dělicích konstrukcí je zajištěna utěsněním prostupů.

Prostupy instalací ZT, EL, UT stropem budou utěsněny dle ČSN 73 0810.

Požární pásy se nepožadují - objekt do h = 12,0 m.

Požární odolnosti obvodových nosných a požárně dělicích konstrukcí vyhovují ČSN 73 0802.

Detailní posouzení ocelové konstrukce- viz statické posouzení**Výtah mezních posouzení OK:**

	prut - označení	profil	materiál	stupeň využití ¹
R30	S2	HEA 220	S 235	0,30
R30	P2	IPE 300	S 235	0,13

$$\frac{E_{fi,d}}{R_{fi,d,0}} \leq 1,0$$

Poznámka: 1) Stupeň využití je určen statickým výpočtem z výrazu $\frac{E_{fi,d}}{R_{fi,d,0}} \leq 1,0$ dle ČSN EN 1991-1-2.

Všechny konstrukce vyhovují daným SPB.

f) Zhodnocení navržených stavebních hmot

Zhodnocení navržených stavebních hmot (stupeň hořlavosti, odkapávání v podmínkách požáru, rychlost šíření plamene po povrchu, toxicita zplodin hoření apod.).

Navržené konstrukce jsou tř. hořlavosti A, A1 alt. B s konstrukcemi druhu DP1. Jiné požadavky nejsou. Materiály, které odkapávají či odpadávají při požáru, nejsou navrženy.

g) Zhodnocení možnosti provedení požárního zásahu, evakuace osob

Z objektu vede NÚC- schodiště se vstupem z ulice – jedná se o otevřený venkovní prostor.

Na tuto cestu navazují NÚC-chodby v 1. - 2. np. Ohrožení osob zplodinami hoření dle čl.9.1.2. ČSN 73 0802 se neposuzuje. Větrání NÚC je přirozené – okny.

Na únikové cestě bude nouzové osvětlení s lokálními zdroji el. energie.

Počet osob dle ČSN 73 0818 je:

Obsazení požárního úseku osobami podle ČSN 73 0818:

Údaje z projektu				Údaje z tabulky 1			
Místn. číslo	Druh místnosti	Plocha v m ²	Počet osob proj.	Položka	Plocha na os. v m ²	Sou-činitel	Počet osob čl. 6.2
102	kancelář	33,0	0	1.1.1	5,0	0,00	7 Ne
103	wc	33,0	0	1.1.1	5,0	0,00	7 Ne
202	kancelář	16,3	0	1.1.1	5,0	0,00	3 Ne
203	kancelář	16,3	0	1.1.1	5,0	0,00	3 Ne

Posouzení úniků - sumář:

Je posouzena nechráněná úniková cesta 1 směrem po rovině - v místě úniku dveřmi na volné prostranství a dále NÚC po schodech dolů z 2. np pro příslušné počty osob.

Součinitel a = 0,971

Započitatelný počet osob podle ČSN 73 0818 = 20

Půdorysná plocha připadající na 1 osobu [m²] = 4,4

Ohrožení osob (čl.9.1.2) te [min] = 2,2

e. č.p.	Typ	tu [min]	l,max [m]	l	u,min [l=0.55 m]	u	E.s [osob]	K	Ev.	Únik	Vyhovuje
---------	-----	----------	-----------	---	------------------	---	------------	---	-----	------	----------

1	1 NÚC	---	26,4	13,0	1,0	1,5	20	59	S	rov.	Ano
2	1 NÚC	---	26,4	13,0	1,0	1,5	10	43	S	dolů	Ano

1 - NÚC 1 směrem na volné prostr-východ.

2 - NÚC 1 směrem na volné prostr-schodiště

Požadavek je min. 1,5 únikových pruhů – vyhovuje OTP. Kapacita 1,5 únikového pruhu je pro ostatní východy na NÚC vyhovující (dveře 900 mm).

Otevírání je ve směru úniku - vyhovuje.

Vybavení únikových cest

- dveře na únikových cestách se otevírají ve směru úniku s výjimkou dveří z funkčně ucelených skupin (tj. s počátkem úniku u vstupu do kanceláří)
- dveře na únikových cestách jsou bez prahu
- na únikových cestách bude označen směr úniku a únikové východy
- únikové cesty jsou elektricky a nouzově osvětleny

h) Stanovení odstupových, popřípadě bezpečnostních vzdáleností

a vymezení požárně nebezpečného prostoru, zhodnocení odstupových, popřípadě bezpečnostních vzdáleností ve vztahu k okolní zástavbě, sousedním pozemkům a volným skladům.

Odstupové vzdálenosti byly vypočteny pro požární zatížení pv a požárně otevřené plochy pro jednotlivé požárně otevřené plochy dle ČSN 73 0802 pro mezní tepelný tok 18,5 kW/m²:

Odstup od okna vel. 1,75 m × 1,5 m je d = 1,61 m

Odstupy jsou stanoveny dle normové teplotní křivky s těmito parametry pož. úseku:

Odstupy jsou stanoveny dle normové teplotní křivky s těmito parametry pož. úseku:

Výsledky: Předpokládaná teplota požáru:	803,34	[°C]
Nejvyšší hustota tepelného toku (na povrchu sálavé plochy):	76,1	[kW/m ²]
Polohový faktor:	0,2412	[-]
Kritická hustota tepelného toku:	18,5	[kW/m ²]
Požadovaná odstupová vzdálenost (v přímém směru):	1,61	[m]
Max. odstup do stran (od okraje sálavé plochy):	0,89	[m]

Vstupní data: Šířka:	1750	[mm]
Výška:	1500	[mm]
Celková emisivita:	1	[-]
Procento sálání:	100	[%]
Konstrukční systém objektu:	nehořlavý	
Výpočtové požární zatížení (nebo t _e):	23,18	[kg/m ²] / [minut]
Teplotní režim:	Normová teplotní křivka	

Ostatní pož. odstupy od jednotlivých požárně otevřených ploch:

Odstup od okna vel. 0,8 m × 1,5 m je d = 1,06 m

Odstup od okna vel. 0,8 m × 0,5 m je d = 0,62 m

Odstup od dveří vel. 1,1 m × 2,4 m je d = 1,54 m

Odstupy nezasahují jinou budovu. Objekt se nenachází v požárně nebezpečném prostoru jiného objektu. **Odstupy nezasahují mimo stavební pozemek.** Odstupy dle ČSN 73 0802 vyhovují.

i) Určení způsobu zabezpečení stavby požární vodou

včetně rozmístění vnitřních a vnějších odběrních míst, popřípadě způsobu zabezpečení jiných hasebních prostředků u staveb, kde nelze použít vodu jako hasební látku,

Požární voda

Dle ČSN 73 0873 je požadavek na odběr vody Q = 4 l/s při světlosti potrubí DN 80 mm pro PÚ N1.01. Max. vzdálenost odběrného místa (hydrantu) je 200 m - vyhovují stávající

hydranty v komunikaci. Vnitřní požární voda se dle ČSN 73 0873 nepožaduje, Součin S.p je do 9000.

j) Vymezení zásahových cest a jejich technického vybavení,

opatření k zajištění bezpečnosti osob provádějících hašení požáru a záchranné práce, zhodnocení příjezdových komunikací, popřípadě nástupních ploch pro požární techniku.

Přístupové a příjezdové cesty jsou vyhovující. Nástupní plocha se nepožaduje.

Střešní plášť je pochůzný. Výlez na střechu je ze schodiště. Vnější požární voda je na stávajícím potrubí DN 125 s hydrantem do vzdálenosti 150 m a dále po 200 m.

k) Stanovení počtu, druhů a způsobu rozmístění hasicích přístrojů

včetně hasicí schopnosti dle vyhl. 23/2008Sb., popřípadě dalších věcných prostředků požární ochrany nebo požární techniky.

1.NP

PÚ č.1 PÚ N1/N2.1 - kancelářské prostory se zázemím vč. schodiště- bez ochrany OK

Počet přenosných hasicích přístrojů nr = 2,0 v PÚ N1/N2.1

Počet přenosných hasicích přístrojů nr = 4,0 ks

Celkem bude osazeno 4 ks PHP- vodní 10 kg s hasicí schopností 13A, alt. práškový 6 kg s hasicí schopností 21A.

l) Zhodnocení technických, popřípadě technologických zařízení stavby,

rozvodných potrubí, vzduchotechnických zařízení, vytápění apod. z hlediska požadavků požární bezpečnosti

Potrubní rozvody

Nehořlavé látky - voda , kanalizace, ÚT. Potrubí mohou být volně vedena pož. úseky, neboť max. dimenze je pro vodu 2", kanalizaci DN 110, a ÚT 5/4", a průřezy nepřekračují mezní velikosti. Prostupy instalací EL, ZT, PLYNU požárními stěnami budou utěsněny dle ČSN 73 0802 - čl. 8.6.1 - potrubní rozvody resp. dle čl. 6.2 ČSN 73 0810. V objektu nejsou vedení hořl. kapalin a jiných hořl. médií.

Vzduchotechnika

V admin. objektu se jedná o odvětrání soc. zázemí objektu - 2× stoupačka do DN 200 mm.Vedení do 400 cm² nemusí být osazeno pož. klapkami. Chlazení je bez požadavku PBS.

Vytápění

V objektu je centrální výměník, který ohřívá vodu pro administrativní budovu a pro potřebu TUV.

m) Stanovení zvláštních požadavků na zvýšení požární odolnosti stavebních konstrukcí nebo snížení hořlavosti stavebních hmot

V objektu jen posouzena ocelová konstrukce bez nutnosti dodatečné ochrany. Dimenze OK jsou určeny dle požadované požární odolnosti dle výpočtu podle Eurokodů. Varianta bez ochrany je v příkladu 3.5.

n) Posouzení požadavků na zabezpečení stavby požárně bezpečnostními zařízeními,

následně stanovení podmínek a návrh způsobu jejich umístění a instalace do stavby.

V objektu nejsou vyhrazená požárně bezpečnostní zařízení. Jako požárně bezp. zařízení je instalováno nouzové osvětlení únikových cest, utěšňovací systémy instalací a označení únikových cest.

o) Rozsah a způsob rozmístění výstražných a bezpečnostních značek a tabulek

včetně vyhodnocení nutnosti označení míst, na kterých se nachází věcné prostředky požární ochrany a požárně bezpečnostní zařízení.

Bezpečnostní tabulky budou osazeny podle ČSN ISO 3864 Bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky, ČSN 01 8013 Požární tabulky a podle ostatních závazných a platných předpisů (nařízení vlády a pod) a musí vyznačovat mimo jiné:

- Je navrženo označit každý hlavní vypínač

Popis tlačítek vypínání elektroinstalace je navrženo realizovat takto:

- HLAVNÍ VYPÍNAČ – VYPNI PŘI POŽÁRU
 - Bezpečnostní tabulka - Nehas vodou ani pěnovými přístroji
- Veškeré rozvodné skříně, rozvaděče, ovládací skříně elektroinstalace apod. musí být označeny bleskem. Toto platí pro rozsah celé stavby.
- Je navrženo označit Hlavní uzávěr přívodu tepla.
- Je navrženo označit Hlavní uzávěr vody, a to u vlastního uzávěru.
- Systém značení únikových cest apod. bude řešen až v návaznosti na skutečné provedení před kolaudací a to tabulkami dle ČSN ISO 3864 podle přesného zařízení stavby včetně interiéru. Z místa, odkud není viditelný východ, je nutné vidět alespoň bezpečnostní tabulky s vyznačeným směrem úniku - jedná se o únik do venkovního prostředí.
- Vrátnice areálu bude označena nápisem „ZDE HLASTE POŽÁR“
- Barevné značení potrubí musí respektovat při provozu ČSN.
 - Požární voda – červeně
 - Plyn – okr žlutý
 - Stlačený vzduch – modrá
- Další tabulky budou určeny na stavbě.

3.6A.3 Shrnutí

Posouzení prokázalo možnost návrhu stavby, zejména ocelové konstrukce, dle kodexu požárních norem s navazujícím řešením dle Eurokódů. Navržená konstrukce splňuje požadavky požární bezpečnosti pro jednotlivé konstrukce pro dané dimenze nosných částí s nutností dodatečné ochrany bez nutnosti zesílení ocelových prvků. Po porovnání s příkladem 3.5 je nutné provést ekonomické posouzení výhodnosti návrhu s ochranou a bez ochrany OK. Navržené konstrukční řešení vyhovuje vyhl. 268/2009 o technických požadavcích na stavby.

3.6.B Ověření požární odolnosti konstrukce

Z posuzované konstrukce byly vybrány dva prvky, u kterých je posouzena požární odolnost. Jedná se o sloup HEA220 a průvlak IPE 300.

3.6.B.1 Vstupní údaje

A) Identifikační údaje

Předmětem statického výpočtu je navrhnout a posoudit hlavní nosné profily ocelové konstrukce administrativní budovy za běžné teploty a na požadovanou požární odolnost. Identifikační údaje o stavebním objektu, investorovi, zhotoviteli stavby a dokumentace nejsou v řešeném příkladu uvedeny.

B) Přehled podkladů

Ověření požární odolnosti konstrukce je provedeno ve 2 variantách: s pasivní požární ochranou opláštěním a bez ochrany s naddimenzováním nosné konstrukce dle Eurokódu na potřebnou požární odolnost (viz. kap. 3.5B). Obvodový plášť konstrukce je navržen ze sendvičových panelů se sekundární ocelovou konstrukcí, která lemuje stavební otvory a přenáší zatížení pouze od větru a vlastní tíhy pláště.

C) Konceptní řešení

Viz. příklad 3.5B.

Prvky konstrukce budou navrženy a posouzeny na dobu požární odolnosti R30.

Poznámka: Geometrická schémata a rozměry konstrukce viz. příklad 3.5B

E) Seznam použitých norem a podkladů

Seznam použitých norem a podkladů

ČSN EN 1990, ČSN EN 1991-1-1, ČSN EN 1991-1-2, ČSN EN 1991-1-3, ČSN EN 1991-1-4, ČSN EN 1993-1-1, ČSN EN 1993-1-2.

F) Údaje o použitém softwaru

Statický výpočet byl vypracován pomocí programu Scia Engineer v. 9.0.454.

3.6.B.2 Ověření

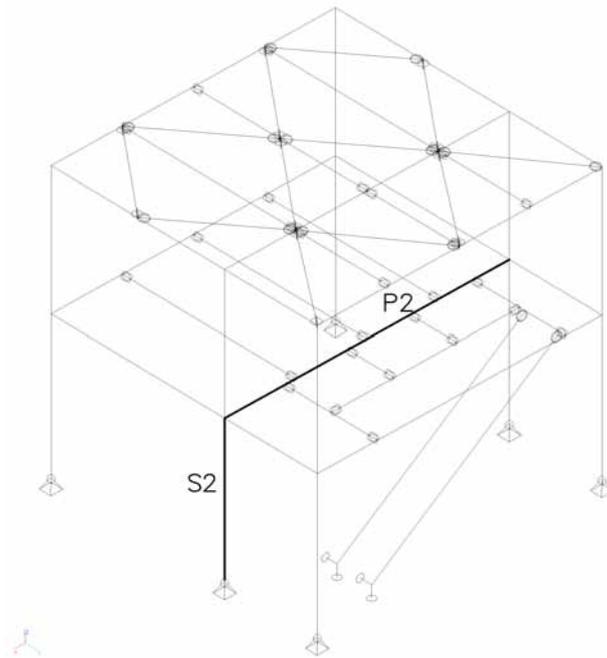
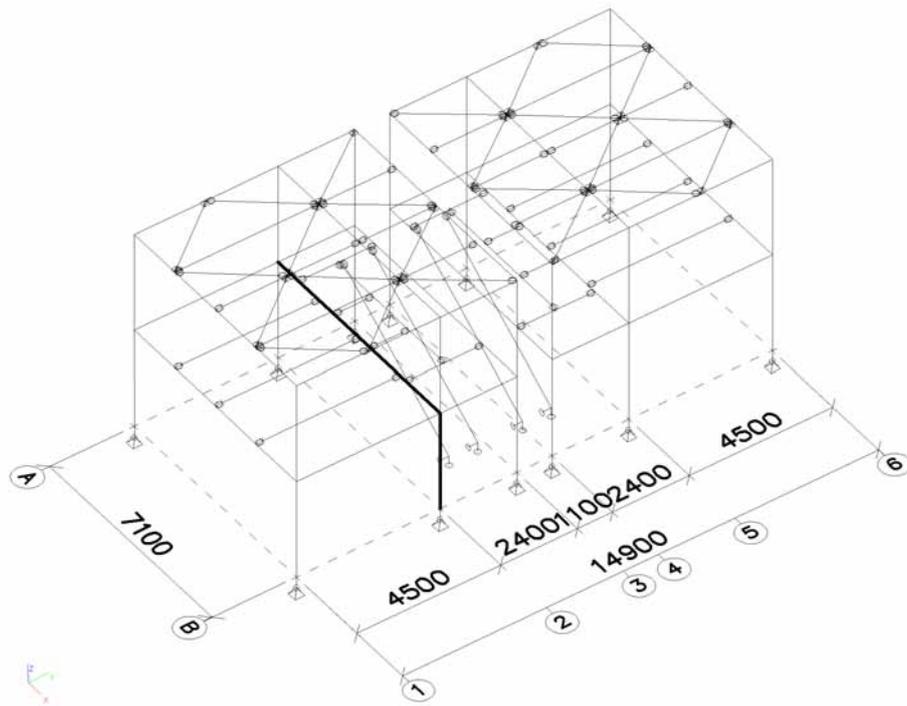
Použitý materiál

Jméno	S 235
Typ	Ocel
F _y [MPa]	235,0
F _u [MPa]	360,0
Tep.roztaž. [m/mK]	1,200e-05
Jednotková hmotnost [kg/m ³]	7850
E [GPa]	210
Poisson - nu	0,3
G [GPa]	80,76
Tep. rozt. (požár) [m/mK]	1,400e-05
Měrné teplo [J/gK]	6,0000e-01
Tepelná vodivost [W/mK]	4,5000e+01

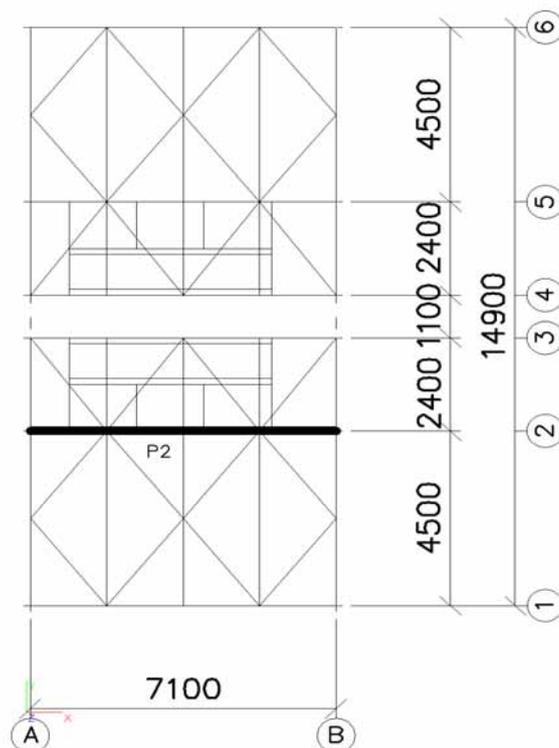
Průřezové charakteristiky vybraných prvků

Jméno	Typ	Materiál	A [mm ²]	A _y [mm ²]	A _z [mm ²]	I _y [mm ⁴]	I _z [mm ⁴]
S2	HEA220	S 235	6,4300e+03	4,1855e+03	1,3082e+03	5,4100e+07	1,9600e+07
P2	IPE300	S 235	5,3800e+03	2,7901e+03	2,0107e+03	8,3060e+07	6,038e+06

H) Grafická schémata



Obr. 3.5B.1 Statické schéma konstrukce



Obr. 3.5B.4 Statické schéma půdorysu patra konstrukce

I) Tepelná zatížení

Pro tepelné zatížení konstrukce byla použita normová křivka ISO 834.

J) Mechanické zatížení

Mechanické zatížení a jejich kombinace jsou uvedeny a vysvětleny v příkladu 3.5B.

Vnitřní síly na prutech

V tabulkách jsou uvedeny vnitřní síly od nejnepříznivější kombinace zatížení v místě rámového rohu. Vnitřní síly, které jsou zanedbatelné, nejsou uvedeny ani následně posouzeny.

Průřez S2: HEA220 (sloup)/běžná teplota

Prvek	Stav	dx [mm]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]
S2	MSU/1	0,0	-167,99	2,95	20,65

Průřez P2: IPE300 (průvlak)/běžná teplota

Prvek	Stav	dx [mm]	N [kN]	Vz [kN]	My [kNm]
P2	MSU/6	7100	18,71	-95,63	-124,02

K) Ověření při běžné teplotě

ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Pozn.: Výpočet únosnosti a stability není podrobně rozveden, jednotkový posudek je pro nejnepríznivější stav zatížení (viz. poslední číslo v následujících tabulkách) .

Průřez S2: HEA220 (sloup)/běžná teplota

S2	HEA220	S 235	MSU/1	0,77
----	--------	-------	-------	------

Průřez P2: IPE300 (průvlak)/běžná teplota

P2	IPE300	S 235	MSU/6	0,84
----	--------	-------	-------	------

L) Ověření při vystavení účinkům požáru

ČSN EN 1993-1-2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-2: Navrhování konstrukcí na účinky požáru

Průřez: S2 (sloup) - HEA220

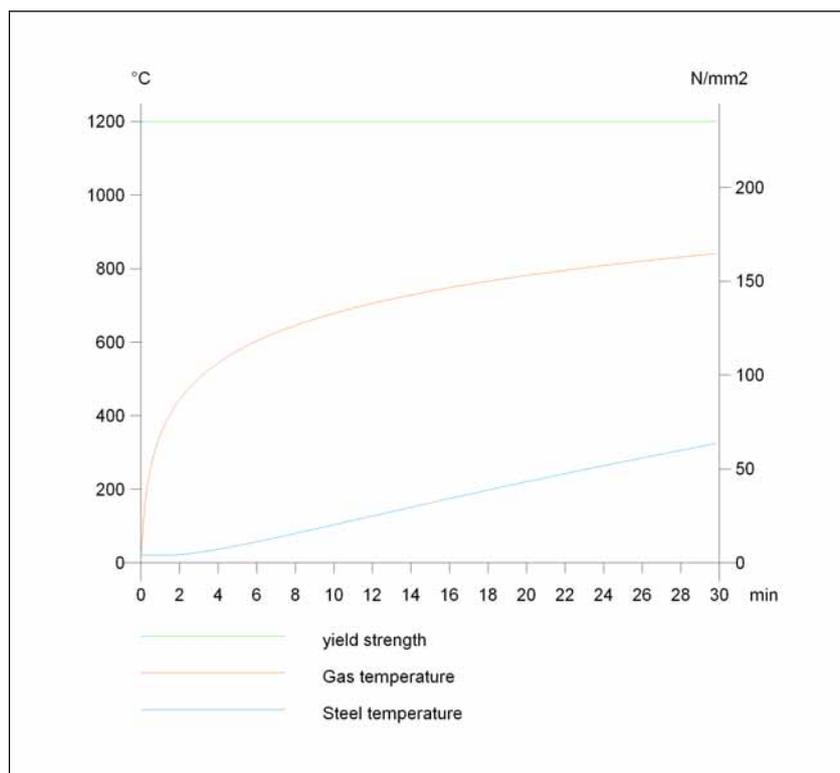
L1) Teplotní analýza

Požární odolnost podle EN 1993-1-2 v oblasti pevnosti.

Výsledky jsou uvedeny pro posouzení v čase $t = 30,0$ min

Data pro požární odolnost		
Křivka teplota - čas	Normová křivka ISO 834	
Požadovaná požární odolnost	30,00	min
Teplota materiálu Teta a,t	325,86	°C
Teplota plynu Teta,g	841,80	°C
Opravný součinitel Kappa 1	1,00	
Opravný součinitel Kappa 2	1,00	
Expozice nosníku	Všechny strany	
$k_y, Teta$	1,00	
$k_E, Teta$	0,77	

Vlastnosti izolace		
Jméno	Gypsum board	
Tloušťka	15,00	mm
Typ zapouzdření	Duté zapouzdření	
Typ izolace	Panel	
Jednotková hmotnost	800	kg/m ³
Tepelná vodivost	0,20	W/mK
Měrné teplo	1700,00	J/kgK
α_p/V	0,134	1/mm



L2) Mechanická analýza

Vnitřní síly na prutu při požáru

Kritický posudek v místě 3.60 m

Vnitřní síly		
N _{fi,Ed}	-60,41	kN
M _{y,fi,Ed}	-18,67	kNm

Posudek ohybového momentu (M_y) podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.3. a vzorce EN 1993-1-2: (4.10)

Klasifikace průřezu je 2.

Tabulka hodnot		
M _{fi,t,Rd}	133,48	kNm
jedn. posudek	0,14	

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly podle článku EN 1993-1-2 : 4.2.3.3. a vzorce EN 1993-1-2 : (4.9)

Klasifikace průřezu je 2.

Tabulka hodnot		
MN _{Vy,fi,t,Rd}	133,48	kNm
MN _{Vz,fi,t,Rd}	63,92	kNm

alfa 2.00, beta 1.00

jedn. posudek 0.07

Prvek VYHOVÍ na únosnost!

Stabilitní posudek

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	98,88	52,55	
Redukovaná štíhlost	1,20	0,64	
Redukční součinitel	0,37	0,64	
Délka	3,60	3,60	m
Součinitel vzpěru	2,52	0,81	
Vzpěrná délka	9,07	2,90	m
Kritické Eulerovo zatížení	1363,10	4826,44	kN

Posudek na vzpěr podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.2 a vzorce EN 1993-1-2: (4.5)

Tabulka hodnot		
Nb,fi,t,Rd	565,02	kN
jedn. posudek	0,11	

Posudek klopení podle článku EN 1993-1-2 : 4.2.3.3 a vzorce EN 1993-1-2 : (4.11)

Tabulka hodnot		
Mb,fi,t,Rd	97,58	kNm
Wy	568000	mm ³
redukce	0,73	
imperfekce	0,34	
redukovaná štíhlost	0,47	
metoda pro křivku klopení	Art. 6.3.2.2.	
Mcr	769,59	kNm
jedn. posudek	0,19	

LTB		
Délka klopení	3,60	m
k	1,00	
kw	1,00	
C1	1,87	
C2	0,01	
C3	0,94	

zatížení v těžišti

Posudek na tlak s ohybem podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.5 a vzorce EN 1993-1-2: (4.21a)

Tabulka hodnot	
ky	1,055
kz	1,031
klt	0,999
Beta My	1,793
Beta Mz	1,736
Beta Mlt	1,793
mu y	-0,515
mu z	-0,498
mu lt	0,021

jedn. posudek = $0,11 + 0,15 + 0,05 = 0,30$

jedn. posudek = $0,06 + 0,19 + 0,05 = 0,30$

Prvek VYHOVÍ na stabilitu!

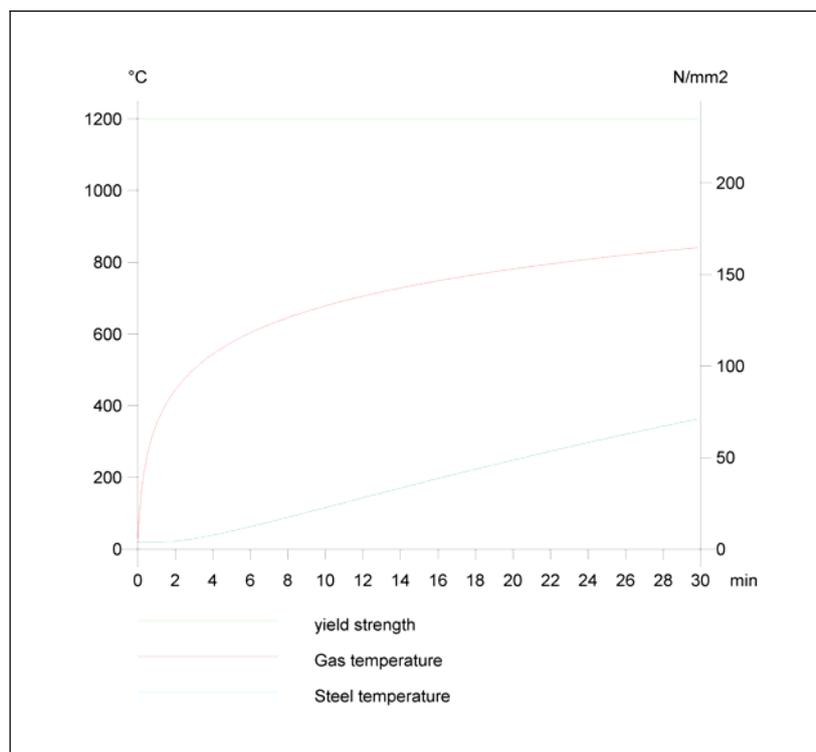
Průřez: P2 (průvlak - IPE300)

Požární odolnost podle EN 1993-1-2 v oblasti pevnosti.

Výsledky jsou uvedeny pro posouzení v čase $t = 30,0$ min

Data pro požární odolnost		
Požadovaná požární odolnost	30,00	min
Teplota materiálu Teta a,t	364,46	°C
Teplota plynu Teta,g	841,80	°C
Opravný součinitel Kappa 1	1,00	
Opravný součinitel Kappa 2	1,00	
Expozice nosníku	Všechny strany	
ky,Teta	1,00	
kE,Teta	0,74	

Vlastnosti izolace		
Jméno	Gypsum board	
Tloušťka	15,00	mm
Typ zapouzdření	Duté zapouzdření	
Typ izolace	Panel	
Jednotková hmotnost	800	kg/m ³
Tepelná vodivost	0,20	W/mK
Měrné teplo	1700	J/kgK
Ap/V	0,167	1/mm



L2) Mechanická analýza

Vnitřní síly na prutu při požáru

Kritický posudek v místě 7.10 m

Vnitřní síly		
N _{fi,Ed}	3,75	kN
M _{y,fi,Ed}	-14,45	kNm

Posudek ohybového momentu (M_y) podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.3. a vzorce EN 1993-1-2: (4.10)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
M _{fi,t,Rd}	147,67	kNm
jedn. posudek	0,10	

Posudek na kombinaci ohybu, osově a smykové síly podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.3. a vzorce EN 1993-1-2: (4.9)

Klasifikace průřezu je 1.

Tabulka hodnot		
MN _{Vy,fi,t,Rd}	147,67	kNm
MN _{Vz,fi,t,Rd}	29,42	kNm

alfa 2.00, beta 1.00

jedn. posudek 0.01

Prvek VYHOVÍ na únosnost !

Stabilitní posudek

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	posuvné	neposuvné	
Štíhlost	56,97	44,78	
Redukovaná štíhlost	0,71	0,56	
Redukční součinitel	0,60	0,69	
Délka	7,10	1,50	m
Součinitel vzpěru	1,00	1,00	
Vzpěrná délka	7,10	1,50	m
Kritické Eulerovo zatížení	3435,59	5561,98	kN

Posudek klopení podle článku EN 1993-1-2: 4.2.3.3 a vzorce EN 1993-1-2: (4.11)

Tabulka hodnot		
M _{b,fi,t,Rd}	118,87	kNm
W _y	628400	mm ³
redukce	0,80	
imperfekce	0,34	
redukovaná štíhlost	0,34	
metoda pro křivku klopení	Art. 6.3.2.2.	
M _{cr}	1752,59	kNm
jedn. posudek	0,12	

LTB		
Délka klopení	1,50	m
k	1,00	
kw	1,00	
C1	2,04	
C2	0,00	
C3	0,94	

3.6B.3 Shrnutí

M) Shrnutí rozhodujících výsledků

	prut - označení	profil	materiál	stupeň využití ¹
R30	S2	HEA220	S235	0,30
R30	P2	IPE 300	S235	0,13

$$\frac{E_{fi,d}}{R_{fi,d}} \leq 1,0$$

Poznámka: 1) Stupeň využití je určen statickým výpočtem z výrazu $\frac{E_{fi,d}}{R_{fi,d}} \leq 1,0$ dle ČSN EN 1991-1-2.

N) Požadavky na postup výstavby konstrukce a kontrolu jakosti použitého materiálu

Nejsou požadovány speciální postupy výroby, výstavby, montáže.

O) Předpoklady použití

Nejsou požadovány zvláštní a specifické nároky pro požadovanou požární odolnost.

3.7 Jednopodlažní budova, dřevěná konstrukce

3.7A Požárně bezpečnostní řešení

3.7A.1 Analýza

Předmětem posouzení je požárně bezpečnostní řešení jednopodlažní stavby tělocvičny s družinou a zázemím a posouzení nechráněné dřevěné konstrukce na požární odolnost. Posuzuje se hlavní nosná konstrukce haly, konstrukce vazníku a nosného sloupu, vč. sekundární nosné konstrukce pro střešní plášť - vaznice a dále o posudek požární odolnosti obvodového dřevěného sendvičového pláště jednopodlažního objektu, který je v požárně bezpečnostní části řešen dle kodexu národních norem a ve statické části je řešen metodou účinného průřezu pro nechráněnou dřevěnou konstrukci.

3.7A.2 Požárně bezpečnostní řešení

a) Seznam použitých podkladů

Projekt řeší výstavbu administrativního objektu se zázemím.

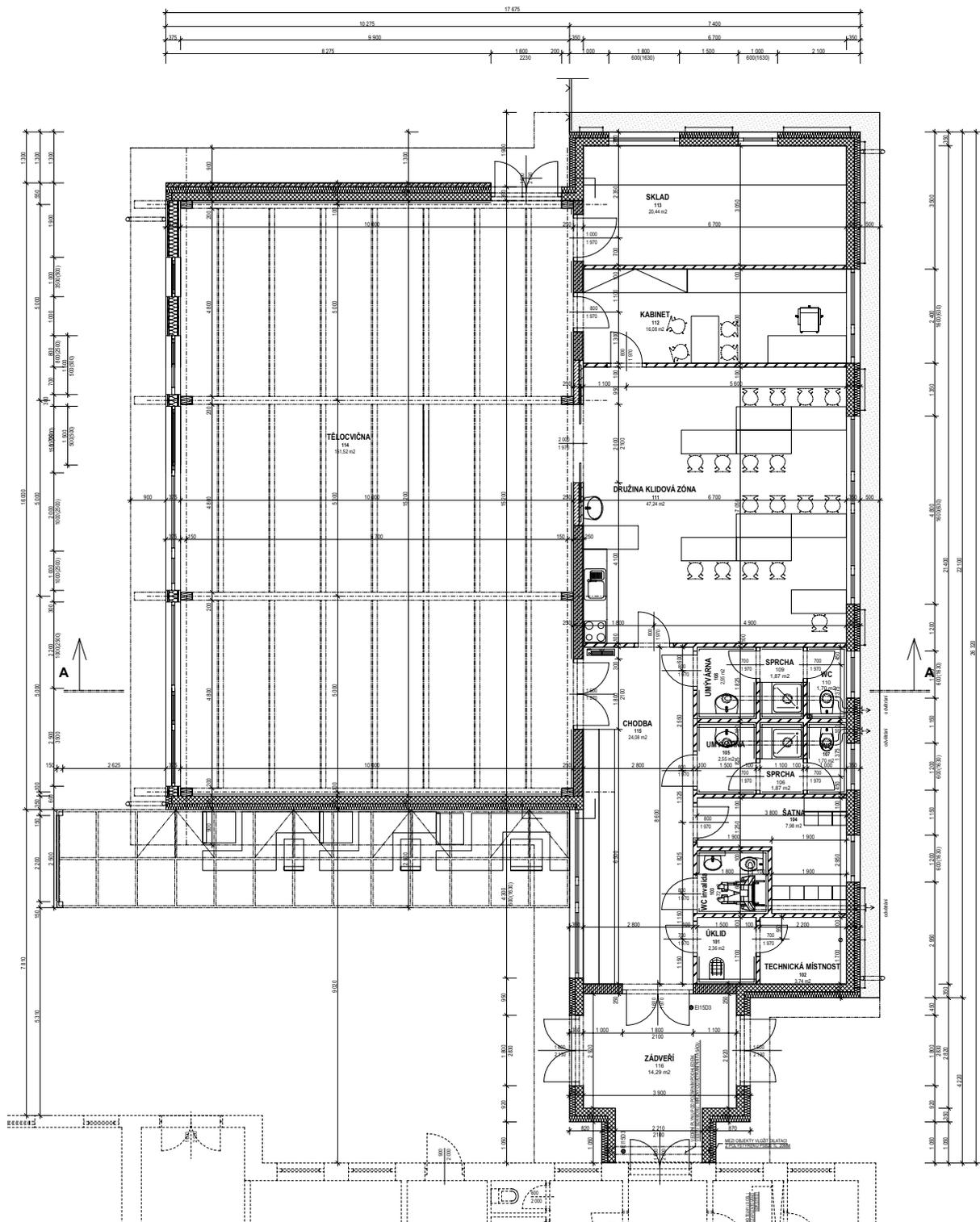
Jsou použity následující podklady: Projekt stavby a normy ČSN 73 0802, ČSN 73 0810, ČSN 73 0818, ČSN 73 0821, ČSN 73 0872. ČSN EN 1991-1-2, ČSN EN 13501-1 a ČSN EN 1995-1-1.

b) Stručný popis stavby z hlediska stavebních konstrukcí,

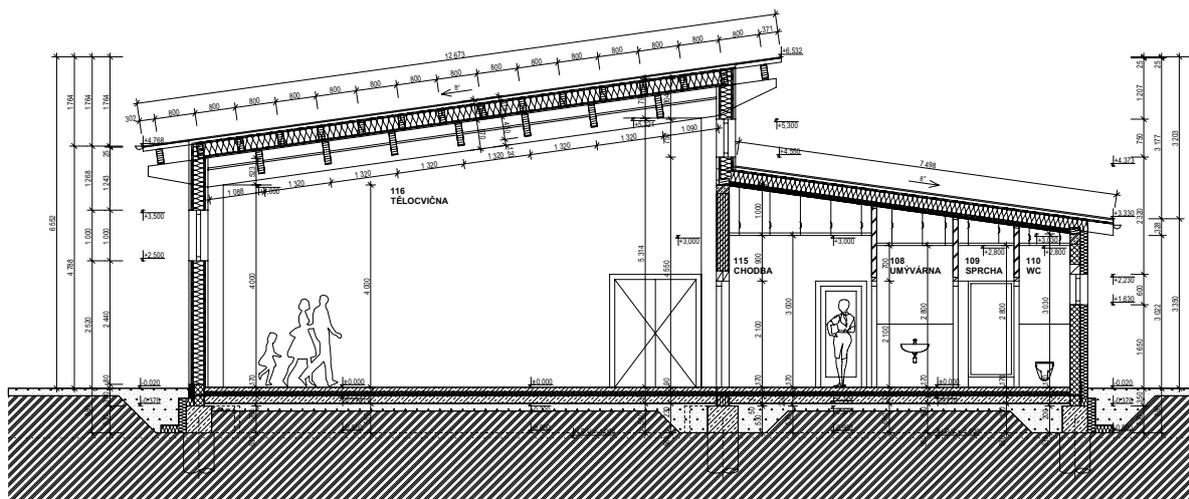
tj. výšky stavby, účelu užití, popřípadě popisu a zhodnocení technologie a provozu, umístění stavby ve vztahu k okolní zástavbě

Dispozice

Dále je doložen půdorys 1.NP a řez



Obr. 3.7A.1 Půdorys 1.NP



Obr. 3.7A.2 Řez A-A'

Popis stavby

Stavba je řešena jako jednopodlažní hala s nosnou dřevěnou konstrukcí s přizděnou jednopodlažní mírně nižší částí pro družinu se zázemím a skladem. Jednopodlažní družina je navržena jako stěnový zděný systém s pultovou střechou. Tělocvična o rozměrech vnitřního prostoru 10x15m a výškou pultové střechy v nejnižším místě 4 m a se sklonem 8° je navržena jako dřevěná nosná konstrukce viditelná v interiéru.

V 1.NP je hlavní vstup od stávající školy a dále družina s kabinetem a s příručním skladem. Za vstupem je sociální zázemí pro žáky. Z chodby je přístupná tělocvična, která je napojena zadním východem na volné prostranství.

Hlavní nosnou konstrukcí jsou dřevěné vazníky 200/570 z lepeného lamelového dřeva bez dodatečné požární ochrany s návrhem nosné konstrukce dle Eurokódu na požadovanou požární odolnost. Obvodové konstrukce, kromě čelní západní fasády, jsou staticky nezávislé na dřevěné konstrukci a jsou vyzdívané s železobetonovými věnci. Střešní plášť je na dřevěných vaznicích 120/450. Objekt je přístavbou na pozemku investora. Přístup do objektu je z veřejné komunikace s přístupem požárních vozidel.

Technické vybavení objektu

Objekt je vytápěn technické místností lokálním spotřebičem plynu do 50 kW - provedení turbo. Topení je ústřední teplovodní bez požadavku PBŘ. Větrání je přirozené, odvětrání vnitřních prostor soc. zázemí je nucené s lokálními odtahy. Odtahy VZT jsou vedeny nad střechu objektu. Přívodní i odtahové potrubí prochází požárními stropy s plochou do 400 cm². VZT je řešena dle ČSN 730872.

Elektroinstalace bude provedena dle příslušných norem ČSN dle stanoveného vnitřního prostředí stanovené protokolem o vnitřním prostředí, viz část EL.

Stavební konstrukce

Jedná se o jednopodlažní stavbu bez podsklepení. Objekt je z dřevěných konstrukcí s obezdívkou obvodovými zděnými stěnami z betonových cihel, na západním štítu je sendvičová konstrukce s dřevěným nosným roštem s vloženou požárně ochranou konstrukcí (předsazená stěna W625 s deskou tl. 15mm) s mechanickým a estetickým krytím OSB deskou. Zdivo je cihelné alt. betonové, vodorovné konstrukce jsou tvořeny podhledy pod dřevěnou konstrukcí. Příčky jsou vyzdívané. Střešní plášť je tvořen celoplošným zákopem dřevoštěpkovými deskami OSB4 P+D v tl. 22 mm. Na záklop je dále provedený rošt, izolační vrstvy střechy a plechová krytina. Střešní plášť je nad pož. podhledem. Požární podhledy jsou ve funkci požární ochrany střešního pláště bez ochrany dřevěné nosné konstrukce. Zasklení otvorů ve stěnách a obvodovém plášti je z dřevěných oken a dveří. Podlahy jsou dřevěné vícevrstvé s dopočteným pož. zatížením. V soc. zázemí jsou podlahy betonové s povrchem z keramické dlažby resp. PVC. Dle ČSN 73 0802 se jedná o hořlavý konstrukční systém DP3. Výška objektu je $h = 0,0$ m. Přístavba je staticky nezávislá na stáv. objektu školy.

c) Rozdělení stavby do požárních úseků

Dle ČSN 730802 je objekt rozdělen do těchto požárních úseků:

1.NP - celkem 1 požární úsek

PÚ č.2 PÚ N1.1/N2- tělocvična s družinou a zázemím

Jedná se o dvoupodlažní požární úsek s celistvými stropy dle ČSN 730802 čl. 5.2.4 a,b

d) Stanovení požárního rizika,

popřípadě ekonomického rizika, stanovení stupně požární bezpečnosti a posouzení velikosti požárních úseků

PÚ č.1 PÚ N1.1/N2- tělocvična s družinou a zázemím

POŽÁRNÍ RIZIKO

$$S \text{ [m}^2\text{]} = 264,32$$

$$S_o \text{ [m}^2\text{]} = 49,52$$

$$h_o \text{ [m]} = 2,10$$

$$h_s \text{ [m]} = 3,03$$

$$S_m \text{ [m}^2\text{]} = 151,52$$

$$\rho \text{ [kg.m}^{-2}\text{]} = 107,78$$

$$a_n = 1,069$$

$$a = 0,946$$

$$b = 0,818$$

$$c = 1,000$$

$$p_v \text{ [kg.m}^{-2}\text{]} = p \cdot a \cdot b \cdot c = 83,41$$

Stupeň požární bezpečnosti (čl. 7.2) = III.

e) Zhodnocení navržených stavebních konstrukcí a požárních uzávěrů z hlediska jejich požární odolnosti

Stavební konstrukce

Jedná se o jednopodlažní stavbu s konstrukcemi v posl. np. Konstrukce jsou posouzeny dle požadavku ČSN 73 0802 tab.12:

Požadovaná požární odolnost [min] stavebních konstrukcí a stupeň hořlavosti hmot

SPB (podle výpočtů p_v) = II.

1 Požární stěny a stropy, viz 8.2 a 8.3

v posledním nadzemním podlaží	30+
mezi objekty	60DP1

3 Obvodové stěny, viz 8.4.1 a 8.4.10

zajišťující stabilitu obj. nebo jeho části v posledním NP	30+
nezajišťující stabilitu objektu nebo jeho části	30+

4 Nosné konstrukce střech, viz 8.7.2 30

5 Nosné konstrukce uvnitř PÚ, zajišťující stabilitu objektu, viz 8.7.1 a 8.7.2

v posledním nadzemním podlaží	30
-------------------------------------	----

11 Střešní pláště, viz 8.15 15

Posouzení konstrukcí: pro III.SPB v NP (posledním NP) požadavek: skutečnost: /min./

Požární meziobjektové stěny - zděné tl.450 mm.....REI 45DP1 . 180DP1

Obvodové stěny-zděné tl.200 mmREW 30 180

Obvodové stěny-dřevěná konstrukce

+SDK předstěna W625 s GKF 15 mmREW 30 30

Nosná konstrukce střechy- vazník 200/570 mmR 30 30

Nosná konstrukce střechy- vaznice 120/450 mm.....R 30 30

Nosná konstrukce střechy- sloup 200/300 mmR 30 30

Nenosná konstrukce obvodové stěny- sloup 100/240 mm.....R 30 30

Požární uzávěryEI30DP3 EI30DP3

Celistvost požárně dělících konstrukcí je zajištěna utěsněním prostupů. Prostupy instalací ZT, EL, UT stropem budou utěsněny dle ČSN 73 0810. Požární pásy se nepožadují, protože objekt spadá do $h = 12,0$ m. Požární odolnosti obvodových nosných a požárně dělících konstrukcí vyhovují ČSN 73 0802. Prokázání požární odolnosti nosné dřevěné konstrukce bylo provedeno statickým výpočtem podle ČSN EN 1995-1-1.

POZNÁMKA: V této monografii je uvedeno v kap. 3.7B.

Výtah z prokázání požární odolnosti nosných dřevěných prvků

Nosná konstrukce haly tělocvičny byla za běžné teploty ověřena podle ČSN EN 1995-1-1. V závěru prokázání požární odolnosti nosných dřevěných prvků statickým výpočtem je doložena požadovaná požární odolnost 30 min. Shrnutí výsledků statického výpočtu je uvedeno v tab. 3.7A.1, kde lze nalézt zbytkového průřez a jeho možné využití v nejméně namáhaných prvcích konstrukce.

Tab. 3.7A1 Využití zbytkového průřezu v nejméně namáhaných prvcích konstrukce

ZADANÝ PRŮŘEZ	MATERIÁL	RYCHLOST ODHOŘÍVÁNÍ	PO	ZBYTKOVÝ PRŮŘEZ	VYUŽITÍ
		β_0 [mm/min]	[MIN]		[%]
 vaznice 120/450	GL24h	0,7	30	64/422	0,16
 vazník 200/570	GL24h	0,7	30	144/542	0,57
 sloup 200/300	GL24h	0,7	30	144/272	0,24
 sloupek 100/200	C24	0,8	30	38/169	0,67

Všechny konstrukce vyhovují III. SPB.

f) Zhodnocení navržených stavebních hmot

(stupeň hořlavosti, odkapávání v podmínkách požáru, rychlost šíření plamene po povrchu, toxicita zplodin hoření apod.)

Navržené nosné konstrukce jsou konstrukcemi druhu DP3. Jiné požadavky nejsou. Materiály, které odkapávají či odpadávají při požáru, nejsou navrženy.

g) Zhodnocení možnosti provedení požárního zásahu, evakuace osob,

zvířat a majetku a stanovení druhů a počtu únikových cest, jejich kapacity, provedení a vybavení

Z objektu vede NÚC- hl. vstup ze školy s možností úniku do venkovního prostoru dvěma 2kř. dveřmi 180/2100 mm a dále jeden zadní východ z tělocvičny s 2kř. dveřmi 1800/2100 mm. Na tuto cestu navazují NÚC v 1.np. Ohrožení osob zplodinami hoření dle čl. 9.1.2 ČSN 73 0802 se neposuzuje, v objektu není shromažďovací prostor dle ČSN 73 0831. Větrání NÚC je přirozené – okny. Na únikové cestě bude nouzové osvětlení s lokálními zdroji el. energie.

Počet osob dle ČSN 730818 je:

Obsazení požárního úseku osobami podle ČSN 73 0818:

Údaje z projektu			Údaje z tabulky 1					
Místn. číslo	Druh místnosti	Plocha v m ²	Počet osob proj.	Položka	Plocha na os. v m ²	Sou- či- nitel	Počet osob	čl. 6.2
104	šatna	8,0	8	16.1	0,0	1,35	11	Ne
111	družina	47,2	0	2.1.1	2,0	0,00	24	Ne
112	kabinet	16,1	0	1.1.1	5,0	0,00	3	Ne
114	tělocvična	151,5	0	5.2.1	4,0	0,00	38	Ne

Posouzení úniků- sumář:

Je posouzena nechráněná úniková cesta 1 směrem po rovině - v místě úniku dveřmi na volné prostranství pro příslušné mezní počty osob a mezní délku úniku pro 1 směr, tj. limitní posouzení. Únik pro 2 směry úniku vyhovuje- $l_{umax}=42,7$ m .

Součinitel a = 0,946

Započitatelný počet osob podle ČSN 73 0818 = 76

Půdorysná plocha připadající na 1 osobu [m²] = 3,5

Ohrožení osob (čl.9.1.2) te [min] = 2,3

Doba evakuace tu se v souladu s 9.12.1a) neporovnává s te

Výpočet doby evakuace tu z hodnot l a u zadaných uživatelem.

č. č.p. Typ tu l, max l u, min u E.s K Ev. Únik Vyhovuje
[min] [m] [l=0.55 m] [osob]

1	1 NÚC	1,6	27,7	20,0	1,0	1,5	65	63	S	rov.	Ano
---	-------	-----	------	------	-----	-----	----	----	---	------	-----

1 - vše po rovině-1směr

Požadavek je min. 1,5 únikových pruhů v každém východu (započteny min. 2 východy šíře 800 mm) – vyhovuje OTP. Kapacita 1,5 únikového pruhu je pro ostatní východy na NÚC vyhovující (dveře 800 mm). Otevírání je ve směru úniku - vyhovuje.

Vybavení únikových cest

- dveře na únikových cestách se otevírají ve směru úniku s výjimkou dveří z funkčně ucelených skupin (tj. s počátkem úniku u vstupu do kabinetu a družiny)
- dveře na únikových cestách jsou bez prahu
- na únikových cestách bude označen směr úniku a únikové východy
- únikové cesty jsou elektricky a nouzově osvětleny

h) Stanovení odstupových, popřípadě bezpečnostních vzdáleností

a vymezení požárně nebezpečného prostoru, zhodnocení odstupových, popřípadě bezpečnostních vzdáleností ve vztahu k okolní zástavbě, sousedním pozemkům a volným skladům.

Odstupové vzdálenosti byly vypočteny pro požární zatížení p_v a požárně otevřené plochy pro jednotlivé požárně otevřené plochy dle ČSN 73 0802 pro mezní tepelný tok $18,5 \text{ kW/m}^2$:

Odstup od okna vel. $2,40 \text{ m} \times 1,6 \text{ m}$ je $d = 3,20 \text{ m}$.

Odstupy jsou stanoveny dle normové teplotní křivky s těmito parametry pož. úseku:

Výsledky: Předpokládaná teplota požáru:	1053,22	[°C]
Nejvyšší hustota tepelného toku (na povrchu sálavé plochy):	175,41	[kW/m ²]
Polohový faktor:	0,1053	[-]
Kritická hustota tepelného toku:	18,5	[kW/m ²]
Požadovaná odstupová vzdálenost (v přímém směru):	3,2	[m]
Max. odstup do stran (od okraje sálavé plochy):	1,89	[m]

Vstupní data: Šířka:	2400	[mm]
Výška:	1600	[mm]
Celková emisivita:	1	[-]
Procento sálání:	100	[%]
Konstrukční systém objektu:	hořlavý D3	
Výpočtové požární zatížení (nebo t_e):	108,4	[kg/m ²] / [minut]
Teplotní režim:	Normová teplotní křivka	

Ostatní pož. odstupy od jednotlivých požárně otevřených ploch:

Odstup od okna vel. $1,2 \text{ m} \times 0,6 \text{ m}$ je $d = 1,38 \text{ m}$

Odstup od dveří vel. $1,8 \text{ m} \times 2,83 \text{ m}$ je $d = 3,68 \text{ m}$

Odstup od štítové západní stěny je dopočten pro 8 otvorů bez pož. odolnosti:

Výsledky: Průměrná hustota tepelného toku:	175,4 [kW/m ²]
Polohový faktor:	0,11 [bez rozměru]
Požadovaná odstupová vzdálenost (v přímém směru):	11,5 [m]
Hustota tepelného toku ve vzdálenosti: 0 [m] je	175,4 [kW/m ²]
Kritická hustota tepelného toku:	18,5 [kW/m ²]

Vstupní data: Šířka:	13500	[mm]
Výška:	4000	[mm]
Celková emisivita:	1	[bez rozměru]
Procento sálání:	100	[%]
Počet dílčích ploch:	8	

1. Dílčí plocha **3,5** [m²] Dílčí hustota toku **175,4** [kW/m²]
2. Dílčí plocha **0,4** [m²] Dílčí hustota toku **175,4**[kW/m²]
3. Dílčí plocha **0,9** [m²] Dílčí hustota toku **175,4** [kW/m²]
4. Dílčí plocha **0,9** [m²] Dílčí hustota toku **175,4**[kW/m²]
5. Dílčí plocha **2,25** [m²] Dílčí hustota toku **175,4** [kW/m²]
6. Dílčí plocha **3** [m²] Dílčí hustota toku **175,4**[kW/m²]
7. Dílčí plocha **2,2** [m²] Dílčí hustota toku **175,4**[kW/m²]
8. Dílčí plocha **8,75** [m²] Dílčí hustota toku **175,4**[kW/m²]

Odstupy nezasahují jinou budovu. Objekt se nenachází v požárně nebezpečném prostoru jiného objektu. **Odstupy nezasahují mimo stavební pozemek.** Odstupy dle ČSN 730802 vyhovují.

i) Určení způsobu zabezpečení stavby požární vodou

včetně rozmístění vnitřních a vnějších odběrních míst, popřípadě způsobu zabezpečení jiných hasebních prostředků u staveb, kde nelze použít vodu jako hasební látku

Požární voda

Dle ČSN 73 0873 je požadavek na odběr vody Q=6 l/s při světlosti potrubí DN 100 mm-pro PÚ N1.01. Max. vzdálenost odběrného místa (hydrantu) je 150 m a dále po 300 m mezi sebou - vyhovují stávající hydranty v komunikaci. Vnitřní požární voda se dle ČSN 73 0873 požaduje, Součin S.p je 28490. V objektu je instalován vnitřní V 1.NP bude osazen hydrant

s připojením DN 25 mm s $Q_{\min} = 0,3$ l/s při min. hydrodynamickém tlaku 0,2 MPa s napojením nehořl. potrubím- pozink. ocel tř. reakce A dle ČSN 13501 s tvarově stálou hadicí délky 20 m - v chodbě m.č. 1.15.

j) Vymezení zásahových cest a jejich technického vybavení,

opatření k zajištění bezpečnosti osob provádějících hašení požáru a záchranné práce, zhodnocení příjezdových komunikací, popřípadě nástupních ploch pro požární techniku, Přístupové a příjezdové cesty jsou vyhovující. Nástupní plocha se nepožaduje.

Střešní plášť je pochůzný. Výlez na střechu bude proveden z chodby 1.15 s možností výlezu na vyšší střechu. Vnější požární voda je na stávajícím potrubí DN 125 s hydrantem do vzdálenosti 150 m a dále po 200 m.

k) Stanovení počtu, druhů a způsobu rozmístění hasicích přístrojů

včetně hasicí schopnosti dle vyhl. 23/2008Sb., popřípadě dalších věcných prostředků požární ochrany nebo požární techniky,

1.NP

PÚ N1.1/N2 - tělocvična s družinou a zázemím

Počet přenosných hasicích přístrojů nr = 3,0 v PÚ N1.1/N2

Celkem bude osazeno 2 ks PHP - vodní 10 kg s hasicí schopností 13A a 1ks práškový 6 kg s hasicí schopností 21A - u rozvaděče EL. .

l) Zhodnocení technických, popřípadě technologických zařízení stavby,

rozvodná potrubí, vzduchotechnická zařízení, vytápění apod., z hlediska požadavků požární bezpečnosti

Potrubní rozvody

Nehořlavé látky - voda, kanalizace, ÚT. Potrubí mohou být volně vedena pož. úseky, neboť max. dimenze je pro vodu 2", kanalizaci DN 110, ÚT 5/4" a průřezy nepřekračují mezní velikosti. Prostupy instalací EL, ZT, PLYNU požárními stěnami budou utěsněny dle ČSN 73 0802-čl. 8.6.1-potrubní rozvody resp. dle čl. 6.2 ČSN 730810. V objektu nejsou vedení hořl. kapalin a jiných hořl. médií.

Vzduchotechnika

V administrativním objektu se jedná o odvětrání soc. zázemí objektu - stoupačky do DN 200 mm.Vedení do 400 cm² nemusí být osazeno pož. klapkami.

Vytápění

V objektu je centrální zdroj - lokální spotřebič plynu. Nejedná se o kotelnu dle ČSN 070703. Plynový turbokotel ohřívá vodu pro vytápění a pro potřebu TUV.

m) Stanovení zvláštních požadavků na zvýšení požární odolnosti

stavebních konstrukcí nebo snížení hořlavosti stavebních hmot

V objektu je posouzena nosná dřevěná konstrukce bez nutnosti dodatečné ochrany před požárem. Dimenze jsou určeny pro běžné mezní stavy, dané pro běžnou teplotu s posouzením na požadavek R30 při požáru dle normové teplotní křivky. Západní dř. stěna nezajišťující stabilitu objektu je chráněna SDK předstěnou s požadavkem EW30 .

n) Posouzení požadavků na zabezpečení stavby požárně bezpečnostními zařízeními,

následně stanovení podmínek a návrh způsobu jejich umístění a instalace do stavby

V objektu nejsou vyhrazená požárně bezpečnostní zařízení. Jako požárně bezp. zařízení je instalováno nouzové osvětlení únikových cest, utěšňovací systémy instalací a označení únikových cest.

o) Rozsah a způsob rozmístění výstražných a bezpečnostních značek a tabulek

včetně vyhodnocení nutnosti označení míst, na kterých se nachází věcné prostředky požární ochrany a požárně bezpečnostní zařízení.

Bezpečnostní tabulky budou osazeny podle ČSN ISO 3864 Bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky, ČSN 01 8013 Požární tabulky a podle ostatních závazných a platných předpisů (nařízení vlády a pod) a musí vyznačovat mimo jiné:

- Je navrženo označit každý hlavní vypínač.

Popis tlačítek vypínání elektroinstalace je navrženo realizovat takto:

- Hlavní VYPÍNAČ – VYPNI PŘI POŽÁRU
 - Bezpečnostní tabulka - Nehas vodou ani pěnovými přístroji
- Veškeré rozvodné skříně, rozvaděče, ovládací skříně elektroinstalace apod. musí být značeny bleskem, což platí pro rozsah celé stavby.
- Je navrženo označit Hlavní uzávěr plynu.
- Je navrženo označit Hlavní uzávěr vody, a to u vlastního uzávěru.
- Systém značení únikových cest apod. bude řešen až v návaznosti na skutečné provedení před kolaudací a to tabulkami dle ČSN ISO 3864 podle přesného zařízení stavby včetně interiéru. Z místa, odkud není viditelný východ, je nutné vidět alespoň bezp. tabulky s vyznačeným směrem úniku - jedná se o únik do venk. prostředí.
- Vrátnice školy bude označena nápisem „ZDE HLASTE POŽÁR“
- Barevné značení potrubí:
 - Požární voda – červeně
 - Plyn – okr žlutý

Další tabulky budou určeny na stavbě.

3.7A.3 Shrnutí

Posouzení prokázalo možnost návrhu stavby, zejména dřevěné konstrukce, dle kodexu požárních norem s navazujícím řešením dle Eurokódů pro běžnou situaci i pro požární situaci dle zvoleného požárního scénáře. Navržená konstrukce splňuje požadavky požární bezpečnosti pro jednotlivé konstrukce pro dané dimenze nosných částí bez nutnosti dodatečné ochrany bez podmínky zesílení dřevěných prvků při běžné teplotě. Navržené konstrukční řešení vyhovuje vyhl. 268/2009 o technických požadavcích na stavby.

3.7B Ověření požární odolnosti konstrukce

V této části je na základě výše uvedeného požárně bezpečnostního řešení ověřena požární odolnost nosné dřevěné konstrukce haly tělocvičny, respektive odolnost vazníku, stropnice a sloupu a dřevěné obvodové stěny. U všech prvků je požadována požární odolnost R30.

3.7B.1 Vstupní údaje

A) Identifikační údaje

O stavebním objektu, investorovi, zhotoviteli stavby a zhotoviteli dokumentace nejsou v případové studii uvedeny.

B) Přehled podkladů

Na základě architektonické studie a záměru investora je ke stávajícímu objektu základní školy v projektu navržena přístavba družiny, nižší část s tělocvičnou.

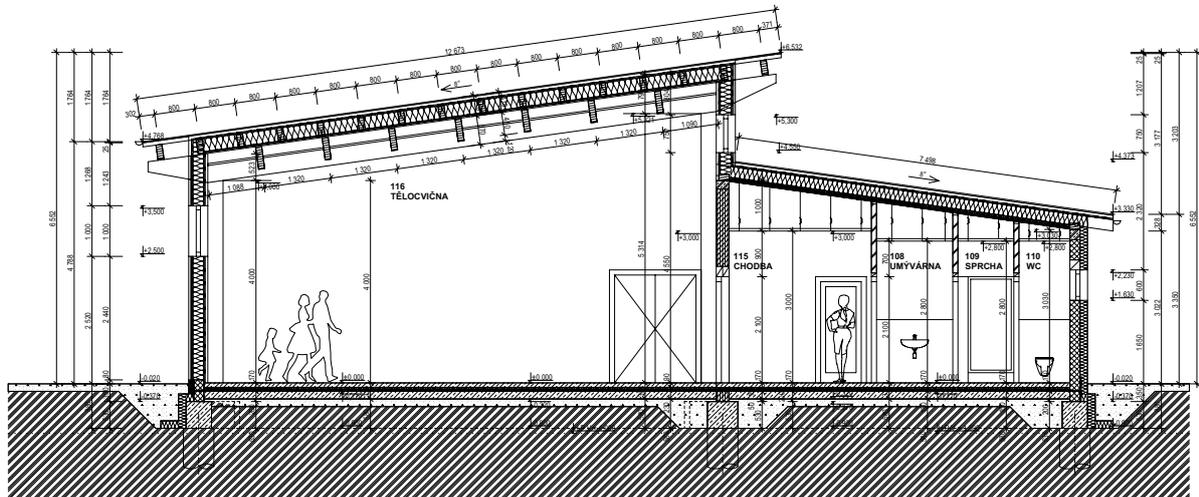
C) Konceptní řešení

Jednopodlažní družina je řešena jako stěnový zděný systém s pultovou střechou. Tělocvična o rozměrech vnitřního prostoru 10 × 15 m a výškou pultové střechy se sklonem 8° v nejnižším místě 4 m je navržena jako dřevěná nosná konstrukce viditelná v interiérech.

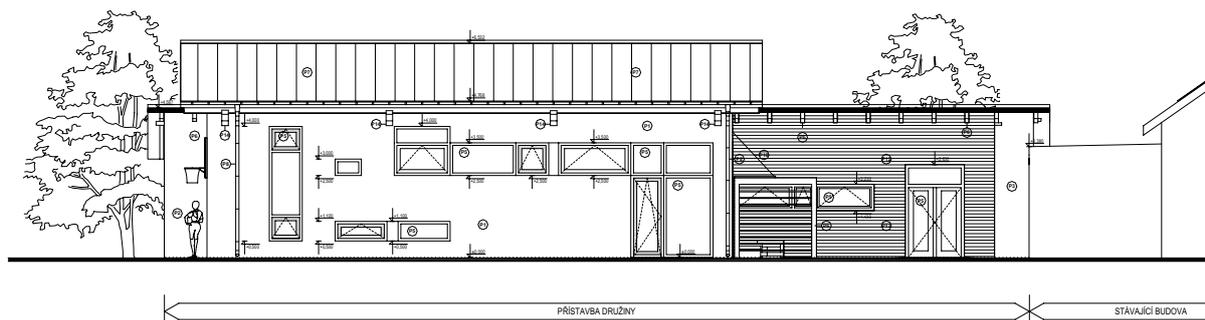
D) Dispoziční, stavebně technické, řešení objektu

Čtyři dřevěné střešní vazníky 200/570 z lepeného lamelového dřeva jsou ve vzdálenosti 5 m uloženy kloubově na kyvných dřevěných sloupech 200/300. Mezi vazníky jsou v osových vzdálenostech 1320 mm navrženy vložené vaznice 120/450 připojené k vazníkům pomocí kryté systémové spojky BMF. Nosná konstrukce je zaklopena celoplošným zákopem dřevoštěpkovými deskami OSB4 P+D v tl. 22 mm. Na záklop je dále provedený rošt, izolační vrstvy střechy a plechová krytina. Mezi vaznicemi je zavěšený akustický podhled ECOPHONE SUPER G. Štítové stěny tělocvičny jsou navrženy z betonových tvárnic TRESK s výztužnými železobetonovými pilířky a věnci a zajišťují příčnou stabilitu objektu. Obvodová stěna tělocvičny je navržena jako dřevěný rošt z rostlého dřeva 100/200 vyplněný izolační

vatou ORSIL. Rošt je zaklopený z interiérové strany předsazenou SDK stěnou pro zajištění požární odolnost EW30, W625 ss GKF 15 mm, a pro mechanickou ochranu broušenými deskami OSB4 P+D v tloušťce 22 mm. Rošt zajišťuje podélnou stabilitu svislých sloupů. Nosné konstrukce horní stavby tělocvičny a nižší družiny jsou dilatovány.



Obr. 3.7B.2 Příčný řez – tělocvična a družina



Obr. 3.7B.3 Pohled na dřevěnou obvodovou stěnu tělocvičny

Obvodová stěna tělocvičny je podle architektonického návrhu rozčleněna okenními a dveřními otvory. Sloupky 100/200 jsou uloženy svisle v rastru 1,25 m na základový práh a na podokapní střešní nosník. Vnitřní záklop deskami OSB bude ošetřený pouze malbou.

E) Seznamy norem a literatury

Pro řešení byly použity tyto evropské návrhové normy ČSN EN 1990, ČSN EN 1991-1-1, ČSN EN 1991-1-2, ČSN EN 1995-1-1 a ČSN EN 1995-1-2.

F) Údaje o použitém softwaru

Pro řešení nebyl použit speciální software.

3.7B.2 Ověření požární odolnosti

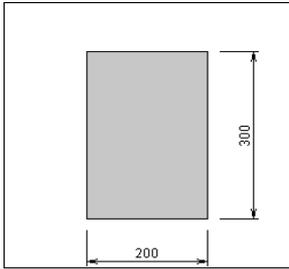
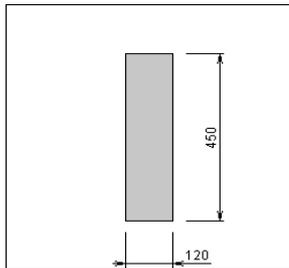
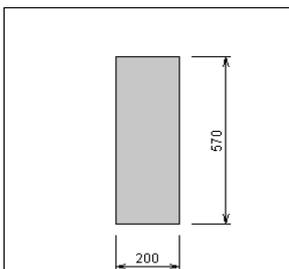
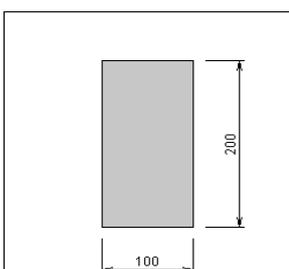
G) Vstupní data pro výpočet, navržené materiály a průřezy nosné dřevěné konstrukce

Veškeré viditelné nosné konstrukce tělocvičny (sloup, vazník a vaznice) jsou navrženy z lepeného lamelového dřeva **GL24h**. Konstrukce roštu obvodové stěny je navržena z rostlého jehličnatého dřeva **C24**. Záklopy jsou z dřevoštěpkových desek OSB4 P+D tloušťky 22 mm.

Tab. 3.7B.1 Materiálové charakteristiky navržených nosných konstrukcí

Materiál	C24		GL24h		OSB4 tl.22 mm	
Pevnostní vlastnosti v N/mm ²						
Ohyb	f _{m,k}	24	f _{m,g,k}	24	f _{m,k}	16
Tlak rovnoběžně s vlákny	f _{c,0,k}	21	f _{c,0,g,k}	24	f _{c,0,k}	12
Smyk	f _{v,k}	2,5	f _{v,g,k}	2,7	f _{v,k}	0,8
Tuhostní vlastnosti v kN/mm ²						
Průměrná hodnota modulu pružnosti rovnoběžně s vlákny	E _{0,mean}	11	E _{0,mean,g}	11	E _{0,mean}	2,5
5% kvantil modulu pružnosti rovnoběžně s vlákny	E _{0,05}	7,4	E _{0,05,g}	8,8	E _{0,05}	-
Hustota v kg/m ³						
Hustota	ρ _k	350	ρ _{k,g}	400	ρ _k	600
Charakteristiky rychlosti odhořívání ČSN EN 1995-1-2 Tab. 3.1						
Jednorozměrová rychlost zuhelnatění [mm/min]	β ₀	0,65	β _{0,g}	0,65	β ₀	0,74
Nominální návrhová rychlost zuhelnatění [mm/min]	β _n	0,8	β _{n,g}	0,7	β _n	-

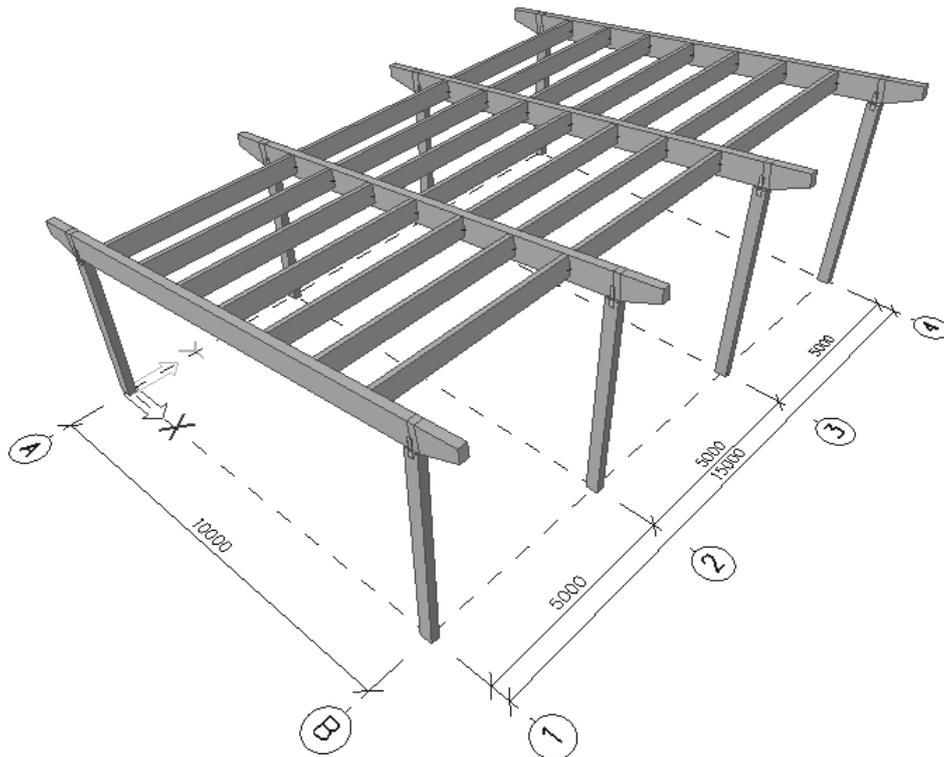
Tab.3.7B.2 Navržené průřezy a jejich hlavní charakteristiky

SLOUP PŘÍČNÉ VAZBY 200/300	
	šířka průřezu $b = 200\text{mm}$
	výška průřezu $h = 300\text{mm}$
	plocha průřezu $A = 60,00\text{ mm}^2$
	modul průřezu $W_y = 3,000 \cdot 10^9\text{mm}^3$
	modul průřezu $W_z = 2,000 \cdot 10^9\text{mm}^3$
	moment setrvačnosti $I_y = 45000 \cdot 10^4\text{mm}^4$
	moment setrvačnosti $I_z = 20000 \cdot 10^4\text{mm}^4$
STŘEŠNÍ VAZNICE 120/450	
	šířka průřezu $b = 120\text{mm}$
	výška průřezu $h = 450\text{mm}$
	plocha průřezu $A = 54,00\text{ mm}^2$
	modul průřezu $W_y = 4,050 \cdot 10^9\text{mm}^3$
	modul průřezu $W_z = 1,080 \cdot 10^9\text{mm}^3$
	moment setrvačnosti $I_y = 91125 \cdot 10^4\text{mm}^4$
	moment setrvačnosti $I_z = 6480 \cdot 10^4\text{mm}^4$
VAZNÍK PULTOVÉ STŘECHY 200/570	
	šířka průřezu $b = 200\text{mm}$
	výška průřezu $h = 570\text{mm}$
	plocha průřezu $A = 114,00\text{ mm}^2$
	modul průřezu $W_y = 10,830 \cdot 10^9\text{mm}^3$
	modul průřezu $W_z = 3,800 \cdot 10^9\text{mm}^3$
	moment setrvačnosti $I_y = 308655 \cdot 10^4\text{mm}^4$
	moment setrvačnosti $I_z = 38000 \cdot 10^4\text{mm}^4$
SLOUPEK DŘEVĚNÉ STĚNY 100/200	
	šířka průřezu $b = 200\text{mm}$
	výška průřezu $h = 570\text{mm}$
	plocha průřezu $A = 114,00\text{ mm}^2$
	modul průřezu $W_y = 10,830 \cdot 10^9\text{mm}^3$
	modul průřezu $W_z = 3,800 \cdot 10^9\text{mm}^3$
	moment setrvačnosti $I_y = 308655 \cdot 10^4\text{mm}^4$
	moment setrvačnosti $I_z = 38000 \cdot 10^4\text{mm}^4$

Výše uvedené průřezy jsou převzaty z návrhu a statického posouzení nosných konstrukcí, které je provedeno podle ČSN EN 1995-1-1 pro běžnou teplotu. Dále jsou uvedeny pouze vstupní údaje týkající se posouzení požární odolnosti, tj. statický model, výpis a schémata zatěžovacích stavů apod.

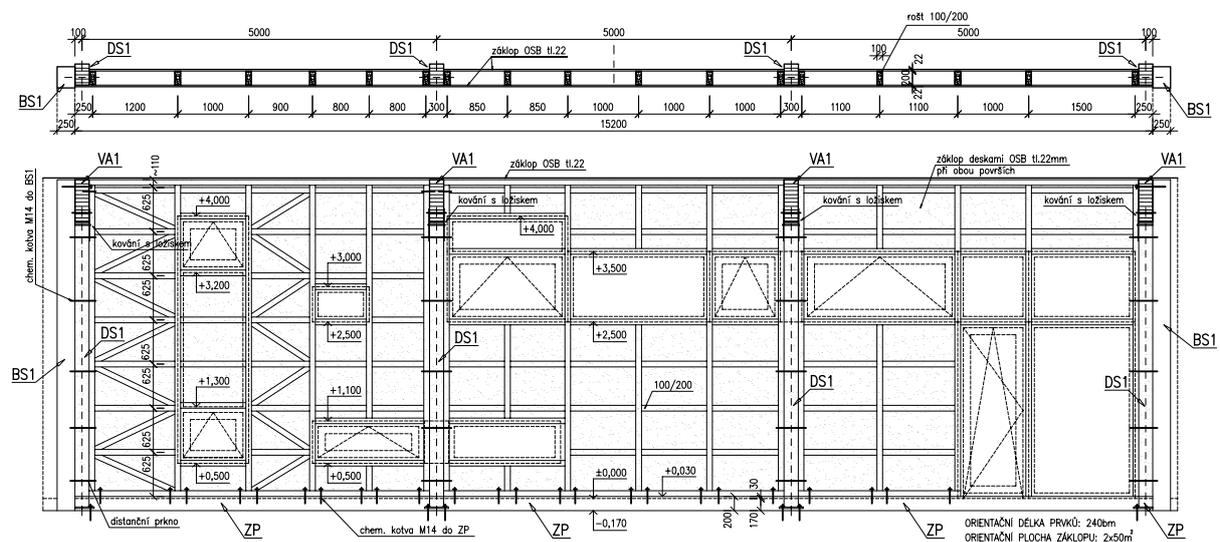
H) Grafická schémata

Statické schéma nosné konstrukce je ukázáno na obr. 3.7B.4 a obr. 3.7B.5 a popsáno dále.



Obr. 3.7B.4 Statické schéma nosné konstrukce tělocvičny

Sloupy DS1-200/300 jsou navrženy jako kyvné. Sloupy podírají čtyři vazníky VA1-200/570 přes ocelová ložiska, tj. kloubově. Mezi vazníky jsou vloženy vaznice 120/450 tak, že horní povrchy prvků tvoří rovinu záklopu. Příčná stabilita haly je zajištěna zděnými štíty a střešním ztužidlem KERTO v úrovni střešního pláště. Podélná stabilita je na straně výše uvedené fasády zajištěna rovinným dřevěným roštem 100/200 obvodové stěny, viz obr. 3.7B.5.



Obr. 3.7B.5 Schéma obvodové dřevěné stěny (půdorys a pohled)

I) Tepelná zatížení

Výpočet vychází z rozvoje teploty plynu v požárním úseku podle nominální teplotní křivky.

J) Mechanické zatížení

Dále jsou uvedeny zatěžovací stavy, které se týkají posuzovaných konstrukcí. Stálé zatížení: skladba střechy a skladba dřevěné stěny. Dále proměnlivé zatížení užité a sněhem na střechu a větrem na dřevěnou stěnu.

STÁLÉ ZATÍŽENÍ:

ČSN EN 1991-1-1 (730035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - část 1-1: Obecná zatížení
Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

G1: pultová střecha tělocvičny

materiál vrstvy/popis	tloušťka [mm]	γ [kN/m ³]	$g_{1,k}$ [kN/m ²]
plechová krytina			0,10
dvojitý zákop s roštem a izolační vrstvy			0,35
vlastní tíha nosné konstrukce			0,20
akustický podhled a rezerva na svítidla			0,15
stálé zatížení celkem: $g_{1,k} =$			0,80 [kN/m ²]

G2: dřevěná obvodová stěna

materiál vrstvy/popis	tloušťka [mm]	γ [kN/m ³]	$g_{2,k}$ [kN/m ²]
základ deskami OSB tl.22mm			0,15
nosný rošt 100/200 a izolační výplň			0,3
vnější perforovaný záklop			0,15
kontaktní zateplovací systém			0,10
stálé zatížení celkem: $g_{2,k} =$			0,70 [kN/m ²]

PROMĚNLIVÉ ZATÍŽENÍ: UŽITÉ

ČSN EN 1991-1-1 (730035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - část 1-1: Obecná zatížení
Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

Q1: Střecha nad objektem

kategorie zatížení: H

stanovené použití: střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby, oprav, nátěrů a menších oprav

sklon střechy [°]: 8°

užitné zatížení celkem: $q_{1,k} =$ **0,75** [kN/m²]
 $Q_{1,k} =$ **1,5** [kN]

Poznámka: soustředěné břemeno se uvažuje samostatně a uvažuje se na kterémkoli místě konstrukce na ploše 50x50mm

PROMĚNLIVÉ ZATÍŽENÍ: SNÍH

ČSN EN 1991-1-3 (730035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem

POZNÁMKA: Zatížení je vztaženo na půdorysný průmět střechy, tj. do vodorovné roviny

S1: pulťová střecha tělocvičny

lokality: Rokytno u Pardubic

sněhová oblast: I

charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi $s_{0,k} = 0,7$ kN/m²
 součinitel tepla $C_t = 1,0$
 sklon střechy [°] 8°
 součinitel expozice $C_e = 0,9$
 základní tvarový součinitel $\mu_1 = 0,80$
 kombinační tvarový součinitel $\mu_2 = 0,80$
 návějový tvarový součinitel $\mu_3 = 1,01$

$s_{1,\mu_1,k} = 0,50$ [kN/m²]
 $s_{1,\mu_2,k} = 0,50$ [kN/m²]
 $s_{1,\mu_3,k} = 0,64$ [kN/m²]

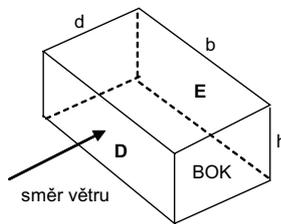
PROMĚNLIVÉ ZATÍŽENÍ: VÍTR NA STĚNY

ČSN EN 1991-1-4 (730035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem

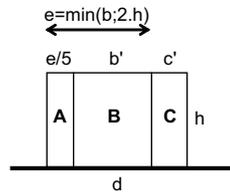
POZNÁMKA: Zatížení je vztaženo kolmo na povrch

W1: zatížení větrem na obvodovou stěnu dřevěné fasády

AXONOMETRIE



POHLED NA BOK



rozměry objektu: $d = 10\text{m}$
 $b = 15\text{m}$
 $h = 5\text{m}$
 $d/h = 2$

$e = 10\text{m}$
 $e/5 = 2\text{m}$
 $b' = 8\text{m}$
 $c' = 0\text{m}$

lokality: Hradec Králové

větrová oblast dle lokality: II

referenční rychlost větru $v_{ref} = 26$ m/s

měrná hmotnost vzduchu $\rho = 1,25$ kg/m³

referenční tlak větru $q_{ref} = \rho/2 \cdot v_{ref}^2 = 422,5$ N/m²

charakteristika budovy $f(b,h) =$ nízká budova

kategorie terénu: III předměstské a průmyslové oblasti, lesy

charakt. budovy	referenční výška z [m]	součinitel expozice $C_e(z)$	boční strana A			boční strana B			boční strana C			návětrná strana D			závětrná strana E		
			plocha [m ²]	C_{pe}	W_k [kN/m ²]	plocha [m ²]	C_{pe}	W_k [kN/m ²]	plocha [m ²]	C_{pe}	W_k [kN/m ²]	plocha [m ²]	C_{pe}	W_k [kN/m ²]	plocha [m ²]	C_{pe}	W_k [kN/m ²]
nízká	5,0	1,63	10	-1	-0,69	40	-0,8	-0,55	0	-0,5	-0,34	75	0,8	0,55	75	-0,3	-0,21

POZN: VÍTR PŮSOBÍ KOLMO K POVRCHU, ZÁPORNÉ ZNAMÉNKO ZNAČÍ SÁNÍ VĚTRU

Zatížení je kombinováno podle kap. 6.4.3.3 ČSN EN 1990:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + A_d + (\psi_{1,1} \text{ nebo } \psi_{2,1}) \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i} ; \quad (3.7B.1)$$

$G_{k,j}$ charakteristická hodnota j -tého stálého zatížení

P příslušná reprezentativní hodnota zatížení od předpětí

A_d návrhová hodnota mimořádného zatížení

$Q_{k,1}$ charakteristická hodnota hlavního proměnného zatížení, 1

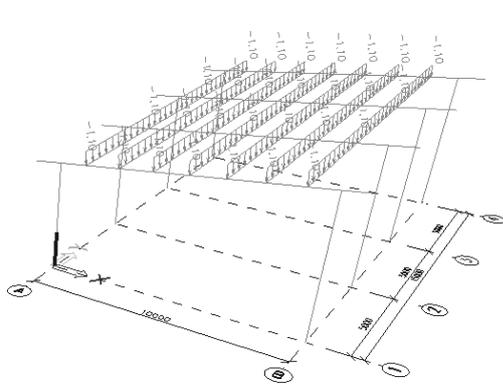
$Q_{k,i}$ charakteristická hodnota vedlejšího i -tého proměnného zatížení

ψ_1 součinitel pro častou hodnotu proměnného zatížení

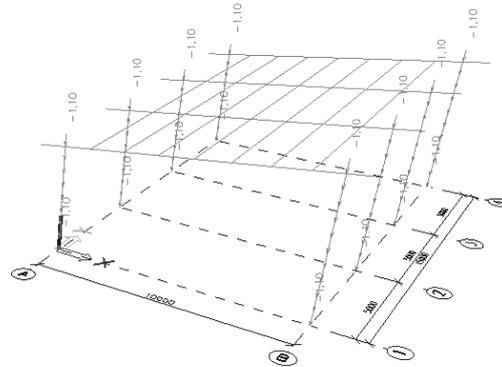
ψ_2 součinitel pro kvazistálou hodnotu proměnného zatížení

Poznámka:

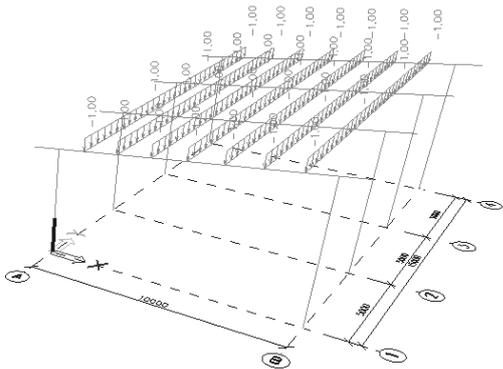
Součinitele ψ_1 a ψ_2 mají pro uvedené proměnlivé zatížení Q1 kategorie H hodnotu 0.



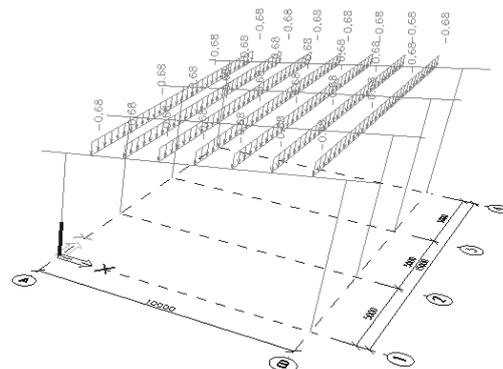
Obr. 3.7B.6 Schéma zatížení G1



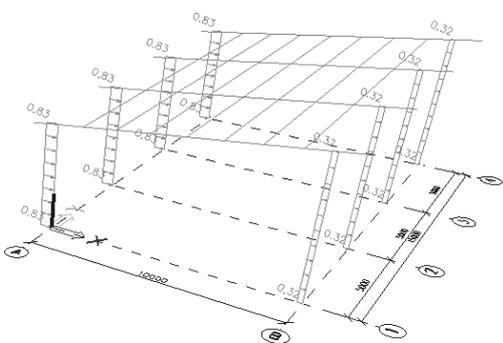
Obr. 3.7B.7 Schéma zatížení G2



Obr. 3.7B.8 Schéma zatížení Q1



Obr. 3.7B.9 Schéma zatížení Q1



Obr. 3.7B.10 Schéma zatížení W1

Poznámky:

zatěžovací šířka vaznic 1,32 m
 zatěžovací šířka sloupů 1,50 m

Hlavní sloupy jsou zatíženy konzervativně, tlak a sání větru přenáší hlavně sloupky dřevěné stěny uložené mezi základem a střechou.

K) Ověření při běžné teplotě

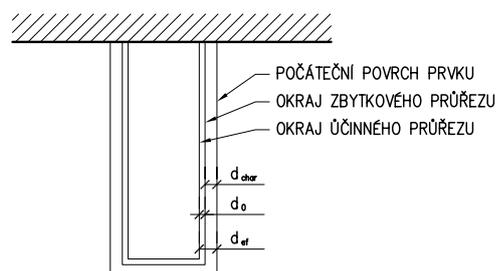
Při běžné teplotě je konstrukce navržena podle ČSN EN 1995-1-1. Posouzení za zvýšené teploty z návrhu za běžné teploty nevychází a není zde uvedeno.

L) Ověření při vystavení účinkům požáru

Vaznice 120/450

L1) Teplotní analýza

Vaznice je navržena z lepeného lamelového dřeva **GL24h**. Pro posouzení požární odolnosti je použita metoda účinného průřezu, přičemž horní povrch se uvažuje jako chráněný podle schématu na obr. 3.7B.11.



$$d_{char} = \beta_0 \cdot t = 0,7 \cdot 30 = 21 \text{ mm}$$

$$d_{ef} = d_{char} + k_0 \cdot d_0 = 7 \cdot 1,0 = 21 + 7$$

$$d_{ef} = 28 \text{ mm}$$

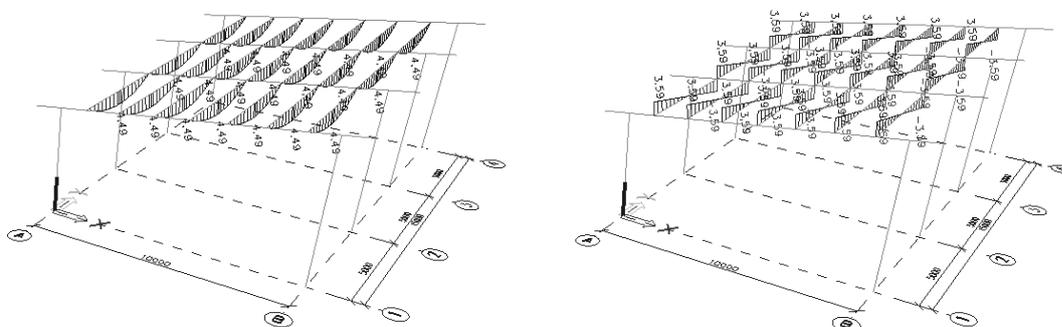
zbytkový průřez 64/422

$$(120 - 2 \cdot 28 = 64 \text{ mm}, 450 - 28 = 422 \text{ mm})$$

Obr. 3.7B.11 Vaznice 120/450

L2) Mechanická analýza

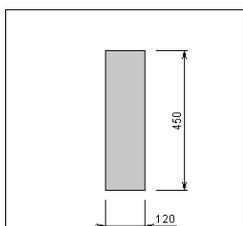
Prvek vaznice je uvažován jako prostý nosník uložený systémovými spojkami BMF.



Obr. 3.7B.12 Vnitřní síly: momenty [kNm] a posouvající síly [kN] podle vztahu (3.7B.1)

POSOUZENÍ VAZNICE 120/450 => 64/422

ČSN EN 1995-1-1 (731701) NAVRHOVÁNÍ DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ, Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

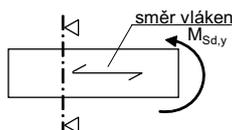


vnitřní síly: $M_{sd,y} = 4,49 \text{ kNm}$
 $M_{sd,z} = 0,2 \text{ kNm}$

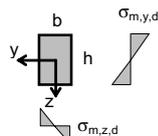
doba trvání nejkratšího zatížení: krátkodobé
 třída provozu: 1 - vlhkost < 12%

- PRŮŘEZOVÉ A MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

POHLED:



ŘEZ:



návrhové napětí $\sigma_{m,y,d} = M_{sd,y} / W_y = 2,36 \text{ MPa}$

návrhové napětí $\sigma_{m,z,d} = M_{sd,z} / W_z = 0,69 \text{ MPa}$

šířka průřezu $b = 64 \text{ mm}$
 výška průřezu $h = 422 \text{ mm}$
 plocha průřezu $A = 27,01 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$
 modul průřezu $W_y = 1,900 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$
 modul průřezu $W_z = 0,288 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

součinitel průřezu $k_m = 0,7$
 moment setrvačnosti $I_y = 40081 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$

druh dřeva: lepené lamelové
 třída: GL24h

$f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$

modifikační součinitel $k_{mod} = 0,9$

součinitel materiálu $\gamma_M = 1,25$

$f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 17,3 \text{ MPa}$

- POSOUZENÍ 1.MS:

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} =$$

$$0,10 + 0,04 = \mathbf{0,14} \leq 1$$

$$M_{Rd,y} = 32,8 \text{ kNm}$$

VYHOVÍ

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} =$$

$$0,14 + 0,03 = \mathbf{0,16} \leq 1$$

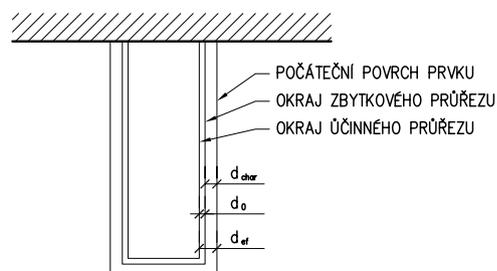
$$M_{Rd,z} = 4,98 \text{ kNm}$$

VYHOVÍ

Vazník 200/570

L1) Teplotní analýza

Vazníky jsou navrženy z lepeného lamelového dřeva **GL24h**. Pro posouzení požární odolnosti je použita metoda účinného průřezu, přičemž horní povrch se uvažuje jako chráněný podle schématu na obr. 3.7B.13.



$$d_{char} = \beta_0 \cdot t = 0,7 \cdot 30 = 21 \text{ mm}$$

$$d_{ef} = d_{char} + k_0 \cdot d_0 = 7 \cdot 1,0 = 21 + 7$$

$$d_{ef} = 28 \text{ mm}$$

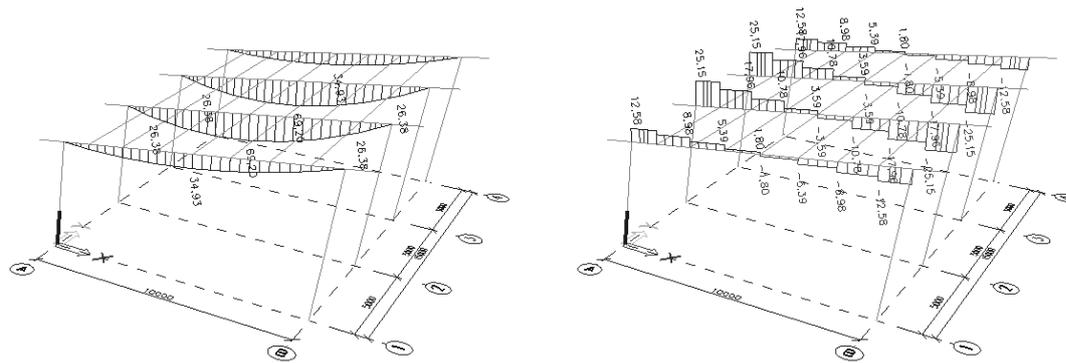
Zbytkový průřez 144/542

$$(200 - 2 \cdot 28 = 144 \text{ mm}, 450 - 28 = 542 \text{ mm})$$

Obr. 3.7B.13 Vazník 200/570

L2) Mechanická analýza

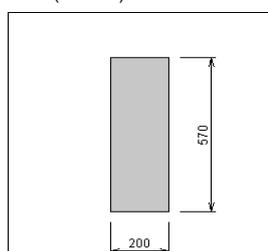
Hlavní vazníky jsou kloubově uloženy na sloupech přes ocelová ložiska zabudovaná v konstrukci obvodové stěny.



Obr.3.7B.14 Vnitřní síly: momenty [kNm] a posouvající síly [kN] podle vztahu (3.7B.1)

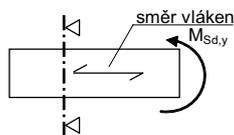
POSOUZENÍ VAZNÍKU 200 / 570 => 144 / 542

ČSN EN 1995-1-1 (731701) NAVRHOVÁNÍ DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ, Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

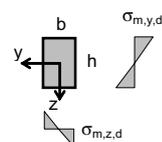


- PRŮŘEZOVÉ A MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

POHLED:



ŘEZ:



návrhové napětí $\sigma_{m,y,d} = M_{sd,y} / W_y = 9,82 \text{MPa}$

návrhové napětí $\sigma_{m,z,d} = M_{sd,z} / W_z = 0 \text{MPa}$

- POSOUZENÍ 1.MS:

$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} =$

$\sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} =$

$0,40 + 0,00 = \mathbf{0,40} \leq 1$

$0,57 + 0,00 = \mathbf{0,57} \leq 1$

$M_{Rd,y} = 122 \text{kNm}$

$M_{Rd,z} = 32,4 \text{kNm}$

VYHOVÍ

VYHOVÍ

vnitřní síly: $M_{sd,y} = \mathbf{69,2 \text{kNm}}$
 $M_{sd,z} = 0 \text{kNm}$

doba trvání nejkratšího zatížení: krátkodobé

třída provozu: 1 - vlhkost < 12%

šířka průřezu $b = 144 \text{mm}$

výška průřezu $h = 542 \text{mm}$

plocha průřezu $A = 78,05 \cdot 10^3 \text{mm}^2$

modul průřezu $W_y = 7,050 \cdot 10^6 \text{mm}^3$

modul průřezu $W_z = 1,873 \cdot 10^6 \text{mm}^3$

součinitel průřezu $k_m = 0,7$

moment setrvačnosti $I_y = 191064 \cdot 10^4 \text{mm}^4$

druh dřeva: lepené lamelové

třída: GL24h

$f_{m,k} = 24 \text{MPa}$

modifikační součinitel $k_{mod} = 0,9$

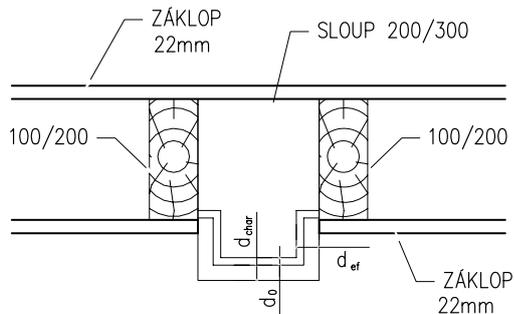
součinitel materiálu $\gamma_M = 1,25$

$f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 17,3 \text{MPa}$

Sloup 200/300

L1) Teplotní analýza

Hlavní sloupy jsou provedeny z lepeného lamelového dřeva **GL24h** a jsou částečně kryty konstrukcí dřevěné stěny podle schéma na obr. 3.7B.15. Pro posouzení požární odolnosti je použita metoda účinného průřezu, přičemž se uvažuje s odhoříváním vnitřní nechráněné části průřezu a vnitřní síly uvažují pro všechny sloupy.



$$d_{char} = \beta_0 \cdot t = 0,7 \cdot 30 = 21 \text{ mm}$$

$$d_{ef} = d_{char} + k_0 \cdot d_0 = 7 \cdot 1,0 = 21 + 7$$

$$d_{ef} = 28 \text{ mm}$$

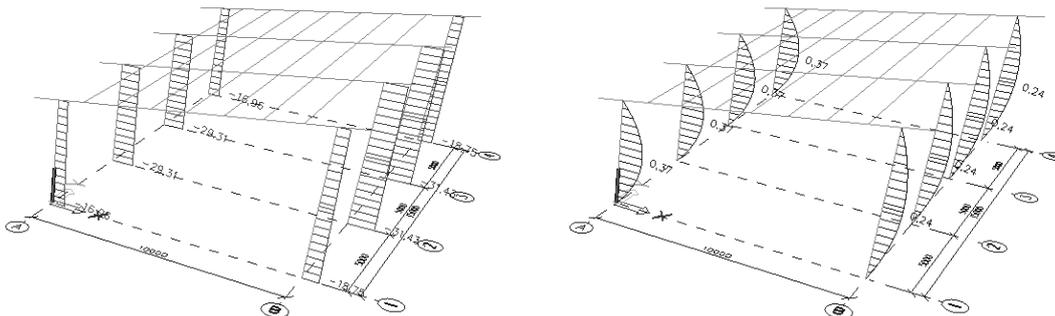
zbytkový průřez 144/272

$$(200 - 2 \cdot 28 = 144 \text{ mm}, 300 - 28 = 272 \text{ mm})$$

Obr. 3.7B.15 Sloup 200/300

L2) Mechanická analýza

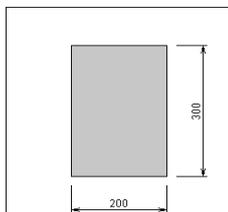
Výška sloupu je ve vrcholu pultové střechy 5,5 m. Vnitřní síly se uvažují pro všechny sloupy, viz obr. 3.7B.16.



Obr.3.7B.16 Vnitřní síly: normálové síly [kN] a momenty [kNm] podle vztahu (3.7B.1)

POSOUZENÍ HLAVNÍHO SLOUPU 200/300 => 144/272

ČSN EN 1995-1-1 (731701) NAVRHOVÁNÍ DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ, Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby



vnitřní síly: $N_{sd} = 31,43 \text{ kN}$

$M_{sd,y} = 0,37 \text{ kNm}$

$M_{sd,z} = 0 \text{ kNm}$

doba trvání nejkratšího zatížení: krátkodobé

třída provozu: 1 - vlhkost < 12%

působení: délka prutu $L = 5,5 \text{ m}$

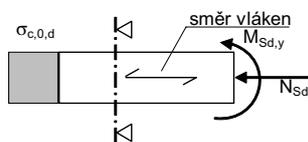
součinitel vzpěru $k_{CR,y} = 1$ $L_{CR,y} = 5,5 \text{ m}$

součinitel vzpěru $k_{CR,z} = 1$ $L_{CR,z} = 5,5 \text{ m}$

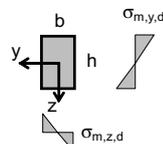
vybočení ve směru osy z
vybočení ve směru osy y

- PRŮŘEZOVÉ A MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

POHLED:



ŘEZ:



šířka průřezu $b = 144 \text{ mm}$
 výška průřezu $h = 272 \text{ mm}$
 plocha průřezu $A = 39,17 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$
 poloměr setrvačnosti $i_y = 78,52 \text{ mm}$
 poloměr setrvačnosti $i_z = 41,57 \text{ mm}$
 modul průřezu $W_y = 1,776 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$
 modul průřezu $W_z = 0,940 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$
 součinitel průřezu $k_m = 0,7$

- ŠTÍHLOSTNÍ POMĚRY:

$\lambda_y = L_{CR,y} / i_y = 70,05$ $\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 \cdot E_{0,05} / \lambda_y^2 = 17,7\text{MPa}$ $\lambda_{rel,y} = (f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y})^{1/2} = 1,16$ $k_y = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2) = 1,21$ $k_{c,y} = 1 / (k_y + (k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)^{1/2}) = 0,65$	$\lambda_z = 132,31$ $\sigma_{c,crit,z} = 4,96\text{MPa}$ $\lambda_{rel,z} = 2,20$ $k_z = 3,00$ $k_{c,z} = 0,20$
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

druh dřeva: lepené lamelové
 třída: GL24h
 součinitel zakřivení $\beta_c = 0,1$

$f_{c,0,g,k} = 24\text{MPa}$
 $f_{m,g,k} = 24\text{MPa}$
 $E_{0,05} = 8800\text{MPa}$

modifikační součinitel $k_{mod} = 0,9$
 součinitel materiálu $\gamma_M = 1,25$

návrhové tlakové napětí $\sigma_{c,0,d} = N_{sd} / A = 0,8\text{MPa}$

návrhové napětí $\sigma_{m,y,d} = M_{sd,y} / W_y = 0,21\text{MPa}$

návrhové napětí $\sigma_{m,z,d} = M_{sd,z} / W_z = 0\text{MPa}$

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 17,3\text{MPa}$

$f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 17,3\text{MPa}$

- POSOUZENÍ 1.MS:

	$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} =$	0,00 + 0,01 + 0,00 =	0,01	\leq	1	VYHOVÍ
	$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} =$	0,00 + 0,01 + 0,00 =	0,01	\leq	1	VYHOVÍ
podmínky stability:	$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} + k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} =$	0,23 + 0,00 + 0,01 =	0,24	\leq	1	VYHOVÍ
	$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} + \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} =$	0,07 + 0,00 + 0,01 =	0,08	\leq	1	VYHOVÍ

Sloupek dřevěné stěny 100/200

L1) Teplotní analýza

Dřevěná stěna je navržena jako rošt z prvků 100/200 z rostlého dřeva **C24**. Osové jsou vzdáleny nejvýše po 1,5 m, viz obr.3.7B.5. Zbytkový průřez se uvažuje pro $\eta_0 = 0,8$ pro třístranné odhořívání 38/169.

L2) Mechanická analýza

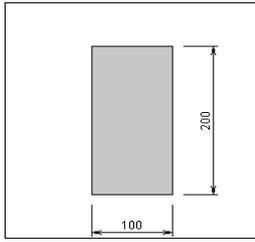
Stěna má výšku 4 m. Normálová síla je podle vztahu (3.7B.1) určena

$N_{sd} = g_{k,2} \cdot z_{\text{š}} \cdot v = 0,7 \cdot 1,25 \cdot 4 = 3,5 \text{ kN}$

a moment od větru $M_{sd} = 0,37 \text{ kN}$.

POSOUZENÍ SLOUPKU 100/200 => 38/169

ČSN EN 1995-1-1 (731701) NAVRHOVÁNÍ DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ, Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby



vnitřní síly: $N_{sd} = 3,5kN$
 $M_{sd,y} = 0,37kNm$
 $M_{sd,z} = 0kNm$

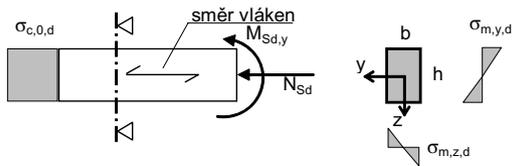
dobu trvání nejkratšího zatížení: krátkodobé
 třída provozu: 1 - vlhkost < 12%
 působení: délka prutu $L = 4m$
 součinitel vzpěru $k_{CR,y} = 0,625$ $L_{CR,y} = 2,5m$
 součinitel vzpěru $k_{CR,z} = 0,625$ $L_{CR,z} = 2,5m$

vyboční ve směru osy z
 vyboční ve směru osy y

- PRŮŘEZOVÉ A MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY:

POHLED:

ŘEZ:



šířka průřezu $b = 38mm$
 výška průřezu $h = 169mm$
 plocha průřezu $A = 6,42 \cdot 10^3 mm^2$
 poloměr setrvačnosti $i_y = 48,79mm$
 poloměr setrvačnosti $i_z = 10,97mm$
 modul průřezu $W_y = 0,181 \cdot 10^6 mm^3$
 modul průřezu $W_z = 0,041 \cdot 10^6 mm^3$
 součinitel průřezu $k_m = 0,7$

- ŠTÍHLOSTNÍ POMĚRY:

vyboční ve směru osy z $\lambda_y = L_{CR,y} / i_y = 51,24$ $\sigma_{c,crit,y} = \pi^2 \cdot E_{0,05} / \lambda_y^2 = 27,8MPa$ $\lambda_{rel,y} = (f_{c,0,k} / \sigma_{c,crit,y})^{1/2} = 0,87$ $k_y = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,91$ $k_{c,y} = 1 / (k_y + (k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2)^{1/2}) = 0,83$	vyboční ve směru osy y $\lambda_z = 227,90$ $\sigma_{c,crit,z} = 1,41MPa$ $\lambda_{rel,z} = 3,86$ $k_z = 8,30$ $k_{c,z} = 0,06$
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

druh dřeva: rostlé jehličnaté
 třída: C24
 součinitel zakřivení $\beta_c = 0,2$

$f_{c,0,k} = 21MPa$
 $f_{m,k} = 24MPa$
 $E_{0,05} = 7400MPa$

modifikační součinitel $k_{mod} = 0,9$
 součinitel materiálu $\gamma_M = 1,3$

návrhové tlakové napětí $\sigma_{c,0,d} = N_{sd} / A = 0,55MPa$
 návrhové napětí $\sigma_{m,y,d} = M_{sd,y} / W_y = 2,05MPa$
 návrhové napětí $\sigma_{m,z,d} = M_{sd,z} / W_z = 0MPa$

$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M = 14,5MPa$
 $f_{m,d} = k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M = 16,6MPa$

- POSOUZENÍ 1.MS:

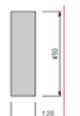
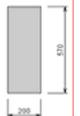
	$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} =$	0,00 + 0,12 + 0,00 =	0,12	\leq	1	VYHOVÍ
	$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} =$	0,00 + 0,09 + 0,00 =	0,09	\leq	1	VYHOVÍ
podmínky stability:	$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} + k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} =$	0,59 + 0,00 + 0,09 =	0,67	\leq	1	VYHOVÍ
	$\sigma_{c,0,d} / (k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,d} + \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} =$	0,04 + 0,00 + 0,12 =	0,17	\leq	1	VYHOVÍ

3.7B.3 Shrnutí

M) Shrnutí rozhodujících výsledků

Nosné konstrukce haly tělocvičny podle ČSN EN 1995-1-2 vyhoví na požadovanou požární odolnost 30 minut. Využití zbytkového průřezu v nejvíce namáhaných prvcích konstrukce je pro uvažované zatížení vypsáno v tab. 3.37B.3.

Tab.3.7B.3 Shrnutí – využití nosných prvků pro požadovanou požární odolnost 30 minut

ZADANÝ PRŮŘEZ	MATERIÁL	RYCHLOST ODHOŘÍVÁNÍ	PO	ZBYTKOVÝ PRŮŘEZ	VYUŽITÍ
		β_0 [mm/min]	[MIN]		[%]
 vaznice 120/450	GL24h	0,7	30	64/422	0,16
 vazník 200/570	GL24h	0,7	30	144/542	0,57
 sloup 200/300	GL24h	0,7	30	144/272	0,24
 sloupek 100/200	C24	0,8	30	38/169	0,67

N) Požadavky na postup výstavby konstrukce

Požadavky není třeba specifikovat.

O) Předpoklady použití a jiné speciální nároky spojené s výstavbou konstrukce.

Předpoklady použití pro výstavbu není třeba specifikovat.

4 Hodnoty požární odolnosti bez uvažování namáhání

4.1 Stavební výrobek a stavební konstrukce

Při řešení požární bezpečnosti staveb je třeba znát hodnoty požární odolnosti stavebních výrobků a konstrukcí a navrhovat konstrukce, které požadované hodnoty požární odolnosti splní. Při realizaci staveb lze rozlišit dvě kategorie prvků: stavební výrobky a stavební konstrukce.

U stavebního výrobku se jedná o věc movitou a určenou k uvedení na trh se základní identifikací výroby a s určením pro trvalé zabudování do staveb.

Stavební konstrukcí se rozumí část stavebního díla, navržená a vypočtená v rámci projektu individuálně pro jednotlivou konkrétní stavbu a zhotovená na základě stavebních prací přímo na stavbě v rámci realizace konkrétního stavebního díla.

ČSN 73 0821 z 28. února 1973, která uvádí hodnoty požárních odolností některých stavebních výrobků a konstrukcí, je rušena jako konfliktní s přijatými návrhovými normami k 1. březnu 2010. Konfliktnost spočívá v těchto aspektech. Na většinu stavebních výrobků, podhledy, příčky, nosné stěny apod., jsou zpracovány nebo se připravují evropské harmonizované normy, tj. normy, které stanoví podmínky a vlastnosti pro uvádění těchto výrobků na trh včetně zkušebních postupů pro jejich ověřování. Podmínkou klasifikace jsou zkoušky podle příslušných evropských zkušebních norem pro konkrétní konstrukce, včetně materiálového provedení a konkrétního výrobce.

U harmonizovaných stavebních výrobků nelze normou vyčerpávajícím způsobem popsat varianty odzkoušených výrobků, včetně případných přímých a rozšířených aplikací. K tomu slouží proces posuzování shody podle nařízení vlády, které se na daný výrobek vztahují. Na základě úspěšně ukončeného procesu posouzení shody výrobci vydávají svoje katalogy, vyrábějí výrobky, které jsou umísťovány na trh a následně zabudovávány do staveb. V žádném případě nemohou být hodnoty požárních odolností stavebních výrobků předmětem hodnotové normy.

V případě stavebních konstrukcí není možné, aby jednotlivé členské země měly duplicitní normy k evropským normám, tj. v tomto případě k návrhovým normám Eurokódům ČSN EN 199x-1-2, což je důvod k rušení ČSN 73 0821:1973 k datu ukončení přechodného období.

4.2 Namáhání konstrukcí vystavených požáru

Při požární situaci je konstrukce vystavena tepelnému a mechanickému zatížení, která se liší od zatížení při běžné teplotě. Tepelné zatížení se již po 130 let osvědčilo zjednodušeně a většinou velmi konzervativně modelovat nominální normovou teplotní křivkou. Nižší mechanické zatížení při požáru oproti meznímu stavu únosnosti za běžné teploty je spolu s požární ochranou konstrukce zdrojem spolehlivosti konstrukcí při požáru. Pro prvky, které nejsou vystaveny stabilitním jevům, lze uvažovat, že redukce namáhání odpovídá redukci zatížení. Pro tyto prvky lze konzervativně odhadnout nejnepříznivější možnou redukci zatížení a na tomto odhadu vypracovat tabulky požární odolnosti prvků.

Redukci zatížení lze popsat pomocí redukčního součinitele úrovně zatížení při požáru, který závisí na použitém kombinačním pravidlu pro stanovení návrhové hodnoty účinku zatížení pro běžnou teplotu, dílčích a kombinačních součinitelích. Účinek zatížení pro požární situaci $E_{fi,d}$, který se stanoví podle ČSN EN 1991-1-2, lze zjednodušeně získat analýzou konstrukce za běžné teploty ze vztahu

$$E_{fi,d} = \eta_{fi} E_d \quad (4.1)$$

kde E_d je návrhová hodnota příslušné vnitřní síly nebo momentu, určená pro navrhování pro běžnou teplotu a pro základní kombinaci zatížení podle ČSN EN 1990, a η_{fi} redukční součinitel úrovně zatížení při požáru. Postup stanovení redukčního součinitele je definován v kap. 4.3 normy ČSN EN 1991-1-2 (Kombinační pravidla pro zatížení), pro jednotlivé materiály upřesněn v částech 2 norem ČSN EN 1992-1-2 až ČSN EN 1999-1-2, kde jsou též uvedeny konzervativní hodnoty jeho nejvyššího odhadu pro zjednodušený výpočet.

4.3 Tabulky požárních odolností

Pro potřeby projektové praxe je vhodné mít k dispozici jednoduše získatelné konzervativní hodnoty odhadu požární odolnosti, proto byla vypracována příručka, která na základě evropských návrhových norem tyto hodnoty tabelárně a přehledně uvádí. Vypracování se v loňském roce ujalo Centrum technické normalizace pro požární ochranu PAVUS, a.s., viz [4.1]. Závěr oponentního jednání, konaného 7. 10. 2009, doporučuje vydání příručky jako pomůcku pro projektanty a státní správu na úseku požární ochrany s vazbou na právní předpisy, § 99 Zákona č. 133/1985 Sb. o požární ochraně a české technické normy, čl. 4.3 ČSN 73 0810:2009. Dále konstatuje, že hodnoty požární odolnosti uvedené v příručce je možno považovat za průkazné a splňující podmínku jejich použití ve stavebním řízení.

Předpokladem použití hodnot požární odolnosti jednotlivých konstrukcí podle příručky je skutečnost, že posuzovaná konstrukce je navržena na účinky zatížení při běžné teplotě podle příslušné normy ze soustavy evropských návrhových norem Eurokódů, ČSN EN 1990 až ČSN EN 1999 pro pozemní stavby.

Je třeba konstatovat, že hodnoty v tabulkách jsou výrazně konzervativní, tj. na straně bezpečné, a že pro přesnější výsledky lze stanovit hodnoty požární odolnosti výpočtem podle Eurokódů, zkouškou podle příslušných ČSN EN nebo jejich kombinací. V tabulkách nelze interpolovat, ale lze využít dimenzi stanovenou pro vyšší požární odolnost.

V příručce, s ohledem na to, že je určena k přímému vyhledávání hodnot, nejsou uváděny zásady a postupy výpočtů podle Eurokódu a pro konkrétní informace se odkazuje na publikaci F. Wald a kol.: Výpočet požární odolnosti stavebních konstrukcí, viz [4.2].

K normě ČSN 73 0821:1973 byla v květnu 2007 vydána norma ČSN 73 0821 ed. 2, kterou není třeba rušit, poněvadž konstrukce, které jsou jejím předmětem, tj. hrázděné stěny, vložkové stropy, dřevěné stropy apod., nejsou konfliktní s EN. Mimoto ČSN 73 0821 ed. 2 obsahuje příklady a detaily spojování a napojování stěn, stropů a podhledů, příklady řešení spár, drážek a zárubní a příklady zajištění prostupů. Tyto příklady a detaily jsou obecně použitelné při provádění a zajištění požární odolnosti stavebních konstrukcí.

Snadnou dostupnost požární klasifikace stavebních výrobků není třeba touto příručkou řešit, poněvadž jednotliví výrobci uvádějí certifikované výrobky ve svých katalozích. PAVUS, a.s., jako akreditovaná požární laboratoř, vede databázi vydaných klasifikací, viz www.pavus.cz, v níž se lze jednoduše orientovat, a to jak podle druhu výrobků, průkazných hodnot požárních vlastností, době platnosti, tak i údajích o příslušném výrobcu.

4.4 Rozsah tabulek v příručce

Pro betonové konstrukce byly hodnoty vypracovány podle ČSN EN 1992-1-2 pro redukční součinitel úrovně zatížení při požáru $\mu_{fi} = 0,7$ a pro kritickou teplotu nepřepínaných prutů $\theta_{cr} = 500^{\circ}\text{C}$. Tabulky zahrnují: železobetonové sloupy, nenosné stěny, nosné stěny, prostě podepřené nosníky, spojitě nosníky, prostě podepřené desky s výztuží v jednom a dvou směrech, lokálně podepřené desky a prostě podepřené žebrové desky.

U ocelových konstrukcí lze podle ČSN EN 1993-1-2 pro zjednodušení použít hodnotu redukčního součinitele $\eta_{fi} = 0,65$ kromě prostorů umožňujících nashromáždění zboží, kde se doporučuje hodnota 0,7. Při hodnocení požární odolnosti ocelových prvků je v tabulkách podle našich ověřených národních zvyků považována za kritickou teplotu hodnota 500°C pro sloupy nosníky, průvlaky, vazníky apod. zajišťující stabilitu objektu nebo jeho části, nebo pro sloupy podpírajících technická a technologická zařízení; 560°C u ztužujících prvků, střešních nosníků, vaznic, krokví, či prvků střešních plášťů, roštových podlahových prvků apod. a 620°C u nosných prvků obvodových plášťů, které nezajišťují stabilitu objektu ani jeho části. Pro nechráněné ocelové konstrukce je rozhodující teplota konstrukce, která závisí na součiniteli průřezu A_m / V , kde A_m je plocha povrchu prvku na jednotku délky a V objem prvku

na jednotku délky. Tabulky pro ocelové konstrukce zahrnují nechráněné ocelové sloupy a nosníky, možný stupeň využití průřezu pro požární odolnost nechráněných ocelových nosníků a sloupy z nosných profilovaných plechů vyplněných betonem.

Pro spřažené ocelobetonové konstrukce, které se za požáru navrhují podle ČSN EN 1994-1-2, viz [4], se vycházelo ze stejné hodnoty redukčního součinitele $\eta_{fi} = 0,65$ jako pro ocelové konstrukce. Pro tabulky bylo možno využít hodnoty uváděné v normě pro spřažené sloupy se zcela i částečně obetonovanými ocelovými průřezy, pro spřažené sloupy z dutých ocelových průřezů vyplněných betonem, pro spřažené částečně obetonované ocelové nosníky, spřažené sloupy a nosníky a pro spřažené stropy betonované do nosných profilovaných plechů.

Pro dřevěné konstrukce je v kap. 2 ČSN EN 1995-1-2 pro zjednodušení doporučena hodnota $\eta_{fi} = 0,6$ mimo prostory, kde dochází k hromadění zboží včetně přístupových prostor, kde je doporučena hodnota $\eta_{fi} = 0,7$. Hodnoty v tabulkách jsou vypočteny metodou redukovaného průřezu pro prvky z rostlého dřeva jehličnatých a listnatých dřevin a pro prvky z lepeného lamelovaného dřeva jehličnatých dřevin bez pláště požární ochrany, pro nosníky a sloupy z jehličnatých dřevin a buku, nosníky a sloupy z listnatých dřevin mimo buku, nosníky a sloupy z lepeného lamelového dřeva. Nosníky jsou vystavené požáru ze tří i čtyř stran, sloupy jsou vystavené požáru ze čtyř stran a hodnoty požární odolnosti jsou zpracované pro délky 2,6 m, 2,8 m, 3,0 m, 3,2 m, 3,4 m a 6,0 m. U sloupů se předpokládá kloubové uložení jejich konců, vzpěrná délka je jejich výška.

Pro zděné konstrukce byly zjednodušeny tabulky zpracované v ČSN EN 1996-1-2 pro zdivo z pálených zdicích prvků, zdivo z vápenopískových zdicích prvků, zdivo z betonových tvárnic s hutným nebo pórovitým kamenivem a zdivo z pórobetonových tvárnic. V každé skupině zdicích prvků jsou zpracovány tabulky, a to pro zdivo bez omítky i s omítkou pro požárně dělicí nenosné (EI), požárně dělicí nosné (REI), požárně nedělicí nosné zdivo délky $\geq 1,0$ m (R), požárně nedělicí nosné zdivo délky $\leq 1,0$ m (sloupy) (R) a požárně dělicí nosné a nenosné zdivo pro kritérium REI-M, EI-M.

Na závěr příručky je popsán databázový systém klasifikací pro stavební výrobky, který je doplněn manuálem k vyhledání požadovaných hodnot.

4.5 Příklady použití tabulek

Požární odolnost dřevěného nosníku

Zadání

Má se ověřit požární odolnost dřevěného nosníku průřezu 180/220 mm z rostlého dřeva z jehličnatých dřevin. Rozpětí nosníku je 5,0 m a je zatížen návrhovým zatížením

$g_d + q_d = 6,5 \text{ kN/m}$. Poměr rozhodujícího proměnného zatížení (sněhu) a součtu stálých zatížení $Q_{k,1}/G_k = 1,0$.

Ověření pomocí tabulek

Nejprve se zjistí požární odolnost nosníku z publikace [4.1], viz tabulka 5.1.1. Z této tabulky vyplývá, že bez znalosti zatížení a jeho skladby je požární odolnost nosníku R45.

Ověření jednoduchým výpočtem

Hodnota stanovená pomocí tabulek je, jak již bylo uvedeno v předcházejícím textu, proti výpočtu podle Eurokódu konzervativní, což lze ukázat na posouzení tohoto nosníku výpočtem na požární odolnost R60. K výpočtu se použije metoda redukovaného průřezu i metoda redukovaných vlastností.

Návrhová hodnota ohybového momentu za požární situace

$$M_d = \frac{(g_d + q_d) \ell^2}{8} = \frac{6,5 \cdot 5^2}{8} = 20,31 \text{ kNm}$$

$$\xi = Q_{k,1} / G_k = 1,0$$

$$\eta_{fi} = (1,0 + \psi_{1,1} \xi) / (\gamma_G + \gamma_{Q,1} \xi) = (1,0 + 0,2 \cdot 1,0) / (1,35 + 1,5 \cdot 1,0) = 0,42 < 0,65$$

$$M_{d,fi} = \eta_{fi} M_d = 0,42 \cdot 20,31 = 8,53 \text{ kNm}$$

1) Metoda redukovaného průřezu

$$k_{\text{mod},fi} = 1,0$$

$$k_{fi} = 1,25$$

$$\gamma_{M,fi} = 1,0$$

$$\beta_n = 0,8 \text{ mm/min (rostlé dřevo)}$$

$$d_0 = 7 \text{ mm}$$

$$k_0 = 1,0 \text{ (povrch nosníku není chráněn)}$$

Účinná hloubka zuhelnatění

$$d_{ef} = \beta_n t + k_0 d_0 = 0,8 \cdot 60 + 1,0 \cdot 7 = 55 \text{ mm}$$

Průřezový modul (nosník je vystaven požáru ze tří stran)

$$b_{fi} = b - 2 d_{ef} = 180 - 2 \cdot 55 = 70 \text{ mm}$$

$$h_{fi} = h - d_{ef} = 220 - 55 = 165 \text{ mm}$$

$$W_{fi} = \frac{b_{fi} \cdot h_{fi}^2}{6} = \frac{70 \cdot 165^2}{6} = 318 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

Návrhová pevnost v ohybu

$$f_{m,d,fi} = k_{\text{mod},fi} k_{fi} \frac{f_{m,k}}{\gamma_{M,fi}} = 1,0 \cdot 1,25 \frac{22}{1,0} = 27,5 \text{ MPa}$$

Posouzení normálového napětí za ohybu

$$\sigma_{m,d,fi} \leq k_{\text{crit}} f_{m,d,fi}$$

$$k_{\text{crit}} = 1,0 \text{ (příčná a torzní stabilita nosníku je zajištěna)}$$

$$\sigma_{m,d,fi} = \frac{M_{d,fi}}{W_{fi}} = \frac{8,53 \cdot 10^6}{318 \cdot 10^3} = 26,8 \text{ MPa} < 27,5 \text{ MPa}$$

Nosník na ohyb pro R60 vyhoví.

2) Metoda redukovaných vlastností

$$k_{fi} = 1,25$$

$$\gamma_{M,fi} = 1,0$$

$$\beta_n = 0,8 \text{ mm/min (rostlé dřevo)}$$

Hloubka zuhelnatění

$$d_{char} = \beta_n t = 0,8 \cdot 60 = 48 \text{ mm}$$

Průřezový modul (nosník je vystaven požáru ze tří stran)

$$b_r = b - 2 d_{char} = 180 - 2 \cdot 48 = 84 \text{ mm}$$

$$h_r = h - d_{char} = 220 - 48 = 172 \text{ mm}$$

$$W_r = \frac{b_r h_r^2}{6} = \frac{84 \cdot 172^2}{6} = 414 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

Návrhová pevnost v ohybu

$$A_r = b_r h_r = 0,084 \cdot 0,172 = 1,4 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$p = b_r + 2 h_r = 0,084 + 2 \cdot 0,172 = 42,8 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$k_{mod,fi} = 1,0 - \frac{1}{200} \frac{p}{A_r} = 1,0 - \frac{1}{200} \frac{42,8 \cdot 10^{-2}}{1,4 \cdot 10^{-2}} = 0,85$$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} k_{fi} \frac{f_{m,k}}{\gamma_{M,fi}} = 0,85 \cdot 1,25 \frac{22}{1,0} = 23,4 \text{ MPa}$$

Posouzení normálového napětí za ohybu

$$\sigma_{m,d,fi} \leq k_{crit} f_{m,d,fi}$$

$$k_{crit} = 1,0 \text{ (příčná a torzní stabilita nosníku je zajištěna)}$$

$$\sigma_{m,d,fi} = \frac{M_{d,fi}}{W_r} = \frac{8,53 \cdot 10^6}{414 \cdot 10^3} = 20,6 \text{ MPa} < 23,4 \text{ MPa}$$

Nosník na ohyb pro R60 vyhoví.

Požární odolnost dřevěného sloupu

Zadání

Má se ověřit požární odolnost dřevěného sloupu průřezu 100×100 mm z rostlého dřeva z jehličnatých dřevin. Délka sloupu je 3,0 m a je zatížen osovou silou $N_d = 33 \text{ kN}$. Poměr rozhodujícího proměnného zatížení a součtu stálých zatížení $Q_{k,1}/G_k = 2,0$.

Ověření pomocí tabulek

Nejprve se zjistí požární odolnost sloupu z publikace [4.1], viz tabulka 5.2.1c. Z této tabulky vyplývá, že bez znalosti zatížení a jeho skladby je požární odolnost sloupu asi R10, což je pro použití v konstrukci málo.

Ověření jednoduchým výpočtem

Proti účinkům požáru proto sloup budeme chránit OSB deskami, jejichž tloušťka je 20 mm, hustota 550 kg/m³, a sloup posoudíme na požární odolnost R30. K výpočtu se použije metoda redukovaného průřezu i metoda redukovaných vlastností.

Návrhová hodnota osově síly za požární situace

$$\xi = Q_{k,1}/G_k = 2,0$$

$$\eta_{fi} = (1,0 + \psi_{1,1} \xi) / (\gamma_G + \gamma_{Q,1} \xi) = (1,0 + 0,5 \cdot 2,0) / (1,35 + 1,5 \cdot 2,0) = 0,46 < 0,60$$

$$N_{d,fi} = \eta_{fi} N_d = 0,46 \cdot 33 = 15,2 \text{ kN}$$

Doba do porušení pláště požární ochrany (OSB desky, $h_p = 20 \text{ mm}$, $\beta_{0,450,20} = 0,9 \text{ mm/min}$)

$$k_{\rho} = \sqrt{\frac{450}{\rho_k}} = \sqrt{\frac{450}{550}} = 0,9$$

$$k_h = 1,0$$

$$\beta_{0,\rho,t} = \beta_{0,450,20} k_{\rho} k_h$$

$$\beta_{0,550,20} = 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,81 \text{ mm/min}$$

$$t_{ch} = \frac{h_p}{\beta_{0,550,20}}$$

$$t_{ch} = \frac{20}{0,81} = 24,5 \text{ min}$$

$$t_f = t_{ch}$$

1) Metoda redukovaného průřezu

$$k_{\text{mod},fi} = 1,0$$

$$k_{fi} = 1,25$$

$$\gamma_{M,fi} = 1,0$$

$$\beta_n = 0,8 \text{ mm/min (rostlé dřevo)}$$

$$d_0 = 7 \text{ mm}$$

$$t_{fi,req} - t_{ch} = 30 - 24,5 = 5,5 \text{ min}$$

$$k_0 = \frac{t_{fi,req} - t_f}{20} = \frac{30 - 24,5}{20} = 0,3$$

Účinná hloubka zuhelnatění

$$d_{ef} = 2 \beta_n t + k_0 d_0 = 2 \cdot 0,8 \cdot 5,5 + 0,3 \cdot 7 = 11 \text{ mm}$$

Štíhlostní poměry

$$b_{fi} = b - 2 d_{ef} = 100 - 2 \cdot 11 = 78 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{\ell_{ef}}{i} = \frac{3000}{0,289 \cdot 78} = 133$$

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 \frac{E_{0,05}}{\lambda^2} = 3,14^2 \frac{6700}{133^2} = 3,7$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit}}} = \sqrt{\frac{20}{3,7}} = 2,3$$

Součinitel vzpěrnosti

$$k = 0,5 \left[1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2 \right] = 0,5 \left[1 + 0,2 (2,3 - 0,3) + 2,3^2 \right] = 3,3$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{3,3 + \sqrt{3,3^2 - 2,3^2}} = 0,17$$

Návrhová pevnost v tlaku

$$f_{c,0,d,fi} = k_{\text{mod}} k_{fi} \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_{M,fi}} = 1,0 \cdot 1,25 \cdot \frac{20}{1,0} = 25 \text{ MPa}$$

Posouzení sloupu na vzpěr

$$A_{fi} = b_{fi}^2 = 78^2 = 6 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$$

$$\frac{N_{d,fi}}{k_c A_{fi} f_{c,0,d,fi}} \leq 1,0$$

$$\frac{15,2 \cdot 10^3}{0,17 \cdot 6 \cdot 10^3 \cdot 25} = 0,6 < 1,0$$

Sloup na vzpěr pro R30 vyhoví.

2) Metoda redukovaných vlastností

$$k_{fi} = 1,25$$

$$\gamma_{M,fi} = 1,0$$

$$\beta_n = 0,8 \text{ mm/min (rostlé dřevo)}$$

Hloubka zuhelnatění

$$d_{char} = 2 \beta_n t = 2 \cdot 0,8 \cdot 5,5 = 9 \text{ mm}$$

Štíhlostní poměry

$$b_r = b - 2 d_{char} = 100 - 2 \cdot 9 = 82 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{\ell_{ef}}{i} = \frac{3000}{0,289 \cdot 82} = 127$$

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 \frac{E_{0,05}}{\lambda^2} = 3,14^2 \frac{6700}{127^2} = 4,1 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit}}} = \sqrt{\frac{20}{4,1}} = 2,2$$

Součinitel vzpěrnosti

$$k = 0,5 \left[1 + \beta_c (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2 \right] = 0,5 \left[1 + 0,2 (2,2 - 0,3) + 2,2^2 \right] = 3,1$$

$$k_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel}^2}} = \frac{1}{3,1 + \sqrt{3,1^2 - 2,2^2}} = 0,19$$

Návrhová pevnost v tlaku

$$A_r = b_r^2 = 0,082^2 = 67 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$p = 4 b_r = 4 \cdot 0,082 = 32,8 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

$$k_{mod,fi,20} = 1,0 - \frac{1}{125} \frac{p}{A_r} = 1,0 - \frac{1}{125} \frac{32,8 \cdot 10^{-2}}{67 \cdot 10^{-4}} = 0,6$$

$$k_{mod,fi,5} = 0,9$$

$$f_{c,0,d,fi} = k_{mod,fi} \cdot k_{fi} \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_{M,fi}} = 0,9 \cdot 1,25 \frac{20}{1,0} = 22,5 \text{ MPa}$$

Posouzení sloupu na vzpěr

$$\frac{N_{d,fi}}{k_c A_r f_{c,0,d,fi}} \leq 1,0$$

$$\frac{15,2 \cdot 10^3}{0,19 \cdot 6,7 \cdot 10^3 \cdot 22,5} = 0,53 < 1,0$$

Sloup na vzpěr pro R30 vyhoví.

4.6 Databázový systém klasifikací stavebních výrobků

Klasifikace výrobků v souladu s evropskými technickými normami je základním předpokladem volného pohybu výrobků a jejich uvádění na trh. Mimo to je klasifikace výrobků, vycházející z evropských zkušebních norem, i podmínkou pro zabudování do staveb.

Systém zveřejňování výsledků klasifikačních protokolů v souladu s ČSN EN řady 13501 i dalších dokumentů přispívá k orientaci odborné veřejnosti, investorů a pracovníků státní správy při jejich rozhodování a pomáhá vyloučit uplatnění těch výrobků, které nemají klasifikaci podle platných předpisů. Databázová aplikace je poměrně rozsáhlý projekt celostátního významu. Umožňuje obecně dynamickou evidenci dokumentů popisujících vlastnosti výrobků a umožňuje tím velmi rychlou a pohodlnou formou zjistit platnost a parametry těchto vlastností.

Databázový systém provozuje PAVUS, a.s. na svých internetových stránkách www.pavus.cz v tzv. kategorii „Klasifikace“. Jedná se o informace o dokumentech vystavených pro klasifikaci výrobků z hlediska požárních vlastností. Tyto dokumenty byly v průběhu let vydávány pod různými názvy (Protokol o klasifikaci, Požárně klasifikační osvědčení, aj.) a v databázi byly sjednoceny pod jednu kategorii bez ohledu na název vlastního dokumentu. Databáze uvádí i odkazy na rozhodnutí Komise ES, kterými jsou prováděny klasifikace vybraných výrobků bez nutnosti zkoušení. Na tuto skutečnost reaguje databázový systém tak, že se dělí na dvě skupiny:

- klasifikace podle ČSN EN 13501
- klasifikace podle rozhodnutí Komise

Kliknutím na příslušný typ klasifikace se zobrazí požadovaná skupina. V evidenci databázové aplikace jsou pro jednotlivé sledované výrobky, které příslušné protokoly popisují a zařídí, vytvořeny reprezentační typy výrobků s přihlédnutím ke klasifikační a zkušební normě. Pro každý typ jsou definovány specifické technické parametry, umožňující vytřídění dokumentů podle individuálně volených kritérií.

Aktuálně jsou v systému u kategorie dokumentů „Klasifikace podle ČSN EN 13501“ evidovány stavební výrobky podle tab. 4.1. Databáze je průběžně aktualizovaná v souladu s vývojem evropských norem a požadavků praxe v rámci sledování Úřadem pro technickou normalizaci, měření a státní zkušebnictví a každoročně oponována Ministerstvem vnitra, Generálním ředitelstvím HZS. Detailní popisy jednotlivých typů výrobků, resp. jejich technických parametrů, jsou součástí vyhledávacího formuláře databáze. O každém dokumentu jsou kromě informací o typu výrobku a jeho technických parametrech evidovány základní informace, které jsou pro všechny kategorie evidovaných dokumentů shodné.

Jedná se o tyto údaje:

- Číslo dokumentu – obsahuje vlastní číslo dokumentu
- Název výrobku – obsahuje stručný název výrobku
- Zkušební normy – obsahuje zkušební předpisy a normy související se zařazením a vlastnostmi výrobku
- Doplnující informace – obsahuje drobné doplňující informace o výrobku
- Datum vydání – obsahuje datum vydání dokumentu
- Platnost – obsahuje datum, do kdy je dokument platný
- Vydal – obsahuje údaje o organizaci, která dokument vystavila
- Objednatel – obsahuje údaje o organizaci, která si vystavení dokumentu objednala
- Výrobce – obsahuje údaje o organizaci, která vyrábí výrobek, kterého se dokument týká

Technické parametry výrobku tvoří po svém nadefinování ve správě programu samostatnou, dynamicky se vytvářející databázi, napojenou na databázi dokumentů.

V zobrazeném formuláři je po vstupu do databázové aplikace umožněno nastavení parametrů pro vyhledání příslušného dokumentu.

Tab. 4.1 Výrobky sledované v databázi stavebních výrobků PAVUS, a.s.

Sledované výrobky	Zkušební EN	Klasifikační EN	
Reakce stavebních výrobků na oheň	ČSN EN 13501-1	ČSN EN 13501-2	
Nenosné obvodové stěny, mezibytové okenní vložky, neotevíravá okna	ČSN EN 1364-1		
Nenosné vnitřní stěny - příčky			
Nosné stěny s požárně dělicí funkcí	ČSN EN 1365-1		
Vodorovné konstrukce s požárně dělicí funkcí – stropy, střechy, podhledy – s nezávislou požární odolností, zdvojené podlahy	ČSN EN 1364-2 ČSN EN 1365-2 ČSN EN 1366-6		
Podhledy zvyšující požární odolnost stropů a střech	ČSN P CEN 13381-1		
Ochranné materiály zvyšující požární odolnost nebo snižující hořlavost	ČSN P ENV 13381- 2 až 7		
Požární, kouřotěsné a šachetní uzávěry	ČSN EN 1634-1 ČSN EN 1634-3		
Kabelové ucpávky, těsnící systémy prostupů potrubí a těsnění spár	ČSN EN 1366-3 ČSN EN 1366-4		
Instalační kanály a šachty	ČSN EN 1366-5		
Komíny	ČSN EN 13216-1		
Vzduchotechnické potrubí a potrubí pro odvod kouře	ČSN EN 1366-1 ČSN EN 1366-8		ČSN EN 13501-3
Požární klapy	ČSN EN 1366-2		
Odtahová zařízení pro přirozený odvod kouře a tepla	ČSN EN 12101-2	ČSN EN 13501-4	
Střešní pláště	ČSN P ENV 1187	ČSN EN 13501-5	

Kromě základních údajů o dokumentu se v zobrazeném formuláři objeví také pole s názvem „Výrobek typu“. Toto pole umožňuje vybrat dokumenty, které odpovídají pouze jednomu typu výrobku. Volba se provede výběrem z nabídnutého seznamu, který se objeví po stisknutí šipky v první části pole. Jednotlivé typy jsou seřazeny abecedně.

Po zvolení výrobku se vyhledávací formulář rozšíří o technické parametry vybraného typu s možností filtrování podle těchto parametrů. Vyhledání je možné provést zaškrtnutím příslušného pole u jednotlivých parametrů, resp. výběrem z rozbalujícího se seznamu, který se opět objeví po stisknutí šipky v pravé části příslušného pole. Po vyplnění vyhledávacího formuláře a stisknutí tlačítka „Hledat“ v dolní části formuláře se zobrazí seznam dokumentů odpovídajících požadavkům. V horní části seznamu jsou uvedena zadaná vyhledávací kritéria.

V horní části obrazovky je volba pro výtisk tohoto seznamu a pod touto volbou je aktivní odkaz na nové hledání. To je možné spustit opětovnou volbou příslušné kategorie dokumentu z menu „Dokumenty“.

4.7 Okrajové podmínky

Publikace Hodnoty požární odolnosti stavebních konstrukcí podle Eurokódů, viz [4.1], je zpracována odborníky z vědecké, výzkumné a pedagogické oblasti a je určena projektantům a pracovníkům státní správy na úseku požární bezpečnosti staveb. Uvádí tabelární hodnoty konzervativního odhadu požární odolnosti betonových, ocelových, ocelobetonových spřažených, dřevěných a zděných konstrukcí stanovených na základě zjednodušených konzervativních výpočetních postupů. Při dodržení uvedených okrajových podmínek umožňuje příručka přímé bezpečné stanovení požární odolnosti. Nahrazuje zrušenou konfliktní ČSN 73 0821. Tím, že hodnoty jsou založeny na stanovení podle evropských návrhových norem, jsou splněny podmínky zákona a vyhlášek o požární ochraně a ČSN 73 0810:2009 a hodnoty z příručky jsou plně akceptovatelné v projektové dokumentaci pro stavební řízení.

Literatura

- [4.1] Zoufal R., Bauma M., Karpaš J., Kuklík P.: Hodnoty požární odolnosti stavebních konstrukcí podle Eurokódů, PAVUS, a.s., Praha 2009, ISBN 978-80-904481-0-0.
- [4.2] Wald F. a kol.: Výpočet požární odolnosti stavebních konstrukcí, České vysoké učení technické v Praze, Praha 2005, ISBN 80-0103157-8.

Normy

- ČSN 73 0810:2009 Požární bezpečnost staveb, Požadavky na požární odolnost stavebních konstrukcí, ÚNMZ Praha, 2009.
- ČSN 73 0816:2009 Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení, ÚNMZ Praha, 2009
- ČSN 73 0821: ed. 2/2007 Požární bezpečnost staveb, Požární odolnost stavebních konstrukcí, ČNI Praha, 2007.
- ČSN 73 0821:ed. 1973 Požární bezpečnost staveb, Požární odolnost stavebních konstrukcí, ČSNI Praha, 1973.
- ČSN EN 1990: Eurokód, Zásady navrhování konstrukcí, ČSNI, Praha 2004.
- ČSN EN 1991-1-2: Zatížení konstrukcí, Obecná zatížení, Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru, ČSNI, Praha 2004.
- ČSN EN 1992-1-2: Navrhování betonových konstrukcí, Obecná pravidla, Navrhování na účinky požáru, ČNI, Praha 2006.
- ČSN EN 1993-1-2: Navrhování ocelových konstrukcí, Obecná pravidla, Navrhování konstrukcí na účinky požáru, ČNI, Praha 2006.
- ČSN EN 1994-1-2: Navrhování ocelobetonových konstrukcí, Obecná pravidla, Navrhování konstrukcí na účinky požáru, ČNI, Praha 2006.
- ČSN EN 1995-1-2: Navrhování dřevěných konstrukcí, Obecná pravidla, Navrhování konstrukcí na účinky požáru, ČSNI, Praha 2006.
- ČSN EN 1996-1-2: Navrhování zděných konstrukcí, Obecná pravidla, Navrhování konstrukcí na účinky požáru, ČSNI, Praha 2006.

5 Závěrem

Jedním z důvodů dosažení vysoké úrovně požární ochrany v České republice bylo její oddělení jako samostatné disciplíny při návrhu budov v Československu v roce 1965 obdobně jako v dalších evropských zemích. Normy, které byly zprvu zaměřeny pouze na požární zkoušky, v roce 1967 zohlednily výhody vyhodnocování požárních rizik, dělení objektu na požární úseky, plány úniku osob, odstupové vzdálenosti a možnosti zásahu požárních jednotek. Kodex požárních norem ČSN 73 08xx, který vznikl v roce 1971, tak integroval zkušební i návrhové požadavky na konstrukce.

V devadesátých letech minulého století přináší rozvoj experimentálního poznání výpočtových programů a analytických a diskrétních modelů dostatečně přesné ověření požární odolnosti nosných stavebních konstrukcí výpočtem v reálném čase. Statické výpočty vycházejí z exaktních kontrolovatelných vstupů a řešení je opakovatelné. Samostatně se modeluje/dokládá teplota v požárním úseku, přestup a rozvoj tepla v konstrukci a chování nosné konstrukce vystavené vysokým teplotám. V současnosti se ve výpočtech přechází od ověřování odolnosti prvků, které vychází ze znalostí z chování při experimentech a z namáhání za běžné teploty, na ověřování celé konstrukce, které umožňuje zahrnout chování konstrukce vystavené požáru. Toto pokročilé řešení vyžaduje analýzu konstrukce za zvýšené teploty a nabízí řádově přesnější ověření.

Již na samém začátku procesu návrhu stavby by mělo dojít k úzké spolupráci mezi autorem návrhu stavebního řešení, architektem nebo stavebním inženýrem a autorizovanými specialisty na požární bezpečnost staveb, statiku a případně technologické zařízení staveb, aby byly stanoveny limity pro danou stavbu. Prokazování požární odolnosti nosných stavebních konstrukcí výpočtem vyžaduje spolupráci autorizovaných inženýrů pro požární bezpečnost staveb, kteří připravují požárně bezpečnostní řešení budovy, a autorizovaných staticků, kteří po ověření chování konstrukce za běžné teploty mají k dispozici údaje k jejímu ověření při požáru. Spolupráce vyžaduje jasnou formulaci úkolů/kompetencí a formálního zpracování dokumentace. Na projektech již nepracují jednotlivé profese, tj. požární a stavební specialisté a statici, nezávisle na sobě, ale jako jeden tým od samého začátku projektu společně. Monografie je zaměřena na legislativní a formální problematiku této spolupráce. Navržená forma dokumentace uvádí náležitosti pro ověření požární odolnosti statickým výpočtem, které jsou nezbytné pro schválení dotčenými úřady státní správy.

Úroveň přesnosti výsledků a náročnosti na vstupy lze rozdělit do tří skupin, na zjednodušené ověření pomocí tabulek, jednoduché pomocí analytických modelů a diskrétní řešení, nejčastěji metodou konečných prvků. Všechny tři úrovně lze rozeznat u předpovědi teploty v požárním úseku, modelu přestupu tepla do konstrukce a rozvoje teploty v ní i při

popisu mechanického chování konstrukce. Pro současné výpočty se využívá výpočtových softwarů. U nich je uživatel pro daný případ prověřuje a dokládá jejich vhodnost. Je třeba dbát na správné použití a doložení vstupů a výstupů všech tří částí výpočtu konstrukce vystavené požáru, z modelování požáru, přestupu tepla a mechanického chování. Vhodnost použití nástrojů určuje spolehlivost výpočtů. Při návrhu v České republice jsme limitováni absencí národně ověřených programů pro modelaci požárů. Lze ale využít evropské databáze programů, která je shrnuta např. v projektu DIFISEK, viz www.difisek.eu. Problematice podpory návrhu výpočtovými programy bude věnována připravovaná monografie a seminář v roce 2011.

Tato monografie shrnuje legislativní a formální problematiku spolupráce požárních a stavebních specialistů a staticů při prokazování požární odolnosti stavebních konstrukcí. Podle informací, které mají autoři monografie k dispozici, obdobné práce vznikly/vznikají ve většině evropských zemí a vhodně podporují bohatství jejich národních požárně bezpečnostních zvyklostí. Struktura statického výpočtu k prokázání požární odolnosti stavebních konstrukcí, která vychází z tradiční formy statického výpočtu za běžné teploty a požadované formy požárně bezpečnostního řešení stavby, je popsána v kap. 2 monografie a přehledně shrnuta v tab. 5.1.

Poděkování

Předkládaná monografie vznikla s podporou České asociace ocelových konstrukcí, České komory autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě a společností SKÁLA & VÍT s.r.o. a ARCHaPLAN s.r.o. V práci jsou využity poznatky získané při práci na výzkumném záměru MŠMT 6840770005 Udržitelná výstavba.

Tab. 5.1 Struktura statického výpočtu k prokázání požární odolnosti stavebních konstrukcí

Vstupní informace	
A)	Identifikační údaje o stavebním objektu, investorovi, zhotoviteli stavby a zhotoviteli dokumentace
B)	Přehled podkladů, vstupních údajů a požadavků
C)	Koncepční řešení statického působení konstrukce
D)	Dispoziční řešení objektu
E)	Přehled užití literatury a norem
F)	Údaje o použitém softwaru
Vlastní výpočet	
G)	Vstupní data pro výpočet
H)	Grafická schémata
I)	Tepelná zatížení
J)	Mechanická zatížení
K)	Ověření při běžné teplotě (v případě, že z něj požární návrh vychází)
L)	Ověření při vystavení účinkům požáru
	L1) Teplotní analýza
	L2) Mechanická analýza
M)	Shrnutí rozhodujících výsledků
Požadavky na provádění stavby	
N)	Požadavky na postup výstavby konstrukce a kontrolu jakosti použitého materiálu
O)	Předpoklady použití a jiné speciální nároky spojené s výstavbou konstrukce

Monografie shrnuje legislativní a formální otázky spolupráce požárních a stavebních specialistů a statiků při prokazování požární odolnosti stavebních konstrukcí. Navržená forma dokumentace uvádí nezbytné náležitosti pro schválení ověření požární odolnosti statickým výpočtem dotčenými úřady státní správy. Strukturu statického výpočtu k prokázání požární odolnosti stavebních konstrukcí, která vychází z tradiční formy statického výpočtu za běžné teploty a z požadované formy požárně bezpečnostního řešení stavby, se doporučuje členit do tří částí s následujícími odstavci:

Vstupní informace

- A) Identifikační údaje o stavebním objektu, investorovi, zhotoviteli stavby a zhotoviteli dokumentace
- B) Přehled podkladů, vstupních údajů a požadavků
- C) Konceptní řešení statického působení konstrukce
- D) Dispoziční řešení objektu
- E) Přehled užitých literatury a norem
- F) Údaje o použitém softwaru

Vlastní výpočet

- G) Vstupní data
- H) Grafická schémata
- I) Tepelná zatížení
- J) Mechanická zatížení
- K) Ověření při běžné teplotě (pokud je podkladem pro požární návrh)
- L) Ověření při vystavení účinkům požáru
 - L1) Teplotní analýza
 - L2) Mechanická analýza
- M) Shrnutí rozhodujících výsledků

Požadavky na provádění stavby

- N) Požadavky na postup výstavby a kontrolu jakosti použitého materiálu
- O) Předpoklady použití a speciální nároky spojené s výstavbou konstrukce



Prokazování požární odolnosti statickým výpočtem

Wald F., Čajka R., Ferkl V., Kuklík P., Kaiser P., Kučera P., Matečková P., Nohová I.,
Prix R., Procházka J., Smudek V., Sokol Z., Štefan R., Vít Z., Zinga V. a Zoufal R.

Tisk Česká technika - nakladatelství ČVUT v Praze

Leden 2010

ISBN 978-80-01-04509-1

400 výtisků, 206 stran, 17 tabulek, 72 obrázků