

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE

FAKULTA STAVEBNÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ
DEPARTMENT OF STEEL AND TIMBER STRUCTURES



DŘEVĚNÁ KONSTRUKCE KNIHOVNY

TECHNICKÁ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. Michal Žabka

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Karel Mikeš, Ph.D.

PRAHA 2017



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební
Tháškova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Žabka Jméno: Michal Osobní číslo: 396037

Zadávací katedra: K134

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Dřevěná konstrukce knihovny

Název diplomové práce anglicky: Timber constructure library

Pokyny pro vypracování:

Návrh nosné konstrukce knihovny formou těžkého dřevěného skeletu s dřevobetonovými stropy včetně zastřešení. Stanovení zatížení, kombinací, numerický model, výpočet vnitřních sil, deformací a reakcí, dimenze hlavních nosných prvků, návrh vybraných detailů, dispoziční výkresy včetně vybraných detailů, technická zpráva.

Seznam doporučené literatury:

Kuklík Petr, Kuklíková Anna. Navrhování dřevěných konstrukcí příručka k ČSN EN 1995 -1-1. 1.vydání. Praha : Informační centrum ČKAIT, 2010. 140 stran. ISBN 978-80-87093-88-7, Praha, 2010

autorizovaný překlad KOŽELUH, Bohumil. Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5 STEP 1, Timber Engineering STEP 1. 1.vyd. Centrum Hout, Netherlands,1995.-,1998
ISBN 80-238-2620-4

autorizovaný překlad KOŽELUH, Bohumil. Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5 STEP 2, Timber Engineering STEP 2. 1.vyd. Centrum Hout, Netherlands,1995.- 1998
ISBN 80-86 769-13-5

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Karel Mikeš, Ph.D

Datum zadání diplomové práce: 20.2. 2017

Termín odevzdání diplomové práce: 21.5. 2017

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: BC. MICHAL ZABKA

Název diplomové práce: DŘEVĚNÁ KONSTRUKCE KNIHOVNY

Základní část: DK podíl: 90 %

Formulace úkolů: Návrh a posouzení hl. nosných prvků na 10etagevici kombinace taktovní náprha provozní spojů, výburová část i technická specifik

Podpis vedoucího DP

Datum: 20.3.2017

Případně další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: ZAKLADÁNÍ podíl: 10 %

Konzultant (jméno, katedra): doc. ING. JAN ZALESKÝ, CSC., K. GEOTECHNIKY

Formulace úkolů: NÁVRH A POSOUZENÍ ZÁKLADOVÝCH KONST. A ZAJIŠTĚNÍ ST. JAMY: DEKRA, PODZ. STĚNY (VLIV 20% BENE HPV), KONTR. DEFOR. PŘI PROUDĚNÍ.

Podpis konzultanta:

Datum: 24/04/2017

3. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů: _____

Podpis konzultanta: Datum:

4. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů: _____

Podpis konzultanta: Datum:

Poznámka: Zadání včetně vyplněných specifikací je nedílnou součástí diplomové práce a musí být přiloženo k odevzdané práci (vyplněné specifikace není nutné odevzdat na studijní oddělení spolu s 1. stranou zadání již ve 2. týdnu semestru)

Abstrakt:

Téma diplomové práce je návrh nosné konstrukce zadaného objektu. Zvoleným typem konstrukce je těžký dřevěný skelet se ztužujícím betonovým jádrem. Vodorovnou konstrukci tvoří masivní dřevěné průvlaky a spřažená betonová deska s dřevěnými stropnicemi. Svislou konstrukci tvoří jednodílné sloupy na výšku patra. Ztužení skeletu zajišťují dřevěné diagonály a pásky spolu s betonovým jádrem. Úkolem práce je návrh a posouzení hlavních nosných prvků konstrukce, vybraných detailů spolu s výkresovou částí a technickou zprávou. Rozšiřující část diplomové práce se týká návrhu založení objektu.

Abstarct:

The diploma thesis focuses on disiging main structural element in assigned building. Chosen type of structure is heavy wooden skeleton with reinforced concrete core. Horizontal structures are massive wooden girder and coupled concrete slab with wooden joist. Vertical structure is formed one-part columns. Bracing is created with timber diagonals nad with concrete core. The task of thesis is to assess main structural element, chosen joints, drawings documentsion and technical report. The extension of the diploma thesis concerns the design of the foundation of the building

Klíčová slova: Těžký dřevěný skelet, spřažená dřevo-betonová deska, masivní dřevěné průvlaky z lepeného lamelového dřeva, svorníkové spoje

Key words: Heavy wooden skeleton, coupled concrete slab, massive wooden girder of laminated timber, bolt joints

Prohlášení:

Prohlašuji, že tuto diplomovou práci na téma: Dřevěná konstrukce knihovny - jsem vypracoval sám, za pomoci konzultací s vedoucím diplomové práce, přiděleným konzultantem dílčí části, odborné literatury a norem vypsanych v seznamu použité literatury.

V Praze, dne 14.5.2016

.....
Bc. Michal Žabka

Poděkování:

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu diplomové práce Ing. Karlu Mikešovi Ph.D. a doc. Ing. Janu Zaleskému, CSc., konzultantovi části týkající se založení objektu, za poskytnuté vedení, rady, ochotu a trpělivost, s kterou přistupovali ke konzultacím mé diplomové práce. Nesmím opomenout poděkovat svému okolí a především rodině, jenž mě po celou dobu studia podporovali a umožnili mi tak studium na vysoké škole.

Obsah

.....	1
TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	1
1. ÚVOD	8
1.1. Předloha řešeného objektu	8
1.2. Motivace diplomové práce.....	8
2. ZÁKLADNÍ INFORMACE O STAVBĚ	9
2.1. Popis objektu	9
2.2. Navrhovaný konstrukční systém.....	9
2.2.1. Nosný systém spodní stavby	9
2.2.2. Nosný systém vrchní stavby.....	10
2.2.3. Nosný systém střechy.....	11
2.2.4. Betonové jádro	11
2.2.5. Obvodové železobetonové stěny	11
2.2.6. Příčky	11
2.2.7. Půdorysy jednotlivých pater	12
3. POUŽITÉ NORMY.....	15
4. POUŽITÉ PROGRAMY	15
5. ZATÍŽENÍ A KOMBINACE	16
5.1. Výpočet.....	16
5.2. Zatížení.....	16
5.2.1. Stálé zatížení	16
5.2.2. Proměnná zatížení	16
5.2.2.1. Vítr	16
5.2.2.2. Sníh	16
5.2.2.3. Užitná zatížení.....	16
5.3. Kombinace	16
6. POUŽITÉ MATERIÁLY	17
6.1. Dřevo	17
6.1.1. Ochrana dřeva proti hmyzu a hnilobě	17
6.1.2. Ochrana dřeva proti požáru	17
6.2. Spojovací prvky	17
6.2.1. Antikoroziční ochrana oceli	17
6.2.2. Ochrana oceli proti požáru	17
6.3. Beton.....	17
7. PROVEDENÍ A MONTÁŽ KONSTRUKCE.....	17
8. POUŽITÁ LITERATURA	18

1. Úvod

1.1. Předloha řešeného objektu

Předlohou pro řešený objekt je veřejná knihovna, nacházející se v centru města Spijkeniss, který je jihozápadně od Rotterdamu v Nizozemsku. Architektonický projekt vznikl v ateliéru MVRDV na ploše 10 000 m² a byl zrealizován mezi roky 2009 až 2012. Vnitřní prostory knihovny mají dle architektů připomínat „horu knih“. Jednotlivá patra jsou stupňovitě odskákána a vytváří tak jednotlivé terasy, po jejichž obvodě jsou umístěny regály s knihami. Kromě prostorů knihovny objekt nabízí výstavní, komerční, konferenční a administrativní prostory. Celý objekt je zastřešen valbovou dřevěnou konstrukcí se skleněnou fasádou. V podzemí se nachází garáže, technické prostory vzduchotechniky a depozitáře knihovny.



foto: Petr Šmídek 2016, <http://www.archiweb.cz/buildings.php?action=show&id=3885&type=9>

1.2. Motivace diplomové práce

V posledních letech zažívají dřevostavby po letech strádání svojí renesanci, kdy každý rok stoupá zastoupení dřevostaveb na celkovém počtu zrealizovaných novostaveb. Tento trend se dá přičíst na vrub zvýšeným požadavkům na úsporu energie budov, nejen během provozu, ale i během výstavby a touha bydlet v domě z přírodních materiálů. Dřevo jako hlavní nosný materiál nosné konstrukce není využíván jen na rodinné domy a haly, ale čím dál více se

prosazuje při realizaci bytových a administračních objektů. Bohužel u nás většímu rozšíření výškových dřevostaveb brání požární norma ČSN 73 0802, která omezuje požární výšku objektů, s hořlavým konstrukčním systémem z konstrukcí druhu DP2 nebo DP3, na 12,0 m. Požární normy v Anglii nebo Německu nerozlišují konstrukční systémy a požadují jednotnou požární odolnost konstrukce dle jejich výšky.

Příklady ze zahraničí domů s dřevěnou konstrukcí: sedmipodlažní bytový dům E3 na Esmarchstraße 3 v berlínské čtvrti Prenzlauer Berg, osmipodlažní projekt Murray Grove v Londýně, nebo sedmipodlažní obytný komplex ve Vídni (Wagramer Straße).

Díky příkladům ze zahraničí možná dojde v budoucnosti k přepracování českých požárních norem a i u nás bude možné stavět výškové budovy s dřevěnou konstrukcí.

Předmětem diplomové práce je statický návrh nosné konstrukce knihovny formou těžkého dřevěného skeletu s dřevo-betonovými stropy. Požární odolnost R 60 je zohledněna při návrhu sloupů 1.NP a 2.NO, které jsou přímo vystavené ohni. Ostatní části nosné konstrukce jsou uvažovány s protipožární ochranou, podhledy a předstěn, které zajistí požadovanou požární odolnost.

2. Základní informace o stavbě

2.1. Popis objektu

Jedná se o objekt veřejné knihovny situované do okolí Prahy. Objekt má pět nadzemních podlaží a dvě podzemní podlaží, půdorys je obdélníkový s rozměry 45,6 x 34,6m. Jednotlivá nadzemní podlaží jsou vůči sobě odstupňována a vytváří tak pyramidový tvar konstrukce s terasami, po jejichž obvodu jsou umístěny regály s knihami a čítárny. Regály zároveň fungují jako zábradlí pro vyšší patra. Vnitřní prostory knihovny jsou využívány jako kancelářské, komerční nebo výstavní prostory. V rámci jednotlivých pater jsou provedena dílčí mezipatra, která podtrhují kaskádovité uspořádání. Nosnou konstrukci tvoří těžký dřevěný skelet se základním rastrem sloupů 7,0x 6,5 m nebo 7,0x 5,0 m, konstrukční výška podlaží je 4,42 m. Stropy jsou provedeny jako dřevo-betonové. Ztužení objektu zajišťují dřevěné diagonály a pásy spolu s dvojicí železobetonových monolitických jader umístěných symetricky v půdorysu. Přenos vodorovných sil zajišťuje tuhá stropní deska dřevo-betonového stropu. Do prostoru jader je situováno požární schodiště, výtahová šachta a technická šachta pro vedení rozvodů. Obvodové stěny v 1.NP a části 2.NP jsou železobetonové. Díky provázání s obvodovým železobetonovým průvlakem zvyšují tuhost konstrukce jako celku. Stěny jsou Fasáda je provedena s provětrávanou mezerou, zateplení tvoří minerální izolace tl. 200 mm. Finální úpravu stěn tvoří obložení cihelnými pásy vytvářejícími dojem režného zdiva. V prvním podzemním podlaží jsou situovány garáže a strojovna vzduchotechniky. Ve druhém podzemním podlaží je depozitář nevystavených knih. Nosnou konstrukci podzemních pater tvoří železobetonový monolitický skelet, který kopíruje skelet nadzemní části. Ochranu proti zemní vlhkosti zajišťují obvodové železobetonové stěny se základovou deskou, provedenou jako bílá vana. Založení objektu je provedeno na základové desce.

Střešní konstrukci tvoří dřevěné rámy, vytvářející valbovou střechu se sklonem 45°. Na dřevěnou konstrukci je uložena přímo skleněná fasáda. Proti přehřívání objektu v letních měsících slouží speciální folie, používaná například ve sklenících, která odráží sluneční paprsky. Osová vzdálenost ráků je maximálně 1,2 m. Celá konstrukce střechy je ztužena diagonálními ztužidly v rovině střechy. Proti klopení jsou příčle jistěny ocelovými rozpěrami, vkládanými mezi příčle. Stejným způsobem jsou zajištěny sloupy proti vzpěru. Pro omezení vodorovné deformace konstrukce střechy je proveden ve výšce přibližně 1,0 m pod rámovým rohem, vodorovný ztužující příhradový prsteneček, který je ve třetinách stažen táhly, zakotvenými do železobetonového jádra. Stojky ráků jsou v části objektu uloženy na desky podlahy 1.NP, zbylé sloupy jsou uloženy na obvodový železobetonový průvlak stropu nad 1.NP, nebo 2.NP, zesilujících dřevěný průvlak skeletu. Průvlak je součástí obvodových železobetonových stěn.

2.2. Navrhovaný konstrukční systém

2.2.1. Nosný systém spodní stavby

Spodní stavba má celkem 2 podzemní podlaží. V úrovni 1.PP jsou umístěny podzemní garáže pro osobní automobily a technické prostory vzduchotechniky. V 2.PP je umístěn archiv knih. Půdorys spodní stavby v podélném směru je rozšířen o osy 9 a 10 a je delší o 12,0 m než vrchní stavba. V příčném směru jsou rozměry shodné. Konstrukční výška podzemních podlaží

je 3,90 m. Konstrukční systém spodní stavby je železobetonový monolitický skelet, kopírující rastr sloupů horní stavby. Dvojice betonových jader prochází až do úrovně 2.PP. Pouze v osách 3 a 7 jsou v úrovni betonových jader vynechány sloupy. Stropní desky jsou navrženy jako křížem pnuté, zesílené v místech sloupů viditelnými průvlaky. Tloušťka desky vychází z empirických vzorců $L1/40$, nebo $1,2(L1 + L2)/105$, z toho vychází tl. desky 240 až 250 mm, zvolena tl. 250 mm, zesilující průvlaky mají včetně desky výšku 500 mm. Deska nad 2.PP je navržena jako hladká, tl. 300 mm.

Způsob založení objektu vychází z inženýrsko – geologických podkladů zjištěných z geologických map. Zjištěné informace slouží pouze jako doporučení a nutností je samozřejmě průzkum na místě a zjištění konkrétních hodnot. Podle zjištěných údajů tvoří základové poměry písčité štěrky a písky teras Vltavy, s mocností 8 -12 m. Podzemní voda by se měla nacházet v hloubce 8,0 m, což je přibližná hloubka založení objektu. Pro ochranu základové spáry bude provedeno stěrkové lože a čerpací studně, které po dobu betonáže budou uměle snižovat HPV. Po vybetonování a plné únosnosti základové desky budou studně zakryty a voda přestane být čerpána. Působení vzlaku na základovou desku není uvažováno. Založení objektu je provedeno na základové desce, boky stavební jámy jsou zajištěny betonovými podzemními stěnami, 1x kotvena s volně uloženou patou. Základová deska spolu s podzemními stěnami vytváří bílou vanu.

Jak základová deska, tak i stropní deska je provedena dodatečně, po provedení podzemních stěn do připravených drážek, které vzniknou vložením EPS do armokoše stěn. EPS se po odtěžení zeminy odstraní plamenem nebo vysekáním. Výztuž desky se navaří na výztuž stěn. Zajištění vodotěsnosti spoje deska x stěna je provedeno speciálními těsníci lištami z bentonitu. Proti případným průsakům je spoj osazen injektážními trubičkami. Kotvení stěny v době výstavby zajišťují pramencové kotvy v úrovni stropní desky 1.PP, které jsou do podloží provedeny pod úhlem 30°. Kotvy budou po provedení stropní desky odříznuty.

2.2.2. Nosný systém vrchní stavby

Nosný systém objektu je těžký dřevěný skelet s dvojicí betonových ztužujícím jader. Objekt má obdélníkový rastr sloupů s osovými vzdálenostmi v krajních polích 5,0 m, střední pole mají rozpon 7,0 m. Pole mezi osami 2 a 4 má osovou vzdálenost 11,0 m, osa 3 ho rozděluje na 4,0 m a 7,0 m dlouhé úseky. V příčném směru je osová vzdálenost rastru sloupů 5,0 m, pole mezi osami B,C a E,F mají prodloužený rastr na 6,5 m. Konstrukční výška nadzemních podlaží je 4,42 m. Jednotlivá patra po výšce odskakují a vytváří tak podobu pyramid. Sloupy jsou jednoduché průřezu v 1.NP a 2.NP 240x 800 mm z lepeného lamelového dřeva GL 32h. Sloupy v úrovni 3.NP mají rozměry 200x 400 mm z GL 28h. Sloupy jsou navrženy s požární odolností 60 minut. Poslední 2 patra mají sloupy 140x 140 mm z dřeva GL 24 h, kde požární odolnost zajišťuje požární obklad. Výška sloupu je vždy na jednoho patra. Sloupy jsou delší stranou orientovány příčně. Průběžné průvlaky jsou na sloupy ukládány podélně, jako prosté nosníky, podporované šikmými diagonálami, nebo pásky. Pásky jsou použity v místech, kde kvůli dispozici nebylo možné použít diagonály. Pásky, respektive diagonály jsou uloženy 1,2 m od osy sloupu. Pásky snižují vzpěrnou délku sloupů ve směru měkčí osy. Průvlaky jsou navrženy z lepeného lamelového dřeva GL28h, více namáhané prvky z GL32 h. O únosnosti většiny prvků rozhoduje únosnost ve smyku. Průvlaky jsou spřaženy s dřevo betonovou deskou speciálními vruty VB48-7,5x 160 mm ve 2 řadách po 100 mm, vliv spolupůsobení na únosnost není započítán, spřažení je navrženo pro lepší přenos vodorovných sil. Stropnice jsou uloženy mezi průvlaky a mají s nimi zalícované horní hrany. Osová vzdálenost stropnic je 0,8 m, stropnice jsou navrženy z lepeného lamelového dřeva GL 28h, běžné stropnice mají rozměry maximálně 200x 300 mm, v případě uložení například schodiště nebo sloupků mezipatra jsou zesíleny na potřebný průřez. Spřažená dřevo betonová deska má konstantní tloušťku 80 mm v celé konstrukci, deska je navržena z betonu C25/30 XC1, vyztužení desky je při spodní hraně KARI síť 150x 150x 8 mm, pro omezení smršťovacích trhlin je deska vyztužena při horním povrchu KARI sítí 200x 200x 6 mm.

Železobetonová deska je vybetonována do bednění z OSB 3 desek tl. 22 mm, uložené mezi stropnice na latě. Bednění je možné po vytvrdnutí betonu odstranit. Stropnice musí být po celou dobu betonáže podepřeny. Spoj mezi stropnicí a průvlakem je proveden stavebními vruty, které jsou zašroubovány ve dvojici proti sobě. Uložení průvlaků, nebo stropnic je provedeno na krátké železobetonové konzolky. Ostatní spoje v konstrukci jsou řešeny jako svorníkové. Schodiště mezi jednotlivými úrovněmi jsou navržena s ocelovými schodnicemi, mezi které je provedena železobetonová deska s nabetonovanými jednotlivými stupni. Tvar

schodů je přímý, schody jsou provedené na celou výšku patra a mají vloženou mezipodestu. Deska je provedena do VSŽ plechu, který slouží pouze jako ztracené bednění při betonáži. Plech je položen na spodní pásnice, případně uložen na přivařené L úhelníky pro docílení potřebné výšky uložení plechu. Ocelové schodnice schodů výšky 1,36 m a 3,06 m jsou navrženy jako prosté nosníky z UPN profilů, schodnice na výšku 4,42 m má tvar dvakrát zalomeného nosníku s vloženou podporou v místě mezipodesty. Osová vzdálenost stropnice je maximálně 1,0 m.

2.2.3. Nosný systém střechy

Střešní konstrukce se skládá z dřevěných rámu, vytvářejících ve střední části trojkloubový rám. V krajích jsou rámy uloženy na nárožní příčle. Sklon příčlí je 45°. Příčle jsou kvůli délce přes 24,0 m rozděleny montážním spojem v místě nulových momentů na dva kusy. Maximální délka příčle je 16,0 m. Osová vzdálenost rámu je maximálně 1,2 m. Prvky rámu jsou navrženy jako pohledové, proto jsou prvky rámu navrženy z jednoho průřezu 200x 1100 mm z dřeva GL 28h. Nárožní prvky jsou průřezu 200x 1000 mm z dřeva GL28h. Ztužení konstrukce je provedeno ocelovými diagonálami v rovině střechy. Podélné stěny jsou ztuženy podélnými diagonálami uprostřed stěny. Příčné stěny jsou ztuženy dvojicí diagonál v krajní části stěn. Proti klopení jsou příčle jištěny ocelovými rozpěrami. Stejným způsobem jsou zajištěny sloupky proti vzpěru. Pro omezení vodorovné deformace konstrukce střechy je proveden ve výšce 1,0 m pod rámovým rohem vodorovný ztužující příhradový prstenec, který je ve třetinách stažen táhly zakotvenými do železobetonového jádra. Ztužující příhradový prstenec má pásy tvořeny ocelovými prvky HEB 180, pásy jsou provedeny z nosníků délky 10 m, které jsou k sobě svařeny natupo. Diagonály jsou z jacklu 80x 80x 6 mm, svislice tvoří dvojice UPN 160, přes které jsou kotveny svorníky ke dřevěným sloupům. Všechny ocelové prvky jsou navrženy z oceli S 235. Stojky rámu jsou uloženy kloubově, přes patní plechy s podlitím. Patní plech je kotven k betonovému podkladu vlepovanými šrouby.

2.2.4. Betonové jádro

Dvojice železobetonových jader jsou symetricky umístěny v půdorysu a prochází všemi patry objektu. Součástí jednoho jádra je průduch odvádějící odpadní vzduch od klimatizace. Obě jádra mají obdélníkový tvar rozměrů 3,5x 10,0 m, tloušťka stěn je 200 mm, použitý beton je C20/30 XC1. Součástí jádra je dvouramenné schodiště, výtahová šachta a instalační šachta. Pro uložení stropnic a průvlaků jsou v rámci betonáže připraveny krátké konzolky s vyložení 150 mm a výškou 300 mm. Z konzolek bude vytažena výztuž, ke které budou přivařeny kotevní L – úhelníky. Návrh a posouzení betonového jádra na působící síly není součástí statického výpočtu.

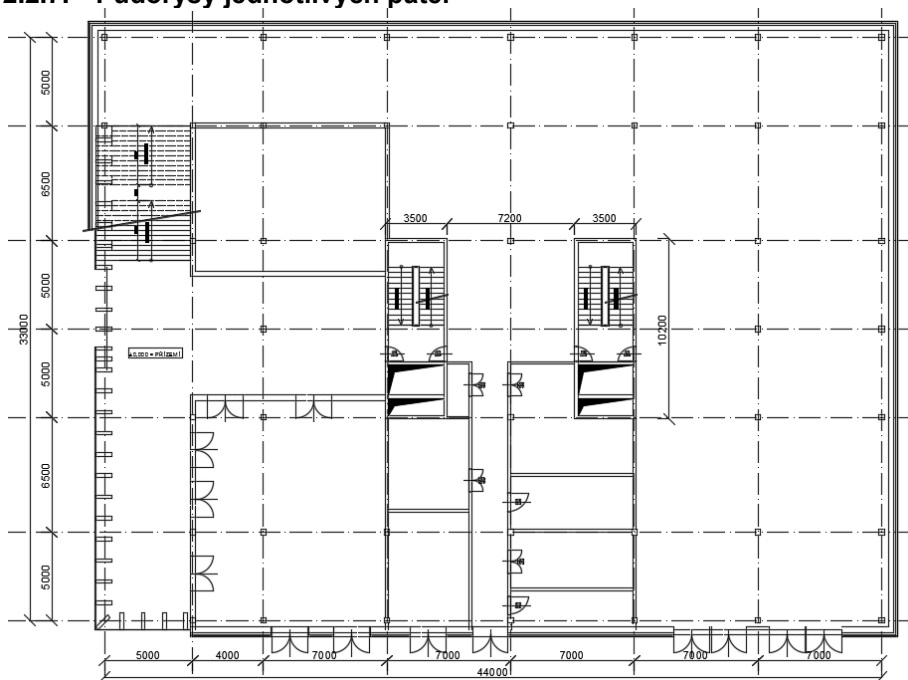
2.2.5. Obvodové železobetonové stěny

Obvodové stěny 1.NP a 2.NP jsou provedeny jako železobetonové monolitické tl. 200 mm, zateplené provětrávanou fasádou s obkladem z cihelných pásků, vytvářejících dojem režného zdiva. Obvodové stěny jsou spojeny se ztužujícím věncem, který pod stojkami rámu střechy, zachytává vodorovné síly, působící ve směru stěny. Svislé síly a síly působící kolmo na stěnu jsou zachyceny v konstrukci skeletu. Návrh obvodových železobetonových stěn není součástí statického výpočtu.

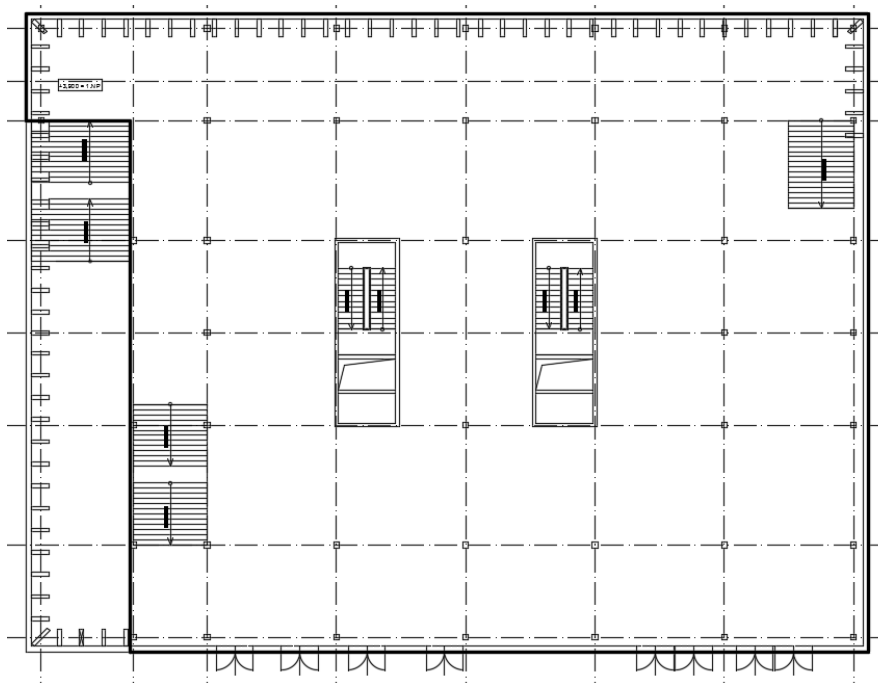
2.2.6. Příčky

Příčky jsou řešeny formou suché stavby s nosnou konstrukcí z dřevěných fošen, osová vzdálenost fošen je 625 mm. Opláštění z dvojité kladených SDK desek tl. 12,5 mm. Mezi fošny vložena minerální izolace. Příčku je nutné provést jako systémové řešení s deklarovanou požární odolností EI 60.

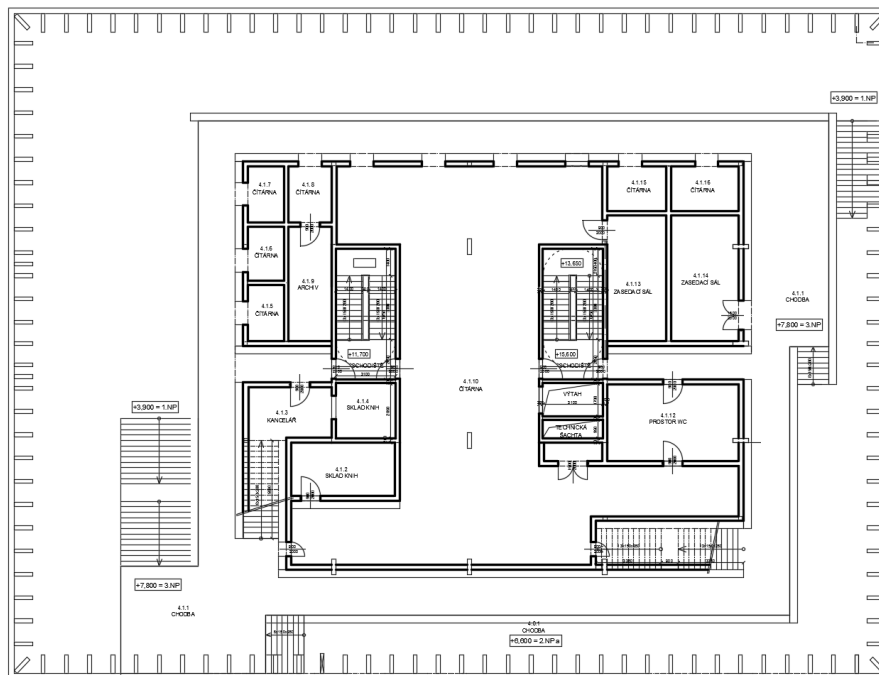
2.2.7. Půdorysy jednotlivých pater



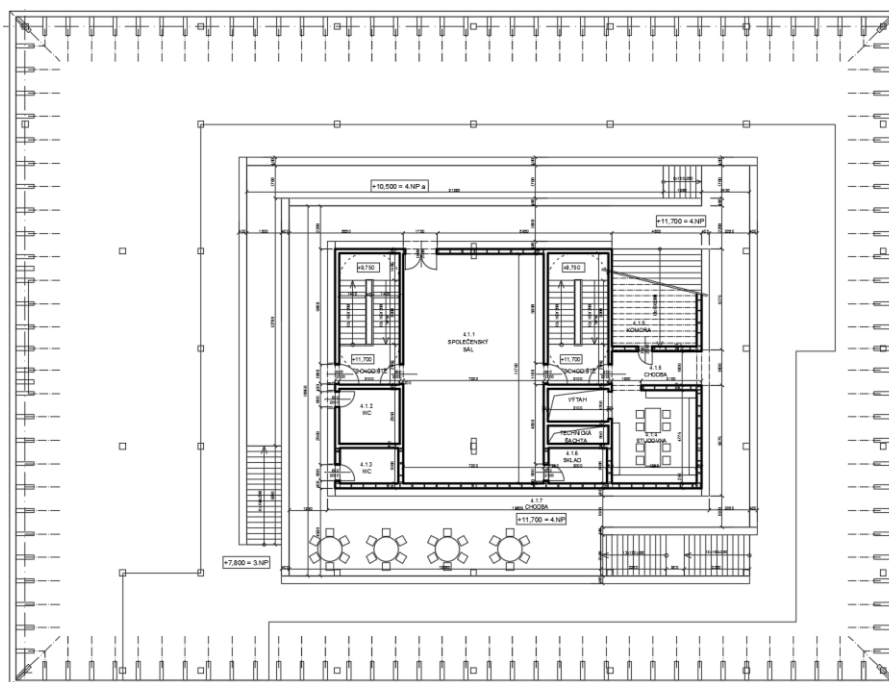
Půdorys 1.NP



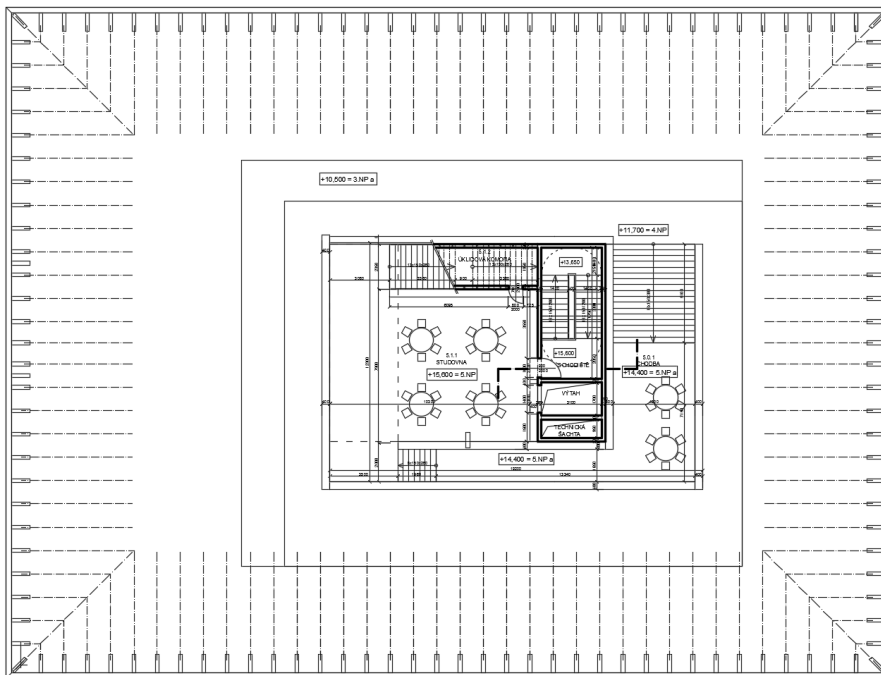
Půdorys 2.NP



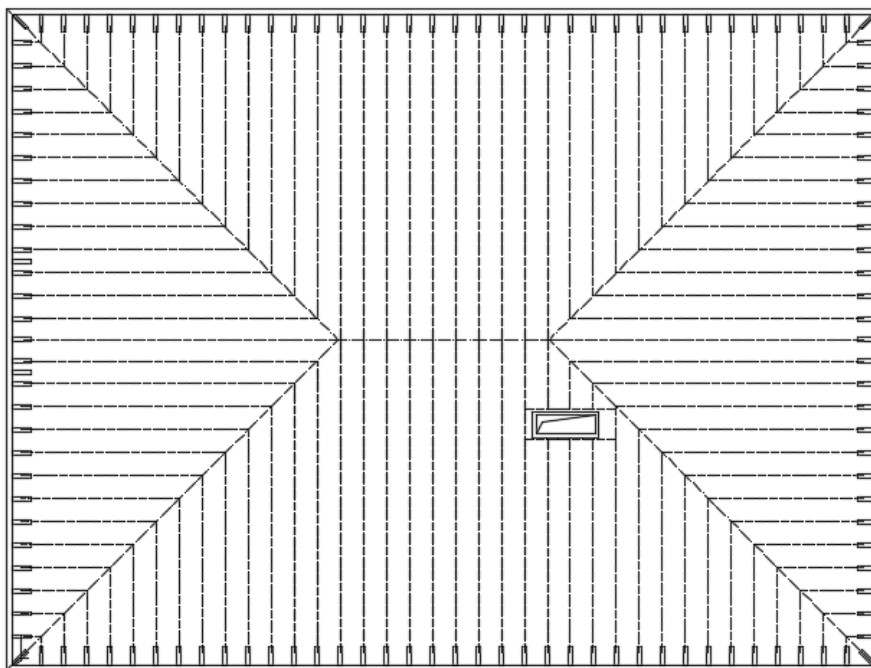
Půdorys 3.NP



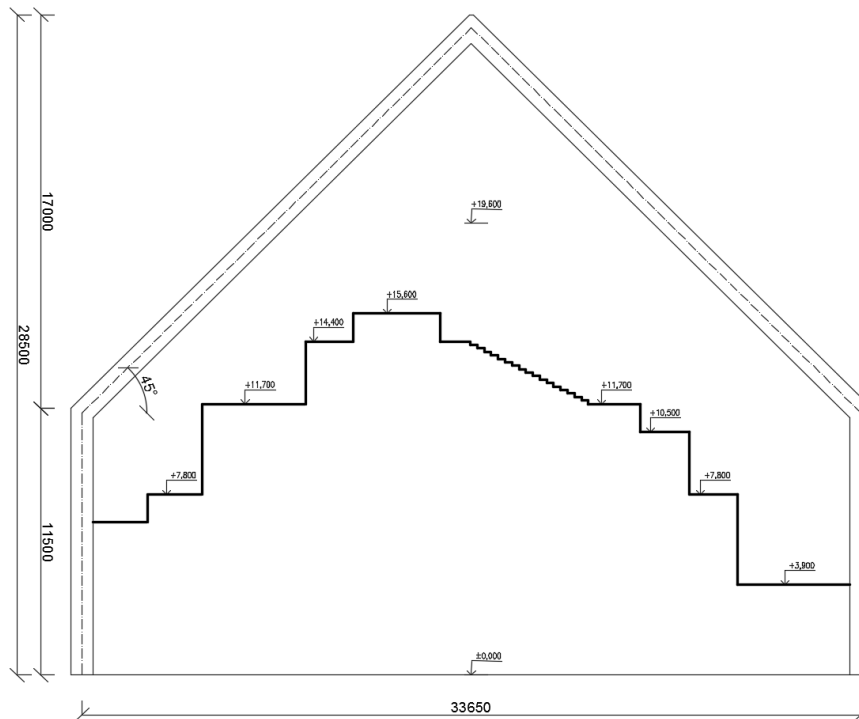
Půdorys 4.NP



Půdorys 5.NP



Střecha



Schématický řez

3. Použité normy

Konstrukce jsou navrženy podle platných ČSN a EN. Nebyly předepsány zvláštní tolerance na provádění konstrukcí.

ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991 – Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1992-1-1 – Navrhování betonových konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1993-1-1 – Navrhování ocelových konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1995 -1-1 – Navrhování dřevěných konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1997 -1-1 – Navrhování geotechnických konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

4. Použité programy

Při zpracování diplomové práce byly použity studentské verze následujících programů:

výpočet vnitřních sil : Scia Engineer 15.3

tvorba výkresů: Autocad 2016

Posouzení průřezů:

FIN EN v5

Zatížení

Ocel

Beton

Ocel požár

GEO 5

návrh pažení

posouzení pažení

deska

Zpracování textové části:

Microsoft Excel 2016

Microsoft Word 2016

5. Zatížení a kombinace

5.1. Výpočet

Veškeré výpočty vnitřních sil a deformací na konstrukci byly provedeny v programu Scia Engineer 15.3. Výpočet je proveden lineárně na nedeformované konstrukci. Počet dělení sítě MKP je 10 prvních na prutu. Následující posouzení jednotlivých prvků konstrukce bylo provedeno programem FINE – dřevo, dřevo požár, beton, ocel. Posouzení dřevo-betonového stropu je provedeno dle odborné publikace STEP 2 – dřevěné konstrukce dle Eurokódu 5 vydaného nakladatelstvím ČKAIT v roce 2004.

5.2. Zatížení

Zatížení bylo navrženo dle norem EN 1991-1-1 Zatížení stavebních konstrukcí, EN 1991-1-3 Zatížení sněhem, EN 1991-1-4 Zatížení větrem.

5.2.1. Stálé zatížení

Hodnoty stálého zatížení odpovídají navrženým skladbám kompletačním konstrukcím, které jsou součástí statického posudku. Vlastní tíha nosné konstrukce je automaticky generována programem Scia Engineer 15.3.

V místě kanceláří jsou uvažovány lehké přemístitelné příčky hodnotou 0,8 kN/m², pro střešní konstrukci je uvažována rezerva 0,5 kN/m² pro zavěšení osvětlení a jiného vybavení.

5.2.2. Proměnná zatížení

5.2.2.1. Vítr

Objekt se nachází ve II. větrové oblasti, kategorie terénu III – oblast rovnoměrně pokryta budovami nebo vegetací. Referenční výška objektu je k hřebeni 28,5 m. Výpočet zatížení větrem na objekt provedeno v programu FINE – zatížení. Výpočet zatížení větrem je součástí statického posudku.

5.2.2.2. Sníh

Objekt se nachází v I. sněhové oblasti. Sklon ploché střechy je 45°. Výpočet zatížení sněhem na objekt provedeno v programu FINE – zatížení. Výpočet zatížení sněhem je součástí statického posudku.

5.2.2.3. Užitná zatížení

Na konstrukci působí dle způsobu využívání různé kategorie užitného zatížení. Hodnoty rovnoměrného spojitého zatížení použité ve výpočtu jsou následující:

chodby a čítárny – kategorie C1 $q_k=3,0$ KN/m²

výstavní plochy – kategorie C3 $q_k=5,0$ KN/m²

kancelářské plochy – kategorie B $q_k=2,5$ KN/m²

skladovací prostory – kategorie E $q_k=7,5$ KN/m²

5.3. Kombinace

Posouzení na mezní stav použitelnosti (MSÚ) vychází z kombinace (6.10).

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Posouzení na mezní stav použitelnosti (MSP) v čase $t=0$, okamžité deformace vychází z charakteristické kombinace (6.14)

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Posouzení na mezní stav použitelnosti (MSP) v čase $t=\infty$, konečná deformace vychází z kvazistálé kombinace (6.16)

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \sum_{i \geq 2} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Dílčí součinitele γ a ψ jsou uvažovány dle normy EN 1990 - 1-1

6. Použité materiály

6.1. Dřevo

Prvky nosné konstrukce jsou z lepeného lamelového dřeva třídy pevnosti GL24h, GL28h a GL32h vlhkost při zabudování musí být maximálně 15 %.

Dřevo použité na nenosné konstrukce příček je rostlé dřevo pevnosti C24(S10), maximální vlhkost při zabudování do konstrukce je 20 %.

Prvky nesmí vykazovat známky mechanického a ani biologického poškození.

6.1.1. Ochrana dřeva proti hmyzu a hnilobě

Ochrana dřeva proti dřevokaznému hmyzu a hnilobě je navržena dle EN 351-1. Dřevěné prvky se vyskytují uvnitř budovy a nejsou trvale vystaveny povětrnostním vlivům ani agresivnímu prostředí. Ochrana je navržena chemickými prostředky – povrchovou impregnací bezbarvou lazurou provedenou dle technického listu výrobce. Zvýšená pozornost se musí věnovat prvkům ve styku s mokřím betonem. Impregnaci je nutné pravidelně obnovovat. Konstrukční řešení umožňuje rychlý odtok zatečení vody. Skladby konstrukcí jsou navrženy tak, aby nedocházelo ke kondenzaci vodní páry v místech dřevěných prvků.

6.1.2. Ochrana dřeva proti požáru

Viditelné prvky nosné konstrukce jsou navrženy s požární odolností R 60 tj. sloupy. Nosné prvky stropu – průvlaky a stropnice jsou zakryty SDK podhledem s požární odolností EI 60.

6.2. Spojovací prvky

Spojovací prvky dřevěné konstrukce jsou svorníky, vruty a samořezné kolíky. Všechny prvky jsou navrženy s antikorozi ochranou. Kvalita svorníků 8.8, mez kluzu vrutů a samořezných kolíků je minimálně 600 MPa.

Ocelové prvky jsou navrženy z oceli S 235 J0

6.2.1. Antikorozi ochrana oceli

Antikorozi ochrana je navržena v souladu s ČSN EN ISO 12944 (1998).

Veškeré ocelové konstrukce se nacházejí v interiéru budovy, kde není vlhké ani agresivní prostředí. Stupeň korozní agresivity velmi nízký: C1 (vytápěné budovy s čistou atmosférou). Předpokládaná životnost ochrany proti korozi střední je 15 let.

6.2.2. Ochrana oceli proti požáru

Ochrana ocelových prvků je navržena speciálními nátěry, které je nutné pravidelně obnovovat.

6.3. Beton

Betonové konstrukce nadzemní části jsou navrženy z betonu C25/30 XC1, konstrukce podzemní části jsou navrženy z vodonepropustného betonu C30/37 XC4. Beton použit na dřevo-betonový strop má nižší vodní součinitel.

7. Provedení a montáž konstrukce

Nosná konstrukce je navržena z prvků maximální délky 16,0 m a hmotnosti 2,0t. Proto je nožné pro dopravu a ukládání použít běžnou techniku. Při osazování jednotlivých prvků musí být kontrolováno správné umístění prvku, osové vzdálenosti, délka uložení, svislost a vodorovnost. Jednotlivé dílce nesmí vykazovat známky mechanického poškození, napadení hnilobou nebo dřevokazným hmyzem. Všechny dřevěné prvky před zabudováním opatřit ochranným nátěrem.

Spoje mezi jednotlivými prvky jsou kolíkového typu, svorníky nebo samořezné kolíky.

Rozmístění a počet spojovacích prvků dle statického výpočtu. Otvory pro svorníky jsou předvrtány z výroby a po osazení a překontrolování zavíčkované dřevěnými zátkami. Veškeré prvky budou osazovány na místo pomocí jeřábů.

Dřevo-betonové stropy musí být po celou dobu celou dobu montáže podstojkovány, osová vzdálenost stojek maximálně 1,5 m, odstranění stojek nejdříve po 14 dnech od betonáže.

Dřevo-betonový strop je navržen bez mezi vrstvy, tvořící ztracené bednění betonové desky.

8. Použitá literatura

[1] KUKLÍK, Petr, KUKLÍKOVÁ, Anna, MIKEŠ, Karel. Dřevěné konstrukce 1 Cvičení. 2.vyd. Praha, České vysoké učení technické v Praze, 2013. ISBN 978-80-01-05227-3

[2] KUKLÍK, Petr, KUKLÍKOVÁ, Anna. Navrhování dřevěných konstrukcí příručka k ČSN EN 1995-1. 1.vyd. Praha, Informační centrum ČKAIT, 2010. ISBN 978-80-87093-88-7

[3] autorizovaný překlad KOŽELUH, Bohumil. Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5 STEP 1, Timber Engineering STEP 1. 1.vyd. Centrum Hout, Netherlands,1995.-,1998
ISBN 80-238-2620-4

[4] autorizovaný překlad KOŽELUH, Bohumil. Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5 STEP 2, Timber Engineering STEP 2. 1.vyd. Centrum Hout, Netherlands,1995.- 1998
ISBN 80-86 769-13-5

[5] autorizovaný překlad KOŽELUH, Bohumil. NAVRHOVÁNÍ, VÝPOČET A POSOUZENÍ DŘEVĚNÝCH STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ KOMENTÁŘ K ČSN 73 1702:2007 obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. 1.vyd. Praha: informační centrum ČKAIT.2008.228 s.
ISBN 978-80-97093-73-3

[6] autorizovaný překlad KOŽELUH, Bohumil. Dřevostavby systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště.2.vyd. Praha: Grada.2011.320 s. ISBN 978-80-247-4071-3

[7] autorizovaný překlad KOŽELUH, Bohumil. Dřevěné konstrukce, příklady a řešení podle ČSN 73 1702. 1.vyd.Praha: informační centrum ČKAIT 2009. 318 s. ISBN 978-80-87438-16-9

Podklady pro vytvoření stavebních výkresů byly získány z internetového portálu archiweb přístupný z adresy: <http://www.archiweb.cz/buildings.php?action=show&id=3885&type=9>