

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2017

KRISTÝNA VOPATOVÁ

OBSAH

ČÁST A – Zadávací dokumenty

ČÁST B – Statické výpočty

ČÁST C – Požárně bezpečnostní řešení



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Návrh dřevěné konstrukce administrativní budovy z panelových prvků

Load-bearing structure of an administrative building made of timber panel elements

Bakalářská práce

A. Zadávací dokumenty

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Požární bezpečnost staveb

Vedoucí práce: Ing. Lukáš Blesák, Ph.D.

Kristýna Vopatová

Praha 2017

OBSAH A

- I. Zadávací dokumenty
- II. Přílohy: původní výkresy
 - 1. Půdorys 1.NP M 1:75
 - 2. Půdorys 2. NP M 1:75
 - 3. Řez A-A' M 1:75
 - 4. Pohled severní M 1:100



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební
Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Návrh dřevěné konstrukce administrativní budovy z panelových prvků

Load-bearing structure of an administrative building made of timber panel elements

Bakalářská práce

A.I. Zadávací dokumenty

Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Požární bezpečnost staveb

Vedoucí práce: Ing. Lukáš Blesák, Ph.D.

Kristýna Vopatová

Praha 2017

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Vopatová** Jméno: **Kristýna** Osobní číslo: **423674**
Fakulta/ústav: **Fakulta stavební**
Zadávací katedra/ústav: **Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí**
Studijní program: **Stavební inženýrství**
Studijní obor: **Požární bezpečnost staveb**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Návrh dřevěné konstrukce administrativní budovy z panelových prvků

Název bakalářské práce anglicky:

Load-bearing structure of an administrative building made of timber panel elements

Pokyny pro vypracování:

Seznam doporučené literatury:

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) bakalářské práce:

Ing. Lukáš Blesák Ph.D., katedra ocelových a dřevěných konstrukcí FSv

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **20.02.2017** Termín odevzdání bakalářské práce: **28.05.2017**

Platnost zadání bakalářské práce: _____

Podpis vedoucí(ho) práce

Podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

Podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Studentka bere na vědomí, že je povinna vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studentky

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a všechny použité prameny a literatura jsou uvedeny v seznamu citované literatury.

Nemám námitek proti použití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne

.....

podpis

Poděkování

Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucímu práce, panu Ing. Lukáši Blesákovi, Ph.D, za vedení bakalářské práce, za jeho názory, ochotu a cenné rady poskytnuté v průběhu zpracování této bakalářské práce.

Děkuji panu Ing. Marku Pokornému, Ph.D. za jeho rady k dílčímu požárně bezpečnostnímu řešení. Poděkování patří i mé rodině za podporu po celou dobu studia.

Anotace:

Předmětem bakalářské práce je návrh administrativní budovy z dřevěných panelů a posouzení konstrukcí za běžné teploty a za požární situace. Posouzení konstrukce je provedeno v souladu s platnými normami ČSN EN. Pro určení teplot konstrukcí za požární situace je použit software ATENA Science a preprocesor GiD, který pracuje s normovými teplotními křivkami. Práce obsahuje vlastní analytický výpočet únosnosti za zvýšených teplot na základě zjištěných vnitřních sil, deformací a reakcí pomocí softwaru SCIA Engineer. Nosnou konstrukci budou tvořit masivní panely z křížem lepeného lamelového dřeva, použité pro svislé i vodorovné konstrukce. V části objektu bude dřevěná konstrukce doplněna ocelovými profily. Dřevěné panely budou tvořit i zastřešení objektu.

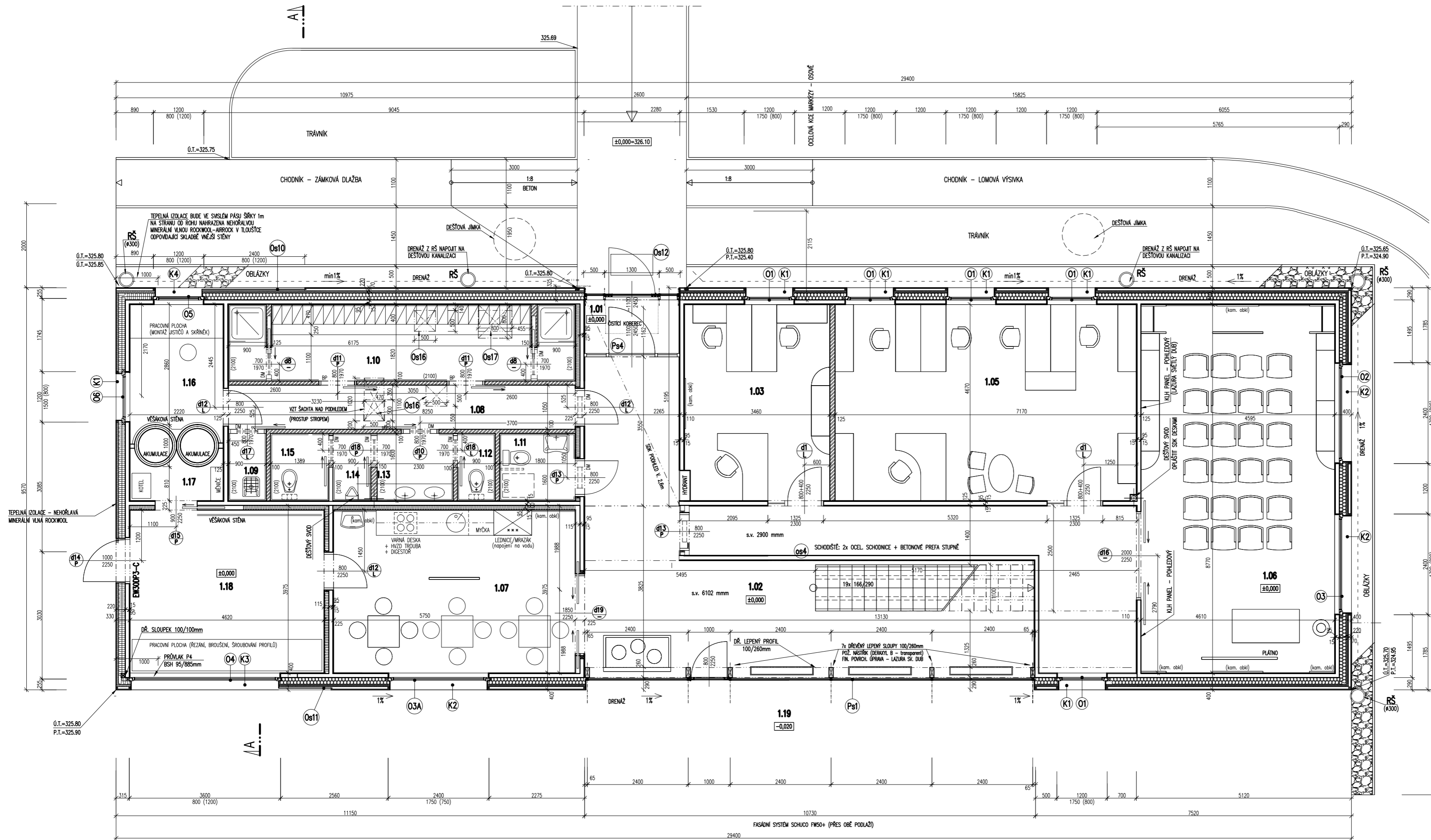
Klíčová slova: *dřevostavba, administrativní budovy, křížem lepené lamelové panely CLT, požárně bezpečnostní řešení, požární odolnost, požární situaci, ocelová konstrukce*

Annotation:

The subject of the Bachelor's thesis is the design of an administrative building made from timber panels and assessment of particular structures under an ambient temperature and fire scenario. The assessment is carried out in accordance with the applicable standards ČSN EN. For determining temperature within the structures the fire situation there software ATENA Science and preprocessor GiD are used which offends temperature curves. The work contains an analytical calculation of loading at elevated temperatures based on internal forces, deflections and using SCIA Engineer software. The load-bearing structure will be made of massive glued cross-laminated timber panels, used for both vertical and horizontal structures. The timber structure will be accompanied by steel profiles. Timber panels are also applied for the building roofing.

Keywords: *timber structure, the Administrative building, CLT glued cross-laminated panels, fire safety, fire resistance, fire scenario, steel structure*

PŮDORYS 1.NP



LEGENDA MÍSTNOSTÍ 1.NP:

OZN.	OČEL	PLOCHA (m ²)	PODLAHA	STĚNY	STROP
1.01	VSTUPNÍ ZÁVĚRÍ	3,4	P2 KERAMICKÁ DLÁŽBA OŠTĚNÍ KOBEREC 1250x800mm	MALBA + SÍK DESKY + PROSKLENÁ FASÁDA SOUKO	SÍK PODLEH, vev 2,6m
1.02	HALA	61,0	P2 KERAMICKÁ DLÁŽBA	MALBA + SÍK DESKY + PROSKLENÁ FASÁDA SOUKO	KLH PANELOVÝY + SÍK PODL. vev 2,6m (8m2)
1.03	KANCELÁŘ	16,2	P1 KOBEREC	MALBA + SÍK DESKY + KAM. OBL.	SÍK DESKY
1.04	neobozeno				
1.05	KANCELÁŘ	33,5	P1 KOBEREC	MALBA + SÍK DESKY	SÍK DESKY
1.06	ZASEDACÍ MÍSTNOST	40,3	P1 KOBEREC	MALBA + SÍK DESKY + KAM. OBL. + KLH PANELOVÝY (1 stěna)	SÍK DESKY
1.07	DEMNÍ MÍSTNOST	22,3	P2 KERAMICKÁ DLÁŽBA	MALBA + SÍK DESKY + KAM. OBL.	SÍK DESKY
1.08	CHOZBA	8,7	P2 KERAMICKÁ DLÁŽBA	MALBA + SÍK DESKY	SÍK PODLEH, vev 2,45m
1.09	OKLAD	1,4	P2 KERAMICKÁ DLÁŽBA	SÍK DESKY + KER. OKLAD (2.1m)	SÍK PODLEH, vev 2,45m
1.10	ŠATNA + 2x SPRCHA (MŮŽ)	15,0	P2 KERAMICKÁ DLÁŽBA	SÍK DESKY + KER. OKLAD (2.1m)	SÍK PODLEH, vev 2,45m
1.11	WC ŽENY (+ INVULNÍ)	2,9	P2 KERAMICKÁ DLÁŽBA	SÍK DESKY + KER. OKLAD (2.1m)	SÍK PODLEH, vev 2,45m
1.12	WC MUŽI	1,44	P2 KERAMICKÁ DLÁŽBA	SÍK DESKY + KER. OKLAD (2.1m)	SÍK PODLEH, vev 2,45m
1.13	UMÝVÁRNA MUŽI	3,7	P2 KERAMICKÁ DLÁŽBA	SÍK DESKY + KER. OKLAD (2.1m)	SÍK PODLEH, vev 2,45m
1.14	WC MUŽI	1,50	P2 KERAMICKÁ DLÁŽBA	SÍK DESKY + KER. OKLAD (2.1m)	SÍK PODLEH, vev 2,45m
1.15	WC MUŽI	1,44	P2 KERAMICKÁ DLÁŽBA	SÍK DESKY + KER. OKLAD (2.1m)	SÍK PODLEH, vev 2,45m
1.16	DLNA	6,5	P2 KERAMICKÁ DLÁŽBA	MALBA + SÍK DESKY	SÍK DESKY
1.17	TECHNICKÁ MÍSTNOST	2,4	P2 KERAMICKÁ DLÁŽBA	MALBA + SÍK DESKY	SÍK DESKY
1.18	DLNA	17,9	P2 KERAMICKÁ DLÁŽBA	MALBA + SÍK DESKY	SÍK DESKY
1.19	TERASA	76,5	P4 DŘ. PRKNA S MEZERAMI-SÍKOVÝ SÍK	-	-
1.20	neobozeno				

POZN:

- FINÁLNÍ TYP A BAREVNOST PODLAHOVÝCH NÁSLAPNÝCH VÝSTVĚ (KERAMICKÉ DLÁŽBY, KOBERCE) A ROVNĚŽ KERAMICKÝCH OKLADŮ STĚN – ŘEŠÍ PROJEKT INTERIÉRU (FIRMA CAMINO 88)
- KAMENNÉ OKLADY (UMÍSTĚNÍ, VÝŠKŮL, TYP OKLADŮ) – ŘEŠÍ KOMPLETNĚ PROJEKT INTERIÉRU (FIRMA CAMINO 88)
- VYBAVĚNÍ INTERIÉRU NÁBYTKEM A DALŠÍMÍ PRVKY – ŘEŠÍ PROJEKT INTERIÉRU (FIRMA CAMINO 88)
- VÝMĚNA PROSTOR BUDE VE SVĚTLÝCH TONECH – ŘEŠÍ PROJEKT INTERIÉRU (FIRMA CAMINO 88)
- ZÁŘIŽKOVÉ PŘEMĚTY – SVL. ZVOLEN STANDAŮ, KONKRETNĚ ŘEŠENÍ PROJEKT INTERIÉRU (FIRMA CAMINO 88)
- TRHÁŘSKÉ VÝROBKY – DIVERZÉ – BUDDU OBJEDNÁVÁNY SE SOUHLASEM IČ. CAMINO 88 (PROJEKTANTEM INTERIÉRU)

LEGENDA MATERIÁLŮ:

- DŘEVĚNÝ LEŽNÝ STĚNŮVY KLH-PANEL IL 95 a 125 mm + OPLÁŠTĚNÍ SÍK DESKAMI (RE, RF), IL 15 mm (jednostranná/dvoustranná) V MOKRÝCH PŘEVODCH VĚDOUDNĚ (RED GREEN)
- SÍK PRŮČKY IL 100, 125 mm – NOSNÉ KONOVÉ PROFILY + OPLÁŠTĚNÍ SÍK DESKAMI (RB, WHITE), V MOKRÝCH PŘEVODCH VĚDOUDNĚ (RB, GREEN), V DUTNĚ AKUSTICKÁ ZIZLACE
- AKUSTICKÉ A INSTALAČNÍ STĚNY IL 115, 140 mm – PRŮHONOVÉ KONSTR. PROFILY 100 a 125 mm, VÝPLŇ TĚPĚNĚ AKUSTICKOU ZIZLAKI HOFATEX (AL, ROCKWOL, ARROCK 10) + OPLÁŠTĚNÍ SÍK DESKAMI IL 15 mm
- TĚPĚLNÁ ZIZLACE – STĚNY – 3 Vrstvy – HOFATEX UD IL 60 mm – HOFATEX THERM IL 80 mm – HOFATEX THERM IL 80 mm – NÁVRH FIRMY ABETE – HOMODEN
- TĚPĚLNÁ ZIZLACE STĚNY K HALE – NEHOŘLAVÁ – MINERÁLNÍ VLNÁ ROCKWOL – cca IL 220 mm
- OBLAZKOVÝ NÁSTP KOLEM OBJEKTŮ, V ŠÍŘCE 500 mm, ZAKONČENÝ OBRUBNĚNÍM
- TERASA – DŘEVĚNÉ PROFILY KLADNĚ S MEZERAMI NA DŘEVĚNÝ ROŠT (SÍKOVÝ SÍK), ROŠT VYSTIPLAT OBLAZKY

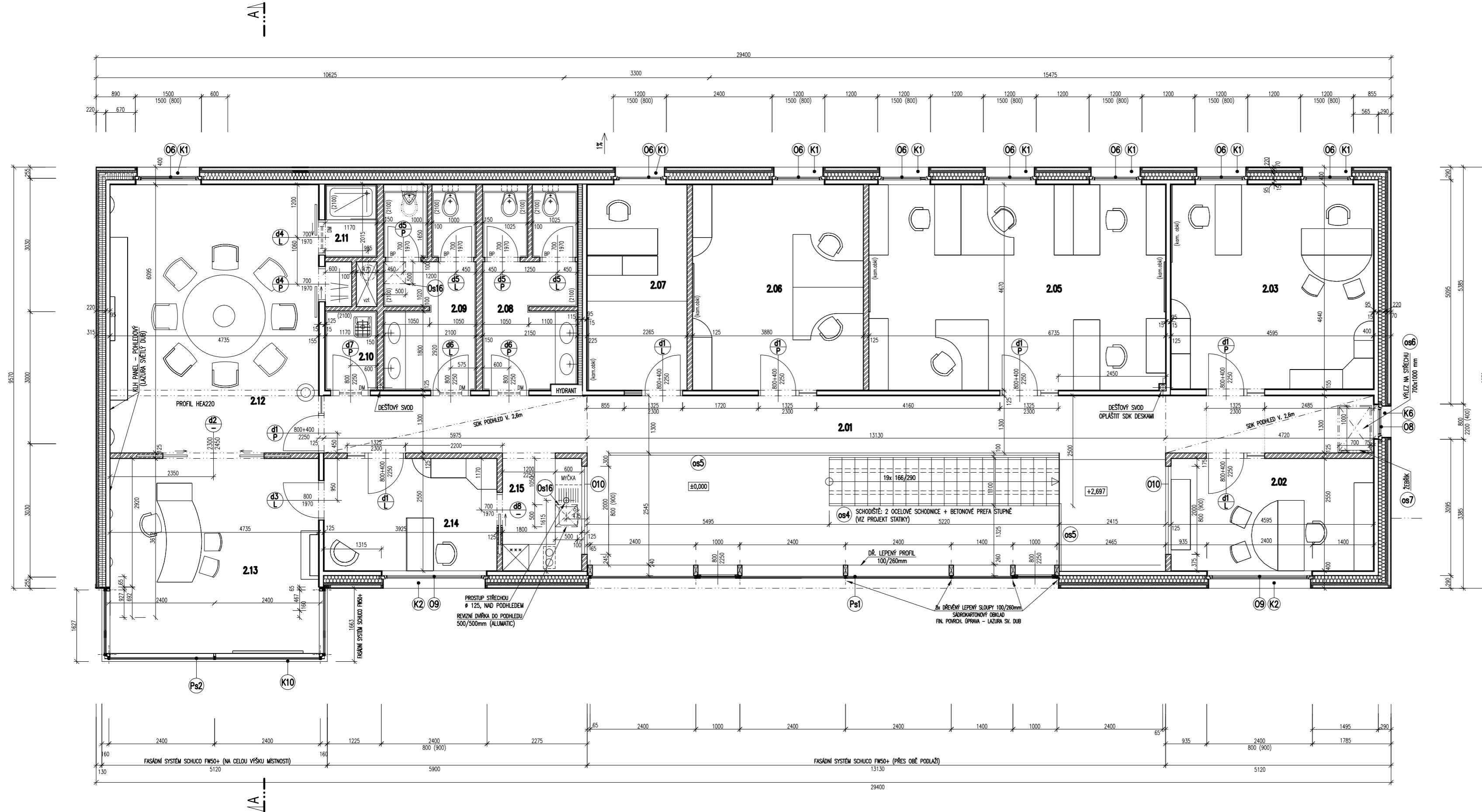
POZNÁMKY:

- SKLADBY KONSTRUKCI JSOU UVEDENY V PŘÍLOZE F.1.13
- PROSKLENÉ PRVKY Z FASÁDNÍHO SYSTÉMU SOUKO FV 50+ JSOU KOTOVÁNY OSOŤE, MUSÍ BÝT DETALNĚ DORĚŠENY PŘI STAVĚ S KONKRETNĚ DODAVATELSKOU FIRMOU
- KONSTRUKCE A UCHYTĚNÍ STŘEŠNÍCH FOTOVOLTAYKÝCH PANELOV SE 200 A SET 300 JE ŘEŠENĚ DODAVATELSKOU FIRMOU NĚLUMBO
- OCEDLOVÁ KONSTRUKCE SKLADOVĚ HALY VĚŠNĚ MARKÝZY MAD VAZDY, MARKÝZY MAD VSTUPNÍ A TERASOU PODROBNĚ ŘEŠÍ PROJEKT STAVKY VĚŠKĚ POKLADKY PRO TYTO PRVKY BRÁT Z DOKUMENTACE STAVKY !!!
- KOLEM OBJEKTŮ BUDE PROVĚDĚNA DRENÁŽ DNIVO SE SPÁDEM MÍN 1% BUDE NÁPOJENA NA DEŠTĚVOU KANALIZACI
- PŘI REALIZACI BUDOU PROSTUPY KONSTRUKCÍ BRÁNY Z PROJEKTŮ JEDNOTLIVÝCH PROFESÍ REVIZNÍ DVĚŘKA PRO JEDNOTLIVÁ VĚDĚNÍ (ZTI) JSOU SPECIFIKOVÁNA V DOKUMENTACI TĚTO PROFESE
- MÍSTNOSTI 1.16 A 1.18 BUDOU V PŘÍPADĚ POTŘEBY NA ŽÁDOST HYGIENY PODROBNĚ OVĚŘOVÁNY MŘIŽKAMI DO OKOLNÍCH MÍSTNOSTÍ.
- POŽÁRNÍ OZNAČENÍ OTVORŮ A KONSTRUKCÍ JE VYZNAČENO V PROJEKTU POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍM ŘEŠENÍM VZ. SO 01 F3 – STAV. POKYNY SÁROKARTONOVÉ OBLADNĚ OBYOVĚ A NOSNĚ DŘEVĚNĚ KONSTRUKCE JE Z POŽÁRNÍCH (RED, RF) DESEK IL 15 mm, VZ. POŽ. BEZP. ŘEŠĚNÍ REALIZACI FIRMA MUSÍ MÍT CERTIFIKACI NA MONTÁŽ POŽÁRNÍCH KONSTRUKCÍ ZE SÁROKARTONOVÝCH DESEK
- PANELE KLH A NUTNĚ KONSTRUKČNÍ PRVKY K VYSTAVĚ NOSNĚ KONSTRUKCE BUDOU PROVÁDĚNY, DLE VÝROBNÍ DOKUMENTACE A STATICKÉ ČÁSTI IČ. ABETE DŘEVOSTAVBY sro. !!!
- SKLADBA OBYDOVÝCH KONSTRUKCÍ (ZATEPLENÍ S DŘEVĚNOU FASÁDOU) A STŘEŠNÍ KONSTRUKCE BUDE PROVÁDĚNA, DLE VÝROBNÍ DOKUMENTACE A STATICKÉ ČÁSTI IČ. ABETE DŘEVOSTAVBY sro. !!!
- AKUMULAČNÍ NÁDRŽE – ŘEŠÍ KOMPLETNĚ FIRMA NĚLUMBO

± 0,00 = 326,100 m n.m. - výškový systém BvP

Stavba:	SÍDLO FIRMY		Paré:
Autor návrhu:	ARCHITEKTURBURO.REINBERG ZT	Vypracoval:	Ing. L. Roštková
Stupeň:	Prováděcí dokumentace	Profese:	ARS
Období:		Datum:	03/2011
	PŮDORYS 1.NP	Mřížka:	Č. výkresu:
		1:75	A 1

PŮDORYS 2.NP



LEGENDA MÍSTNOSTÍ 2.NP:

OZNL	ŮČEL	PLOCHA (m ²)	PODLAHA	STĚNY	STROP
2.01	GALERIE, CHODBY	34,2	PS/Ps	KOBEREC	KLH PANEĽ POHLEDŤOVÝ + SKP PODLEH V. 2,6m (nejhč dĺžky)
2.02	KANCELÁR	11,7	PS	KOBEREC	MALBA + SKP DESKY
2.03	KANCELÁR	21,3	PS	KOBEREC	MALBA + SKP DESKY + KAM. OKL.
2.04	neobozre				SKP DESKY
2.05	KANCELÁR	31,5	PS/Ps	KOBEREC	MALBA + SKP DESKY + KAM. OKL.
2.06	KANCELÁR	14,4	PS	KOBEREC	MALBA + SKP DESKY
2.07	KANCELÁR	14,4	PS	KOBEREC	MALBA + SKP DESKY + KAM. OKL.
2.08	WC - ŽENY	10,0	PB	KERAMICKÁ ĽAŽBA	SKP DESKY + KER. OKLAD (2.1m)
2.08	WC - MUŽI	10,0	PB	KERAMICKÁ ĽAŽBA	SKP DESKY + KER. OKLAD (2.1m)
2.10	OKLAD	2,1	PB	KERAMICKÁ ĽAŽBA	SKP DESKY + KER. OKLAD (2.1m)
2.11	SPROCHA	1,9	PB	KERAMICKÁ ĽAŽBA	SKP DESKY + KER. OKLAD (2.1m)
2.12	ZASEDACÍ MÍSTNOST	28,8	PS	KOBEREC	MALBA + SKP DESKY KLH PANEĽ POHLEDŤOVÝ (okl. stĺbe i hale)
2.13	KANCELÁR ŘEŠITELÉ	18	PS/P7	KOBEREC	MALBA + SKP DESKY KLH PANEĽ POHLEDŤOVÝ (okl. stĺbe i hale)
2.14	SEKRETÁŘKA	10,0	PS	KOBEREC	MALBA + SKP DESKY
2.15	ČÁSTVA KUCHYŇKA	4,6	PB	KERAMICKÁ ĽAŽBA	MALBA + SKP DESKY

POZN:

- FINÁLNÍ TYP A BAREVNOST PODLAHOVÝCH NÁSLAPNÝCH VRSTEV (KERAMICKÉ ĽAŽBY, KOBEREC) A ROVNĚŽ KERAMICKÝCH OKLADŮ STĚN - ŘEŠÍ PROJEKT INTERIERU (FIRMA CAMINO 88)
- KAMENNÉ OKLADY (UMÍSTĚNÍ, VÝŠKY, SÍRKY, TYP OKLADU) - ŘEŠÍ KOMPLETNĚ PROJEKT INTERIERU (FIRMA CAMINO 88)
- VYBĚHENÍ INTERIERU NÁBYTKEM A DALŠÍM PRVKY - ŘEŠÍ PROJEKT INTERIERU (FIRMA CAMINO 88)
- VYBĚHENÍ PROSTOR BUDE KE ŠTĚTLÝCH TÓNŮCH - ŘEŠÍ PROJEKT INTERIERU (FIRMA CAMINO 88)
- ZÁŘÍŽOVACÍ PŘEMĚTY - BŮL. ZVOLEN STANOVISKO, KONČNÉ ŘEŠENÍ PROJEKT INTERIERU (FIRMA CAMINO 88)
- TRuhlářské výrobky - Dveře - budou objednávány se souhlasem fa. CAMINO 88 (PROJEKTOVATELEM INTERIERU)

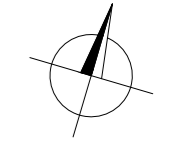
LEGENDA MATERIÁLŮ:

- DŘEVĚNÝ LEPENÝ STĚNOVÝ KLH-PANEĽ IL. 95 o 125 mm + OPLÁŠTĚNÍ SKP DESKAMI (PB, REZ), IL. 15 mm (jednostranná/oboustranná) V MOKRÝCH PROVOZECH VODECOULNĚ (PŘED GREEN)
- SKP PRŮVLY IL. 100, 125 mm - NOSNÉ KONVEXNÍ PROFILY + OPLÁŠTĚNÍ SKP DESKAMI (PB, WHITE), V MOKRÝCH PROVOZECH VODECOULNĚ (PB, GREEN), V DUTINĚ AKUSTICKÁ IZOLACE
- AKUSTICKÉ A INSTALAČNÍ STĚNY IL. 115, 140 mm - PŘÍKOVÉ KONSTR. PROFILY 100 A 125 mm, VYPLŇNĚNÉ AKUSTICKOU IZOLACÍ HOFATEX THERM (okl. ROCKWOL ARROCK HD) + OPLÁŠTĚNÍ SKP DESKAMI IL. 15 mm
- TEPelná IZOLACE - STĚNY - 3 VRSTVY - HOFATEST UD IL. 60 mm + NÁVRH FIRMY ABETE - HOMODEN
- HOFATEX THERM IL. 80 mm
- HOFATEX THERM IL. 80 mm
- TEPelná IZOLACE STĚNY K HALE - NEHOŘLAVÁ - MINERÁLNÍ VLNÁ ROCKWOL - celk. IL. 220 mm

POZNÁMKY:

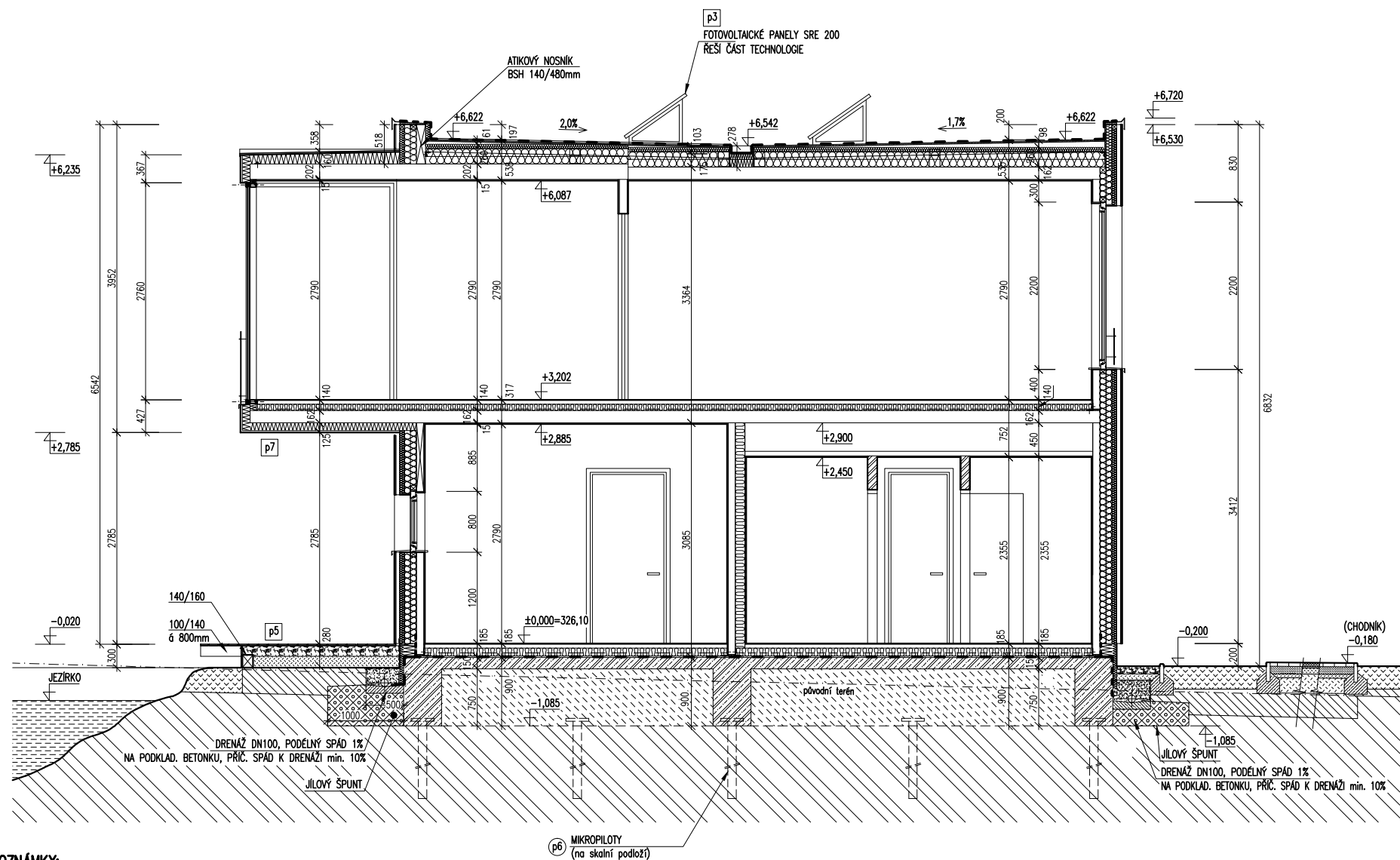
- SKLADBY KONSTRUKCE JSOU UVEDENY V PŘÍLOZE F.1.13
- PROBLEMNÉ PRVKY Z FASÁDNÍHO SYSTÉMU SCHOCO FW 50+ JSOU KOTOVANÝ OSOVĚ, MUSÍ BÝT DETALNĚ DOŘEŠENY PŘI STAVĚ S KONKRETNÍ DODAVATELSKOU FIRMOU
- KONSTRUKCE A UCHYTENÍ STŘEŠNÍCH FOTOVOLTICKÝCH PANEĽŮ SRE 200 A GET 360 JE ŘEŠENO DODAVATELSKOU FIRMOU NEJLÚD.
- OSLOVOU KONSTRUKCI SKLADOVÉ HALY VĚTNĚ MARKYZY NAD KAZDY, MARKYZY NAD VSTUPEM I TERASOU PODROBNĚ ŘEŠÍ PROJEKT STATIKY VEŠKERÉ PODKLADY PRO TYTO PRVKY BRÁT Z DOKUMENTACE STATIKY !!!
- KOLEM OBJEKTU BUDE PROVEDENA DRENÁŽ DNÍDO SE SPÁDEM min 1% BUDE NÁPOVEDA NA DEŠŤOVOU KANALIZACI
- PŘI REALIZACI BUDE PROSTUPY KONSTRUKCEM BRÁNY Z PROJEKTŮ JEDNOTLÝCH PROFESÍ
REVNĚ DVEŘKA PRO JEDNOTLIVÁ VEDENÍ (ZT) JSOU SPECIFIKOVÁNA V DOKUMENTACI TĚTO PROFESE
- MÍSTNOSTI 1.16 A 1.18 BUDDU V PŘÍPADĚ POTŘEBY NA ŽADOSTI HYGIENY PODROBNĚ ODVĚTRÁNY MŘÍŽKAMI DO OKOLNÍCH MÍSTNOSTI.
- POŽÁRNÍ ODZÁMENÍ OTVORŮ A KONSTRUKCE JE VZVÁŽENO V PROJEKTU POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍHO ŘEŠENÍ VZ. SO 01 F3 - STAV. POKOLEM SÁMKOVANÝCH OKLADŮM ODVĚTRÁVÁNÍ A NOSNÉ DŘEVĚNÉ KONSTRUKCE JE Z POŽÁRNÍH (PŘED. H) DESKY IL.15 mm. VZ. POŽ. BEZP. ŘEŠENÍ REALIZÁČNÍ FIRMA MUSÍ MÍT CERTIFIKÁČ NA MONTÁŽ POŽÁRNÍCH KONSTRUKCÍ ZE SÁMKOVANÝCH DESKY
- PANEĽY KLH A HUTNĚ KONSTRUKČNÍ PRVKY K VÝSTAVĚ NOSNÉ KONSTRUKCE BUDDU PROVÁDĚNÝ, DLE VÝROBNÍ DOKUMENTACE A STATICKÉ ČÁSTI IL. ABETE DŘEVOSTAVBY s.r.o. !!!
- SLUŽBA ODVOZOVÝCH KONSTRUKCÍ (ZATEPLENÍ S DŘEVĚNÝ FASÁDOU) A STŘEŠNÍ KONSTRUKCE BUDE PROVÁDĚNA, DLE VÝROBNÍ DOKUMENTACE A STATICKÉ ČÁSTI IL. ABETE DŘEVOSTAVBY s.r.o. !!!

± 0,00 = 326,100 m n.ř. - výškový systém Bpv



Starba:		Parti:	
SÍDLO FIRMY			
Autor návrhu:	ARCHITEKTURBURO.REINBERG ZT	Vypracoval:	Ing. L. Rošíková
Stupeň:	Prováděcí dokumentace	Profese:	ARS
Období:		Datum:	03/2011
PŮDORYS 2.NP		Mřížka:	Č. výkresu:
		1:75	A 2

ŘEZ A-A'



POZNÁMKY:

- p1) SKLADBY KONSTRUKCÍ JSOU UVEDENY V PŘÍLOZE F.1.13
- p2) PROSKLENÉ PRVKY Z FASÁDNÍHO SYSTÉMU SCHUCO FW 50+ JSOU KOTOVÁNY OSOVĚ, MUSÍ BÝT DETALNĚ DORĚŠENY PŘI STAVBĚ S DODAVATELSKOU FIRMOU
- p3) KONSTRUKCE A UCHYCENÍ STŘEŠNÍCH FOTOVOLTAICKÝCH PANELOU SRE 200 A GET 360 JE ŘEŠENO DODAVATELSKOU FIRMOU NELLUMBO.
- p4) OCELOVÁ KONSTRUKCE PERSOLY NAD TERASOU, MARKÝZY NAD VSTUPEM DO OBJEKTU A MARKÝZY NAD VJEZDEM DO SKLADOVÉ HALY JSOU ŘEŠENY V PROJEKTU STATIKY. VEŠKERÉ PODKLADY PRO TYTO PRVKY BRÁT Z DOKUMENTACE STATIKY !!!
- p5) TERASA (1.19) – POCHOZÍ PROFILY – MASIVNÍ PRKNA tl. 21mm (SIBÍRSKÝ SMRK, BEZ POVIRHOVÉ (PRAVY) BUDOU KLADENY S MEZERAMI NA PŘÍČNÉ DŘEVĚNÉ TRÁMKY 100/140mm (V OSOVÝCH VZDÁLENOSTECH 800mm, SIBÍRSKÝ SMRK, IMPREGNOVÁNY PROTI VLHKOSTI). TRÁMKY BUDOU NA STRANĚ U OBJEKTU ULOŽENY NA NA ZÁKLADOVÝ PAS, NA DRUHÉ STRANĚ NA RÁDNĚ IMPREGNOVÁNY PODÉLNÝ TRÁM 140/160mm LEŽÍCÍ PŘÍMO NA TERÉNU A ZÁKLADOVÝCH PATKÁCH OCELOVÝCH SLOUPŮ
- p6) MIKROPILOTY – DETALNĚ ŘEŠENY V PROJEKTU STATIKY. VEŠKERÉ PODKLADY PRO TYTO PRVKY BRÁT Z DOKUMENTACE STATIKY !!!
- p7) VYSTUPUJÍCÍ ČÁST KANCELÁŘE ŘEDITĚLE (PODHLÉD, STRANY) BUDE Z DŮVODU POTŘEBNÉ POŽÁRNÍ ODOLNOSTI OPATŘENA OBLAKEM Z DESEK KNAUF – AQUAPANEL tl. 15 mm, KOTVENÉ NA DŘEVĚNÝ ROST A NÁSLEDNĚ OMTĚNUJE
- PŘI REALIZACI BUDOU PROSTUPY KONSTRUKCEM BRÁNY Z PROJEKTŮ JEDNOTLIVÝCH PROFESÍ
 - PANELE KLH A NUTNÉ KONSTRUKČNÍ PRVKY K VÝSTAVBĚ NOSNÉ KONSTRUKCE BUDOU PROVÁDĚNY, DLE VÝROBNÍ DOKUMENTACE A STATICKÉ ČÁSTI fa. ABETE DŘEVOSTAVBY sro. !!!
 - SKLADBA OBVODOVÝCH KONSTRUKCÍ (ZATEPLENÍ S DŘEVĚNOU FASÁDOU) A STŘEŠNÍ KONSTRUKCE BUDE PROVÁDĚNA, DLE VÝROBNÍ DOKUMENTACE A STATICKÉ ČÁSTI fa. ABETE DŘEVOSTAVBY sro. !!!

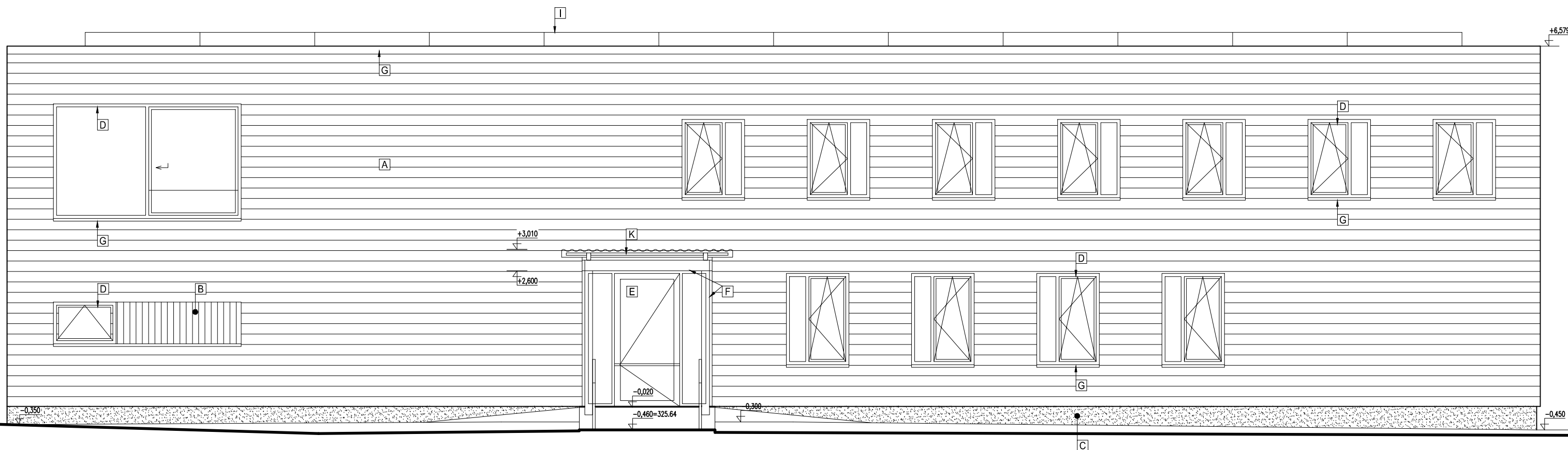
LEGENDA MATERIÁLŮ:

- DŘEVĚNÝ LEPENÝ STĚNOVÝ KLH-PANEL tl. 95 a 125 mm + OPLÁŠTĚNÍ SDK DESKAMI (RF, RED), tl. 15 mm (jednostranně/oboustranně) V MOKRÝCH PROVOZECH VODĚODOLNĚ (RED GREEN)
- SDK PŘÍČKY tl. 100, 125 mm – NOSNÉ KOVOVÉ PROFILY + OPLÁŠTĚNÍ SDK DESKAMI (RB, WHITE), V MOKRÝCH PROVOZECH VODĚODOLNĚ (RB, GREEN), V DUTNĚ AKUSTICKÁ IZOLACE
- AKUSTICKÉ A INSTALAČNÍ STĚNY tl. 115, 140 mm – PŘÍČKOVÉ KONSTR. PROFILY 100 A 125 mm, VÝPLŇ TEPELNĚ AKUSTICKOU IZOLACÍ HOFATEX THERM (díl. ROCKWOOL AIRROCK HD) + OPLÁŠTĚNÍ SDK DESKAMI tl. 15 mm
- TEPELNÁ IZOLACE – STĚNY – 3 VRSTVY:
 - HOFATEST UD tl. 60 mm
 - HOFATEX THERM tl. 80 mm
 - HOFATEX THERM tl. 80 mm
- STŘECHA – 3 VRSTVY:
 - HOFATEST UD tl. 60 mm
 - HOFATEX THERM tl. 100 mm
 - HOFATEX THERM tl. 100 mm
- EXTRUDOVANÝ POLYSTYREN – STYRODUR (izolace soku, vysazení m.č. 2.12, žlabu, podlahy 1.np) – tl. dle jednotlivých skladeb
- IZOLACE PODLAH – PŘÍZEMÍ – 2 VRSTVY – EXTRUDOVANÝ POLYSTYREN STYRODUR tl. 60mm + TOPNÁ DESKA REHAU-VARIO tl. 63 mm
- PATRO – 2 VRSTVY – AKUSTICKÁ PODLOŽKA např. ROCKWOOL STEPROCK tl. 20mm + TOPNÁ DESKA REHAU-VARIO tl. 63 mm
- ŽELEZOBETON ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ (C25/30)
- PROSTÝ BETON C12/15 (PODKLADNÍ BETON OCELOVÉ HALY, SPÁDOVÝ BETON POD DRENÁŽÍ)
- OBLAŽKY – KOLEM OBJEKTU v š. 500 mm A POD DŘEVĚNOU TERASOU
- FINÁLNÍ ORNIČNÍ VRSTVA
- NAVÁŽKA Z VYTĚŽENÉ PODORNIČNÍ VRSTVY
- JÍLOVÝ ŠPUNT, OD PODKL. BETONU DRENÁŽE AŽ NA ZÁKL. SPÁRU (PRO ZAMEZENÍ ZATEČENÍ VROZ. PRO ZÁKLADOVÝ SPÁRU)
- ŠTĚRKOVÝ ZÁSYP DRENÁŽÍ FRAKCE 8-16 (min. 200mm nad potrubí), CELÝ OBALENÝ GEOTEXTILÍ
- ŠTĚRKOVÝ PODSYP – TL. A FRAKCE DLE SKLADBY KONSTRUKCÍ
- ZÁSYPOVÝ MATERIÁL HUTNĚNÝ PO 200 MM
- ROSTLÝ TERÉN
- JEZÍRKO

± 0,00 = 326,100 m n.m. - výškový systém Bpv

Stavba:	SÍDLO FIRMY		Paré:
Autor návrhu:	ARCHITEKTURBURO.REINBERG ZT	Vypracoval:	Ing. L. Rošítková
Stupeň:	Prováděcí dokumentace	Profese:	ARS
		Datum:	03/2011
Obsah:	ŘEZ A-A'		Měřítko: 1:75
			Č. výkresu: A 3

POHLED SEVERNÍ



LEGENDA POVRCHŮ:

- [A] HORIZONTÁLNÍ DŘEVĚNÝ FASÁDNÍ OBKLAD – DŘEVĚNÉ FASÁDNÍ MODŘÍNOVÉ PROFILY tl. 19 mm – BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY (REŠÍ FIRMA ABETE)
- [B] PLÁŠŤ SKLADOVÉ HALY + ČÁSTI OBKLADU ADMINISTRATIVY – HLINÍKOVÉ VLNITÉ PLECHY (CB PROFIL) VERTIKÁLNÍ, S POVRCHOVOU ÚPRAVOU, BAREVNÝ ODSŤÍN: STŘÍBRNOŠEDÁ
- [C] SOKLOVÁ OMÍTKOVÁ MOZAIKA BAUMIT, BAREVNÉ ŘEŠENÍ – TYP 064 (KONEČNÉ ŘEŠENÍ POTVRDIT NA KONTROLNÍM DNI)
- [D] HLINÍKOVÁ OKNA, ZASKLENÍ IZOLAČNÍM DVOJSKLEM, BAREVNÝ ODSŤÍN – POVRCHOVÁ ÚPRAVA HLINÍKU (ELOX) – STŘÍBRNOŠEDÁ
- [E] FASÁDNÍ SYSTÉM SCHUCO FW50+, IZOLAČNÍ DVOJSKLO, KOMBINACE PEVNÉHO ZASKLENÍ A OTVÍRACÍCH, SKLÁPĚCÍCH A POSUVNÝCH OKEN, BAREVNÝ ODSŤÍN – POVRCHOVÁ ÚPRAVA HLINÍKU (ELOX) – STŘÍBRNOŠEDÁ
- [F] OCELOVÁ KONSTRUKCE PERGOL – POVRCHOVÁ ÚPRAVA ŽÁROVĚ POZINKOVÁNÍ – STŘÍBRNOŠEDÁ
- [G] KLEMPÍŘSKÉ PRVKY (OPLECHOVÁNÍ, PARAPETY, STŘECHA m.č.2.13 ...) – TITANZINKOVÝ PLECH tl. 0,7 mm
- [H] PERGOLA Z PRŮSVITNÝCH FOTOVOLTAICKÝCH PANELŮ GET 360 NA OCELOVÉ KONSTRUKCI
- [I] FOTOVOLTAICKÉ PANELE SRE 200 KOTVENÉ NA HLINÍKOVOU NOSNOU KONSTRUKCI – V CELÉ PLOŠE STŘECHY
- [J] VENKOVNÍ TERASA – MASIVNÍ PRKNA – SIBÍŘSKÝ SMRK, KLADENA S MEZERAMI NA PŘÍČNÉ DŘEVĚNÉ TRÁMKY, BEZ POVRCHOVÉ ÚPRAVY
- [K] MARKÝZA VSTUPU DO OBJEKTU A VJEZDU DO SKLADOVÉ HALY – HLINÍKOVÉ VLNITÉ PLECHY (CB PROFIL), VIZ PROJEKT STATIKY BAREVNÝ ODSŤÍN: STŘÍBRNOŠEDÁ
- [L] HLINÍKOVÁ ROLOVACÍ VRATA 2400/3200 mm – LAMELOVÁ, NEZATEPLENÁ, BEZ PRŮHLEDŮ (např. fa LOMAX), BAREVNÝ ODSŤÍN: STŘÍBRNOŠEDÁ
- [M] ZÁBRADÍ + MADLO PRO OSOBY S OMEZENOU SCHOPNOSTÍ POHYBU A ORIENTACE – ŽÁROVĚ POZINKOVANÉ BAREVNÝ ODSŤÍN: STŘÍBRNOŠEDÁ

POZNÁMKY:

POHLED VYTVOŘEN ZRCADLOVĚ

Stavba:		SÍDLO FIRMY		Paré:	
Autor návrhu:		ARCHITEKTURBURO.REINBERG ZT		Vypracoval: Ing. L. Roštíková	
Stupeň:		Prováděcí dokumentace		Profese: ARS Datum: 03/2011	
Obsah:		POHLED SEVERNÍ		Měřítko: 1:75 Č. výkresu: A 4	



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Návrh dřevěné konstrukce administrativní budovy z panelových prvků

Load-bearing structure of an administrative building made of timber panel elements

Bakalářská práce

B. Statický výpočet

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Požární bezpečnost staveb

Vedoucí práce: Ing. Lukáš Blesák, Ph.D.

Kristýna Vopatová

Praha 2017

OBSAH B

I. Statické výpočty

II. Přílohy

- | | |
|--|---------|
| 1. Výkres dřevěných nosných konstrukcí – půdorys 1.NP | M 1:100 |
| 2. Výkres dřevěných nosných konstrukcí – půdorys 2.NP | M 1:100 |
| 3. Výkres dřevěných nosných konstrukcí – střecha | M 1:100 |
| 4. Výkres dřevěných nosných konstrukcí – pohled severní 1-1´ | M 1:100 |
| 5. Detaily | M 1:10 |



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební
Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Návrh dřevěné konstrukce administrativní budovy z panelových prvků

Load-bearing structure of an administrative building made of timber panel elements

Bakalářská práce

B.I. Statický výpočet

Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Požární bezpečnost staveb

Vedoucí práce: Ing. Lukáš Blesák, Ph.D.

Kristýna Vopatová

Praha 2017

Obsah

Seznam použitých symbolů	3
1 Úvod.....	6
1.1 Výroba CLT panelů.....	7
1.2 Parametry CLT panelů	8
1.2.1 Provedení.....	8
1.2.2 Povrchová kvalita	9
1.3 Požární odolnost.....	10
1.4 Navrhování CLT panelů.....	10
1.4.1 Všeobecné poznatky.....	10
1.4.2 Porušení prvku.....	10
1.4.3 Postupy navrhování	12
1.5 Modelování.....	13
1.5.1 Modelování desek	13
1.5.2 Modelování výztužných stěn.....	13
1.5.3 Konstrukční spoje CLT panelů	13
1.6 Teplotní křivky	15
1.7 Chování ocelového nosníku za zvýšené teploty.....	16
2 Návrh a posouzení za běžné teploty	17
2.1 Zatížení.....	17
2.1.1 Zatížení sněhem.....	17
2.1.2 Zatížení větrem.....	17
2.1.3 Zatížení stálá a proměnná.....	20
2.1.4 Kombinace zatěžovacích stavů	21
2.2 Základní koncepční řešení nosných konstrukcí.....	21
2.2.1 Posouzení fasádního sloupu	22
2.2.2 Posouzení obvodové stěny P19	24
2.2.3 Posouzení vnitřní stěny P40	27
2.2.4 Určení momentu setrvačnosti stropního panelu	29
2.2.5 Posouzení stropního panelu P9	31
2.2.6 Posouzení stropního panelu P1	34
2.2.7 Posouzení střešního panelu P1	37
2.2.8 Návrh HEA profilu.....	38
3 Posouzení vybraných konstrukcí na účinky požáru	41
3.1.1 Parametrická teplotní křivka	41
3.1.2 Tepelná analýza ocelového profilu v programu ATENA Science.....	45
3.1.3 Normová teplotní křivka	48
3.1.4 Výpočet v programu SCIA Engineer	52
4 Závěr.....	63
Literatura	64
Seznam příloh	66
Seznam obrázků	67
Seznam tabulek.....	70

Seznam použitých symbolů

s_k	[kN/m ²]	charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi
s_d	[kN/m ²]	návrhová hodnota zatížení sněhem na zemi
C_e	[-]	součinitel expozice
C_t	[-]	tepelný součinitel
μ_1	[-]	tvarový součinitel zatížení sněhem
α	[°]	úhel
γ_g	[-]	dílčí součinitel pro stálé zatížení
γ_q	[-]	dílčí součinitel pro proměnné zatížení
ρ	[kN/m ³]	objemová tíha materiálu
σ	[Pa]	normálové napětí v ohybu
g_k	[kN/m ²]	charakteristická hodnota stálého zatížení
q_k	[kN/m ²]	charakteristická hodnota proměnného zatížení
g_d	[kN/m ²]	návrhová hodnota stálého zatížení
q_d	[kN/m ²]	návrhová hodnota proměnného zatížení
$f_{c,0,k}$	[MPa]	charakteristická pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny
$f_{c,0,d}$	[MPa]	návrhová pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny
$f_{m,k}$	[MPa]	charakteristická pevnost v ohybu
$f_{m,d}$	[MPa]	návrhová pevnost v ohybu
$E_{0,05}$	[MPa]	5% kvantil modulu pružnosti kolmo k vláknům
$E_{0,mean}$	[MPa]	modul pružnosti rovnoběžně s vlákny
N_{Ed}	[kN]	návrhová hodnota normálové síly
V_{Ed}	[kN]	návrhová hodnota posouvající síly
M_{Ed}	[kNm]	návrhová hodnota ohybového momentu
A	[mm]	plocha
W	[mm ³]	průřezový modul
EI_{eff}	[Nmm ²]	efektivní ohybová tuhost
k_{def}	[-]	součinitel dotvarování
γ_m	[-]	dílčí součinitel materiálu a únosnosti
l	[mm]	délka
b	[mm]	šířka
h	[mm]	výška
e	[mm]	excentricita zatížení
z_s	[mm]	vzdálenosti těžiště průřezu od krajních vláken
i	[mm]	poloměr setrvačnosti
k_c	[-]	součinitel vzpěrnosti
$\sigma_{m,crit}$	[MPa]	kritické normálové napětí v ohybu
$\lambda_{rel,m}$	[-]	poměrná štíhlost v ohybu
χ_{LT}	[-]	součinitel klopení

δ	[mm]	průhyb
f_y	[MPa]	charakteristická mez kluzu oceli
t_w	[mm]	tloušťka stojiny
t_f	[mm]	tloušťka pásnice
$G_{r,mean}$	[MPa]	průměrná hodnota modulu pružnosti ve smyku
l_{ref}	[mm]	referenční délka
d	[mm]	tloušťka vrstvy CLT
$A_{o,net}$	[mm ²]	plocha vrstev CLT ve směru rozpětí na m ⁴
$I_{o,net}$	[mm ⁴]	moment setrvačnosti vrstev CLT ve směru rozpětí na m ⁴
W_{net}	[mm ³]	průřezový modul vrstev CLT ve směru rozpětí na m ⁴
$S_{R,net}$	[mm ³]	statický moment ve smyku vrstev CLT ve směru rozpětí
w_{inst}	[mm]	okamžitý průhyb
$w_{net,fin}$	[mm]	konečný průhyb
$\tau_{r,d}$	[MPa]	návrhová hodnota smykového napětí
k_{mod}	[-]	modifikační součinitel zohledňující vliv trvání zatížení a vlhkost
h_{eq}	[m]	vážený průměr výšek všech svislých otvorů
A_v	[m ²]	plocha otvorů
A_t	[m ²]	plocha stropů, stěn a podhledů
A_f	[m ²]	podlahová plocha
c	[J/(kgK)]	měrné teplo
λ	[W/(mK)]	tepelná vodivost
q_f	[MJ/(m ²)]	hustota požárního zatížení
m	[-]	součinitel hoření
β_n	[mm/min.]	nominální návrhová rychlost zuhelnatění
β_{par}	[mm/min.]	rychlost zuhelnatění podle parametrické požární křivky
t	[mm]	doba požární odolnosti
d_{char}	[mm]	hloubka zuhelnatění
d_{ef}	[mm]	účinná hloubka zuhelnatění
d_{fi}	[mm]	redukováná tloušťka panelu po působení požáru
$f_{y,\theta}$	[MPa]	redukováná mez kluzu oceli pro požární situaci
$k_{y,\theta}$	[-]	redukční součinitel pro mez kluzu oceli pro požární situaci
$E_{a,\theta}$	[MPa]	redukový modul pružnosti oceli pro požární situaci
$k_{E,\theta}$	[-]	redukční součinitel modulu pružnosti oceli pro požární situaci
θ_a	[°C]	teplota ocelového prvku
η_{fi}	[-]	redukční součinitel pro požární situaci
t	[mm]	doba požární odolnosti
d_{char}	[mm]	hloubka zuhelnatění
d_{ef}	[mm]	účinná hloubka zuhelnatění
d_{fi}	[mm]	redukováná tloušťka panelu po působení požáru

$f_{y,\theta}$	[MPa]	redukovaná mez kluzu oceli pro požární situaci
$k_{y,\theta}$	[-]	redukční součinitel pro mez kluzu oceli pro požární situaci
$E_{a,\theta}$	[MPa]	redukovaný modul pružnosti oceli pro požární situaci
$k_{E,\theta}$	[-]	redukční součinitel modulu pružnosti oceli pro požární situaci
θ_a	[°C]	teplota ocelového prvku
η_{fi}	[-]	redukční součinitel pro požární situaci
ψ_{fi}	[-]	součinitel pro proměnná zatížení pro požární situaci
$Q_{k,l}$	[kN/m ²]	charakteristická hodnota hlavního proměnného zatížení
$\sigma_{y,max}$	[MPa]	maximální hodnota normálového napětí v ohybu

1 Úvod

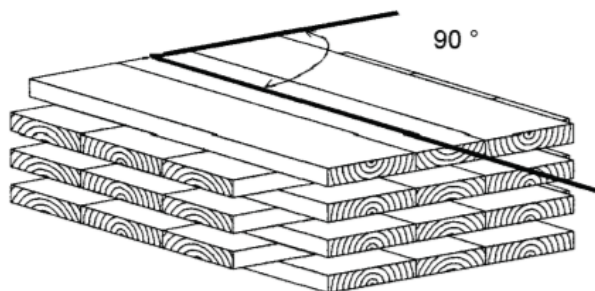
CLT panel (angl. X-LAM nebo CLT Cross Laminated Timber, něm. KreuzLagenHolz, = křížem lepené lamelové dřevo) je velkoplošný konstrukční materiál skládající se z křížem na sebe kladených dřevěných lamel, které jsou slisovány a za studena k sobě plošně slepeny.



Obr. 1: Vrstvený dřevěný CLT panel

Panely mají široké využití, jsou vhodné pro nosnou konstrukci stěn, stropu i střechy. Panely se většinou vyrábějí tří, pěti, sedmi a osmivrstvé. Jelikož jsou jednotlivé vrstvy lamel uloženy kolmo na sebe, je typické bobtnání a sesychání dřeva redukováno na minimum, čímž je zajištěna tvarová stabilita panelů. I zde jako u většiny vrstvených materiálů je nutné dodržet pravidlo symetrie, které zajišťuje plošnou stabilitu panelu. Výchozí surovinou pro panely CLT jsou jehličnaté přířezy vyrobené převážně ze smrkového dřeva. Podle požadavků na tloušťku panelu se tloušťka lamel pohybuje v rozmezí 19 – 34 mm. Lepená prkna mají vlhkost 12% ($\pm 2\%$). Tato hodnota je pak velmi blízká konečné vlhkosti, kterou bude mít finálně zabudovaný panel.

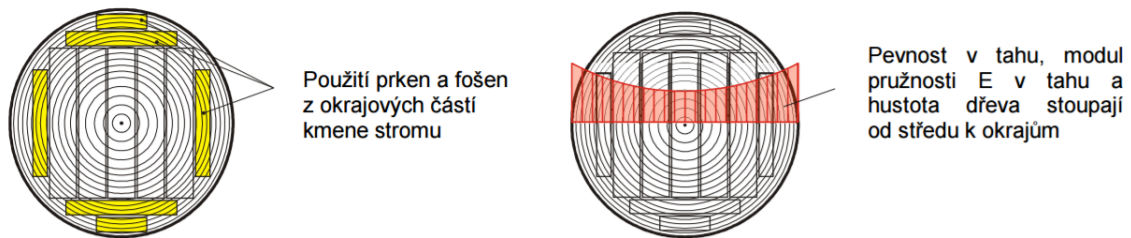
Jednotlivé lamely podléhají náročné kvalitativní kontrole, a tak lamely obsahující nadměrné suky, točitost, zvlnění, odklon vláken a další růstové anomálie jsou vyřazeny z výroby. Vyřazovány jsou též i lamely s neodpovídající vlhkostí, aby se předešlo problémům s napadením biotickými škůdci.



Obr. 2: Orientace vrstev panelu

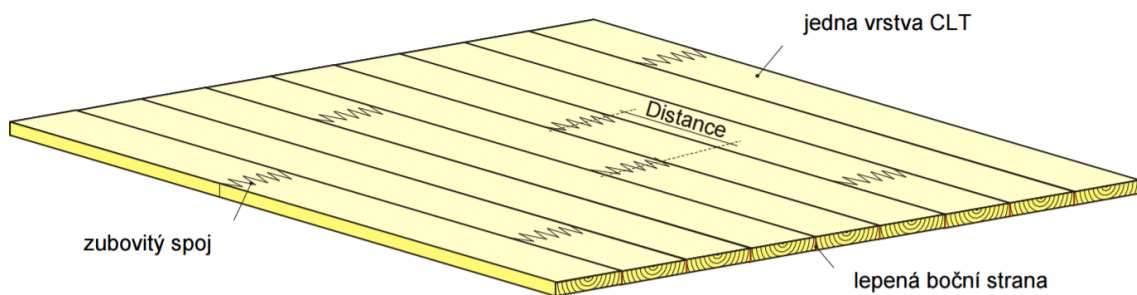
1.1 Výroba CLT panelů

Základním materiálem pro výrobu jsou (nepracovaná) prkna a fošny z okrajových částí kmene stromu. Tento materiál má za normálních okolností nízkou cenu, ale zároveň dobré mechanické vlastnosti (pevnost a tuhost).

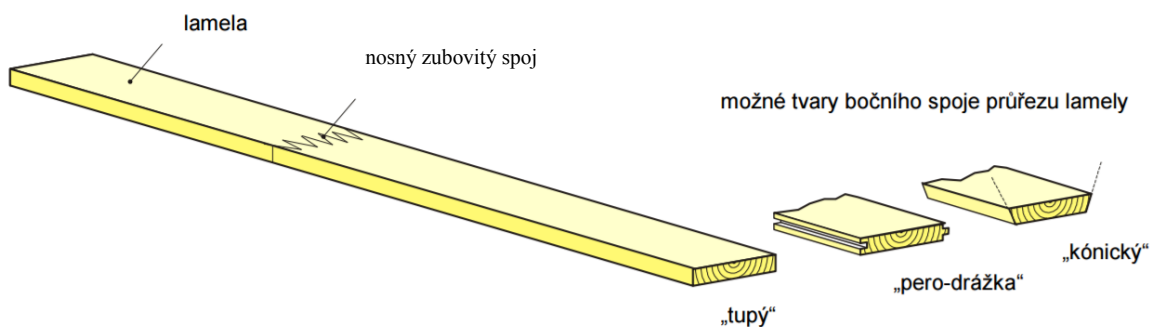


Obr. 3: Prkna a fošny z okrajových částí kmene stromu; rozdělení materiálových vlastností po průřezu

Panel z CLT dřeva se zhotovuje lepením tzv. nekonečných lamel, které jsou spojené zubovitým spojem a vytvářejí „nekonečně“ dlouhou lamelu. Lamely jsou dále lepeny do desek tupým a kónickým spojem nebo jako pero-drážka.

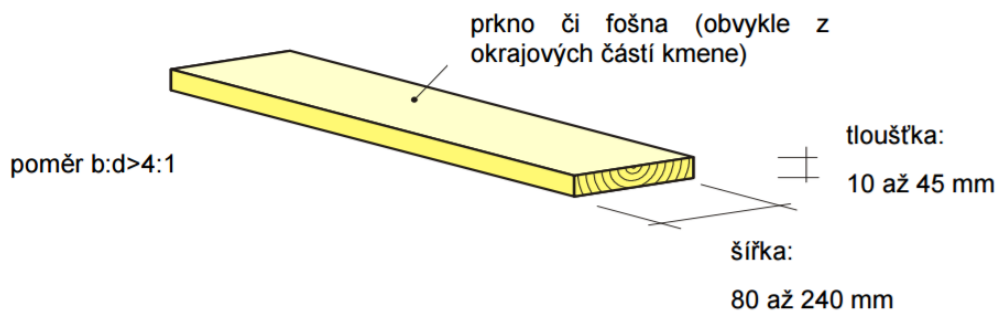


Obr. 4: Lamely slepené do vrstvy pro výrobu CLT panelu



Obr. 5: Typy bočního spojení lamel

Šířka jednotlivých prken a fošen se pohybuje od 80 do 240 mm, tloušťka od 10 do 45 mm (závisí od výrobců – někdy až do 100 mm). Poměr šířky a tloušťky by měl být $b:d = 4:1$. V současnosti se používá jehličnaté dřevo (smrk, borovice, jedle), v budoucnosti se uvažuje i s použitím listnatých dřevin (akát, buk).



Obr. 6: Základní používaný materiál

Typická stavba jednotlivých vrstev v CLT je ortogonální. Vrstvy však mohou být ukládány též pod jiným úhlem (např. 45°). Kvazituhé spojení jednotlivých vrstev se dosáhne celoplošným slepením vrstev. Je důležité, aby lepidlo bylo nanesené na celou plochu rovnoměrně. Při lisování prvku je potřebné dodržet příslušné předpisy pro tento proces. Velikost a tvar prvků z CLT jsou dané omezeními výroby, přepravy a montáže. V současnosti jsou běžné následující rozměry pro rovinné a mírně zakřivené prvky: délka 16,5 m, šířka 3,0 m a tloušťka do 0,5 m. Větší délky (do 30 m) se dají dosáhnout spojováním zubovitými spoji. Pro zakřivené prvky musí být dodrženy zásady tloušťky vrstev a poloměru zakřivení, viz např. ČSN EN 386.

Jednotlivé vrstvy panelů jsou spojovány střídavě, jedna paralelně a další kolmo k podélnému směru. Proces výroby panelů v kombinaci s moderními technologiemi lepení dělají z CLT dřeva stavební materiál vysoké kvality s výhodnými vlastnostmi.

Oproti rostlému a lepenému lamelovému dřevu dosahují CLT panely vyšších pevnostních a tuhostních vlastností.

Pro vyloučení napadení škůdci, houbami a hmyzem je pro výrobu panelů použito výhradně vysušené dřevo s obsahem vlhkosti 12% (+/-2%).

Lepení se provádí pomocí roztoku bez formaldehydu PUR. Lepidla jsou zkoušena dle ČSN EN 14080, příloha C. Procento lepidla v masivním panelu je asi 0,2 kg/m².

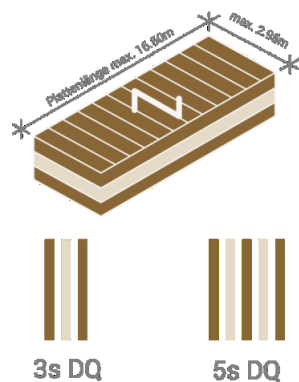
1.2 Parametry CLT panelů

Jednotliví výrobci uvádějí odlišné standardní rozměry panelů. Rakouský výrobce KLH Massivholz GmbH uvádí maximální délku jednoho panelu 16,5 metru, šířka je pak odstupňována na 2,4/2,5/2,72/2,95 metru. Tloušťka panelu může být až 0,5 metru. Rozměrové úpravy se provádí na specializovaných CNC obráběcích strojích s přesností 2 mm. Panely jsou též dodávány ve třech povrchových kvalitách.

1.2.1 Provedení

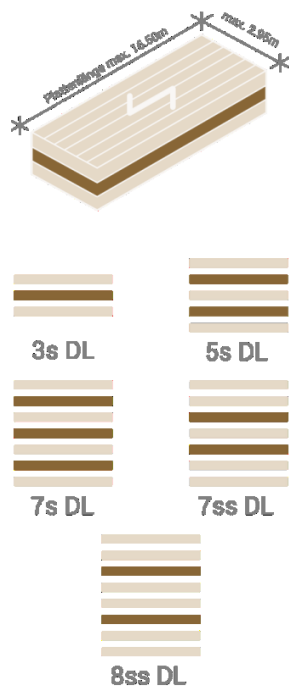
Výrobci dělí panely do dvou skupin:

DQ - (Decklage quer) Použití pro stěnové konstrukce, které bývají typicky tří nebo pětivrstvé. Povrchové lamely jsou orientovány vertikálně.



Obr. 7: Skladba vrstev panelu určeného pro stěnové panely

DL – (Decklage lang) Použití pro stropní konstrukce, které se zpravidla vyznačují vyšším počtem vrstev, oproti stěnovým panelům. Zatížení je přenášeno především vrstvami s lamelami ve směru rovnoběžném s rozpětím, proto jsou povrchové lamely orientovány rovnoběžně s výrobní délkou.



Obr. 8: Skladba vrstev panelu určeného pro stropní a střešní panely

1.2.2 Povrchová kvalita

NSI – Nepohledová kvalita. Povrch je hoblovaný a jsou povoleny vypadlé suky, zamodrání, trhliny a spáry.

ISI – Individuální B kvalita. Povrch je určen pro viditelné plochy na méně exponovaných místech. Suky jsou zarostlé, dovolené spáry jsou 5-8 mm, může dojít k výskytu lepidla na povrchu panelu. Podélné lamely jsou napojeny zubovým spojem.

WSI – Pohledová A kvalita. Povrch tvoří lamely z řeziva kvality AB, povrch je broušený, beze spár a zbytků lepidla.

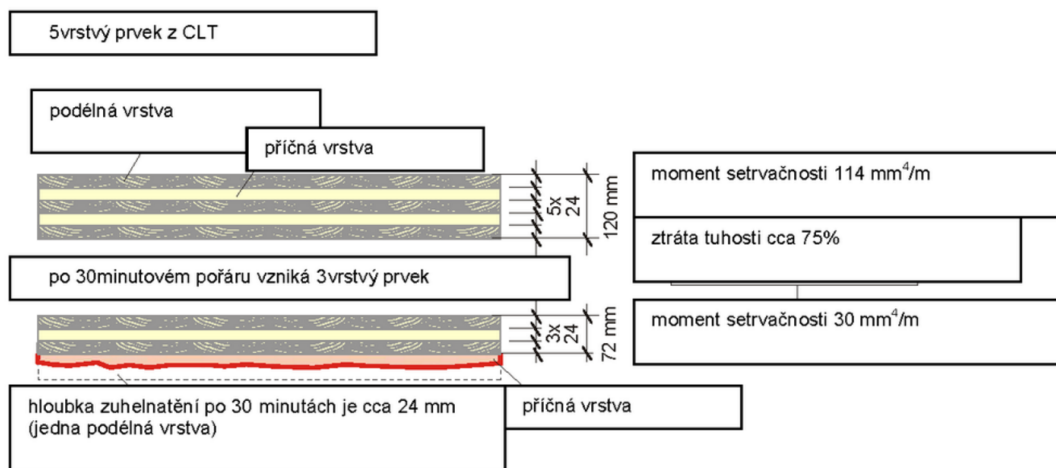
1.3 Požární odolnost

Dřevo je hořlavý materiál, přesto dokáže plnit nosnou funkci i v případě, kdy povrchová vrstva podléhá požáru. V případě požáru vytvoří vnější zuhelnatělé vrstvy ochranou izolační vrstvou, čímž jsou další vrstvy před požárem chráněné. Teplo se šíří pomaleji a hoření se zpomalí. Zmenšení únosnosti prvku je tak způsobené zmenšením průřezu.

Odolnost prvků ze dřeva a materiálů na bázi dřeva proti účinkům požáru charakterizuje především hloubka zuhelnatění, která je dána rychlostí zuhelnatění.

Z hlediska stanovení požární odolnosti prošly panely CLT zkouškou na IBS Linz, při níž byl pětivrstvý stropní panel o tloušťce 120 mm vystaven účinkům požáru. Současně byly zkoumány spoje stropních panelů překlátováním s vloženým stlačitelným pásem.

Tento element odolal danému požárnímu zatížení více než 60 minut, poté byl pokus z důvodů nadměrné deformace prvku přerušen. Při určité skladbě vnější vrstvy nebo opláštěním prvku dodatečnou vrstvou (např. sádkokartonu) se dá dosáhnout ještě vyšší požární odolnost. Požární zkouškou byla zjištěna střední hodnota hoření 0,76 mm/min. Při zkouškách se prokázalo, že stropní panely 125 mm a panely pro konstrukci stěn s tloušťkou 95 mm bez jakéhokoli dodatečného opláštění jsou schopny bezpečně odolávat požáru po dobu 60 minut.



Obr. 9: Ztráta tuhosti CLT panelu, namáhaného požárem z jedné strany

1.4 Navrhování CLT panelů

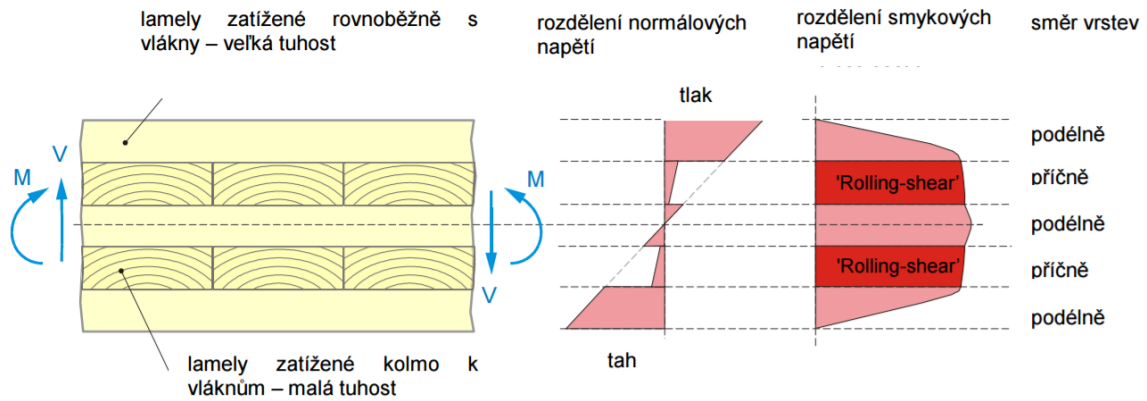
1.4.1 Všeobecné poznatky

Únosnost a použitelnost prvků z CLT je ovlivněná velikostí prvku, otvory v prvku (dveře, okna, komíny, schodiště, světlíky), skladbou příčného řezu (počet a tloušťka vrstev, pevnostní třída vrstev, druh dřeviny, uspořádání vrstev).

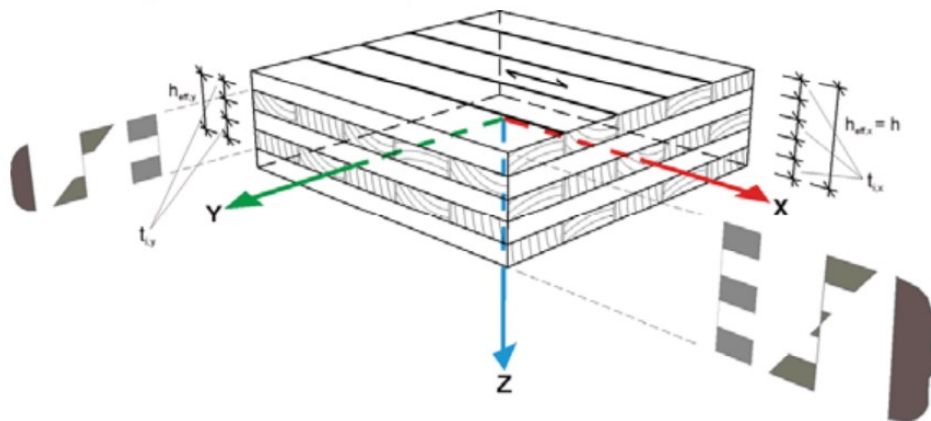
1.4.2 Porušení prvku

Pevnostní a tuhostní vlastnosti (jehličnatého) dřeva jsou ve směru kolmo k vláknům výrazně menší, než rovnoběžně s vlákny. Určité vrstvy průřezu přenášejí zatížení smykem v radiální a

tangenciální rovině (angl. „Rolling-shear“, něm. „Rollschub“), čímž se svojí malou únosností stávají při navrhování rozhodujícími. Komplexní chování příčně orientovaných vrstev se v praxi redukuje na jednoduché posouzení nosníku na smyk. Použité modely se zaměřují na jednotlivé homogénní vrstvy, které jsou reprezentované svojí tloušťkou, tuhostními a pevnostními vlastnostmi.

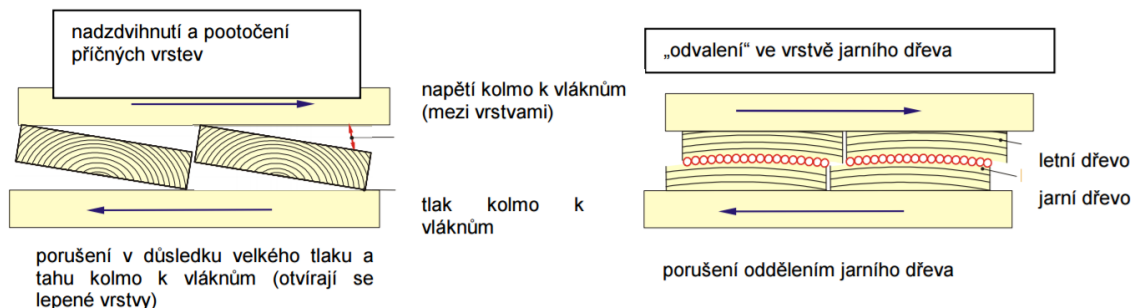


Obr. 10: Průběh ohybového a smykového napětí v CLT s lepenými boky lamel



Obr. 11: Průběh ohybového a smykového napětí v CLT ve směru větší a menší únosnosti

Z ohybových zkoušek je známo, že porušení nastává v příčných vrstvách CLT. Porušení je způsobené kombinací dvou způsobů porušení – rotací příčné vrstvy a „odvalením“ části jarního dřeva, jak je znázorněno na obr. 12.



Obr. 12: Způsoby porušení v příčné vrstvě CLT

Parametry ovlivňující „valivý smyk“	pozitivně \longrightarrow negativně
Rozměry lamel v příčné vrstvě	
Poloha letokruhů v lamele	
Šířka letokruhu (podíl jarního a letního dřeva)	
Výroba Tlak Typ lepidla	
Typ zatížení	

Obr. 13: Parametry ovlivňující „valivý smyk“

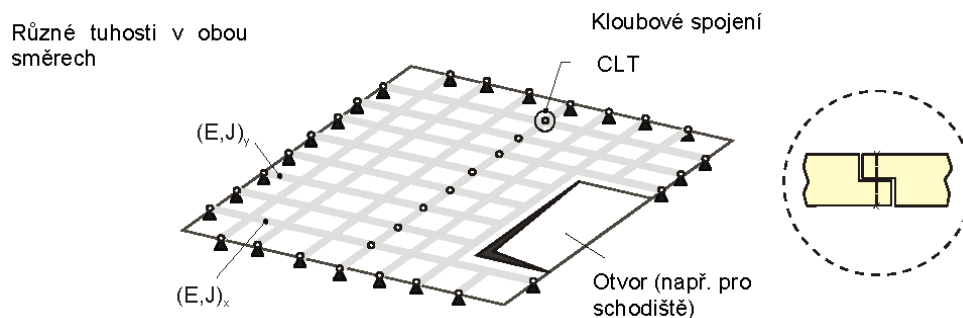
1.4.3 Postupy navrhování

V současnosti nejsou (mimo DIN 1052 z roku 2004) v evropských normách uvedené postupy pro navrhování prvků z CLT. Jednotliví výrobci používají pro výrobu, navrhování a použití CLT národní technické předpisy. Pro stanovení napětí v průřezu a v jednotlivých vrstvách se většinou předpokládá tuhé spojení jednotlivých vrstev. Tento model poskytuje akceptovatelnou přesnost výpočtu napětí. Ve výpočtu mezních stavů únosnosti a použitelnosti musí být ale zohledněna poddajnost kolmo uložených vrstev (lamel). Pružné deformace se dají určit z modelu s tuhým spojením - jsou přibližně o 20% větší. Na získání přesnějších výsledků je potřeba použít přesnější model, ve kterém je zohledněna smyková poddajnost vrstev.

1.5 Modelování

1.5.1 Modelování desek

V závislosti na uspořádání průřezu, poměru délky a šířky (l:b) CLT a typu podpěr, může být zatížení přenášeno jednoosým nebo dvojosým ohybem. V závislosti na okrajových podmínkách podepření se desky z CLT modelují jako prosté či spojitě nosníky v jednoosém ohybu. Jestliže se pro modelování předpokládá dvojosý ohyb, musí se uvážit typy spojů na okrajích prvků CLT (většinou jednoduché přeplátování) a otvory.



Obr. 14: Modelování desek s dvojosým přenosem zatížení pomocí roštu z nosníku (se zohledněním překrytí prvků CLT a otvoru)

Masivní stropy z CLT se posuzují jako tuhé desky (jestliže zatížení působí plošně), které mohou přenášet současně vodorovné zatížení (od větru, seismicity, atd.). Při dodržení běžných konstrukčních pravidel se nemusí pro tato zatížení dělat zvláštní posouzení. Při posuzování podle mezního stavu použitelnosti se zohledňují i deformace v důsledku valivého smyku ($G_{90,mean} \sim 50 \text{ N/mm}^2$). Aby sa zabránilo nepříjemným dynamickým účinkům, musí být přetvoření v důsledku působení stálých zatížení (bez uvážení dotvarování) menší jak 5 mm. Jestliže to není splněno, musí se provést přesnější výpočet (např. pomocí metody konečných prvků).

1.5.2 Modelování výztužných stěn

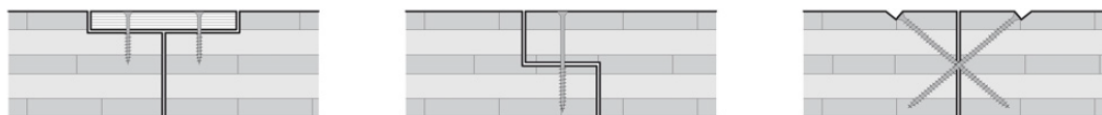
Pro modelování výztužných stěn z CLT se může použít model příhradové konstrukce nebo rámový model – obr. 4. Při přesnějším výpočtu je možné použít metodu konečných prvků. Vzpěrná únosnost stěn je závislá nejen na štíhlosti (vzpěrné délce, účinné tuhosti), ale i na způsobu zatížení (excentricitě síly, způsobu podepření). U vícepodlažních budov se musí stěny uvažovat na celou výšku.

1.5.3 Konstrukční spoje CLT panelů

Konstrukční spoje panelů se provádějí především pomocí vrutů, hřebíků a ocelových kotev. Konkrétní spojovací prostředky se zohledňují při vyvinutí příslušného modelu spoje.

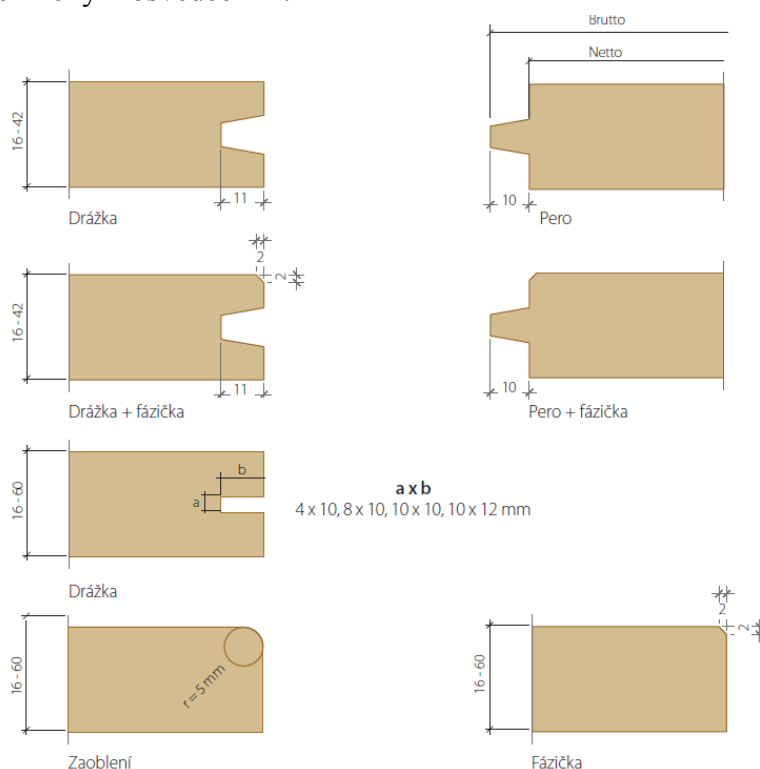
Při modelování spojů se musí uvážit skladba prvku z CLT. Na modelování spojů musí být vyvinuté příslušné modely, které zohledňují konkrétní typ spojovacího prostředku (např. samořezné vruty, vlepané tyče, kolíky, atd.).

Použitím velkých prvků v masivní stavbě vzniká jen málo spojů. Tyto jsou rozdělené podle spojovaných prvků na spoje stěna-stěna, stěna-základ, stěna-strop a strop-strop. Spoje se většinou provádí pomocí běžných mechanických spojovacích prostředků.



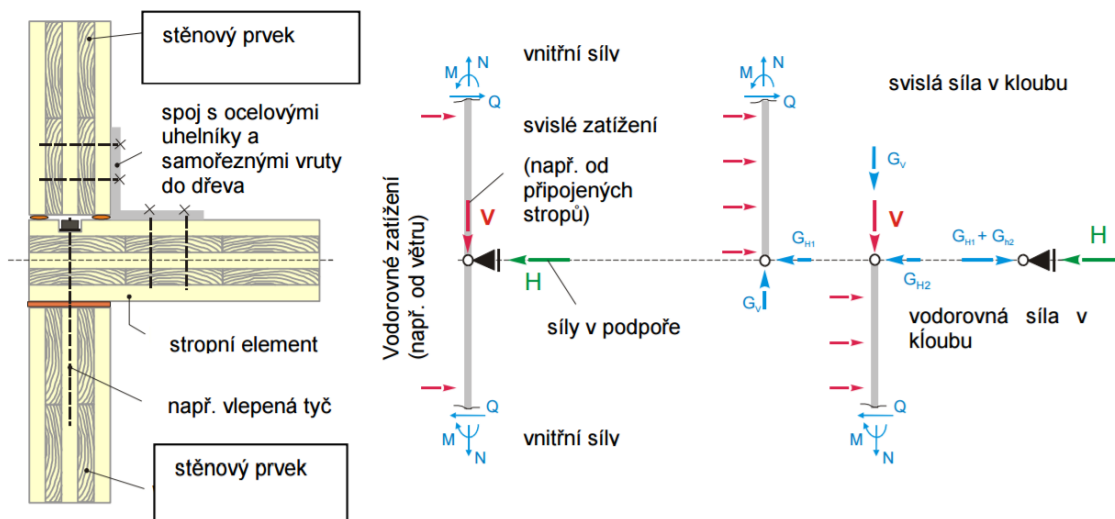
Obr. 15: Nejběžnější boční spojení stropních CLT panelů: se zapuštěnou horní vrstvou, se zapuštěnou hlavou, se zkříženými spojovacími prostředky

Zhotovení spojů prvků z CLT a jejich dimenzování probíhá většinou rozdělením spoje do jednotlivých bodů. Používanými spojovacími prostředky jsou samořezné vruty do dřeva, vlepané tyče do dřeva, kolíky a svorníky. Mohou se používat i spojovací systémy s příslušným technickým osvědčením.



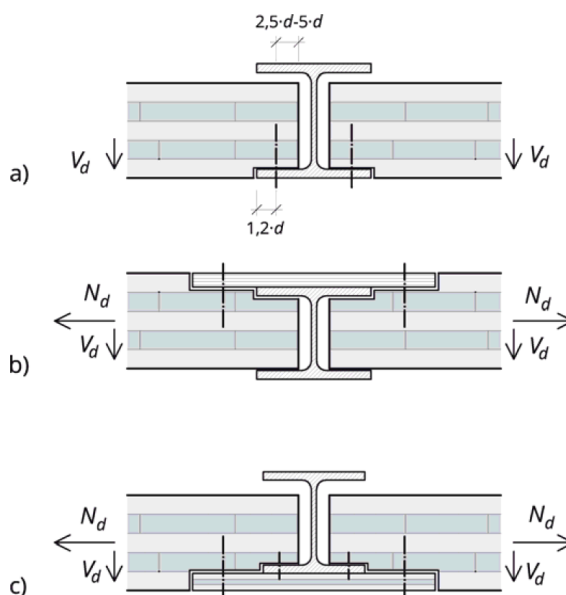
Obr. 16: Další možnosti spojení CLT

Ve spoji stěna-strop a stěna-základ se vyskytují převážně tlaková napětí vznikající od vlastní tíhy konstrukce. Tahové síly vznikají ojediněle – např. v případě montáže nebo určité geometrie jednotlivých dílů. Tahové síly se potom musí zachytit vhodnými spoji.



Obr. 17: Vykreslení vnitřních sil spoje strop-stěna

Možné jsou i kombinace dřevěných prvků s jinými materiály. Často využívána bývá kombinace s ocelovými HEA profily, které slouží jako nosníky podpírající CLT panely.



Obr. 18: Kombinace CLT s ocelovým HEA profilem

1.6 Teplotní křivky

Přirozené modely požáru

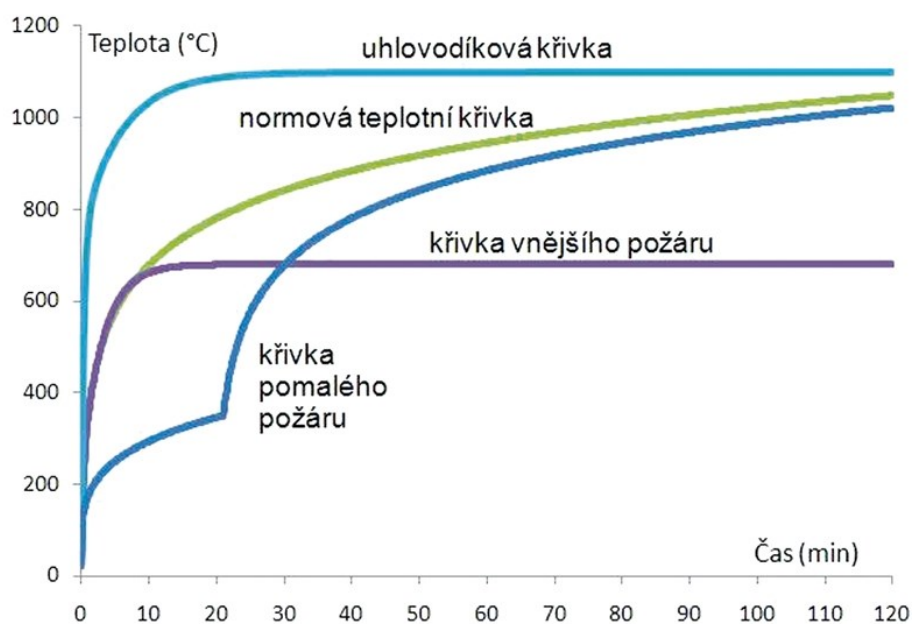
Zjednodušené výpočtové modely požáru pro fázi požáru před celkovým vzplanutím (modely lokálního požáru a dvouzónové modely) a fázi po celkovém vzplanutí (modely plně rozvinutého požáru – jednozónový model a parametrická teplotní křivka) jsou popsány v přílohách A, C a D normy ČSN EN 1991-1-2.

Pro popis vývoje teploty plynů při požáru používá program teplotní křivky pro jednotlivé druhy požáru popsané v normě ČSN EN 1991-1-2. Teplotní analýza požárního úseku se řeší dynamickou analýzou kapalin a plynů, zónovými modely (příloha D), které jsou založeny na energetické bilanci při hoření v požárním úseku, modely pro lokální požáry (příloha C) a

parametrickými teplotními křivkami (příloha A). Zjednodušeně se teplota v požárním úseku odhaduje na nominální teplotní křivce pomocí ekvivalentní doby vystavení účinkům požáru (příloha F).

Jsou zde čtyři nominální teplotní křivky a dále parametrické teplotní křivky. Uhlovodíková teplotní křivka se doporučuje v případech požárů charakterizovaných rychlou intenzitou nárůstu vysokých teplot. Křivka vnějšího požáru je používána při zkouškách požární odolnosti obvodových konstrukcí vystavených působení požáru z vnější strany.

Křivku pomalého zahřívání lze charakterizovat požáry působícími v krátkém časovém úseku (20 min.) v uzavřených prostorech (např. mezi zdvojenými podlahami).



Obr. 19: Normové teplotní křivky

1.7 Chování ocelového nosníku za zvýšené teploty

Při působení vysoké teploty se mění materiálové vlastnosti ocelových prvků. Při požáru dochází k nárůstu teploty v některých částech konstrukce, případně i v celé konstrukci při vzniku prostorového požáru. Ocelové konstrukce jsou subtilní a tím dochází k rychlému prohřátí i uvnitř průřezu. Vlivem vysoké teploty dochází k poklesu pevnosti a ke zvětšování poměrného přetvoření.

U ohýbaných prvků lze předpokládat, že splní svojí funkci, pokud nedojde k nadměrným deformacím a zároveň se nezmění mechanické vlastnosti. Deformace se ověřují například přímostí prutů. Lze uvažovat, že nedošlo k výrazným změnám materiálových vlastností, pokud nebyla překročena teplota 600°C a zároveň nedošlo k prudkému ochlazení konstrukce.

V závislosti na vzrůstající teplotě se mění materiálové vlastnosti. Tepelné a mechanické vlastnosti oceli se pro výpočet zjednodušují, viz ČSN P ENV 1991-2-2. Redukce meze kluzu vlivem účinků požáru se stanovuje pomocí redukčního součinitele pro mez kluzu $k_{y,\theta}$ a modulu pružnosti redukčním součinitelem modulu pružnosti $k_{E,\theta}$.

2 Návrh a posouzení za běžné teploty

2.1 Zatížení

2.1.1 Zatížení sněhem

Sněhová oblast - II.

Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi $s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$

Součinitel expozice (normální krajina) $C_e = 1,0$

Tepelný součinitel $C_t = 1,0$

Sklon střechy $\alpha = 2^\circ$

Tvarový součinitel zatížení sněhem $\mu_1 = 0,8$

Dílčí součinitel zatížení $\gamma = 1,5$

Pro trvalou a dočasnou návrhovou situaci se zatížení sněhem na střechách určí podle vztahu:

$$s = \mu_1 * C_e * C_t * s_k = 0,8 * 1,0 * 1,0 * 1,0 = 0,8 \text{ kN/m}^2$$

Návrhová hodnota zatížení sněhem

$$s_d = 0,8 * 1,5 = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

2.1.2 Zatížení větrem

Větrová oblast - II. $v_{b,0} = 25,00 \text{ kN/m}^2$

Kategorie terénu II - *Oblast s nízkou vegetací jako je tráva a izolovanými překážkami (stromy, budovy), vzdálenými od sebe nejméně 20násobek výšky překážek*

Výška budovy $h = 6,61 \text{ m}$

Součinitel směru větru $c_{dir} = 1,00$

Součinitel ročního období $c_{season} = 1,00$

Součinitel terénu $k_r = 0,19$

Součinitel ortografie $c_0(z) = 1,0$

Základní rychlost větru

$$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0} = 1 * 1 * 25 = 25 \text{ m/s}$$

Základní dynamický tlak větru

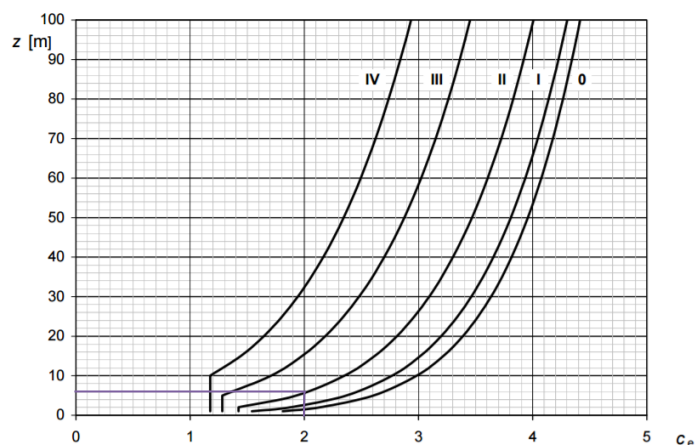
$$q_b(z) = 0,5 * \rho * v_b^2(z) = 0,5 * 1,25 * 25^2 = 390,63 \text{ kN/ms}^2$$

Měrná hmotnost vzduchu $\rho = 1,25 \text{ kN/m}^3$

Maximální dynamický tlak větru

$$q_p = c_e(z) * q_b(z) = 2,0 * 390,63 = 781,26 \text{ N/m}^2$$

Součinitel expozice $c_e(z) = 2,0$



Obr. 20: Součinitel expozice $c_e(z)$ pro $c_0 = 1,0$; $k_1 = 1,0$ (ČSN EN 1991-1-4)

Referenční výška budovy pro vnější tlak

$$z_e = 6,83 \text{ m}$$

Tlak větru na vnější povrch

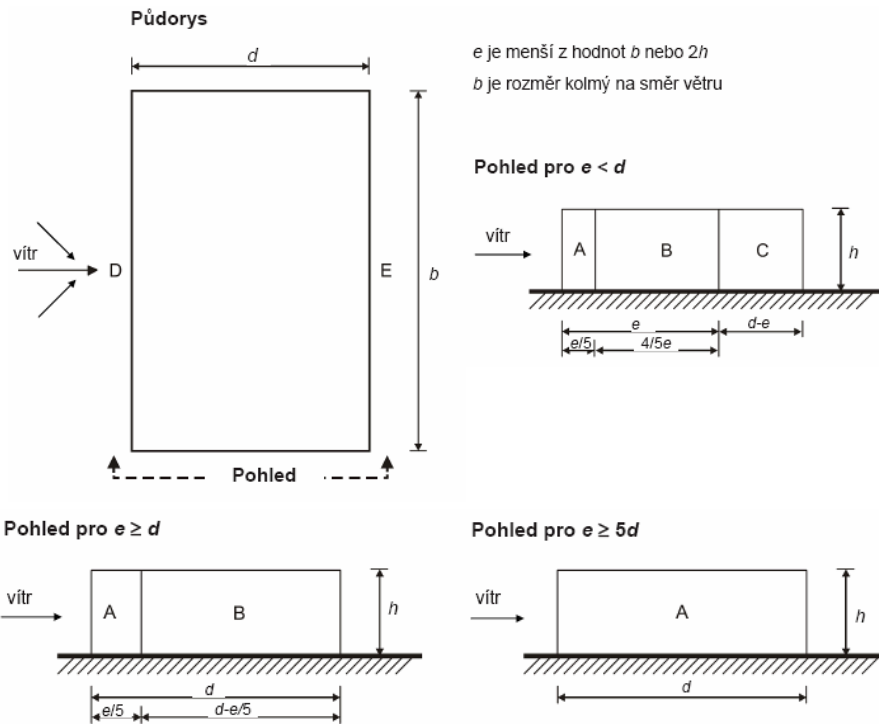
$$w_e = q_p(z_e) * c_{pe}$$

Tab. 1: Tlak příčného větru na vnější povrch stěn

vítr příčný		$h/d = 7,12/9,57=0,74$				
A	$C_{pe,10}$	=	-1,2	w_e	=	-0,9375
B	$C_{pe,10}$	=	-1,2	w_e	=	-0,9375
C	$C_{pe,10}$	=	-0,5	w_e	=	-0,3906
D	$C_{pe,10}$	=	0,77	w_e	=	0,6016
E	$C_{pe,10}$	=	-0,43	w_e	=	-0,3359

Tab. 2: Tlak podélného větru na vnější povrch stěn

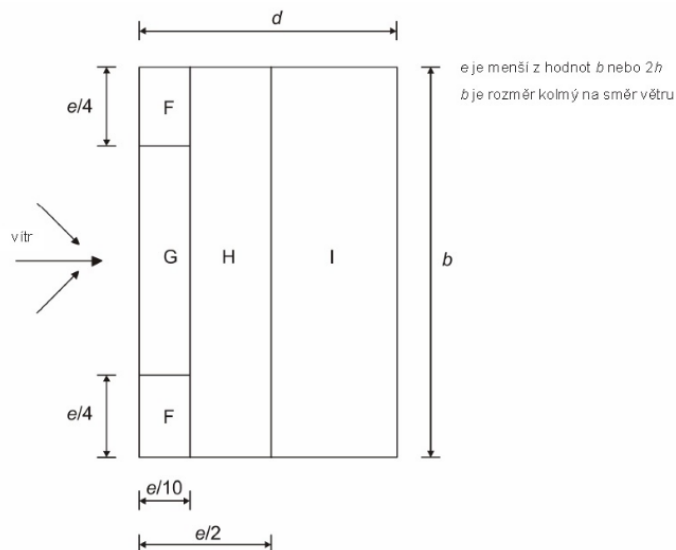
vítr podélný		$h/d = 7,12/29,4=0,24$				
A	$C_{pe,10}$	=	-1,2	w_e	=	-0,9375
B	$C_{pe,10}$	=	-0,8	w_e	=	-0,6250
C	$C_{pe,10}$	=	-0,5	w_e	=	-0,3906
D	$C_{pe,10}$	=	0,7	w_e	=	0,5469
E	$C_{pe,10}$	=	-0,3	w_e	=	-0,2344



Obr. 21: Součinitel vnějšího tlaku pro svislé stěny (ČSN EN 1991-1-4)

Tab. 3: Tlak větru na plochou střechu

střecha H	$C_{pe,10}$	=	-0,7	w_e	=	-0,5469
střecha G	$C_{pe,10}$	=	-0,9	w_e	=	-0,7031
střecha F	$C_{pe,10}$	=	-1,4	w_e	=	-1,0938
střecha I	$C_{pe,10}$	=	$\pm 0,2$	w_e	=	0,1563



Obr. 22: Součinitel vnějšího tlaku pro ploché střechy (ČSN EN 1991-1-4)

2.1.3 Zatížení stálá a proměnná

ZATÍŽENÍ VLASTNÍ HMOSTNOST

KLH DESKY	tl. [m]	ρ [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]
KLH 162	0,162	6	0,97
KLH 95	0,095	6	0,57
KLH 120	0,12	6	0,72

ZATÍŽENÍ OSTATNÍ STÁLÉ

Střecha SCH1	tl. [m]	ρ [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]
geotextilie	-	-	0,010
Sarnafil S	-	-	0,030
Sarnavap	-	-	-
OSB deska 22mm	0,022	7,5	0,165
Hofafest UD	0,060	3,2	0,196
Hofafex Therm	0,100	1,9	0,190
SDK desky Knauf	-	-	0,150
			Σ 0,739 kN/m ²

Střecha SCH2	tl. [m]	ρ [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]
Titanzinek 0,6mm	-	-	0,010
Geotextilie	-	-	0,030
XPS	0,160	0,350	0,056
Sarnavap	-	-	-
SDK desky Knauf	-	-	0,150
			Σ 0,246 kN/m ²

Zatížení od podlahy	tl. [m]	ρ [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]
Marmoleum Real	0,003	-	0,050
Lepidlo	0,002	-	0,030
Anhydritový potěr	0,052	23	1,196
Topná deska Rehau	0,063	-	0,2
Izolace -Rockwool steprock	0,020	2,14	0,043
SDK desky Knauf	-	-	0,150
			Σ 1,669 kN/m ²

ZATÍŽENÍ NAHODILÉ STŘEDNĚDOBÉ

Střecha	g_k [kN/m ²]
Užitné zatížení	0,750
Σ 0,750 kN/m ²	
Prostory kanceláří	g_k [kN/m ²]
Užitné zatížení	3,000
Σ 3,000 kN/m ²	

2.1.4 Kombinace zatěžovacích stavů

Zatížení charakteristické hodnoty střecha²

Sníh	1,2	kN/m ²
Vítr	-0,547	kN/m ²
	0,2	kN/m ²
Užitné	0,75	kN/m ²
Ostatní stálé	0,739	kN/m ²
Vlastní tíha konstrukce	0,72	kN/m ²
Stálé (0,72+0,739)	1,459	kN/m ²

MSU:

CO1: $1,35 \cdot \text{stálé} + 1,5 \cdot \text{užitné} + 1,5 \cdot \text{sníh} + 1,5 \cdot \psi_1 \cdot \text{vítr}$

$$1,35 \cdot 1,459 + 1,5 \cdot 0,75 + 1,5 \cdot 1,2 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot 0,2 = \mathbf{3,9497 \text{ kN/m}^2}$$

CO2: $1,35 \cdot \text{stálé} + 1,5 \cdot \text{užitné} + 1,5 \cdot \psi_2 \cdot \text{sníh} + 1,5 \cdot \text{vítr}$

$$1,35 \cdot 1,459 + 1,5 \cdot 0,5 \cdot 1,2 + 1,5 \cdot 0,2 = 3,1697 \text{ kN/m}^2$$

CO3: $1,0 \cdot \text{stálé} + 1,5 \cdot \text{vítr}$

$$1,0 \cdot 1,459 + 1,5 \cdot (-0,547) = 0,6385 \text{ kN/m}^2$$

MSP:

CO1: $1,0 \cdot \text{stálé} + 1,0 \cdot \text{užitné} + 1,0 \cdot \text{sníh} + 1,0 \cdot \psi_1 \cdot \text{vítr}$

$$1,459 + 0,75 + 1,2 + 0,6 \cdot 0,2 = \mathbf{3,529 \text{ kN/m}^2}$$

CO2: $1,0 \cdot \text{stálé} + 1,0 \cdot \text{užitné} + 1,0 \cdot \psi_2 \cdot \text{sníh} + 1,0 \cdot \text{vítr}$

$$1,459 + 0,75 + 0,5 \cdot 1,2 + 0,2 = 3,009 \text{ kN/m}^2$$

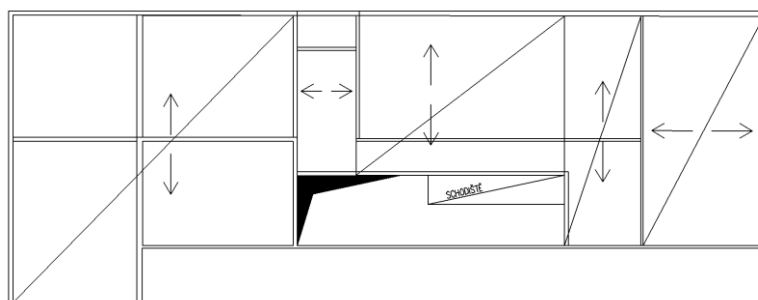
CO3: $1,0 \cdot \text{stálé} + 1,0 \cdot \text{vítr}$

$$1,459 + (-0,547) = 0,912 \text{ kN/m}^2$$

2.2 Základní koncepční řešení nosných konstrukcí

Strop 1.NP

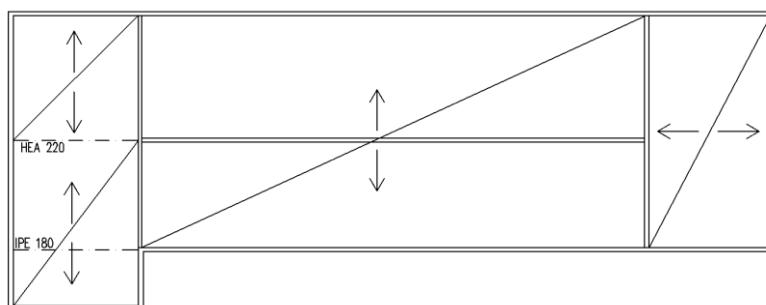
Navrženy KLH panely 5s 162 DL.



Obr. 23: Schéma pnutí stropních panelů 1.NP

Střecha

Navrženy KLH panely 5s 162 DL



Obr. 24: Schéma pnutí stropních panelů 2.NP

Fasádní sloupky

Fasádní sloupky z lepeného lamelového dřeva rozměru 140x220mm slouží jako nosné prvky prosklené fasády tvořené fasádním systémem Schüco FW50+. Sloupky jsou v polovině délky zajištěny proti vzpěru ve směru měkké osy vloženou příčlím 140x260mm.

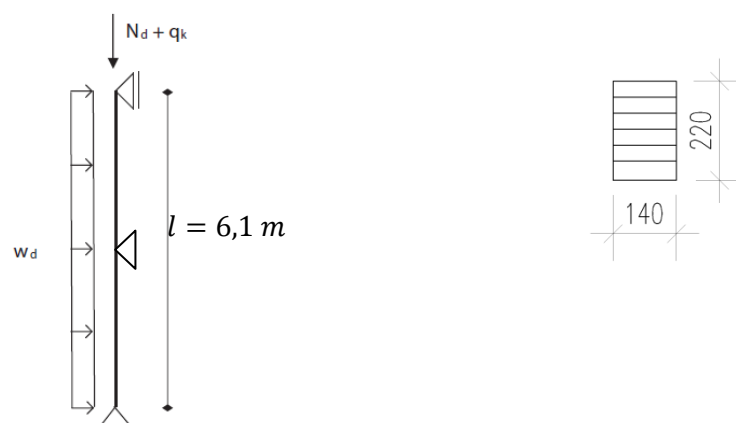
Nenosné stěny

Nenosné příčky jsou navrženy jako sádkartonové - např. systém Knauf W111, W112 - kovové nosné profily opláštěné SDK deskami 2x12,5 mm (White, RB), do dutiny vložena tepelně akustická izolace Hofatex Therm (alt. minerální vlna).

Nosné stěny

Vnitřní nosné stěny tvoří KLH panel 5s 120 DL tloušťky 120 mm. Obvodové stěny jsou navrženy z KLH panelu 5s 95 DL tloušťky 95 mm.

2.2.1 Posouzení fasádního sloupu



Obr. 25: Statické schéma sloupu

Zatěžovací šířka:	2,4m
Výška	6,1m
Vzdálenost podpor	3,05m
Hustota dřeva	380 kg/m ³

Zatížení

Vlastní tíha sloupku $0,14 \cdot 0,22 \cdot 6,1 \cdot 3,8 = 0,714 \text{ kN}$

Střecha: vlastní tíha+ostatní stálé+užitné+sníh+vítr+fotovoltaické panely
 $1,21+0,739+0,75+1,2+0,2+(N_{FVP}=0,5 \cdot 2,4)$

Zatížení větrem na stěny $w_d = 0,6016 \cdot 1,5 \cdot 0,6 = 0,541 \text{ kN/m}$

Prosklená fasáda: Hmotnost 40 kg/m^2
Hmotnost na m' $2,4 \cdot 0,4 = 1,0 \text{ kN/m}'$
Normálová síla $1 \cdot 6,1 = 6,1 \text{ kN}$

$N_{Ed} = 1,35 \cdot 0,714 + 2,4 \cdot 1,35 \cdot 1,95 \cdot (1,21+0,739) + 1,35 \cdot 6,1 + 2,4 \cdot 1,5 \cdot 0,75 \cdot 1,95 +$
 $2,4 \cdot 1,95 \cdot 1,2 \cdot 1,5 + 2,4 \cdot 1,95 \cdot 0,2 \cdot 0,6 \cdot 1,5 + 1,2$

$N_{Ed} = 37,244 \text{ N}$

Kloubově uložený prut obdélíkového průřezu 100x260 mm z lepeného lamelového dřeva je zabudován ve třídě provozu 2.

Parametry pevnosti a tuhosti dřeva

- charakteristická pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$
- charakteristická pevnost v ohybu $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$
- 5% kvantil modulu pružnosti kolmo k vláknům $E_{0,05} = 9400 \text{ MPa}$.

Návrhové pevnosti v tlaku a v ohybu

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{21}{1,25} = 13,44 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,8 \cdot \frac{24}{1,25} = 15,36 \text{ MPa}$$

Návrhové napětí v tlaku a v ohybu

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{37,244 \cdot 10^3}{140 \cdot 220} = 1,209 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{q_d \cdot l^2}{8 \cdot W} = \frac{0,541 \cdot 10^3 \cdot 3,05^2}{8 \cdot 1,129 \cdot 10^{-3}} = 0,557 \text{ MPa}$$

Průřezový modul k ose větší tuhosti

$$W = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 0,14 \cdot 0,22^2 = 1,129 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Štíhlostní poměry

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{3050}{40,41} = 75,48$$

$$I_z = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 220 \cdot 140^3 = 50,307 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{50,307 \cdot 10^6}{30800}} = 40,41 \text{ mm}$$

$$\sigma_{c,crit} = \pi^2 \cdot \frac{E_{0,05}}{\lambda^2} = \pi^2 \cdot \frac{9400}{75,48^2} = 16,29 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit}}} = \sqrt{\frac{21}{16,29}} = 1,14$$

Součinitel vzpěrnosti

$$k = \frac{1}{2} [1 + \beta_c * (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2] = \frac{1}{2} [1 + 0,1 * (1,14 - 0,3) + 1,14^2] = 1,19$$

β_c – součinitel pro prvky, splňující amplitudy zakřivení měřené uprostřed mezi podpěrami – $l/500$ délky prvku pro lepené lamelové dřevo

$$k_{c,z} = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,19 + \sqrt{1,19^2 - 1,14^2}} = 0,65$$

Kritické napětí v ohybu pro obdélníkový průřez

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 * b^2}{h * l_{ef}} * E_{0,05} = \frac{0,78 * 140^2}{220 * 6100} * 9400 = 107,08 \text{ MPa}$$

Poměrná štíhlost v ohybu

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24}{103,88}} = 0,481$$

$$k_{crit} = \begin{cases} 1 & \text{pro } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m} & \text{pro } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} & \text{pro } 1,4 < \lambda_{rel,m} \end{cases} \rightarrow k_{crit} = 1$$

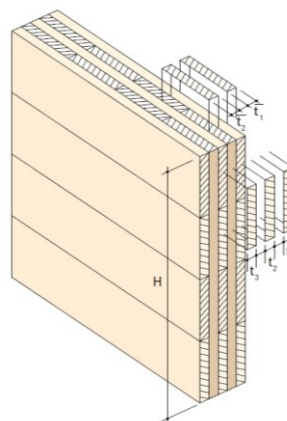
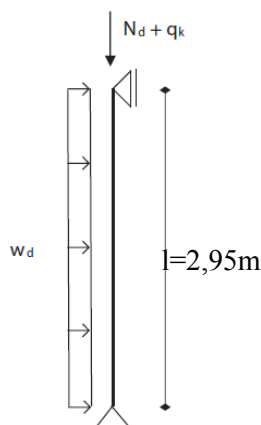
Nastává kombinace momentu M_y k ose větší tuhosti y a tlakové síly N , musí být tedy splněna podmínka:

$$\left(\frac{6_{m,d}}{k_{crit} * f_{m,d}} \right)^2 + \frac{6_{c,0,d}}{k_{c,z} * f_{c,0,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{0,592}{1 * 15,36} \right)^2 + \frac{1,219}{0,567 * 13,44} = 0,16 \leq 1 \quad (\text{Využití: 16\%})$$

→ **FASÁDNÍ SLOUP VYHOVUJE**

2.2.2 Posouzení obvodové stěny P19



Obr. 26: Schéma obvodové stěny

$$l = 2,95\text{m}$$

Stěna 5s 95 DL (19-19-19-19-19)

Objemová tíha panelu 6 kN/m^3

Zatížení:

Třída provozu 1

Vlastní tíha stěny: $1 * 0,095 * 2,95 * 6 * 2 = 3,363 \text{ kN}$

Strop 1.NP: vlastní tíha+ostatní stálé+užitné = $0,97+1,669+3$

Střecha: vlastní tíha+ostatní stálé+užitné+fvt panely
 $= 0,97+0,72+1,2+0,2+0,75+0,5$

$$N_{Ed,1} = 1,35 * 3,363 + 1,35 * 2,298 * (0,97+0,739) + 1,5 * 2,298 * 0,75 + 1,5 * 0,5 + 1,5 * 2,298 * (1,2+0,2 * 0,6) = 17,73 \text{ kN/m}^{\prime}$$

Zatížení větrem $w_d = 0,6016 * 1,5 * 0,6 = 0,541 \text{ kN/m}$

Charakteristické hodnoty:

Modul pružnosti rovnoběžně s vlákny $E_{o,mean} = 12000 \text{ N/mm}^2$

Pevnost v ohybu $f_{m,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$

Pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny $f_{c,0,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$

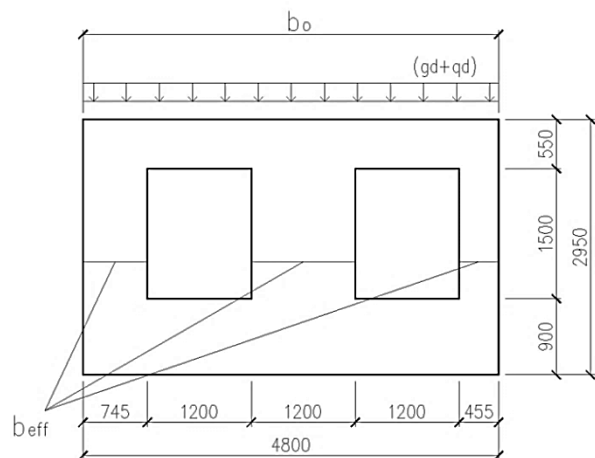
Efektivní ohybová tuhost $EI_{eff} = 12000 * 5168 * 10^4 \text{ Nmm}^2$

Součinitel dotvarování $k_{def} = 0,60$

Uvážení otvorů panelu

$$f_b = \frac{b_0}{b_{eff}} = \frac{4800}{2400} = 2$$

$$N_{Ed} = f_b * N_{Ed,1} = 2 * 17,73 = 35,45 \text{ kN/m}^{\prime}$$



Obr. 27: Rozměry panelu obvodové stěny

Maximální ohybový moment (excentricita N_{Ed} : $e = 0,015 \text{ m}$):

$$M_{Ed} = \frac{w_d * l^2}{8} + N_d * e = \frac{0,541 * 2,95^2}{8} + 35,45 * 0,015 = 1,12 \text{ kNm}$$

Maximální příčná (smyková) síla

$$V_{Ed} = \frac{w_d * l}{2} = \frac{0,541 * 2,95}{2} = 0,798 \text{ kNm}$$

Posouzení únosnosti – posouzení ohybu a tlaku

$$z_s = \frac{h}{2} = \frac{95}{2} = 47,5 \text{ mm}$$

Průřezový modul

$$W = \frac{E_{eff}}{E_{0,mean} \cdot z_s} = \frac{12 \cdot 10^7 * 5168}{12000 * 47,5} = 10,88 * 10^5 \text{ mm}^3$$

Poloměr setrvačnosti

$$i = \sqrt{\frac{E I_{eff}}{E_{0,mean} * A_{eff}}} = \sqrt{\frac{12000 * 10^4 * 5168}{12000 * 3 * 19 * 1000}} = 30,1 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{l_{eff}}{\pi * i} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{2950}{\pi * 30,1} * \sqrt{\frac{24}{\frac{5}{6} * 12000}} = 1,528$$

$\beta_c = 0,1$ pro CLT

$$k_y = \frac{1}{2} [1 + \beta_c * (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = \frac{1}{2} [1 + 0,1 * (1,528 - 0,3) + 1,528^2] = 1,729$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,729 + \sqrt{1,729^2 - 1,528^2}} = 0,394$$

Návrhové napětí v tlaku podél vláken

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A_{eff}} = \frac{35,45 * 1000}{68000} = 0,521 \text{ N/mm}^2$$

Návrhové napětí v ohybu

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{Ed}}{W} = \frac{1,12 * 10^6}{10,88 * 10^5} = 1,029 \text{ N/mm}^2$$

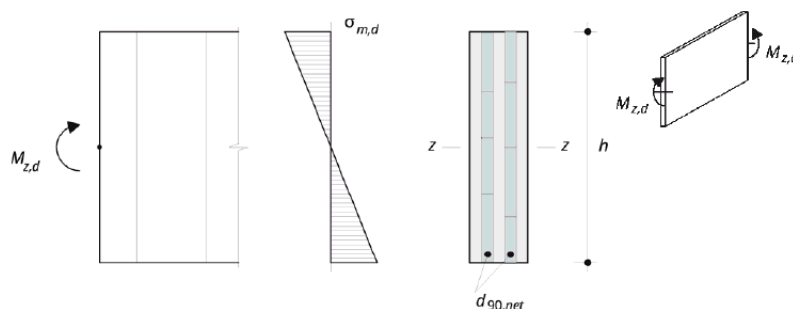
Návrhová pevnost v tlaku rovnoběžné s vlákny

$$f_{c,0,d} = \frac{f_{c,0,k} * k_{mod}}{\gamma_m} = \frac{24 * 0,8}{1,25} = 15,36 \text{ N/mm}^2$$

Návrhová pevnost v ohybu

$$f_{m,d} = \frac{f_{m,k} * k_{mod}}{\gamma_m} = \frac{24 * 0,8}{1,25} = 15,36 \text{ N/mm}^2$$

Posouzení:

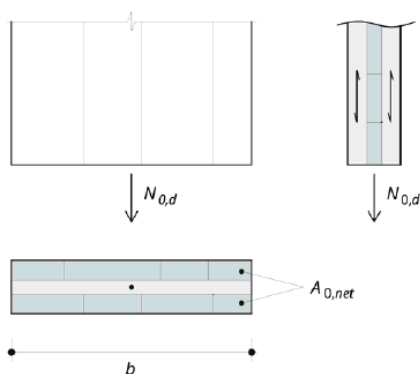


Obr. 28: Průběh normálového napětí panelu vnější stěny od ohybového momentu

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} * f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{0,521}{0,394 * 15,36} + \frac{1,029}{15,36} = \mathbf{0,153} \leq \mathbf{1,0} \quad (\text{Využití: } 15,3\%)$$

→ **OBVODOVÁ STĚNA VYHOVUJE**

2.2.3 Posouzení vnitřní stěny P40



Obr. 29: Schéma panelu vnitřní stěny

$$l = 2,95\text{m}$$

Stěna 3s 120 DL (40-40-40)

Objemová hmotnost panelu 6 kN/m^3

Zatížení:

Třída provozu 1

Vlastní tíha stěny: $1 \cdot 0,12 \cdot 2,95 \cdot 6 \cdot 2 = 4,248 \text{ kN}$

Strop 1.NP: vlastní tíha+ostatní stálé+užitné= $0,97+1,669+3$

Střecha: vlastní tíha+ostatní stálé+užitné+fvt panely=

$0,97+0,72+1,2+0,2+0,75+(N_{Fvt}=0,5)$

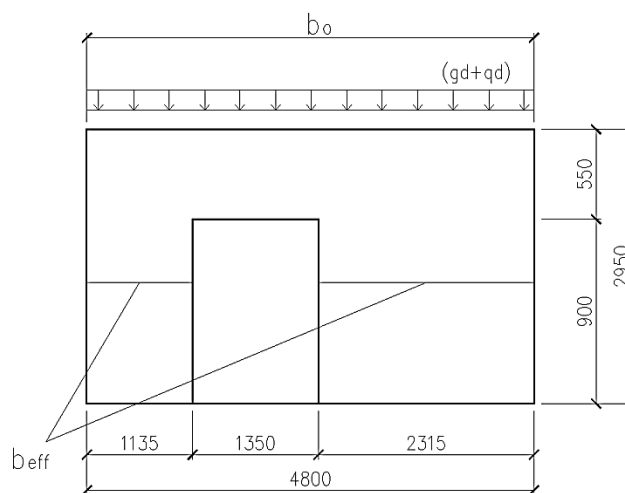
$N_{Ed,1} = 1,35 \cdot 4,248 + 1,35 \cdot 4,4 \cdot (0,97+0,739) + 1,5 \cdot 4,4 \cdot 0,75 + 1,5 \cdot 0,5 +$

$1,5 \cdot 4,4 \cdot (1,2+0,2 \cdot 0,6) = 30,298 \text{ kN/m'}$

Uvážení otvorů panelu

$$f_b = \frac{b_0}{b_{eff}} = \frac{4800}{3450} = 1,39$$

$$N_{Ed} = f_b \cdot N_{Ed,1} = 1,39 \cdot 30,298 = 42,115 \text{ kN/m'}$$



Obr. 30: Rozměry panelu vnitřní stěny

Charakteristické hodnoty:

Modul pružnosti rovnoběžně s vlákny

$$E_{o,mean} = 12000 \text{ N/mm}^2$$

Pevnost v ohybu

$$f_{m,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$$

Pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny

$$f_{c,0,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$$

Efektivní ohybová tuhost

$$EI_{eff} = 12000 \cdot 5168 \cdot 10^4 \text{ Nmm}^2$$

Součinitel dotvarování

$$k_{def} = 0,60$$

Maximální ohybový moment (excentricita N_{Ed} : $e = 0,015$ m):

$$M_{Ed} = N_{Ed} * e = 42,115 * 0,015 = 0,632 \text{ kNm}$$

Posouzení únosnosti – posouzení ohybu a tlaku

$$z_s = \frac{h}{2} = \frac{120}{2} = 60 \text{ mm}$$

Průřezový modul

$$W = \frac{E_{I_{eff}}}{E_{0,mean} * z_s} = \frac{12 \cdot 10^7 * 5168}{12000 * 60} = 8,61 * 10^5 \text{ mm}^3$$

Poloměr setrvačnosti

$$i = \sqrt{\frac{E_{I_{eff}}}{E_{0,mean} * A_{eff}}} = \sqrt{\frac{12000 * 10^4 * 11130}{12000 * 2 * 40 * 1000}} = 37,3 \text{ mm}$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{l_{eff}}{\pi * i} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{2950}{\pi * 37,3} * \sqrt{\frac{24}{5 * 12000}} = 1,233$$

$\beta_c = 0,1$ pro CLT

$$k_y = \frac{1}{2} [1 + \beta_c * (\lambda_{rel} - 0,3) + \lambda_{rel}^2] = \frac{1}{2} [1 + 0,1 * (1,233 - 0,3) + 1,233^2] = 1,307$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,307 + \sqrt{1,307^2 - 1,233^2}} = 0,574$$

Návrhové napětí v tlaku podél vláken

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{Ed}}{A_{eff}} = \frac{42,115 * 1000}{68000} = 0,619 \text{ N/mm}^2$$

Návrhové napětí v ohybu

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{Ed}}{W} = \frac{0,632 * 10^6}{8,61 * 10^5} = 0,734 \text{ N/mm}^2$$

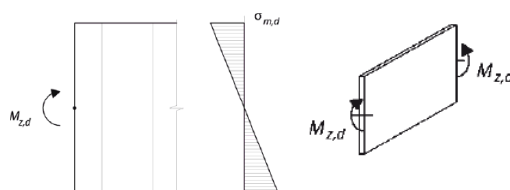
Návrhová pevnost v tlaku rovnoběžné s vlákny

$$f_{c,0,d} = \frac{f_{c,0,k} * k_{mod}}{\gamma_m} = \frac{24 * 0,8}{1,25} = 15,36 \text{ N/mm}^2$$

Návrhová pevnost v ohybu

$$f_{m,d} = \frac{f_{m,k} * k_{mod}}{\gamma_m} = \frac{24 * 0,8}{1,25} = 15,36 \text{ N/mm}^2$$

Posouzení:

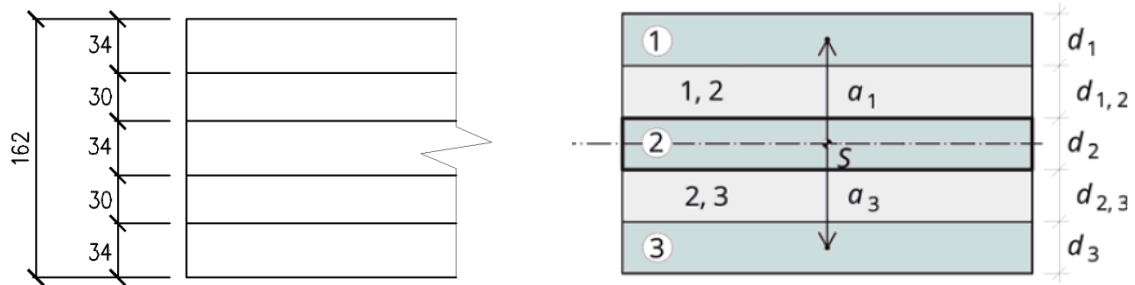


Obr. 31: Průběh normálového napětí panelu vnitřní stěny od ohybového momentu

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} * f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{0,691}{0,574 * 15,36} + \frac{0,734}{15,36} = 0,126 \leq 1,0 \quad (\text{Využití: } 12,6\%)$$

→ VNITŘNÍ STĚNA VYHOVUJE

2.2.4 Určení momentu setrvačnosti stropního panelu



Obr. 32: Schéma: 5 vrstvý panel KLH 5s 162 DL (34 30 34 30 34)

Charakteristické hodnoty:

Modul pružnosti rovnoběžně s vlákny

$$E_{o,\text{mean}} = 12000 \text{ N/mm}^2$$

Pevnost v ohybu

$$f_{m,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$$

Pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny

$$f_{c,0,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$$

Průměrná hodnota modulu pružnosti ve smyku

$$G_{r,\text{mean}} = 50 \text{ N/mm}^2$$

Referenční délka pro výpočet pomocí Gamma faktoru

$$l_{ref} = 4000 \text{ mm}$$

MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

Pozice těžiště

Symetrický průřez

$$z_s = \frac{h}{2} = \frac{162}{2} = 81 \text{ mm}$$

Plocha

$$A_{o,\text{net}} = \sum_{i=1}^n \frac{E_i}{E_c} \cdot b \cdot d_i$$

$$\frac{E_i}{E_c} = 1$$

$$A_{o,\text{net}} = 100 \cdot (3,4 + 3,4 + 3,4) = 1020 \text{ cm}^2$$

Moment setrvačnosti

$$I_{o,\text{net}} = \sum_{i=1}^n \frac{E_i}{E_c} \cdot \frac{b \cdot d_i^3}{12} + \sum_{i=1}^n \frac{E_i}{E_c} \cdot b \cdot d_i \cdot a_i^2$$

Vzdálenosti os

Symetrický průřez

$$a_2 = 0 \text{ mm}$$

$$a_1 = \left(\frac{d_1}{2} + d_{1,2} + \frac{d_1}{2} \right) - a_2$$

$$a_1 = \left(\frac{34}{2} + 30 + \frac{34}{2} \right) - 0 = 64 \text{ mm}$$

$$a_3 = a_1 = 64 \text{ mm}$$

$$I_{o,net} = 3 * \left(\frac{100 * 3,4^3}{12} \right) + 2 * (100 * 3,4 * 6,4^2)$$

$$I_{o,net} = 982,6 + 27852,8 = 28835,4 \text{ cm}^4$$

Průřezový modul

$$W_{net} = \frac{I_{net}}{\max\{z_o; z_u\}}$$

$$z_o = z_u = z_s = 81 \text{ mm}$$

$$W_{net} = \frac{28835,4}{8,1} = 3560 \text{ cm}^3$$

Smyková kapacita je obecně určena válcovou pevností ve smyku příčných vrstev.

Statický moment ve smyku

$$S_{R,net} = \sum_{i=1}^R \frac{E_i}{E_c} * b * d_i * a_i$$

$$S_{R,net} = 100 * 3,4 * 6,4 = 2176 \text{ cm}^3$$

MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

Moment setrvačnosti (efektivní hodnota)

$$I_{o,ef} = \sum_{i=1}^n \frac{b * d_i^3}{12} + \sum_{i=1}^n \gamma_i \frac{E_i}{E_c} * b * d_i * a_i^2$$

Vzdálenosti os

Symetrický průřez

$$a_2 = 0 \text{ mm}$$

$$a_1 = \left(\frac{d_1}{2} + d_{1,2} + \frac{d_1}{2} \right) - a_2$$

$$a_1 = \left(\frac{34}{2} + 30 + \frac{34}{2} \right) - 0 = 64 \text{ mm}$$

$$a_3 = a_1 = 64 \text{ mm}$$

Gamma faktor

$$\gamma_i = \frac{1}{\left(1 + \frac{\pi^2 * E_1 * b * d_1}{l_{ref}^2} * \frac{d_{1,2}}{b * G_{R,1,2}} \right)}$$

$$\gamma_1 = \frac{1}{\left(1 + \frac{\pi^2 * 12000 * 1000 * 34}{4000^2} * \frac{30}{1000 * 50} \right)} = 0,8688$$

Symetrický průřez

$$\gamma_3 = \gamma_1 = 0,8688$$

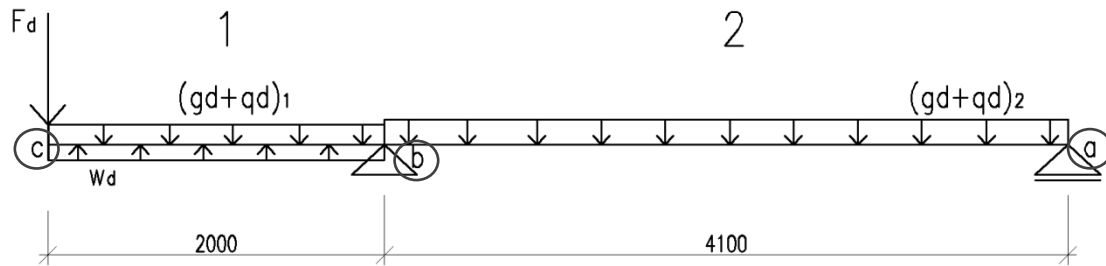
$$I_{o,ef} = 3 * \left(\frac{100 * 3,4^3}{12} \right) + 2 * (0,8688 * 100 * 3,4 * 6,4^2)$$

$$I_{o,ef} = 982,6 + 24198,4 = 25181 \text{ cm}^4$$

Vypočítané hodnoty se shodují s hodnotami z tabulek výrobce

$$25181 \text{ cm}^4 = 25181 \text{ cm}^4$$

2.2.5 Posouzení stropního panelu P9



Obr. 33: Statické schéma stropního panelu P9

Rozpětí

$$l_1 = 2000 \text{ mm}$$

$$l_2 = 4100 \text{ mm}$$

Zatížení

$$\text{Stálé 1} \quad g_{k1} = g_{k,1,a} + g_{k,1,b} = 1,21 + 1,606 = 2,816 \text{ kN/m}$$

$$2 \quad g_{k2} = g_{k,2,a} + g_{k,2,b} = 1,21 + 1,67 = 2,88 \text{ kN/m}$$

$$\text{Proměnné} \quad q_k = q_{k,1} + q_{k,2} = 3 + 0,5 = 3,5 \text{ kN/m}$$

$$(g_k + q_k)_1 = 6,316 \text{ kN/m}$$

$$(g_k + q_k)_2 = 2,88 + 3,5 = 6,38 \text{ kN/m}$$

$$(g_d + q_d)_2 = 1,35 * 2,88 + 1,5 * 3,5 = 9,138 \text{ kN/m}$$

$$(g_d + q_d)_{1,H} = 1,35 * 2,816 + 1,5 * 3,5 = 9,052 \text{ kN/m}$$

$$\text{Vliv větru} \quad w_d = 1,5 * 0,6 * 0,6016 = 0,541 \text{ kN/m}$$

$$(g_d + q_d)_1 = (g_d + q_d)_{1,H} - w_d = 9,052 - 0,541 = 8,511 \text{ kN/m}$$

$$\text{Prosklená fasáda} \quad F_k = 0,4 * 2,9 = 1,16 \text{ kN}$$

$$F_d = 0,4 * 2,9 * 1,5 = 1,74 \text{ kN}$$

$$W_{o,net} = 3560 \text{ cm}^3$$

$$S_{R,net} = 2176 \text{ cm}^3$$

$$I_{o,net} = 28835,4 \text{ cm}^4$$

$$\text{Gamma faktor pro spojitý nosník} \quad l_{ref,2} = 0,8 * 4,1 = 3,28 \text{ m}$$

$$\gamma_i = \frac{1}{\left(1 + \frac{\pi^2 * E_1 * b * d_1}{l_{ref}^2} * \frac{d_{1,2}}{b * G_{R,1,2}}\right)}$$

$$\gamma_1 = \frac{1}{\left(1 + \frac{\pi^2 * 12000 * 1000 * 34}{3280^2} * \frac{30}{1000 * 50}\right)} = 0,817$$

Symetrický průřez

$$\gamma_3 = \gamma_1 = 0,817$$

$$I_{o,ef} = 3 * \left(\frac{100 * 3,4^3}{12}\right) + 2 * (0,817 * 100 * 3,4 * 6,4^2)$$

$$I_{o,ef} = 982,6 + 22744,9 = 23727,5 \text{ cm}^4$$

Konzola $l_{ref,1} = 2 * 2 = 4 \text{ m}$

$$I_{eff,1} = 25181 \text{ cm}^4$$

Spojité nosník $l_{ref,2} = 0,8 * 4,1 = 3,28 \text{ m}$

$$I_{eff,2} = 23727,5 \text{ cm}^4$$

Efektivní ohybová tuhost

$$EI_{eff,1} = 1200 * 25181 * 10^{-4} = \mathbf{3021,7 \text{ kNm}^2}$$

$$EI_{eff,2} = 1200 * 23727,5 * 10^{-4} = \mathbf{2847,3 \text{ kNm}^2}$$

Ohybové momenty

$$M_{Ed,max,a-b} = \frac{9 * (g_d + q_d)_2 * l^2}{128} = \frac{9 * 9,138 * 4,1^2}{128} = 10,8 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,b} = \frac{(g_d + q_d)_1 * l^2}{2} + F_d * l = \frac{8,511 * 2^2}{2} + 1,74 * 2 = 20,5 \text{ kNm}$$

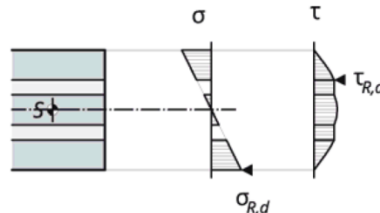
Posouvající síly

Reakce: A = 18,76 kN

B = 37,47 kN

$V_{Ed} = 18,76 \text{ kN}$

MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI



Obr. 34: Průběh normálového a smykového napětí stropního panelu P9

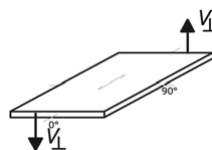
Posouzení napětí v ohybu

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{Ed}}{W_{net}} = \frac{\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}}{20,5 * 100}{3560} * 10 = 5,758 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,8 * \frac{24}{1,25} = 15,36 \text{ N/mm}^2$$

$$\mathbf{5,758 \text{ N/mm}^2 \leq 15,36 \text{ N/mm}^2} \quad (\text{Využití: } 37,5\%)$$

→ VYHOVUJE



Obr. 35: Působení posouvajících sil na stropní panel P9

Posouzení smykového napětí

$$\tau_{R,d} \leq f_{VR,d}$$

$$\tau_{R,d} = \frac{V_{Ed} * S_{net}}{I_{net} * b} = \frac{18,76 * 2176 * 10}{28835,4 * 100} = 0,14 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{VR,k} = k_{mod} * \frac{f_{VR,k}}{\gamma_m} = 0,8 * \frac{1,1}{1,25} = 0,704 \text{ N/mm}^2$$

$$\mathbf{0,14 \text{ N/mm}^2 \leq 0,704 \text{ N/mm}^2} \quad (\text{Využití: 20\%})$$

→ VYHOVUJE

MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

Výpočet průhybů

(polohy jednotlivých bodů posuzovaných na průhyb označeny ve schématu zatížení konstrukce)

Tab. 4: Příklady mezních hodnot průhybů nosníků

	w_{inst}	$w_{net,fin}$
Prostý nosník	$\ell/300$ až $\ell/500$	$\ell/250$ až $\ell/350$
Vykonzolidované nosníky	$\ell/150$ až $\ell/250$	$\ell/125$ až $\ell/175$

Okamžitý průhyb v bodě „c“ od působící síly

$$w_{inst,c,F} = \frac{F * l_1^3}{3 * EI_{eff,1}} = \frac{1,16 * 2^3}{3 * 3021,7} = 1,756 * 10^{-4} \text{ m} = 1,024 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb v bodě „c“ od stálého zatížení

$$w_{inst,c,g} = \frac{g_{k,1} * l_1^4}{8 * EI_{eff,1}} = \frac{2,816 * 2^4}{8 * 3021,7} = 1,599 * 10^{-4} \text{ m} = 1,864 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb v bodě „c“ od proměnného zatížení

$$w_{inst,c,q} = \frac{q_{k,1} * l_1^4}{8 * EI_{eff,1}} = \frac{3,5 * 2^4}{8 * 3021,7} * 1000 = 1,987 * 10^{-4} \text{ m} = 2,317 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb v bodě „c“ od síly, stálého a proměnného zatížení

$$w_{inst,c} = w_{inst,F} + w_{inst,c,g} + w_{inst,c,q} = 1,024 + 1,864 + 2,317 = 5,205 \text{ mm}$$

$$w_{inst,c} \leq \frac{l}{300} = \frac{2000}{300} = 6,67 \text{ mm}$$

$$\mathbf{w_{inst,c} = 5,205 \leq 6,67 \text{ mm}}$$

→ VYHOVUJE

Konečný průhyb v bodě „c“ od síly, stálého a proměnného zatížení

$$w_{net,fin,c} = w_{inst,F} * (1 + k_{1,def}) + w_{inst,c,g} * (1 + k_{1,def}) + w_{inst,c,q} * (1 + \psi_{2,1} * k_{2,def})$$

$$w_{net,fin,c} = 1,024 * (1 + 0,6) + 1,864 * (1 + 0,6) + 5,205 * (1 + 0,0 * 0,6)$$

$$w_{net,fin,c} = 8,328 \text{ mm}$$

$$w_{net,fin,c} \leq \frac{l}{200} = \frac{2000}{200} = 10 \text{ mm}$$

$$\mathbf{w_{net,fin} = 8,328 \leq 10 \text{ mm}}$$

→ VYHOVUJE

Okamžitý průhyb na intervalu a-b od stálého zatížení

$$w_{inst,a-b,g} = 0,0054 \frac{g_k * l_2^4}{8 * EI_{eff,2}} = 0,0054 \frac{2,88 * 4,1^4}{8 * 2847,3} = 1,929 * 10^{-4} m = 0,1929 mm$$

Okamžitý průhyb na intervalu a-b od proměnného zatížení

$$w_{inst,a-b,q} = 0,0054 \frac{g_k * l_2^4}{8 * EI_{eff,2}} = 0,0054 \frac{3,5 * 4,1^4}{8 * 2847,3} = 2,345 * 10^{-4} m = 0,2345 mm$$

Okamžitý průhyb na intervalu a-b od stálého a proměnného zatížení

$$w_{inst,a-b} = w_{inst,a-b,g} + w_{inst,a-b,q} = 0,1929 + 0,2345 = 0,4274 mm$$

$$w_{inst,a-b} \leq \frac{l}{300} = \frac{4100}{300} = 13,7 mm$$

$$w_{inst,a-b} = \mathbf{0,4274} \leq \mathbf{13,7 mm}$$

→ VYHOVUJE

Konečný průhyb v bodě a-b od síly, stálého a proměnného zatížení

$$w_{net,fin,c} = w_{inst,a-b,g} * (1 + k_{1,def}) + w_{inst,a-b,q} * (1 + \psi_{2,1} * k_{2,def})$$

$$w_{net,fin,a-b} = 0,1929 * (1 + 0,6) + 0,2345 * (1 + 0,0 * 0,6)$$

$$w_{net,fin,c} = 0,543 mm$$

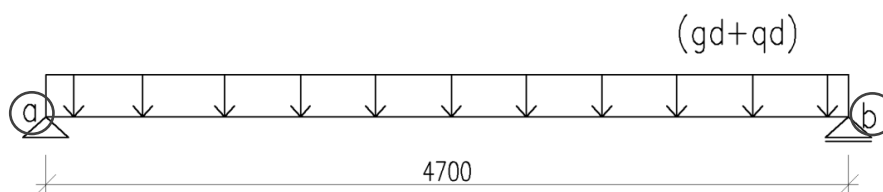
$$w_{net,fin,a-b} \leq \frac{l}{200} = \frac{4100}{200} = 20,5 mm$$

$$w_{net,fin,a-b} = \mathbf{0,543} \leq \mathbf{20,5 mm}$$

→ VYHOVUJE

→ **STROPNÍ PANEL P9 VYHOVUJE**

2.2.6 Posouzení stropního panelu P1



Obr. 36: Statické schéma stropního panelu P1

$$l = 4,7 m$$

Předběžné dimenzování

$$\frac{d}{l} = \frac{1}{30} \rightarrow d = \frac{4700}{30} = 156,7 mm$$

Navrhován panel **KLH 5s 162 DL**

Zatížení

Vlastní tíha $g_{k,1} = 0,97 kN/m$

Ostatní stálé $g_{k,2} = 1,669 kN/m$

Celkové stálé $g_k = g_{k,1} + g_{k,2} = 0,97 + 1,669 = 2,639 kN/m$

Proměnné + zatížení přenosnými příčkami $q_k = 3 + 0,5 = 3,5 kN/m$

$$(g + q)_k = 2,639 + 3,5 = \mathbf{6,139 \text{ kN/m}}$$

$$(g + q)_d = 1,35 * 2,639 + 1,5 * 3,5 = \mathbf{8,813 \text{ kN/m}}$$

$$M_{Ed} = \frac{(g + q)_d * l^2}{8} = \frac{8,813 * 4,7^2}{8} = \mathbf{24,334 \text{ kNm}}$$

$$V_{Ed} = \frac{(g + q)_d * l}{2} = \frac{8,813 * 4,7}{2} = \mathbf{20,711 \text{ kN}}$$

$$W_{o,net} = 3560 \text{ cm}^3$$

$$S_{R,net} = 2176 \text{ cm}^3$$

$$I_{o,net} = 28835,4 \text{ cm}^4$$

MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

$$l_{ref} = 4,7 \text{ m}$$

Gamma faktor pro spojitý nosník $l_{ref,2} = 4,7 \text{ m}$

$$\gamma_i = \frac{1}{\left(1 + \frac{\pi^2 * E_1 * b * d_1}{l_{ref}^2} * \frac{d_{1,2}}{b * G_{R,1,2}}\right)}$$

$$\gamma_1 = \frac{1}{\left(1 + \frac{\pi^2 * 12000 * 1000 * 34}{4700^2} * \frac{30}{1000 * 50}\right)} = 0,989$$

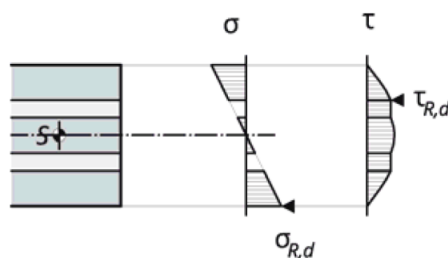
Symetrický průřez

$$\gamma_3 = \gamma_1 = 0,989$$

$$I_{o,ef} = 3 * \left(\frac{100 * 3,4^3}{12}\right) + 2 * (0,989 * 100 * 3,4 * 6,4^2)$$

$$I_{o,ef} = 982,6 + 27547,2 = 28530,1 \text{ cm}^4$$

$$I_{o,ef} = 28530,1 \text{ cm}^4$$



Obr. 37: Průběh normálového a smykového napětí stropního panelu P1

Posouzení napětí v ohybu

$$\sigma_{m,d} \leq f_{m,d}$$

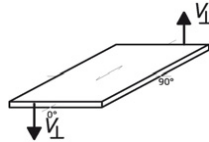
$$\sigma_{m,d} = \frac{M_{Ed}}{W_{net}} = \frac{24,334 * 100}{3560} * 10 = 6,835 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,8 * \frac{24}{1,25} = 15,36 \text{ N/mm}^2$$

$$\mathbf{6,835 \text{ N/mm}^2 \leq 15,36 \text{ N/mm}^2}$$

(Využití: 44%)

→ VYHOVUJE



Obr. 38: Působení posouvajících sil na stropní panel P1

Posouzení smykového napětí

$$\tau_{R,d} = \frac{V_{Ed} * S_{net}}{I_{net} * b} = \frac{20,711 * 2176 * 10}{28835,4 * 100} = 0,156 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{VR,k} = k_{mod} * \frac{f_{VR,k}}{\gamma_m} = 0,8 * \frac{1,1}{1,25} = 0,704 \text{ N/mm}^2$$

$$\mathbf{0,156 \leq 0,704 \text{ N/mm}^2}$$

(Využití: 22%)

→ VYHOVUJE

MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

$$EI_{eff} = 1200 * 28530,1 * 10^{-4} = 3423,6 \text{ kNm}^2$$



Obr. 39: Průhyby stropního panelu P1

Podíl z ohybu:

Okamžitý průhyb od stálého zatížení

$$w_{1,inst} = \frac{5}{384} \frac{g_k * l^4}{EI_{eff}} = \frac{5}{384} \frac{2,639 * 4,7^4}{3423,6} * 1000 = 4,9 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb od proměnného zatížení

$$w_{2,inst} = \frac{5}{384} \frac{q_k * l^4}{EI_{eff}} = \frac{5}{384} \frac{3,5 * 4,7^4}{3423,6} * 1000 = 6,5 \text{ mm}$$

Okamžitý průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$w_{inst} = w_{1,inst} + w_{2,inst} = 4,9 + 6,5 = 11,4 \text{ mm}$$

$$w_{inst} \leq \frac{l}{300} = \frac{4700}{300} = 15,7 \text{ mm}$$

$$\mathbf{w_{inst} = 11,4 \leq 15,7 \text{ mm}}$$

→ VYHOVUJE

Konečný průhyb od stálého a proměnného zatížení

$$w_{net,fin} = w_{1,inst} (1 + k_{1,def}) + w_{2,inst} (1 + \psi_{2,1} * k_{2,def})$$

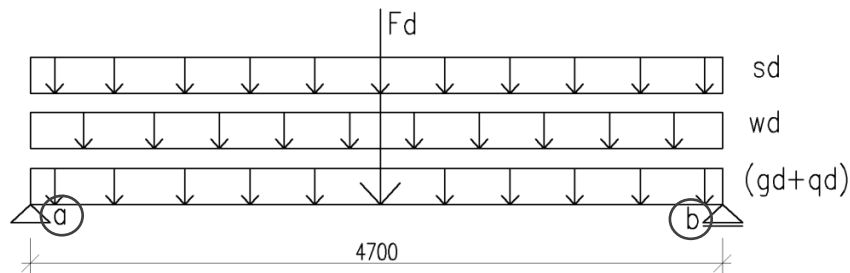
$$w_{net,fin} = 4,9 * (1 + 0,6) + 6,5 * (1 + 0,0 * 0,6) = 14,3 \text{ mm}$$

$$w_{net,fin} \leq \frac{l}{200} = \frac{4700}{200} = 23,5 \text{ mm}$$

$$\mathbf{w_{net,fin} = 14,3 \leq 23,5 \text{ mm}}$$

→ STROPNÍ PANEL P1 VYHOVUJE

2.2.7 Posouzení střešního panelu P1



Obr. 40: Statické schéma střešního panelu P1

$$l = 4,7 \text{ m}$$

Předběžné dimenzování

$$\frac{d}{l} = \frac{1}{30} \rightarrow d = \frac{4700}{30} = 156,7 \text{ mm}$$

Navrhován panel **KLH 5s 162 DL**

Zatížení

Vlastní tíha $g_{k,1} = 0,97 \text{ kN/m}$

Ostatní stálé $g_{k,2} = 0,739 \text{ kN/m}$

Celkové stálé $g_k = g_{k,1} + g_{k,2} = 0,97 + 0,739 = 1,717 \text{ kN/m}$

Proměnné $q_k = 0,75 \text{ kN/m}$

Sníh $s_d = 1,2 \text{ kN/m}^2$

Vítr $w_d = 0,2 \text{ kN/m}^2$

Fotovoltaické panely $F_d = 0,5 * 1,5 = 0,75 \text{ kN/m}$

$$(g + q)_k = 1,71 + 0,75 + 1,2 + 0,6 * 0,2 = \mathbf{3,78 \text{ kN/m}}$$

$$(g + q)_d = 1,35 * 1,71 + 1,5 * 0,75 + 1,2 * 1,5 + 0,2 * 0,6 * 1,5 = \mathbf{5,414 \text{ kN/m}}$$

Návrhová hodnota ohybového momentu

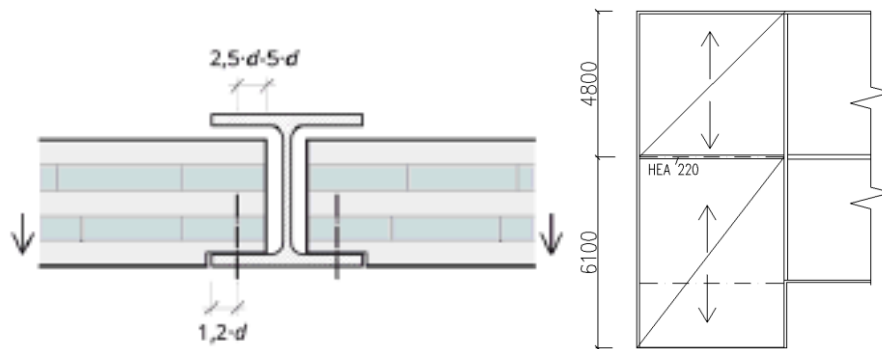
$$M_{Ed} = \frac{(g + q)_d * l^2}{8} + \frac{F_d * l}{4} = \frac{5,414 * 4,7^2}{8} + \frac{0,75 * 4,7}{4} = \mathbf{15,83 \text{ kNm}}$$

Návrhová hodnota posouvající síly

$$V_{Ed} = \frac{(g + q)_d * l + F_d}{2} = \frac{5,414 * 4,7 + 0,75}{2} = \mathbf{13,098 \text{ kN}}$$

V porovnání se stropním panelem vychází u střešního panelu menší ohybový moment a posouvající síla. Jedná se o totožný panel se stejnými parametry i rozměry, není tedy nutný výpočet a je možné prohlásit, že střešní panel vyhovuje.

2.2.8 Návrh HEA profilu



Obr. 41: Detail spoje HEA profil s CLT panely a jeho umístění v půdorysu

Rozpětí $l = 4,85 \text{ m}$

Zatěžovací šířka $\frac{4,7}{2} + \frac{4,1}{2} = 4,4 \text{ mm}$

Posouzení návrhu profilu za běžné teploty

$$(g + q)_k = (1,71 + 0,75 + 1,2 + 0,6 * 0,2 + 0,5) * 4,4 = \mathbf{18,832 \text{ kN/m}}$$

$$(g + q)_d = (1,35 * 1,71 + 1,5 * 0,75 + 1,2 * 1,5 + 0,2 * 0,6 * 1,5 + 0,5) * 4,4$$

$$(g + q)_d = \mathbf{26,022 \text{ kN/m}}$$

ocel S235 $f_y = 235 \text{ MPa}$

$\gamma_M = 1,0$

Minimální průřezový modul (průřez třídy 1)

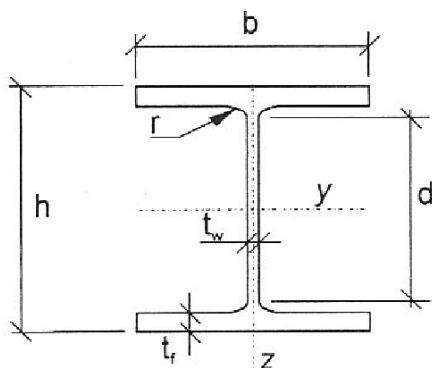
Součinitel klopení: $\chi_{LT} = 1,00$

$$M_{Ed} = \frac{(g + q)_d * l^2}{8} = \frac{26,022 * 4,85^2}{8} = \mathbf{76,513 \text{ kNm}}$$

$$V_{Ed} = \frac{(g + q)_d * l}{2} = \frac{26,022 * 4,85}{2} = \mathbf{63,1 \text{ kN}}$$

$$W_{pl,y,min} = \frac{M_{Ed} * \gamma_{M0}}{\chi_{LT} * f_y} = \frac{76,513 * 10^6 * 1}{1 * 235} = \mathbf{325\,587,2 \text{ mm}^3}$$

Návrh HEA 220



$$W_{pl,y} = 568500 \text{ mm}^3$$

$$A = 6430 \text{ mm}^2$$

$$A_{vz} = 2070 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 5,41 * 10^7 \text{ mm}^4$$

$$b = 220 \text{ mm}$$

$$h = 210 \text{ mm}$$

$$t_w = 7 \text{ mm}$$

$$t_f = 11 \text{ mm}$$

Obr. 42: Ocelový HEA profil

Zatřídění průřezu:

Tab. 5: Mezní hodnoty průhybů (dle ČSN EN 1993-1-1, tab.5.2)

Konstrukce, dílce	Mezní hodnoty	
	δ_{max}	δ_2
Střešní konstrukce		
– vaznice	–	L/200
– vazníky	–	L/250
– s častým výskytem osob	L/250	L/300
Stropní konstrukce		
– stropnice	–	L/250
– průvlaky	–	L/400
– nosoucí sloupy, pokud nebyl průhyb zahnut v posouzení mezního stavu únosnosti	L/400	L/500
Stropní a střešní konstrukce		
– nosoucí dlažby, omítky nebo jiné křehké obklady a nepoddajné příčky	L/250	L/350
Stěny		
– překlady	–	L/600
Průmyslové plošiny		
– podlahové nosníky	–	L/250
– průvlaky	–	L/400
– nosníky pod kolejí úzkého rozchodu	–	L/300
– nosníky pod železniční kolejí	–	L/400
Případy, kdy průhyb δ_{max} může narušit vzhled objektu.	L/250	–

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235 \text{ MPa}}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$$

Stojina: $\frac{c_w}{t_w} = \frac{210 - 2 \cdot 18 - 2 \cdot 11}{7} = 21,71 \leq 72 \cdot \varepsilon = 72 \rightarrow \text{Třída 1}$

Pásnice: $\frac{c_f}{t_f} = \frac{(220 - 7 - 2 \cdot 18)/2}{11} = 8,05 \leq 9 \cdot \varepsilon = 9 \rightarrow \text{Třída 1}$

Celý průřez je třídy 1

MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

Návrhový moment únosnosti:

$$M_{pl,Rd} = \chi_{LT} * W_{pl,y} \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \geq M_{Ed}$$

součinitel klopení – stabilita vůči klopení zajištěna spojením s dřevěným panelem $\chi_{LT} = 1$

$$M_{pl,Rd} = 1 * 568500 * \frac{235}{1} = 133,598 \text{ kNm}$$

$$133,598 > 76,513 \text{ kNm} \rightarrow \text{VYHOVUJE} \quad (\text{Využití: } 57,3\%)$$

Návrhová smyková únosnost:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_{vz} * f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} \geq V_{Ed}$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{2070 * 235}{\sqrt{3} * 1} = 280,852 \text{ kN}$$

$$280,852 > 63,1 \text{ kN} \rightarrow \text{VYHOVUJE} \quad (\text{Využití: } 22,5\%)$$

MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

Průhyb od veškerých zatížení:

$$\delta = \frac{5}{384} * \frac{(g_k + q_k) * L^4}{E * I_y} \leq \delta_{max} = \frac{L}{400}$$
$$\delta = \frac{5}{384} * \frac{18,832 * 4850^4}{210000 * 5,41 * 10^7} \leq \delta_{max} = \frac{4850}{400} = 12,125 \text{ mm}$$
$$\delta = 11,94 \text{ mm}$$

11,94 < 12,125 mm → VYHOVUJE

Průhyb od proměnných zatížení:

$$\delta = \frac{5}{384} * \frac{q_k * L^4}{E * I_y} \leq \delta_{max} = \frac{L}{300}$$
$$\delta = \frac{5}{384} * \frac{2,65 * 4850^4}{210000 * 5,41 * 10^7} \leq \delta_{max} = \frac{4850}{300} = 16,2 \text{ mm}$$
$$\delta = 1,68 \text{ mm}$$

1,68 < 16,2 mm → VYHOVUJE

→ **OCELOVÝ PROFIL HEA 220 VYHOVUJE**

3 Posouzení vybraných konstrukcí na účinky požáru

3.1.1 Parametrická teplotní křivka

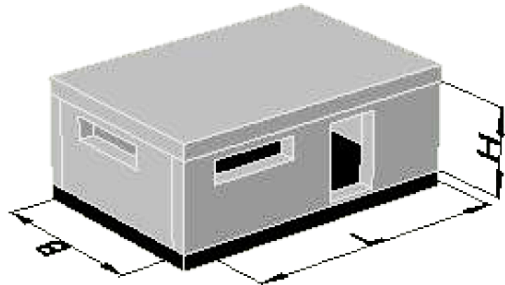
Čas požadované požární odolnosti $\rightarrow t = 30 \text{ min.}$

Rozměry PÚ: $B=4,735 \text{ m}$
 $L=10,87 \text{ m}$
 $H=2,81 \text{ m}$

Musí platit

$$B * L = 51,47 \text{ m}^2 \leq 500 \text{ m}^2$$

$$H = 2,81 \text{ m} \leq 4 \text{ m}$$



Obr. 43: Ilustrační schéma požárního úseku

Otvory:

1. typ: $b_1 = 1,5 \text{ m}$ šířka
 $h_1 = 1,5 \text{ m}$ výška
 $n_1 = 1$ počet otvorů
2. typ: $b_2 = 2,4 \text{ m}$ šířka
 $h_2 = 2,8 \text{ m}$ výška
 $n_2 = 1$ počet otvorů
3. typ: $b_3 = 0,8 \text{ m}$ šířka
 $h_3 = 1,97 \text{ m}$ výška
 $n_3 = 4$ počet otvorů

Vážený průměr výšek všech svislých otvorů:

$$h_{eq} = \frac{b_1 * h_1 * n_1 + b_2 * h_2 * n_2 + b_3 * h_3 * n_3}{b_1 * h_1 * n_1 + b_2 * h_2 * n_2 + b_3 * h_3 * n_3}$$
$$= \frac{1,5 * 1,5 * 1 + 2,4 * 2,8 * 1 + 0,8 * 1,97 * 4}{1,5 * 1,5 * 1 + 2,4 * 2,8 * 1 + 0,8 * 1,97 * 4} = 2,27 \text{ m}$$

Celková plocha otvorů ve svislých ohraničeních požárního úseku:

$$A_v = b_1 * h_1 + b_2 * h_2 + b_3 * h_3 * n_3 = 1,5 * 1,5 + 2,4 * 2,8 + 0,8 * 1,97 * 4 = 15,27 \text{ m}^2$$

Celková plocha stropů, stěn a podhledů, které obklopují požární úsek:

$$A_t = 2 * B * L + 2 * B * H + 2 * L * H$$
$$= 2 * 4,735 * 10,87 + 2 * 4,735 * 2,81 + 2 * 10,87 * 2,81 = 190,64 \text{ m}^2$$

Podlahová plocha požárního úseku:

$$A_f = B * L = 4,735 * 10,87 = 51,47 \text{ m}^2$$

Materiály ohraničujících konstrukcí

Objemová hmotnost ohraničení požárního úseku: ρ [kg/m^3]

Měrné teplo ohraničení požárního úseku: c [$J/(kg * K)$]

Tepelná vodivost ohraničení požárního úseku: λ [$W/(m * K)$]

Dřevo $\rho = 380 \text{ kg}/m^3$
 $c = 1600 \text{ J}/(kg * K)$
 $\lambda = 0,13 \text{ W}/m * K$

Sklo $\rho = 2600 \text{ kg}/m^3$
 $c = 840 \text{ J}/(kg * K)$
 $\lambda = 0,76 \text{ W}/(m * K)$

Sádrokarton $\rho = 750 \text{ kg}/m^3$
 $c = 1060 \text{ J}/(kg * K)$
 $\lambda = 0,22 \text{ W}/m * K$

Koberec $\rho = 160 \text{ kg}/m^3$
 $c = 1880 \text{ J}/(kg * K)$
 $\lambda = 0,065 \text{ W}/m * K$

Součinitel otvorů:

$$O = \frac{A_v}{A_t} * \sqrt{h_{eq}} = \frac{15,27}{190,64} * \sqrt{2,27} = 0,12 \text{ m}^{\frac{1}{2}}$$

$$0,02 < 0,12 < 0,2 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Pohltivost pro celé ohraničující konstrukce:

$$b_{DŘ} = \sqrt{\rho * c * \lambda} = \sqrt{380 * 1600 * 0,13} = 302 \text{ J}/(m^2 * s^{\frac{1}{2}} * K)$$

$$b_{SK} = \sqrt{\rho * c * \lambda} = \sqrt{2600 * 840 * 0,76} = 1288,3 \text{ J}/(m^2 * s^{\frac{1}{2}} * K)$$

$$b_{SDK} = \sqrt{\rho * c * \lambda} = \sqrt{750 * 1060 * 0,22} = 418,2 \text{ J}/(m^2 * s^{\frac{1}{2}} * K)$$

$$b_{KOB} = \sqrt{\rho * c * \lambda} = \sqrt{160 * 1880 * 0,065} = 139,8 \text{ J}/(m^2 * s^{\frac{1}{2}} * K)$$

$$b = \frac{\sum(b_i * A_i)}{A_t - A_v}$$

$$= \frac{302 * (51,47 + 11,197 + 28,49 + 8,81) + 1288,3 * 11,35 + 418,2 * 13,123 + 139,8 * 51,47}{190,64 - 8,97}$$

$$= 316,48 \text{ J}/(m^2 * s^{\frac{1}{2}} * K)$$

$$100 < b_i < 2200 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Součinitel uvažovaný pro tepelné vlastnosti ohraničení požárního úseku:

$$\Gamma = \frac{\left(\frac{O}{b}\right)^2}{\left(\frac{O_{ref}}{b_{ref}}\right)^2} = \frac{\left(\frac{0,12}{316,48}\right)^2}{\left(\frac{0,04}{1160}\right)^2} = 120,9$$

Stanovení návrhové hustoty požárního zatížení vztažené na celkovou plochu stropů, stěn a podhledů, které obklopují požární úsek:

Provoz - kancelářské prostory:

Hustota požárního zatížení: $q_{f,k}=511 \text{ MJ/m}^2$

Součinitel vyjadřující nebezpečí vzniku požáru v závislosti na velikosti PÚ: $\delta_{q1} = 1,14$

Součinitel, kterým se uvažuje nebezpečí vzniku požáru vlivem druhu provozu: $\delta_{q2} = 1,00$

Tab. 6: Určení δ_{ni} funkce aktivních protipožárních opatření

δ_{ni} funkce aktivních protipožárních opatření									
samočinné hasicí zařízení		samočinné požární hlásiče			manuální hašení požáru				
samočinné vodní hasicí zařízení	nezávislé vodní zdroje	tepelné samočinné požární a poplachové hlásiče	kouřové hlásiče	samočinný přenos poplachu k požární jednotce	závodní požární jednotka	externí (veřejná) požární jednotka	bezpečné přístupové cesty	technické hasicí prostředky	zařízení pro odvod kouře
δ_{n1}	δ_{n2}	δ_{n3}	δ_{n4}	δ_{n5}	δ_{n6}	δ_{n7}	δ_{n8}	δ_{n9}	δ_{n10}
0,61	1,0 0,87 0,7	0,87 nebo 0,73		0,87	0,61 nebo 0,78		0,9 nebo 1,0 nebo 1,5	1,0 nebo 1,5	1,0 nebo 1,5
Ne	Jeden	Ne	Ano	Ne	Ne	Ano	Ano	Ano	Ne
1,00	0,87	0,87		1,00	0,78		1,00	1,00	1,50

$$\rightarrow \delta_{qn} = 0,89$$

Součinitel hoření $m = 0,8$

$$q_{f,d} = q_{f,k} * m * \delta_{q1} * \delta_{q2} * \delta_n = 412,2 \text{ MJ/m}^2$$

Návrhová hodnota hustoty požárního zatížení

$$q_{t,d} = q_{f,d} * \frac{A_f}{A_t} = 412,2 * \frac{51,47}{190,64} = \mathbf{111,29 \text{ MJ/m}^2}$$

$$50 < 111,29 < 1000 \rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

Nominální návrhová rychlost zuhelnatění nechráněného dřevěného prvku

$$\beta_n = 0,7 \text{ mm/min.}$$

Rychlost zuhelnatění během teplotní proměny parametrické požární křivky

$$\beta_{par} = 1,5 * \beta_n * \frac{0,2 * \sqrt{\Gamma} - 0,04}{0,16 * \sqrt{\Gamma} + 0,08} = 1,5 * 0,7 * \frac{0,2 * \sqrt{120,9} - 0,04}{0,16 * \sqrt{120,9} + 0,08} = 1,23 \text{ mm/min.}$$

$$t_0 = 0,009 * \frac{q_{t,d}}{O} = 0,009 * \frac{111,29}{0,07} = 14,3 \text{ min}$$

Doba požární odolnosti $t = 30 \text{ min}$.

$$t_0 \leq t \leq 3t_0$$

$$14,3 \leq 30 \leq 42,9$$

Hloubka zuhelnatění

$$d_{char} = \beta_{par} * \left(1,5 * t - \frac{t^2}{4 * t_0} - \frac{t_0}{4} \right) = 1,23 * \left(1,5 * 30 - \frac{30^2}{4 * 14,3} - \frac{14,3}{4} \right) = 31,6 \text{ mm}$$

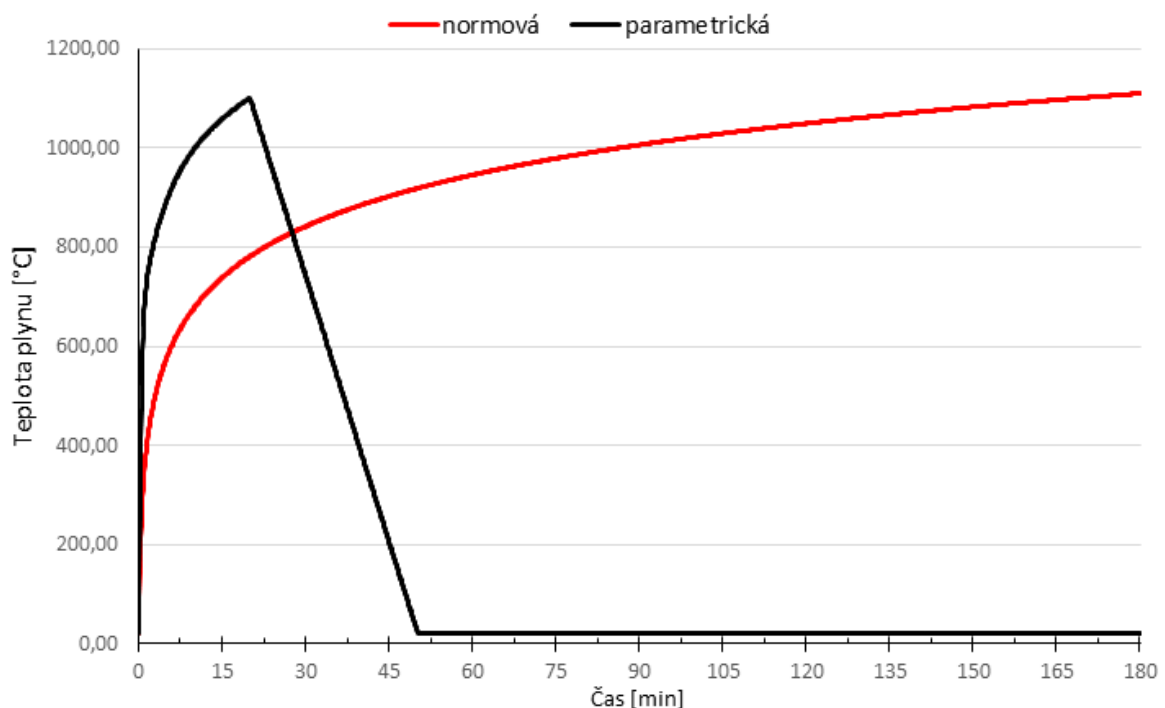
Účinná hloubka zuhelnatění po 30. minutě požáru

$$d_{ef} = d_{char} + k_0 d_0$$

k_0 – pro nechráněné prvky, kde $t \geq 20 \text{ minut}$ → $k_0 = 1$

$$d_{ef} = 31,6 + 1 * 7 = 38,6 \text{ mm}$$

$$\theta_{max} = 1109,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

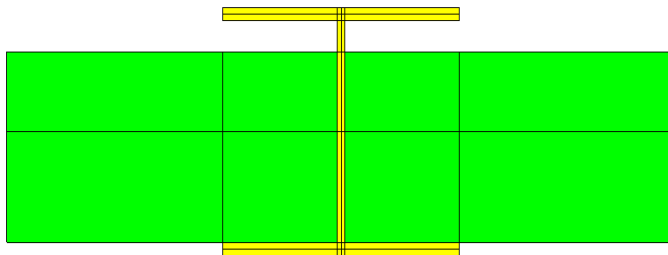


Obr. 44: Graf znázorňující rozvoj teplot podle parametrické křivky a normové teplotní křivky v závislosti na době působení požáru

3.1.2 Tepelná analýza ocelového profilu v programu ATENA Science

Pro výpočet teploty ocelového profilu jsem se rozhodla použít výpočetního softwaru ATENA Science firmy Červenka Consulting, založené na metodě konečných prvků. V softwaru není možno uvažovat parametrickou křivku, posouzení stropní konstrukce bylo podle normové teplotní křivky ISO 834.

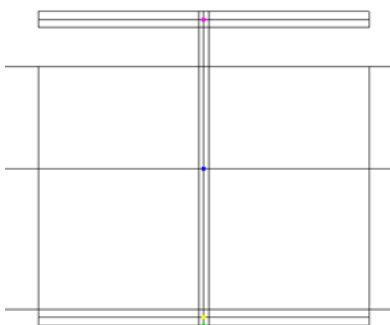
Nejdříve byl vytvořen model styku ocelového profilu se stropní deskou ve 2D rozhraní v programu Autocad. Poté byl model importován do preprocesoru GiD, který slouží pro stanovení postupu výpočtu pro software ATENA Science.



Obr. 45: Model styku prvku importovaný z programu Autocad

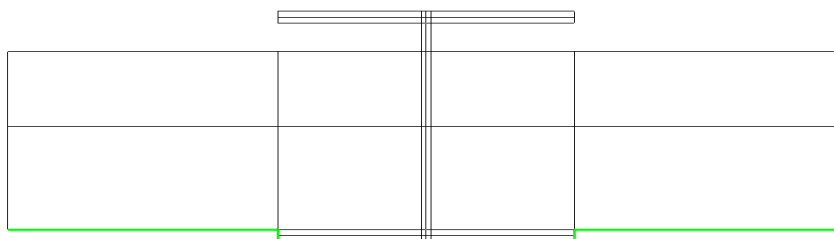
Dále byly určít monitorovací body, ve kterých bylo nutné stanovit teploty v průběhu požáru.

- Bod A – spodní hrana spodní pásnice (přímo vystaven požáru),
- Bod B – střed spodní pásnice
- Bod C – střed stojiny
- Bod D – střed horní pásnice



Obr. 46: Znázorněné monitorovací body

Bylo nutné rozvrhnout monitorovací síť a poté vyznačit plochu přímo vystavenou požáru.



Obr. 47: Znázornění plochy přímo vystavené účinkům požáru

Vstupy do softwaru ATENA Science

timber

Generate Basic Temperature Temperature Advanced

K TEMP TEMP NORMAL $\frac{J}{sec \cdot C \cdot m}$

K TEMP TEMP LEVEL7 $\frac{J}{sec \cdot C \cdot m}$

C TEMP TEMP NORMAL $\frac{J}{m^3 \cdot C}$

C TEMP TEMP LEVEL7 $\frac{J}{m^3 \cdot C}$

Activate Temperature Advanced

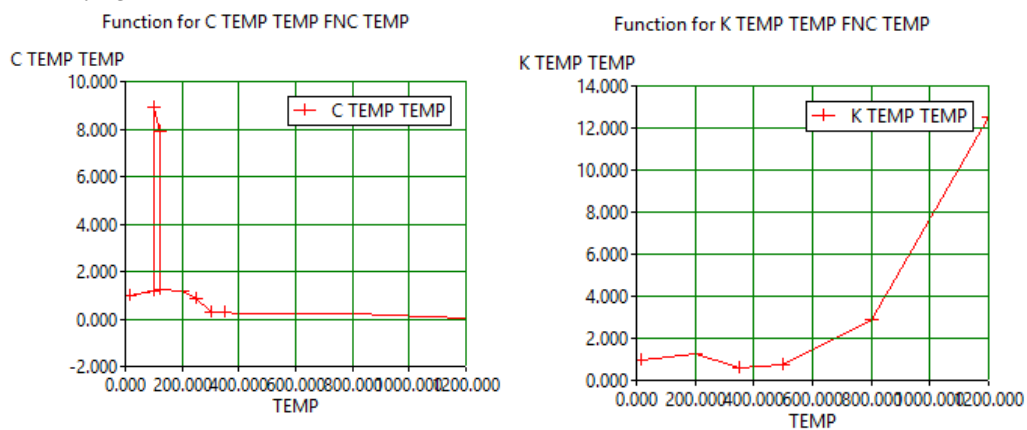
Obr. 48: Měrné teplo a součinitel tepelné vodivosti za běžné teploty

TEMP	C TEMP TEMP
16	1
99	1.16
100	8.89
120	7.88
121	1.24
200	1.17
250	0.88
300	0.31
350	0.26
400	0.22
600	0.23
800	0.25
1200	0.01

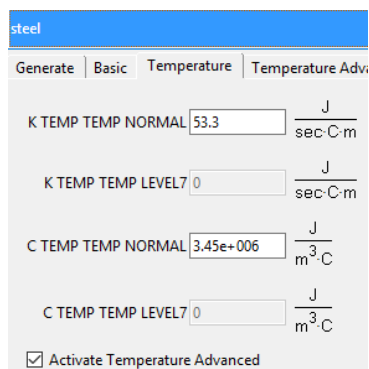
TEMP	K TEMP TEMP
16	1
200	1.25
350	0.58
500	0.75
800	2.92
1200	12.5

Obr. 49: Měrné teplo a součinitel tepelné vodivosti za zvýšených teplot

Hodnoty měrné tepelné kapacity jsou již přenásobeny hustotou dřeva 290 kg/m^3 pro převod na jednotky $\frac{J}{m^3 \cdot C}$.

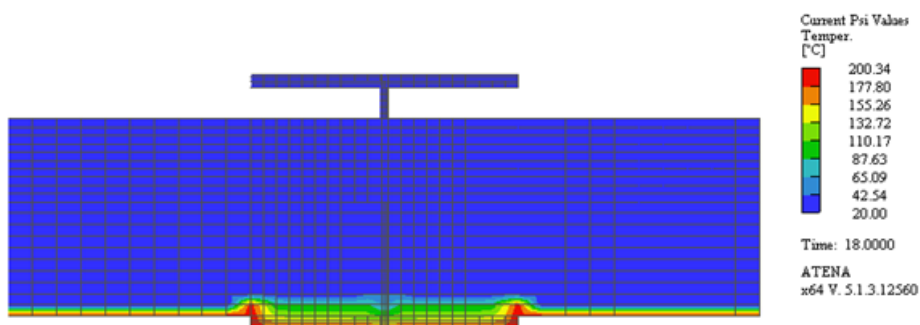


Obr. 50: Grafy závislosti měrného tepla a součinitele tepelné vodivosti na teplotě prvku

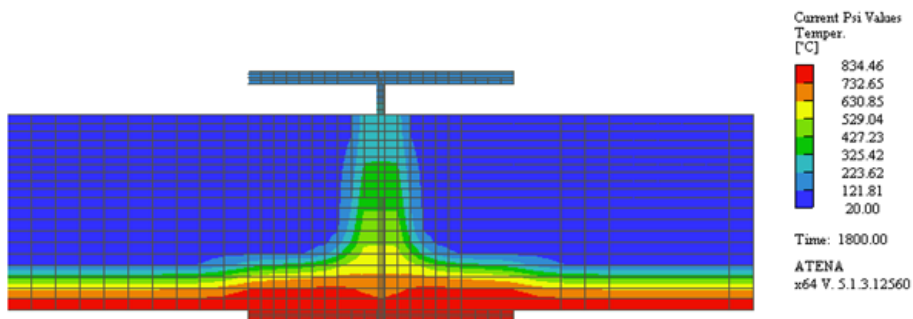


Obr. 51: Hodnoty měrného tepla a součinitele tepelné vodivosti pro ocelový prvek

Software ATENA Science umožňuje zobrazení výsledků nelineárního výpočtu a zatěžovacího diagramu již v průběhu řešení, možnost interaktivního řízení výpočtu, grafická konvergence řešení.

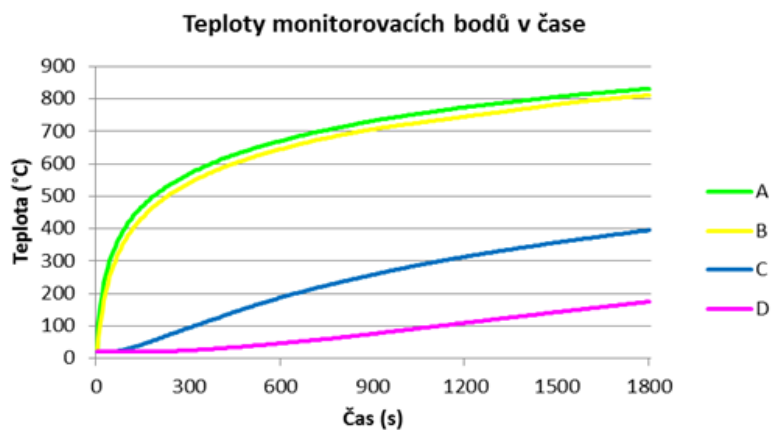


Obr. 52: Počáteční průběh teplot v čase požáru 18 sekund



Obr. 53: Poškození konstrukce po působení požáru v čase 1800 sekund (30 minut)

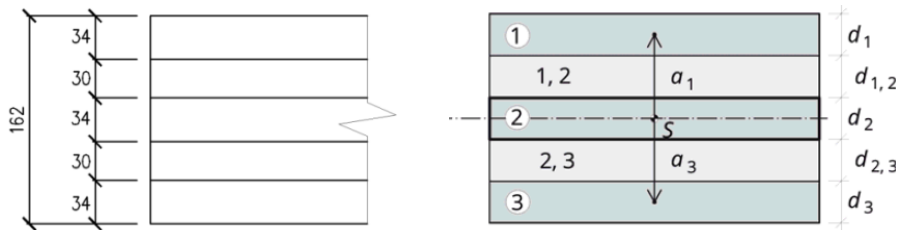
Výsledné hodnoty teplot jednotlivých monitorovacích bodů v závislosti na čase viz. graf.



Obr. 54: Graf rozvoje teplot v závislosti na čase v monitorovacích bodech

3.1.3 Normová teplotní křivka

5vrstvý panel KLH 5s 162 DL (34 30 34 30 34)



Obr. 55: Schéma: 5vrstvý panel KLH 5s 162 DL (34 30 34 30 34)

Charakteristické hodnoty:

Modul pružnosti rovnoběžně s vlákny

$$E_{o,mean} = 12000 \text{ N/mm}^2$$

Pevnost v ohybu

$$f_{m,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$$

Pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny

$$f_{c,0,k} = 24,0 \text{ N/mm}^2$$

Průměrná hodnota modulu pružnosti ve smyku

$$G_{R,mean} = 50 \text{ N/mm}^2$$

Referenční délka pro výpočet pomocí Gamma faktoru

$$l_{ref} = 4000 \text{ mm}$$

Rychlost odhořívání β_0 (viz. ČSN EN 1995-1-2 tab.3.1)

Hodnota pro dřevo jehličnatých dřevin: Lepené lamelové dřevo

s charakteristickou hustotou $\geq 290 \text{ kg/m}^3$

$$\beta_0 = 0,65 \text{ mm/min}$$

Požadovaná doba požární odolnosti 30 min.

Metoda redukovaného průřezu:

Návrhová hloubka zuhelnatění pro 30 min. požáru

$$d_{char,n} = \beta_0 * t$$

$$d_{char,n} = 0,65 * 30 = 19,5 \text{ mm}$$

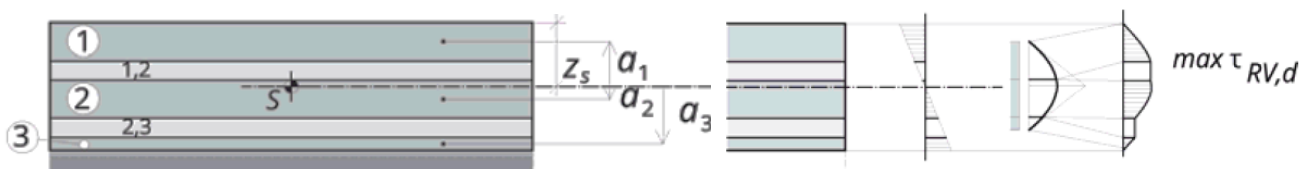
Účinná hloubka zuhelnatění

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 d_0$$

k_0 – pro nechráněné prvky, kde $t \geq 20$ minut $\rightarrow k_0 = 1$

$$d_{ef} = 19,5 + 1 * 7 = \mathbf{26,5 \text{ mm}}$$

Průřez se během 30 minut požáru zredukuje o 26,5 mm, což nedosahuje ani tloušťky spodní vrstvy. Nedojde tedy k odpadnutí spodních vrstev.



Obr. 56: Počet vrstev a průběh napětí po 30 minutách požáru

Hloubka zuhelnatění pro **5 min.** požáru

$$d_{char,n} = \beta_0 * t$$

$$d_{char,n} = 0,65 * 5 = 3,25 \text{ mm}$$

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 d_0$$

$$k_0 - \text{pro nechráněné prvky, kde } t < 20 \text{ minut} \rightarrow k_0 = \frac{t}{20} = \frac{5}{20} = 0,25$$

$$d_{ef} = 3,25 + 0,25 * 7 = \mathbf{5 \text{ mm}}$$

Hloubka zuhelnatění pro **10 min.** požáru

$$d_{char,n} = \beta_0 * t$$

$$d_{char,n} = 0,65 * 10 = 6,5 \text{ mm}$$

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 d_0$$

$$k_0 - \text{pro nechráněné prvky, kde } t < 20 \text{ minut} \rightarrow k_0 = \frac{t}{20} = \frac{10}{20} = 0,5$$

$$d_{ef} = 6,5 + 0,5 * 7 = \mathbf{10 \text{ mm}}$$

Hloubka zuhelnatění pro **15 min.** požáru

$$d_{char,n} = \beta_0 * t$$

$$d_{char,n} = 0,65 * 15 = 9,75 \text{ mm}$$

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 d_0$$

$$k_0 - \text{pro nechráněné prvky, kde } t < 20 \text{ minut} \rightarrow k_0 = \frac{t}{20} = \frac{15}{20} = 0,75$$

$$d_{ef} = 9,75 + 0,75 * 7 = \mathbf{15 \text{ mm}}$$

Hloubka zuhelnatění pro **20 min.** požáru

$$d_{char,n} = \beta_0 * t$$

$$d_{char,n} = 0,65 * 20 = 13 \text{ mm}$$

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 d_0$$

$$k_0 - \text{pro nechráněné prvky, kde } t \geq 20 \text{ minut} \rightarrow k_0 = 1$$

$$d_{ef} = 13 + 1 * 7 = \mathbf{20 \text{ mm}}$$

Hloubka zuhelnatění pro **25 min.** požáru

$$d_{char,n} = \beta_0 * t$$

$$d_{char,n} = 0,65 * 25 = 16,25 \text{ mm}$$

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 d_0$$

$$k_0 - \text{pro nechráněné prvky, kde } t \geq 20 \text{ minut} \rightarrow k_0 = 1$$

$$d_{ef} = 16,25 + 1 * 7 = \mathbf{23,25 \text{ mm}}$$

Tab. 7: Redukované tloušťky CLT panelu v závislosti na době působení požáru

t (min.)	β_0	$d_{char,n}(mm)$	k_0	d_0	d_{ef} (mm)	d_{fi} (mm)
5	0,65	3,25	0,25	7	5	157,00
10	0,65	6,5	0,5	7	10	152,00
15	0,65	9,75	0,75	7	15	147,00
20	0,65	13	1	7	20	142,00
25	0,65	16,25	1	7	23,25	138,75
30	0,65	19,5	1	7	26,5	135,50

d_{fi} – redukovaná tloušťka panelu po působení požáru

Tab. 8: Teploty jednotlivých částí HEA profilu v závislosti na době působení požáru
zjištění ze softwaru ATENA Science

	Spodní pásnice	Stojina	Horní pásnice
5 min.	540,3 °C	94,3 °C	24,6 °C
10 min.	645,4 °C	187,7 °C	46,6 °C
15 min.	706,6 °C	258,3 °C	75,7 °C
20 min.	745,8 °C	313,5 °C	109,5 °C
25 min.	783,1 °C	357,4 °C	142,6 °C
30 min.	811,7 °C	395,1 °C	174,7 °C

Redukovaná mez kluzu za požární situace (dle ČSN EN 1993-1-2)

$$f_{y,\theta} = f_y * k_{y,\theta} \text{ [MPa]}$$

f_y – mez kluzu oceli (MPa)

$k_{y,\theta}$ – redukční součinitel pro mez kluzu

Redukovaný modul pružnosti za požární situace (dle ČSN EN 1993-1-2)

$$E_{a,\theta} = E_a * k_{E,\theta} \text{ [MPa]}$$

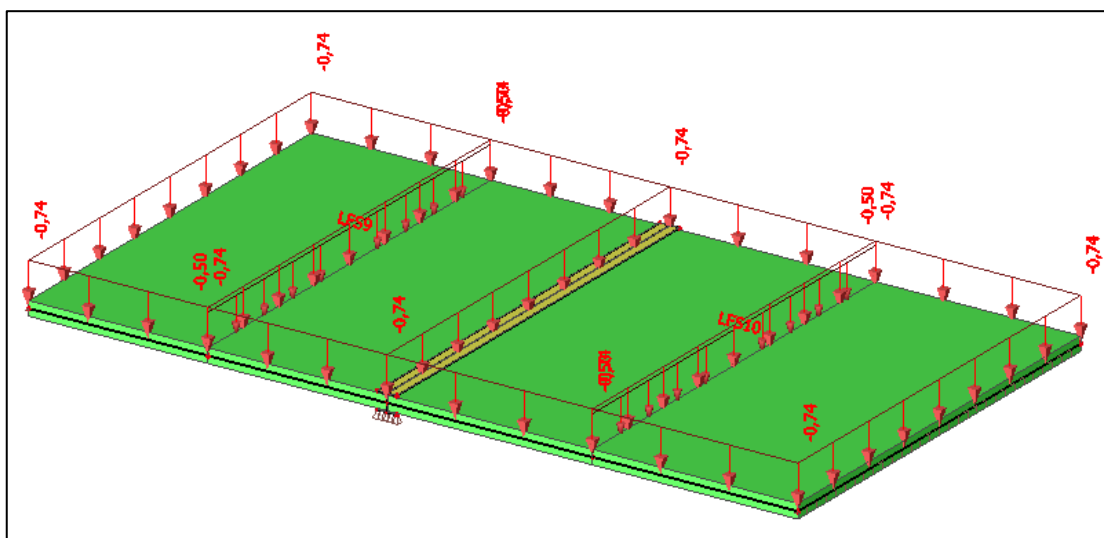
E_a – modul pružnosti oceli za běžné teploty MPa

$k_{E,\theta}$ – redukční součinitel pro modul pružnosti

Tab. 9: Výpočet redukovaného modulu pružnosti a meze kluzu při požární situaci

5 min.	A (mm ²)	θ_a (°C)	$k_{y,\theta}$	$f_{y,\theta}$ (MPa)	$k_{E,\theta}$	$E_{a,\theta}$ (MPa)
Spodní pásnice	2310	540,3	0,655	153,94	0,483	101457,30
Stojina	1386	94,3	1,000	235,00	1,000	210000,00
Horní pásnice	2310	24,6	1,000	235,00	1,000	210000,00
10 min.	A (mm ²)	θ_a (°C)	$k_{y,\theta}$	$f_{y,\theta}$ (MPa)	$k_{E,\theta}$	$E_{a,\theta}$ (MPa)
Spodní pásnice	2310	645,4	0,361	84,84	0,228	47938,80
Stojina	1386	187,7	1,000	235,00	0,912	191583,00
Horní pásnice	2310	46,6	1,000	235,00	1,000	210000,00
15 min.	A (mm ²)	θ_a (°C)	$k_{y,\theta}$	$f_{y,\theta}$ (MPa)	$k_{E,\theta}$	$E_{a,\theta}$ (MPa)
Spodní pásnice	2310	706,6	0,222	52,19	0,127	26745,60
Stojina	1386	258,3	1,000	235,00	0,842	176757,00
Horní pásnice	2310	75,7	1,000	235,00	1,000	210000,00
20 min.	A (mm ²)	θ_a (°C)	$k_{y,\theta}$	$f_{y,\theta}$ (MPa)	$k_{E,\theta}$	$E_{a,\theta}$ (MPa)
Spodní pásnice	2310	745,8	0,175	41,13	0,112	23452,80
Stojina	1386	313,5	1,000	235,00	0,787	165165,00
Horní pásnice	2310	109,5	1,000	235,00	0,991	208005,00
25 min.	A (mm ²)	θ_a (°C)	$k_{y,\theta}$	$f_{y,\theta}$ (MPa)	$k_{E,\theta}$	$E_{a,\theta}$ (MPa)
Spodní pásnice	2310	783,1	0,130	30,62	0,097	20319,60
Stojina	1386	357,4	1,000	235,00	0,743	155946,00
Horní pásnice	2310	142,6	1,000	235,00	0,957	201054,00
30 min.	A (mm ²)	θ_a (°C)	$k_{y,\theta}$	$f_{y,\theta}$ (MPa)	$k_{E,\theta}$	$E_{a,\theta}$ (MPa)
Spodní pásnice	2310	811,7	0,104	24,48	0,087	18359,46
Stojina	1386	395,1	1,000	235,00	0,705	148029,00
Horní pásnice	2310	174,7	1,000	235,00	0,925	194313,00

3.1.4 Výpočet v programu SCIA Engineer



Obr. 57: Model pro výpočet vzniklých napětí v programu SCIA Engineer

Redukční součinitel η_{fi}

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} * Q_{k,1}}{\gamma_G * G_k + \gamma_Q * Q_{k,1}}$$

G_k – charakteristická hodnota stálého zatížení

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

γ_G – dílčí součinitel pro stálé zatížení

γ_Q – dílčí součinitel pro proměnné zatížení 1

ψ_{fi} – součinitel pro hodnoty proměnných zatížení při požární situaci, dané
buď $\psi_{1,1}$ nebo $\psi_{2,1}$

Kombinační pravidlo pro zatížení: pro reprezentativní hodnotu proměnného zatížení Q_1 se v ČR použije kvazistálá hodnota $\psi_{2,1} * Q_1$. Podle charakteru konstrukce budovy a jejího umístění se doporučuje, zejména u halových objektů, pro zatížení sněhem a větrem během působení požáru uplatnit použití časté hodnoty $\psi_{1,1} * Q_1$. Jelikož se jedná o administrativní budovu, použije se doporučená kvazistálá hodnota součinitele $\psi_{2,1}$ uvedená v ČSN EN 1991-1-2 viz tab. 6.

Tab. 10: Doporučené hodnoty součinitelů ψ pro pozemní stavby (dle ČSN EN 1991-1-2)

Zatížení	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Kategorie užitných zatížení pro pozemní stavby (viz EN 1991-1-1)			
Kategorie A: obytné plochy	0,7	0,5	0,3
Kategorie B: kancelářské plochy	0,7	0,5	0,3
Kategorie C: shromažďovací plochy	0,7	0,7	0,6
Kategorie D: obchodní plochy	0,7	0,7	0,6
Kategorie E: skladovací plochy	1,0	0,9	0,8
Kategorie F: dopravní plochy tíha vozidla ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
Kategorie G: dopravní plochy 30 kN < tíha vozidla ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3
Kategorie H : střechy	0	0	0
Zatížení sněhem (viz EN 1991-1-3) ^{*)}			
Finsko, Island, Norsko, Švédsko	0,70	0,50	0,20
Ostatní členové CEN, pro stavby umístěné ve výšce $H > 1000$ m n.m.	0,70	0,50	0,20
Ostatní členové CEN, pro stavby umístěné ve výšce $H \leq 1000$ m n.m.	0,50	0,20	0
Zatížení větrem (viz EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Teplota (ne od požáru) pro pozemní stavby (viz EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
POZNÁMKA Hodnoty ψ mohou být stanoveny v národní příloze.			
*) Pro země, které zde nejsou uvedené, se součinitele ψ stanoví podle místních podmínek.			

Součinitel pro zatížení sněhem a pro užité zatížení působící na konstrukci střechy se dle normy rovná hodnotě $\psi_{2,1} = 0,0$.

$$\text{Užitné zatížení} \quad \eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} * Q_{k,1}}{\gamma_G * G_k + \gamma_Q * Q_{k,1}} = \frac{2,88 + 0,0 * 0,75}{1,35 * 2,88 + 1,5 * 0,75} = 0,57$$

$$\text{Zatížení sněhem} \quad \eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} * Q_{k,1}}{\gamma_G * G_k + \gamma_Q * Q_{k,1}} = \frac{2,88 + 0,0 * 1,2}{1,35 * 2,88 + 1,5 * 1,2} = 0,51$$

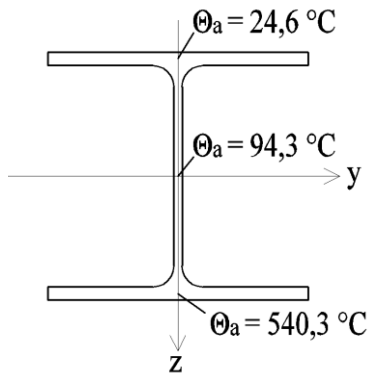
Pro posouzení byl použit součinitel pro hlavní proměnné zatížení užité. Výsledné působící síly dosahují vyšších hodnot pro bezpečné posouzení konstrukce. Pro zatížení při požární situaci bylo uvažováno plně působící stálé a užité zatížení a zatížení sněhem bylo redukováno na polovinu.

Kombinace zatěžovacích stavů

Jméno	Zatěžovací stavy	Součinitel [-]
CO Požární situace	stálé	0,57
	sníh	0,28
	proměnné	0,57
	vlastní tíha	0,57

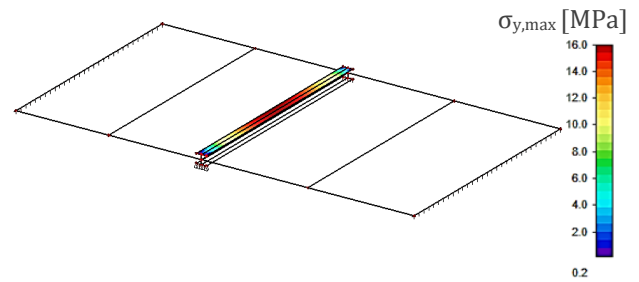
5. minuta

Ocelový profil HEA220



Obr. 58: Teploty jednotlivých částí ocelového profilu po 5 min. požáru

Posouzení napětí v ohybu



Obr. 59: Napětí v ohybu v horní pásnici nosníku po 5 min. požáru

Horní pásnice

$$\sigma_{y,max,HP,10} = 16,1 \text{ N/mm}^2$$

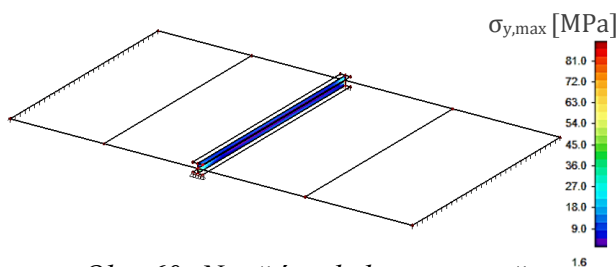
$$f_{y,\theta,HP,10} = 235 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y,max,HP,10} \leq f_{y,\theta,HP,10}$$

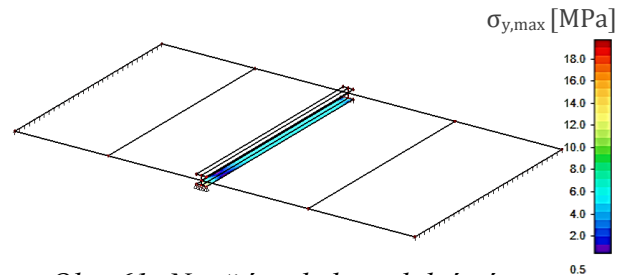
$$16,1 \text{ N/mm}^2 \leq 235 \text{ N/mm}^2$$

→ VYHOVUJE

Vykreslené hodnoty maximálního napětí ocelového nosníku vznikají v podporách jako lokální vrcholy napětí vlivem liniového uložení a neodpovídají skutečnému namáhání. Pro výpočet byly uvažovány hodnoty v polovině rozpětí nosníku: $\sigma_{y,max}$



Obr. 60: Napětí v ohybu ve stojině nosníku po 5 min. požáru



Obr. 61: Napětí v ohybu v dolní pásnici nosníku po 5 min. požáru

Stojina

$$\sigma_{y,max,ST,10} = 14,5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{y,\theta,ST,10} = 235 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y,max,ST,10} \leq f_{y,\theta,ST,10}$$

$$14,5 \text{ N/mm}^2 \leq 235 \text{ N/mm}^2$$

→ VYHOVUJE

Dolní pásnice

$$\sigma_{y,max,DP,10} = 5,8 \text{ N/mm}^2$$

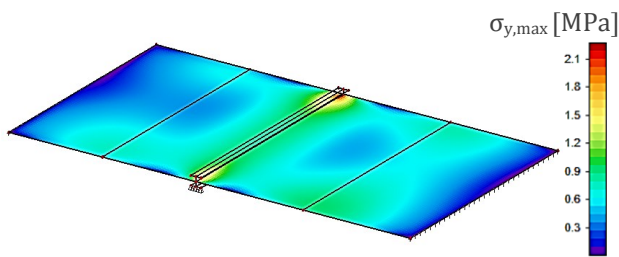
$$f_{y,\theta,DP,10} = 84,84 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y,max,DP,10} \leq f_{y,\theta,DP,10}$$

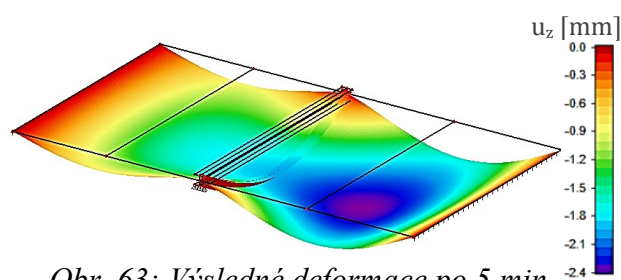
$$5,8 \text{ N/mm}^2 \leq 84,84 \text{ N/mm}^2$$

→ VYHOVUJE

Dřevěný CLT panel



Obr. 62: Napětí v ohybu dřevěného CLT panelu po 5 min. požáru



Obr. 63: Výsledné deformace po 5 min. požáru

Posouzení napětí v ohybu dřevěného panelu

$$\sigma_{m,d,fi} \leq f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d,fi} = 1,4 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} * \frac{f_{20}}{\gamma_{m,fi}} = 1 * \frac{27,6}{1}$$

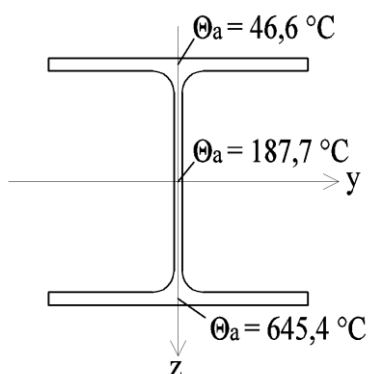
$$= 27,6 \text{ N/mm}^2$$

$$1,4 \text{ N/mm}^2 \leq 27,6 \text{ N/mm}^2$$

→ VYHOVUJE

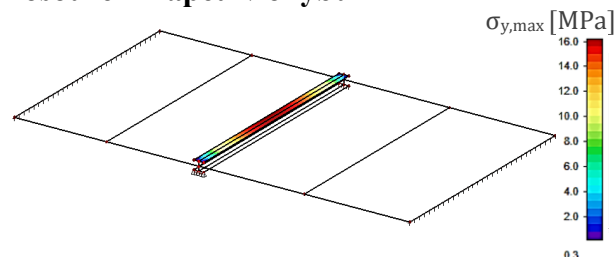
10. minuta

Ocelový profil HEA220



Obr. 64: Teploty jednotlivých částí ocelového profilu po 10 min. požáru

Posouzení napětí v ohybu



Obr. 65: Napětí v ohybu v horní pásnici nosníku po 10 min. požáru

Horní pásnice

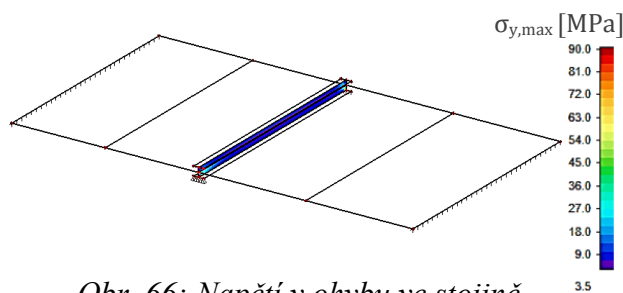
$$\sigma_{y,max,HP,10} = 16,3 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{y,\theta,HP,10} = 235 \text{ N/mm}^2$$

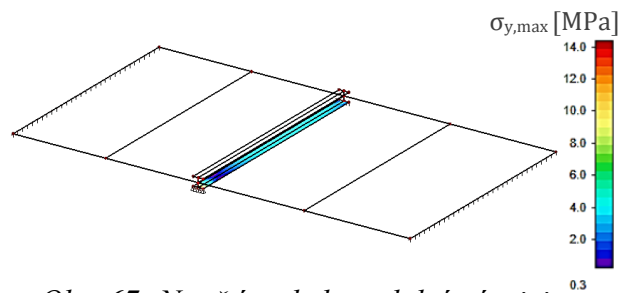
$$\sigma_{y,max,HP,10} \leq f_{y,\theta,HP,10}$$

$$16,3 \text{ N/mm}^2 \leq 235 \text{ N/mm}^2$$

→ VYHOVUJE



Obr. 66: Napětí v ohybu ve stojině nosníku po 10 min. požáru



Obr. 67: Napětí v ohybu v dolní pásnici nosníku po 10 min. požáru

Stojina

$$\sigma_{y,max,ST,10} = 15,8 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{y,\theta,ST,10} = 235 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y,max,ST,10} \leq f_{y,\theta,ST,10}$$

$$15,8 \text{ N/mm}^2 \leq 235 \text{ N/mm}^2$$

→ VYHOVUJE

Dolní pásnice

$$\sigma_{y,max,DP,10} = 4,8 \text{ N/mm}^2$$

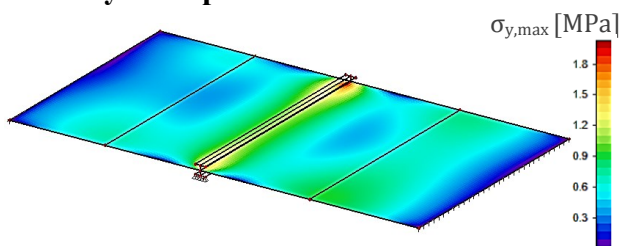
$$f_{y,\theta,DP,10} = 52,19 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y,max,DP,10} \leq f_{y,\theta,DP,10}$$

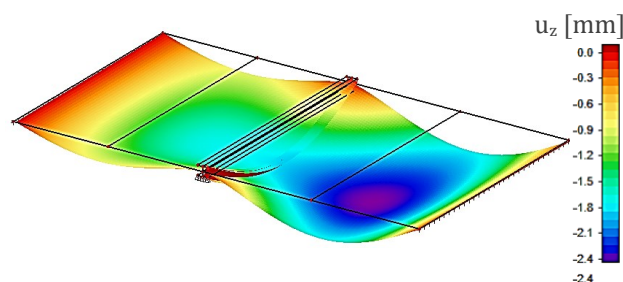
$$4,8 \text{ N/mm}^2 \leq 52,19 \text{ N/mm}^2$$

→ VYHOVUJE

Dřevěný CLT panel



Obr. 68: Napětí v ohybu dřevěného CLT panelu po 10 min. požáru



Obr. 69: Výsledné deformace po 10 min. požáru

Posouzení napětí v ohybu dřevěného panelu

$$\sigma_{m,d,fi} \leq f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d,fi} = 1,5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} * \frac{f_{20}}{\gamma_{m,fi}} = 1 * \frac{27,6}{1}$$

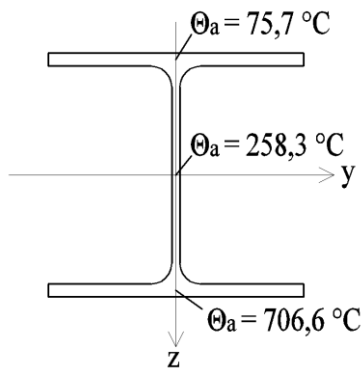
$$= 27,6 \text{ N/mm}^2$$

$$1,5 \text{ N/mm}^2 \leq 27,6 \text{ N/mm}^2$$

→ VYHOVUJE

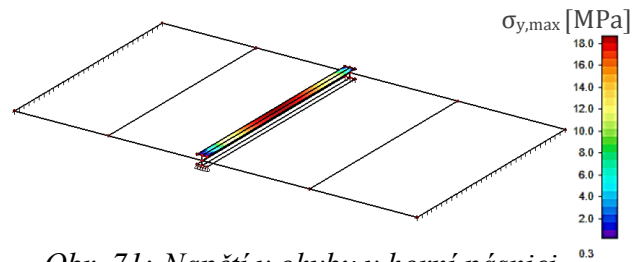
15. minuta

Ocelový profil HEA220



Obr. 70: Teploty jednotlivých částí ocelového profilu po 15 min. požáru

Posouzení napětí v ohybu



Obr. 71: Napětí v ohybu v horní pásnici nosníku po 15 min. požáru

Horní pásnice

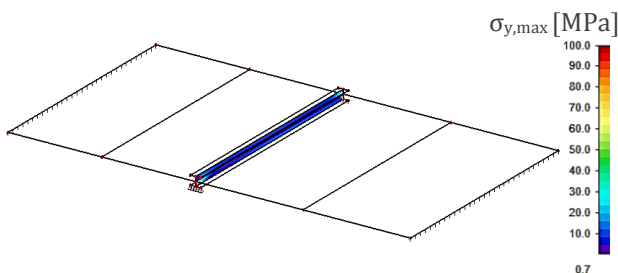
$$\sigma_{y,max,HP,15} = 18,7 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{y,\theta,HP,15} = 235 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y,max,HP,15} \leq f_{y,\theta,HP,15}$$

$$18,7 \text{ N/mm}^2 \leq 235 \text{ N/mm}^2$$

→ VYHOVUJE



Obr. 72: Napětí v ohybu ve stojině nosníku po 15 min. požáru

Stojina

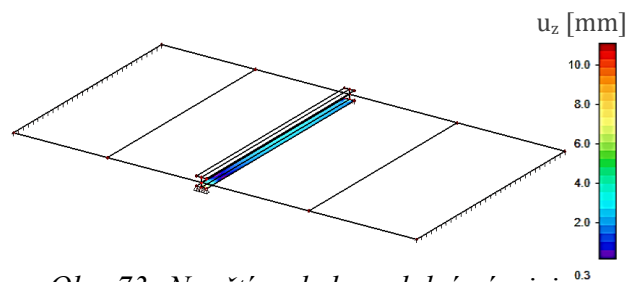
$$\sigma_{y,max,ST,15} = 17,7 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{y,\theta,ST,15} = 235 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y,max,ST,15} \leq f_{y,\theta,ST,15}$$

$$17,7 \text{ N/mm}^2 \leq 235 \text{ N/mm}^2$$

→ VYHOVUJE



Obr. 73: Napětí v ohybu v dolní pásnici nosníku po 15 min. požáru

Dolní pásnice

$$\sigma_{y,max,DP,20} = 3,9 \text{ N/mm}^2$$

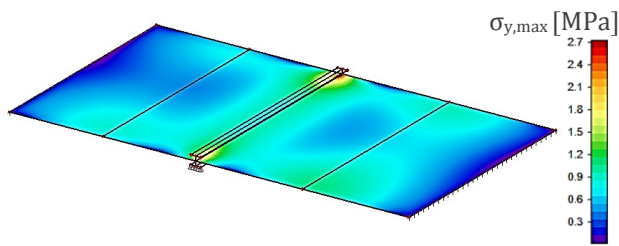
$$f_{y,\theta,DP,20} = 52,19 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y,max,DP,20} \leq f_{y,\theta,DP,20}$$

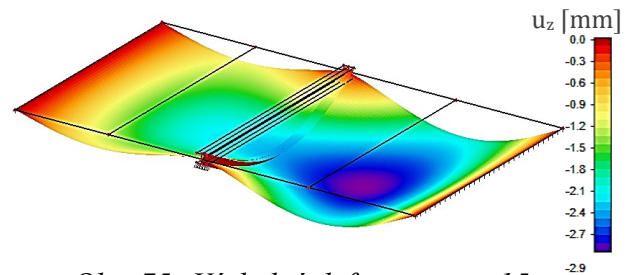
$$3,9 \text{ N/mm}^2 \leq 52,19 \text{ N/mm}^2$$

→ VYHOVUJE

Dřevěný CLT panel



Obr. 74: Napětí v ohybu dřevěného CLT panelu po 15 min. požáru



Obr. 75: Výsledné deformace po 15 min. požáru

Posouzení napětí v ohybu dřevěného panelu

$$\sigma_{m,d,fi} \leq f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d,fi} = 1,6 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} * \frac{f_{20}}{\gamma_{m,fi}} = 1 * \frac{27,6}{1}$$

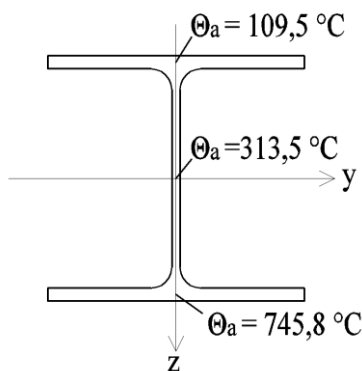
$$= 27,6 \text{ N/mm}^2$$

$$1,6 \text{ N/mm}^2 \leq 27,6 \text{ N/mm}^2$$

→ VYHOVUJE

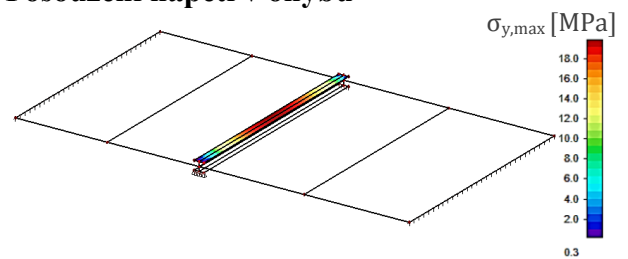
20. minuta

Ocelový profil HEA220



Obr. 76: Teploty jednotlivých částí ocelového profilu po 20 min. požáru

Posouzení napětí v ohybu



Obr. 77: Napětí v ohybu v horní pásnici nosníku po 20 min. požáru

Horní pásnice

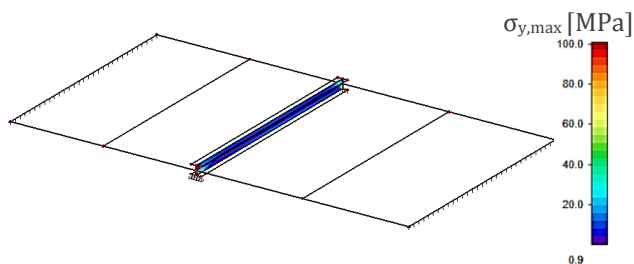
$$\sigma_{y,max,HP,20} = 19,9 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{y,\theta,HP,20} = 235 \text{ N/mm}^2$$

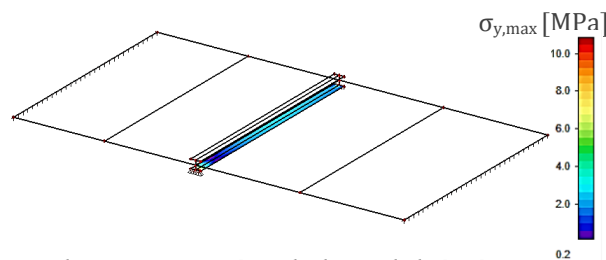
$$\sigma_{y,max,HP,20} \leq f_{y,\theta,HP,20}$$

$$19,9 \text{ N/mm}^2 \leq 235 \text{ N/mm}^2$$

→ VYHOVUJE



Obr. 78: Napětí v ohybu ve stojině nosníku po 20 min. požáru



Obr. 79: Napětí v ohybu v dolní pásnici nosníku po 20 min. požáru

Stojina

$$\sigma_{y,max,ST,20} = 17,9 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{y,\theta,ST,20} = 235 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y,max,ST,20} \leq f_{y,\theta,ST,20}$$

$$17,9 \text{ N/mm}^2 \leq 235 \text{ N/mm}^2$$

→ VYHOVUJE

Dolní pásnice

$$\sigma_{y,max,DP,20} = 3,7 \text{ N/mm}^2$$

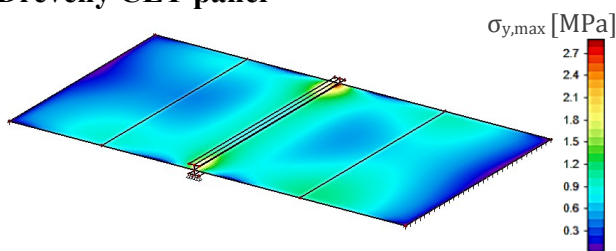
$$f_{y,\theta,DP,20} = 41,13 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y,max,DP,20} \leq f_{y,\theta,DP,20}$$

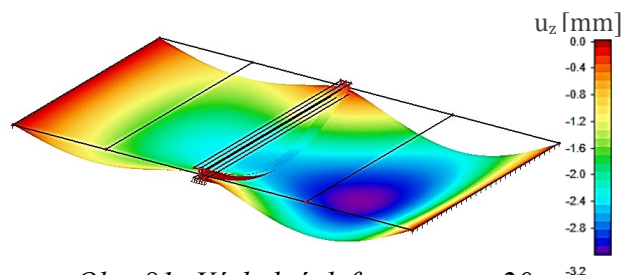
$$3,7 \text{ N/mm}^2 \leq 41,13 \text{ N/mm}^2$$

→ VYHOVUJE

Dřevěný CLT panel



Obr. 80: Napětí v ohybu dřevěného CLT panelu po 20 min. požáru



Obr. 81: Výsledné deformace po 20 min. požáru

Posouzení napětí v ohybu dřevěného panelu

$$\sigma_{m,d,fi} \leq f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,d,fi} = 1,7 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} * \frac{f_{20}}{\gamma_{m,fi}} = 1 * \frac{27,6}{1}$$

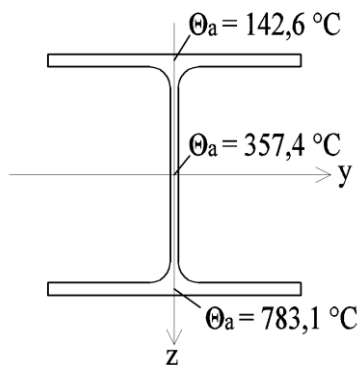
$$= 27,6 \text{ N/mm}^2$$

$$1,7 \text{ N/mm}^2 \leq 27,6 \text{ N/mm}^2$$

→ VYHOVUJE

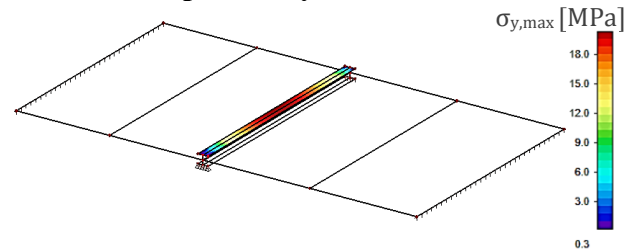
25. minuta

Ocelový profil HEA220



Obr. 82: Teploty jednotlivých částí ocelového profilu po 25 min. požáru

Posouzení napětí v ohybu



Obr. 83: Napětí v ohybu v horní pásnici nosníku po 25 min. požáru

Horní pásnice

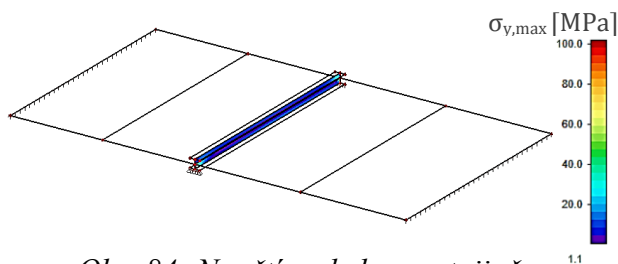
$$\sigma_{y,max,HP,25} = 20,4 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{y,\theta,HP,25} = 235 \text{ N/mm}^2$$

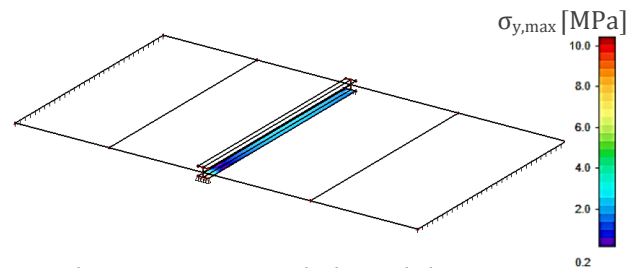
$$\sigma_{y,max,HP,25} \leq f_{y,\theta,HP,25}$$

$$20,7 \text{ N/mm}^2 \leq 235 \text{ N/mm}^2$$

→ VYHOVUJE



Obr. 84: Napětí v ohybu ve stojině nosníku po 25 min. požáru



Obr. 85: Napětí v ohybu v dolní pásnici nosníku po 25 min. požáru

Stojina

$$\sigma_{y,max,ST,25} = 18,2 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{y,\theta,ST,25} = 235 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y,max,ST,25} \leq f_{y,\theta,ST,25}$$

$$18,2 \text{ N/mm}^2 \leq 235 \text{ N/mm}^2$$

→ VYHOVUJE

Dolní pásnice

$$\sigma_{y,max,DP,25} = 3,4 \text{ N/mm}^2$$

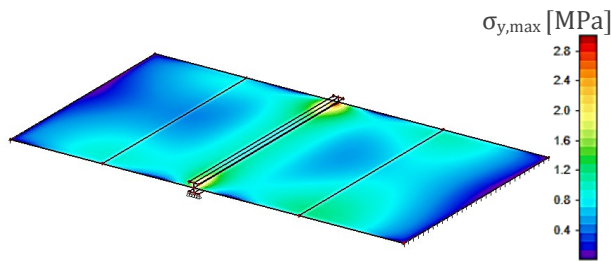
$$f_{y,\theta,DP,25} = 30,62 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y,max,DP,25} \leq f_{y,\theta,DP,25}$$

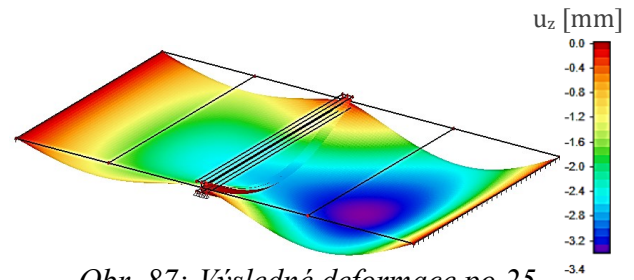
$$3,4 \text{ N/mm}^2 \leq 30,62 \text{ N/mm}^2$$

→ VYHOVUJE

Dřevěný CLT panel



Obr. 86: Napětí v ohybu dřevěného CLT panelu po 25 min. požáru



Obr. 87: Výsledné deformace po 25 min. požáru

Posouzení napětí v ohybu dřevěného panelu

$$\sigma_{m,d,fi} \leq f_{m,d}$$

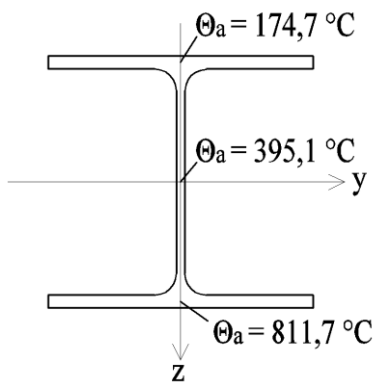
$$\sigma_{m,d,fi} = 1,8 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} * \frac{f_{20}}{\gamma_{m,fi}} = 1 * \frac{27,6}{1} \\ = 27,6 \text{ N/mm}^2$$

$$1,8 \text{ N/mm}^2 \leq 27,6 \text{ N/mm}^2$$

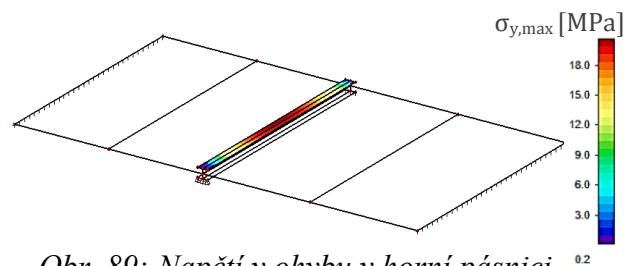
→ VYHOVUJE

30. Minuta Ocelov profil HEA220



Obr. 88: Teploty jednotlivých částí ocelového profilu po 30 min. požáru

Posouzení napětí v ohybu



Obr. 89: Napětí v ohybu v horní pásnici nosníku po 30 min. požáru

Horní pásnice

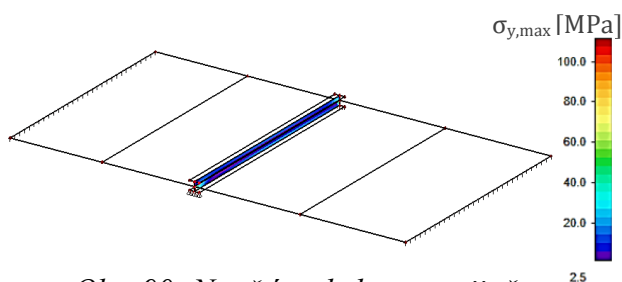
$$\sigma_{y,max,HP,30} = 20,7 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{y,\theta,HP,30} = 24,48 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y,max,HP,30} \leq f_{y,\theta,HP,30}$$

$$20,7 \text{ N/mm}^2 \leq 235 \text{ N/mm}^2$$

→ VYHOVUJE



Obr. 90: Napětí v ohybu ve stojině nosníku po 30 min. požáru

Stojina

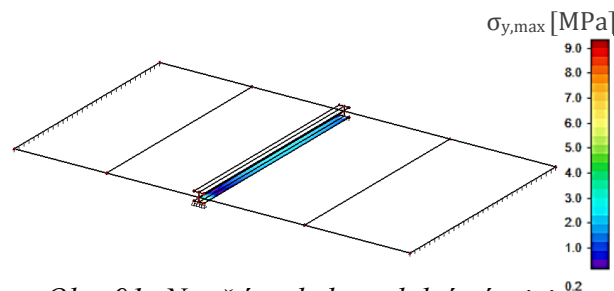
$$\sigma_{y,max,ST,30} = 24,5 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{y,\theta,ST,30} = 235 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y,max,ST,30} \leq f_{y,\theta,ST,30}$$

$$24,5 \text{ N/mm}^2 \leq 235 \text{ N/mm}^2$$

→ VYHOVUJE



Obr. 91: Napětí v ohybu v dolní pásnici nosníku po 30 min. požáru

Dolní pásnice

$$\sigma_{y,max,DP,30} = 3,1 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{y,\theta,DP,30} = 24,48 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y,max,DP,30} \leq f_{y,\theta,DP,30}$$

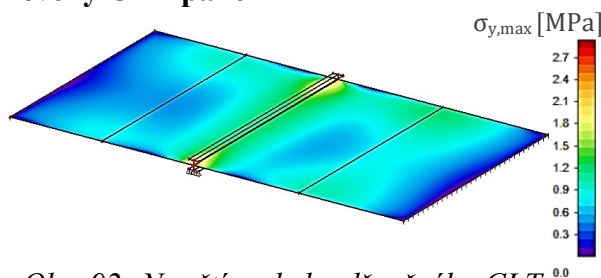
$$3,1 \text{ N/mm}^2 \leq 24,48 \text{ N/mm}^2$$

→ **OCELOVÝ PROFIL**

VYHOVUJE POŽADOVANÉ

POŽÁRNÍ ODOLNOSTI 30 min.

Dřevěný CLT panel



Obr. 92: Napětí v ohybu dřevěného CLT panelu po 30 min. požáru

Posouzení napětí v ohybu dřevěného panelu

$$\sigma_{m,d,fi} = 1,8 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,d,fi} = k_{mod,fi} * \frac{f_{20}}{\gamma_{m,fi}} = 1 * \frac{27,6}{1}$$

$$= 27,6 \text{ N/mm}^2$$

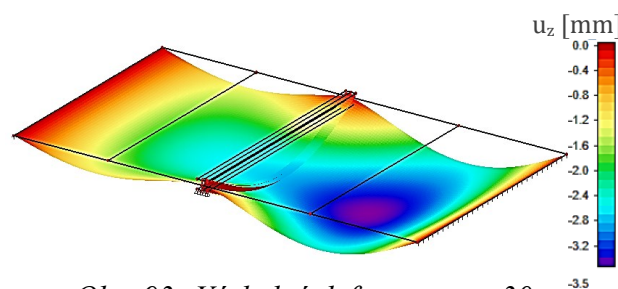
$$\sigma_{m,d,fi} \leq f_{m,d}$$

$$1,8 \text{ N/mm}^2 \leq 27,6 \text{ N/mm}^2$$

→ **PANEL VYHOVUJE**

POŽADOVANÉ POŽÁRNÍ

ODOLNOSTI 30 min.



Obr. 93: Výsledné deformace po 30 min. požáru

Dřevěný KLH panely i ocelový profil HEA220 vyhovují požadované požární odolnosti 30 min. Není nutné navrhovat další protipožární ochranná opatření.

4 Závěr

Pomocí dřevěných CLT panelů mohou vzniknout architektonicky a účelně zajímavé konstrukce a to i v porovnání s klasickými dřevěnými konstrukcemi z rostlého a lepeného lamelového dřeva. Největšími výhodami CLT panelů jsou rychlost výstavby, možnosti celoroční výstavby bez ohledu na klimatické podmínky, recyklovatelnost materiálu, přesnost jednotlivých prvků, ekologické a psychologické hledisko. Dřevěné panely umožňují výstavbu i několika patrových budov, což je ale v České republice omezeno z důvodu požární bezpečnosti. Normy omezují dovolenou požární výšku hořlavého konstrukčního systému na hodnotu $h \leq 9$ m, což odpovídá max. 3 nadzemním podlažím s konstrukční výškou podlaží max. 3 m. Pokud je v objektu navržena chráněná úniková cesta, byl zvýšen limit požární výšky o cca jedno podlaží na dnešních $h \leq 12$ m. Chráněná úniková cesta ve své podstatě znamená schodišťové jádro v dřevostavbě z konstrukcí druhu DP1.

Literatura

- [1] WALD, František. *Výpočet požární odolnosti stavebních konstrukcí*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03157-8.
- [2] PAVLAS, Marek. *Dřevostavby z vrstvených masivních panelů: technologie CLT*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-271-0055-2.
- [3] SOKOL, Zdeněk a František WALD. *Ocelové konstrukce: tabulky*. 2. přeprac. vyd. Praha: České vysoké učení technické, 2010. ISBN 978-80-01-04655-5.
- [4] BÍLEK, Vladimír. *Dřevostavby: navrhování dřevěných vícepodlažních budov*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03159-4.
- [5] KUKLÍK, Petr a Anna KUKLÍKOVÁ. *Navrhování dřevěných konstrukcí: příručka k ČSN EN 1995-1*. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2010. ISBN 978-80-87093-88-7.
- [6] ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí, Změna A1, Praha: Český normalizační institut, 2004
- [7] ČSN EN 1991-1-1: Zatížení konstrukcí, Obecná zatížení, Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, ČSNi, Praha 2004
- [8] ČSN EN 1991-1-2: Zatížení konstrukcí, Obecná zatížení, Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru, ČSNi, Praha 2004
- [9] ČSN EN 1991-1-3 (Eurokód 1): Zatížení konstrukcí – Zatížení sněhem. Praha : ČNI, 2003.
- [10] ČSN EN 1991-1-4 (Eurokód 1): Zatížení konstrukcí – Zatížení větrem. Praha : ČNI, 2003.
- [11] ČSN EN 1993-1-2: Navrhování ocelových konstrukcí, Obecná pravidla, Navrhování konstrukcí na účinky požáru, ČSNi, Praha 2006
- [12] ČSN EN 1995-1-1: Navrhování dřevěných konstrukcí, Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, ČSNi, Praha 2006
- [13] ČSN EN 1995-1-2: Navrhování dřevěných konstrukcí, Obecná pravidla, Navrhování konstrukcí na účinky požáru, ČSNi, Praha 2006
- [14] ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty (2009), změna Z1 (2013)
- [15] Augustin, M.: Kapitola 6, *Vzdělávací materiály pro navrhování a zkoušení dřevěných konstrukcí*, Projekt TEMTIS
- [16] K 25 Obklad Knauf Fireboard - ocelových sloupů a nosníků. *Knauf Insulation, spol. s.r.o.* [online]. 2007 [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: <http://www.knauf.cz/file/2872-44-k-25.pdf>
- [17] Obklad ocelových konstrukcí deskami Knauf FIREBOARD – K 25. *Knauf Insulation, spol. s.r.o.* [online]. 2013 [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: <http://www.knauf.cz/file/1321-k-obklad-ocelovych-konstrukci-deskami-knauf-fireboard.pdf>

- [18] Detaily. *Stora Enso* [online]. 2012 [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <http://www.clt.info/wp-content/uploads/2015/10/Detaily-CS.pdf>
- [19] Konstrukce hrubé stavby. *Stora Enso* [online]. 2012 [cit. 2017-04-23]. Dostupné z: <http://www.clt.info/wp-content/uploads/2015/10/Konstrukce-hrub%C3%A9-stavby-CS.pdf>
- [20] KUKLÍK, Petr. Metody výstavby budov ze dřeva. *ProLignum* [online]. [cit. 2017-05-02]. Dostupné z: http://www.prolignum.cz/fileadmin/prolignum/media.cz/4_Metody_vystavby_budov_ze_dreva_Petr_Kuklik.pdf
- [21] proHolz Austria (Ed.): “Mehrgeschossiger Holzbau in Österreich, Holzskelett- und Holzmassivbauweise“, ISSN 1680-4252, pro:Holz Austria, Wien, Österreich, 2002
- [22] proHolz Austria (Ed.): “Cross-Laminated Timber Structural Design“, ISSN 1680-4252, ISBN 978-3-902926-03-6, pro:Holz Austria, Wien, Österreich, 2014
- [23] *KLH Massivholz GmbH: Fire protection* [online]. 2017 [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <http://www.klh.at/en/application/fire/>
- [24] *KLH Massivholz GmbH: Manufacture* [online]. 2017 [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <http://www.klh.at/en/product/manufacture/>
- [25] *KLH Massivholz GmbH: Technische kenndaten* [online]. 2017 [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <http://www.klh.at/en/product/technical/>
- [26] Novatop solid: Technická dokumentace. *AGROP NOVA a.s.* [online]. 2014 [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: www.novatop-system.cz
- [27] Bauteilkatalog. *KLH Massivholz GmbH* [online]. 2003 [cit. 2017-05-15]. Dostupné z: https://www.habiter-autrement.org/11.construction/contributions-11/Bauteilkatalog_Kleinhaus-klh.pdf
- [28] Konstrukční systém. *AGROP NOVA a.s.* [online]. 2016 [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: www.novatop-system.cz
- [29] *Stavby z masivního dřeva CLT* [online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <http://www.clt.info/cz/produkty/clt-system-z-masivniho-dreva/>
- [30] Technologie X-LAM. *Abete Dřevostavby s.r.o.* [online]. [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <http://www.abete.cz/technologie-x-lam/popis.html>
- [31] Chemické kotvy HVU-TZ. *Hilti ČR* [online]. 2017 [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: <https://www.hilti.cz/kotevn%C3%AD-technika/chemick%C3%A9-patrony/r1221>
- [32] Kolový svorník (ŠTEFT). *SCHELLERS* [online]. 2017 [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <https://shellers.cz/obchod/kolove-svorniky/kolovy-svornik-steft-m12x125x65-tisicihran-prumer-124mm-crp7crp124b65/>
- [33] Ocelové kolíky. *FASTENERS CZ* [online]. 2017 [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <https://shop.fasteners-cz.cz/kolik-ocelovy-art-02204-ocel-12-x-140-gal-zn/>
- [34] Vruty pro dřevostavby se zápustnou hlavou. *Vruty Fischer* [online]. 2017 [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: <https://vruty-fischer.cz/15556-vruty-pro-drevostavby-se-zapustnou-hlavou.html>

Seznam příloh

Příloha 1: Výkres dřevěných nosných konstrukcí 1.NP

Příloha 2: Výkres dřevěných nosných konstrukcí 2.NP

Příloha 3: Výkres dřevěných nosných konstrukcí střecha

Příloha 4: Výkres dřevěných nosných konstrukcí jižní pohled

Příloha 5: Detaily

Seznam obrázků

Obr. 1: Vrstvený dřevěný CLT panel	6
Obr. 2: Orientace vrstev panelu	6
Obr. 3: Prkna a fošny z okrajových částí kmene stromu; rozdělení materiálových vlastností po průřezu	7
Obr. 4: Lamely slepené do vrstvy pro výrobu CLT panelu	7
Obr. 5: Typy bočního spojení lamel	7
Obr. 6: Základní používaný materiál	8
Obr. 7: Skladba vrstev panelu určeného pro stěnové panely	9
Obr. 8: Skladba vrstev panelu určeného pro stropní a střešní panely	9
Obr. 9: Ztráta tuhosti CLT panelu, namáhaného požárem z jedné strany	10
Obr. 10: Průběh ohybového a smykového napětí v CLT s lepenými boky lamel	11
Obr. 11: Průběh ohybového a smykového napětí v CLT ve směru větší a menší únosnosti	11
Obr. 12: Způsoby porušení v příčné vrstvě CLT	11
Obr. 13: Parametry ovlivňující „valivý smyk“	12
Obr. 14: Modelování desek s dvojosým přenosem zatížení pomocí roštu z nosníku (se zohledněním překrytí prvků CLT a otvoru)	13
Obr. 15: Nejběžnější boční spojení stropních CLT panelů: se zapuštěnou horní vrstvou, se zapuštěnou hlavou, se zkříženými spojovacími prostředky	14
Obr. 16: Další možnosti spojení CLT	14
Obr. 17: Vykreslení vnitřních sil spoje strop-stěna	15
Obr. 18: Kombinace CLT s ocelovým HEA profilem	15
Obr. 19: Normové teplotní křivky	16
Obr. 20: Součinitel expozice $ce(z)$ pro $c_0 = 1,0$; $k_1 = 1,0$ (ČSN EN 1991-1-4)	18
Obr. 21: Součinitel vnějšího tlaku pro svislé stěny (ČSN EN 1991-1-4)	19
Obr. 22: Součinitel vnějšího tlaku pro ploché střechy (ČSN EN 1991-1-4)	19
Obr. 23: Schéma pnutí stropních panelů 1.NP	21
Obr. 24: Schéma pnutí stropních panelů 2.NP	22
Obr. 25: Statické schéma sloupu	22
Obr. 26: Schéma obvodové stěny	24
Obr. 27: Rozměry panelu obvodové stěny	25
Obr. 28: Průběh normálového napětí panelu vnější stěny od ohybového momentu	26
Obr. 29: Schéma panelu vnitřní stěny	27
Obr. 30: Rozměry panelu vnitřní stěny	27
Obr. 31: Průběh normálového napětí panelu vnitřní stěny od ohybového momentu	28
Obr. 32: Schéma: 5 vrstvý panel KLH 5s 162 DL (34 30 34 30 34)	29

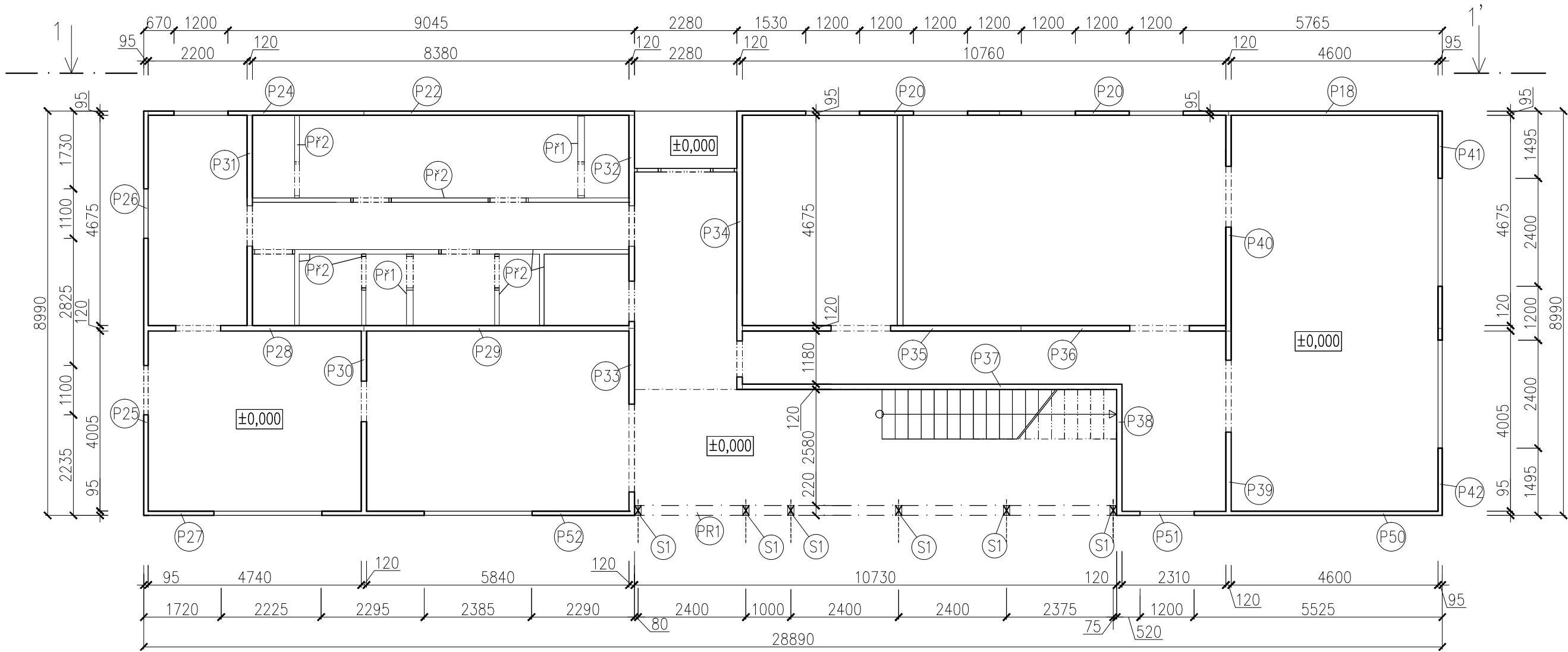
Obr. 33: Statické schéma stropního panelu P9.....	31
Obr. 34: Statické schéma stropního panelu P9	32
Obr. 35: Průběh normálového a smykového napětí stropního panelu P9	32
Obr. 36: Statické schéma stropního panelu P1	34
Obr. 37: Průběh normálového a smykového napětí stropního panelu P1	35
Obr. 38: Statické schéma stropního panelu P1	36
Obr. 39: Průhyby stropního panelu P1	36
Obr. 40: Statické schéma střešního panelu P1	37
Obr. 41: Detail spoje HEA profil s CLT panely a jeho umístění v půdorysu	38
Obr. 42: Ocelový HEA profil	38
Obr. 43: Ilustrační schéma požárního úseku	41
Obr. 44: Graf znázorňující rozvoj teplot podle parametrické křivky a normové teplotní křivky v závislosti na době působení požáru.....	44
Obr. 45: Model styku prvku importovaný z programu Autocad	45
Obr. 46: Znázorněné monitorovací body.....	45
Obr. 47: Znázornění plochy přímo vystavené účinkům požáru	45
Obr. 48: Měrné teplo a součinitel tepelné vodivosti za běžné teploty.....	46
Obr. 49: Měrné teplo a součinitel tepelné vodivosti za zvýšených teplot	46
Obr. 50: Grafy závislosti měrného tepla a součinitele tepelné vodivosti na teplotě prvku .	46
Obr. 51: Hodnoty měrného tepla a součinitele tepelné vodivosti pro ocelový prvek	47
Obr. 52: Počáteční průběh teplot v čase požáru 18 sekund	47
Obr. 53: Poškození konstrukce po působení požáru v čase 1800 sekund (30 minut)	47
Obr. 54: Graf rozvoje teplot v závislosti na čase v monitorovacích bodech	47
Obr. 55: Schéma: 5vrstvý panel KLH 5s 162 DL (34 30 34 30 34).....	48
Obr. 56: Počet vrstev a průběh napětí po 30 minutách požáru.....	48
Obr. 57: Model pro výpočet vzniklých napětí v programu SCIA Engineer.....	52
Obr. 58: Teploty jednotlivých částí ocelového profilu po 5 min. požáru.....	54
Obr. 59: Napětí v ohybu v horní pásnici nosníku po 5 min. požáru.....	54
Obr. 60: Napětí v ohybu ve stojině nosníku po 5 min. požáru	54
Obr. 61: Napětí v ohybu v dolní pásnici nosníku po 5 min. požáru	54
Obr. 62: Napětí v ohybu dřevěného CLT panelu po 5 min. požáru	55
Obr. 63: Výsledné deformace po 5 min. požáru.....	55
Obr. 64: Teploty jednotlivých částí ocelového profilu po 10 min. požáru.....	55
Obr. 65: Napětí v ohybu v horní pásnici nosníku po 10 min. požáru.....	55
Obr. 66: Napětí v ohybu ve stojině nosníku po 10 min. požáru	56
Obr. 67: Napětí v ohybu v dolní pásnici nosníku po 10 min. požáru	56
Obr. 68: Napětí v ohybu dřevěného CLT panelu po 10 min. požáru	56
Obr. 69: Výsledné deformace po 10 min. požáru.....	56
Obr. 70: Teploty jednotlivých částí ocelového profilu po 15 min. požáru.....	57

Obr. 71: Napětí v ohybu v horní pásnici nosníku po 15 min. požáru.....	57
Obr. 72: Napětí v ohybu ve stojině nosníku po 15 min. požáru.....	57
Obr. 73: Napětí v ohybu v dolní pásnici nosníku po 15 min. požáru.....	57
Obr. 74: Napětí v ohybu dřevěného CLT panelu po 15 min. požáru.....	58
Obr. 75: Výsledné deformace po 15 min. požáru.....	58
Obr. 76: Teploty jednotlivých částí ocelového profilu po 20 min. požáru.....	58
Obr. 77: Napětí v ohybu v horní pásnici nosníku po 20 min. požáru.....	58
Obr. 78: Napětí v ohybu ve stojině nosníku po 20 min. požáru.....	59
Obr. 79: Napětí v ohybu v dolní pásnici nosníku po 20 min. požáru.....	59
Obr. 80: Napětí v ohybu dřevěného CLT panelu po 20 min. požáru.....	59
Obr. 81: Výsledné deformace po 20 min. požáru.....	59
Obr. 82: Teploty jednotlivých částí ocelového profilu po 25 min. požáru.....	60
Obr. 83: Napětí v ohybu v horní pásnici nosníku po 25 min. požáru.....	60
Obr. 84: Napětí v ohybu ve stojině nosníku po 25 min. požáru.....	60
Obr. 85: Napětí v ohybu v dolní pásnici nosníku po 25 min. požáru.....	60
Obr. 86: Napětí v ohybu dřevěného CLT panelu po 25 min. požáru.....	61
Obr. 87: Výsledné deformace po 25 min. požáru.....	61
Obr. 88: Teploty jednotlivých částí ocelového profilu po 30 min. požáru.....	61
Obr. 89: Napětí v ohybu v horní pásnici nosníku po 30 min. požáru.....	61
Obr. 90: Napětí v ohybu ve stojině nosníku po 30 min. požáru.....	62
Obr. 91: Napětí v ohybu v dolní pásnici nosníku po 30 min. požáru.....	62
Obr. 92: Napětí v ohybu dřevěného CLT panelu po 30 min. požáru.....	62
Obr. 93: Výsledné deformace po 30 min. požáru.....	62

Seznam tabulek

Tab. 1: Tlak příčného větru na vnější povrch stěn.....	18
Tab. 2: Tlak podélného větru na vnější povrch stěn.....	18
Tab. 3: Tlak větru na plochou střechu	19
Tab. 4: Příklady mezních hodnot průhybů nosníků.....	33
Tab. 5: Mezní hodnoty průhybů (dle ČSN EN 1993-1-1, tab.5.2).....	39
Tab. 6: Určení δ_{ni} funkce aktivních protipožárních opatření.....	43
Tab. 7: Redukované tloušťky CLT panelu v závislosti na době působení požáru	50
Tab. 8: Teploty jednotlivých částí HEA profilu v závislosti na době působení požáru zjištění ze softwaru ATENA Science	50
Tab. 9: Výpočet redukovaného modulu pružnosti a meze kluzu při požární situaci.....	51
Tab. 10: Doporučené hodnoty součinitelů ψ pro pozemní stavby (dle ČSN EN 1991-1-2) ..	53

PŮDORYS 1.NP

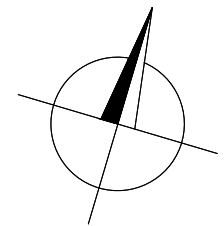


LEGENDA

- (Př1) DĚLÍCI PŘÍČKA tl. 150 mm
- (Př2) DĚLÍCI PŘÍČKA tl. 100 mm
- (S1) DŘEVĚNÝ SLOUP 140/220 mm

POZNÁMKY:

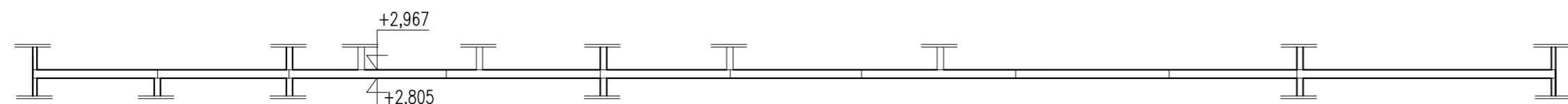
Materiál
 lepené lamelové dřevo – GL24h
 ocel – S235



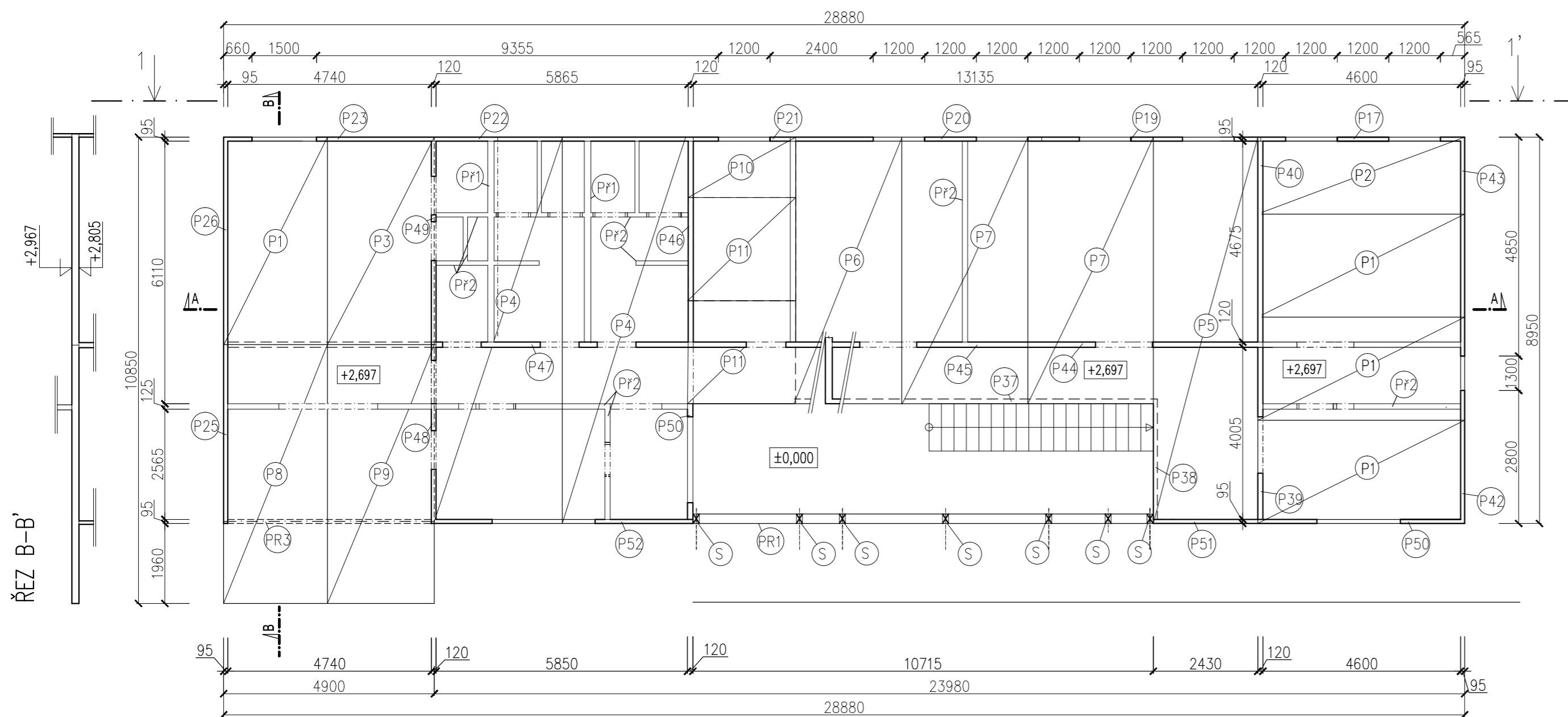
± 0,00 = 326,100 m n.m. – výškový systém Bpv

Zpracoval: Kristýna Vopatová	Vedoucí práce: Ing. Lukáš Blesák, Ph.D.	Školní rok: 2016/2017	Fakulta stavební ČVUT v Praze
Předmět: 134 Bakalářská práce Q			
Název úlohy: Návrh dřevěné konstrukce administrativní budovy z panelových prvků			Datum: 05/2017
			Meřítko: 1:100
Název výkresu: VÝKRES DŘEVĚNÝCH NOSNÝCH KONSTRUKCÍ – PŮDORYS 1.NP			Číslo výkresu: B 1

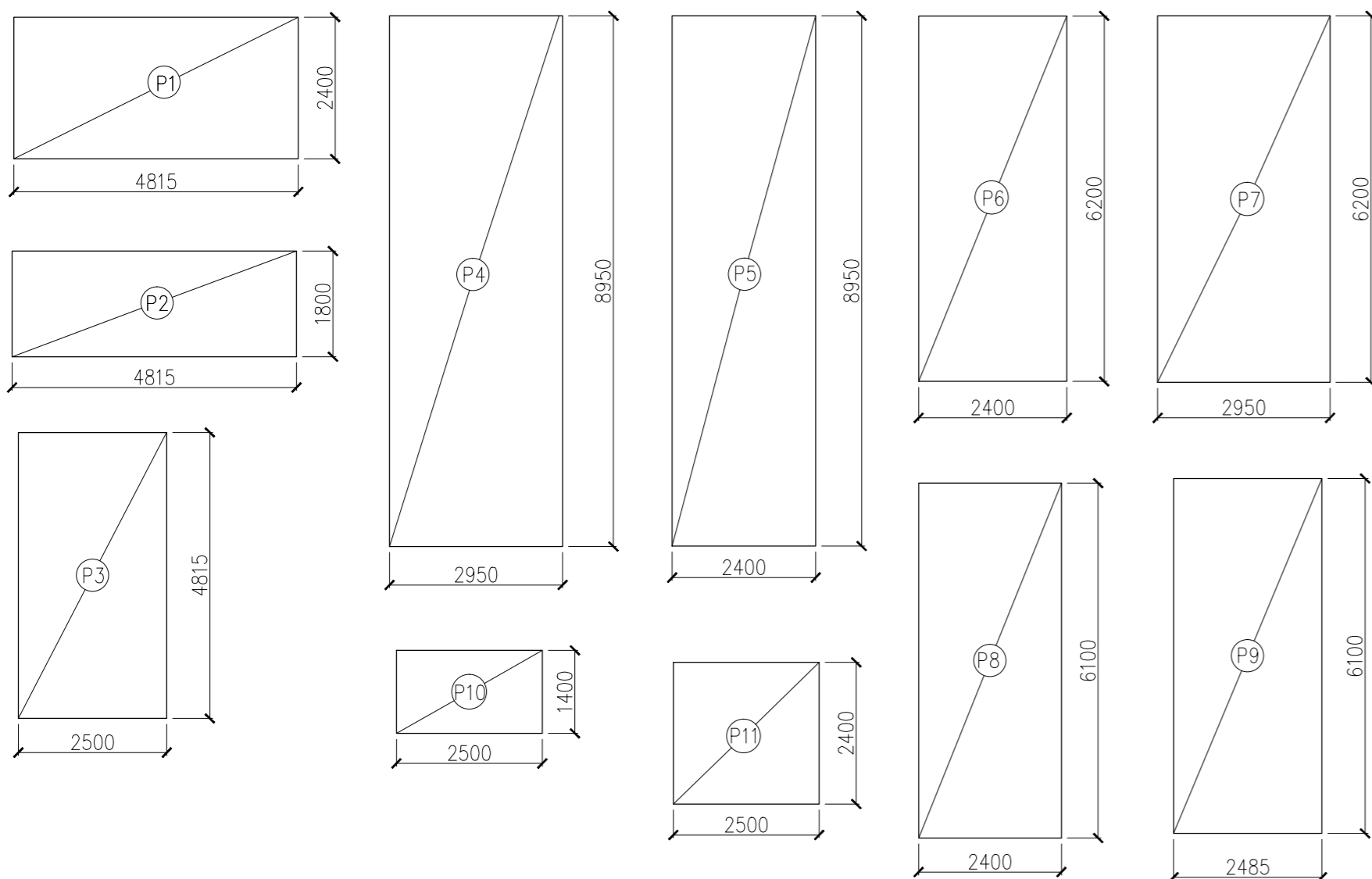
ŘEZ A-A'



PŮDORYS 2.NP



LEGENDA KLH PANELŮ



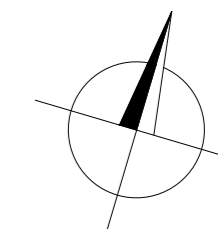
Označení	Panel	Rozměry	Počet ks
P1	5s 162 mm	2400x4815	4
P2	5s 162 mm	1800x4815	1
P3	5s 162 mm	2500x4815	1
P4	5s 162 mm	2950x8950	2
P5	5s 162 mm	2400x8950	1
P6	5s 162 mm	2400x6200	1
P7	5s 162 mm	2950x6200	2
P8	5s 162 mm	2400x6100	1
P9	5s 162 mm	2485x6100	1
P10	5s 162 mm	2500x1400	1
P11	5s 162 mm	2500x2400	2

LEGENDA

- ⊙ P1 DĚLÍCI PŘÍČKA tl. 150 mm
- ⊙ P2 DĚLÍCI PŘÍČKA tl. 100 mm
- ⊙ PR1 PRŮVLAK – DŘEVĚNÝ 140x210 mm
- ⊙ PR3 PRŮVLAK – OCELOVÝ PROFIL IPE 180
- ⊙ S DŘEVĚNÝ SLOUP 140/220 mm

POZNÁMKY:

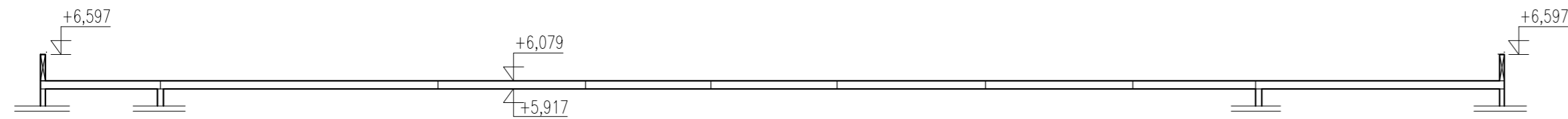
Materiál
lepené lamelové dřevo – GL24h
ocel – S235



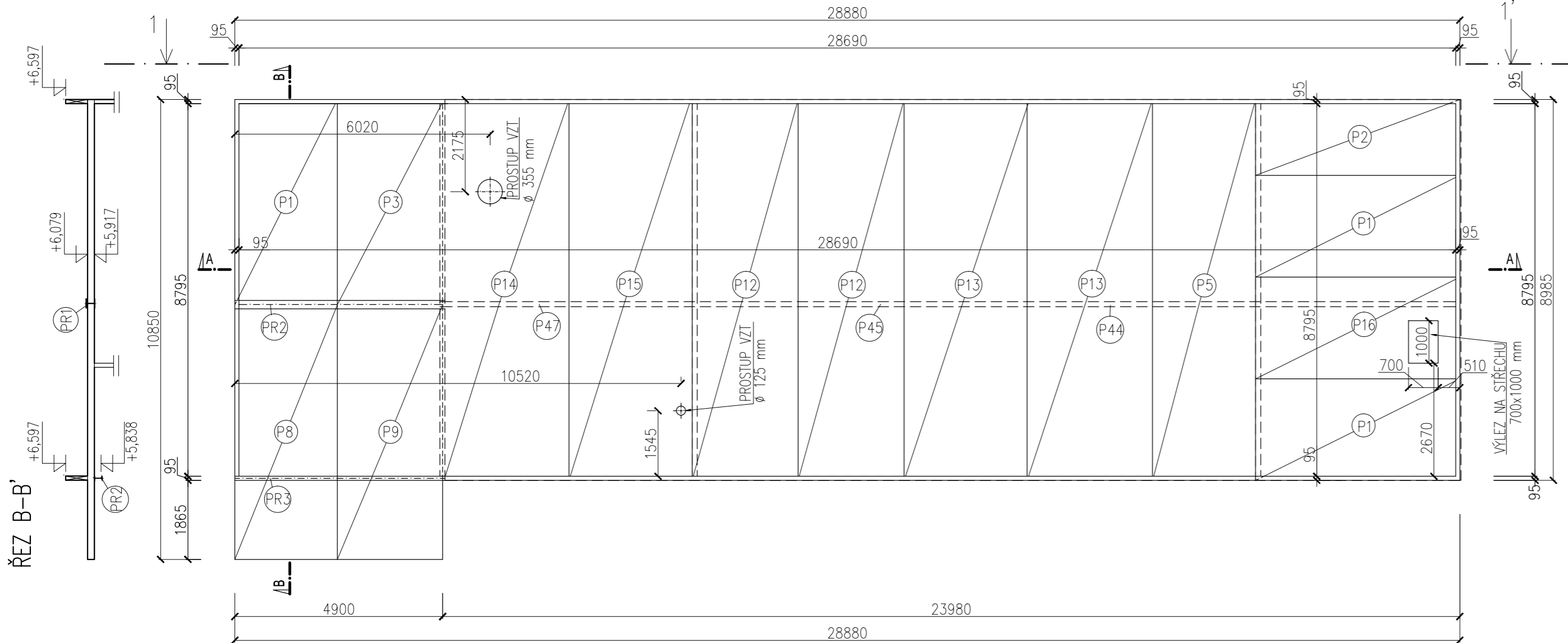
± 0,000 = 326,100 m n.m. – výškový systém Bpv

Zpracoval: Kristýna Vopatová	Vedoucí práce: Ing. Lukáš Blesák, Ph.D.	Školní rok: 2016/2017	Fakulta stavební ČVUT v Praze
Předmět: k134 Bakalářská práce Q			
Název úlohy: Návrh dřevěné konstrukce administrativní budovy z panelových prvků			Datum: 05/2017
Název výkresu: VÝKRES DŘEVĚNÝCH NOSNÝCH KONSTRUKCÍ – PŮDORYS 2.NP			Meřítko: 1:100
			Číslo výkresu: B 2

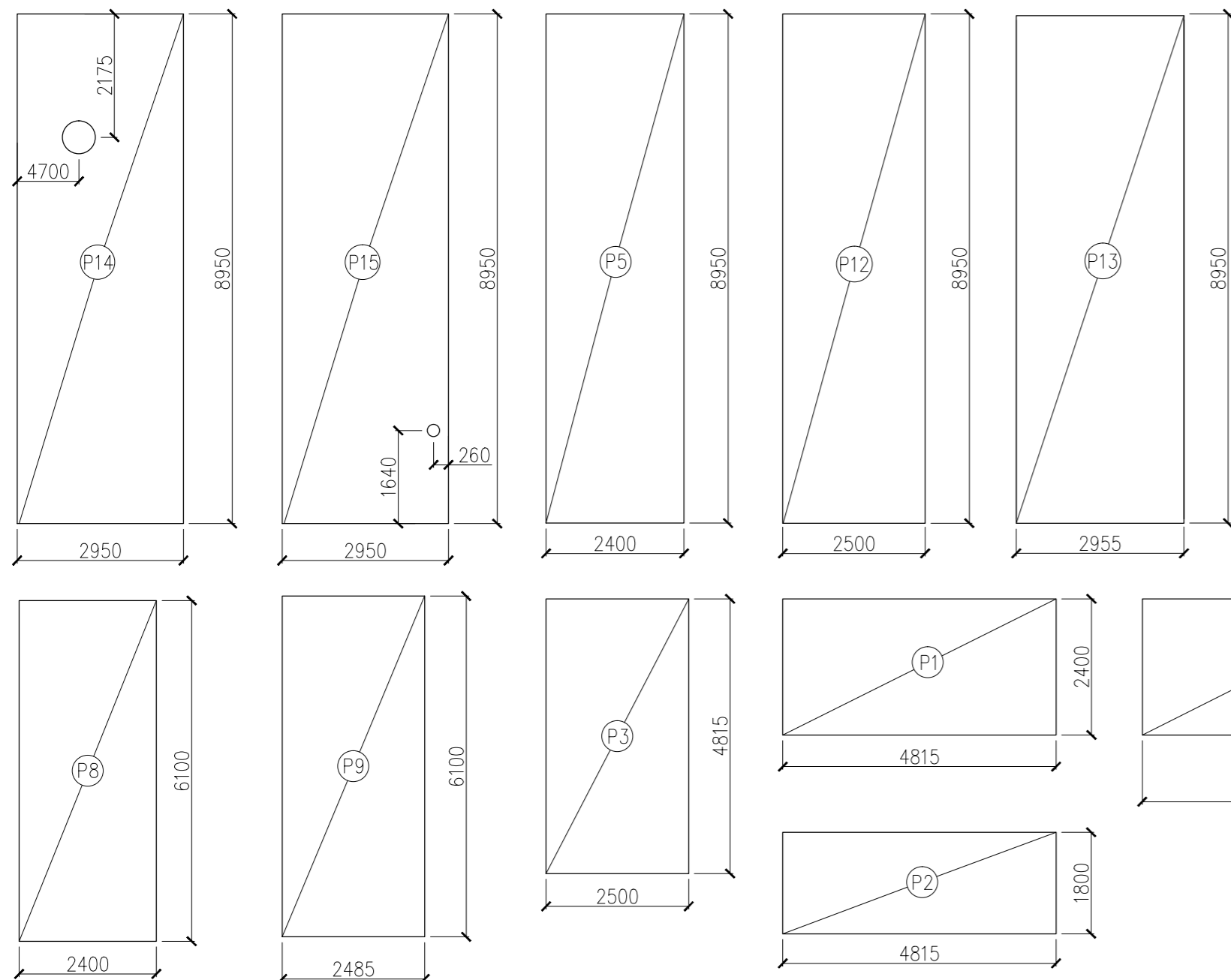
ŘEZ A-A'



POHLED NA STŘECHY



LEGENDA KLH PANELŮ



ROZPIS PANELŮ 2.NP

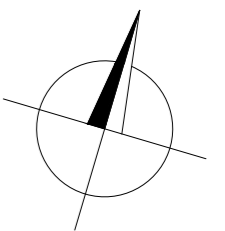
Označení	Panel	Rozměry	Počet ks	Otvory
P1	5s 162 mm	2400x4815	3	
P2	5s 162 mm	1800x4815	1	
P3	5s 162 mm	2500x4815	1	
P5	5s 162 mm	2400x8950	1	
P8	5s 162 mm	2400x6100	1	
P9	5s 162 mm	2485x6100	1	
P12	5s 162 mm	2500x8950	2	
P13	5s 162 mm	2955x8950	2	
P14	5s 162 mm	2950x8950	1	ø355
P15	5s 162 mm	2950x8950	1	ø125
P16	5s 162 mm	2400x4700	1	700x1000

LEGENDA

- PR1 PRŮVLAK – DŘEVĚNÝ 140x210 mm
- PR2 PRŮVLAK – OCELOVÝ PROFIL HEA 220
- PR3 PRŮVLAK – OCELOVÝ PROFIL IPE 180

POZNÁMKY:

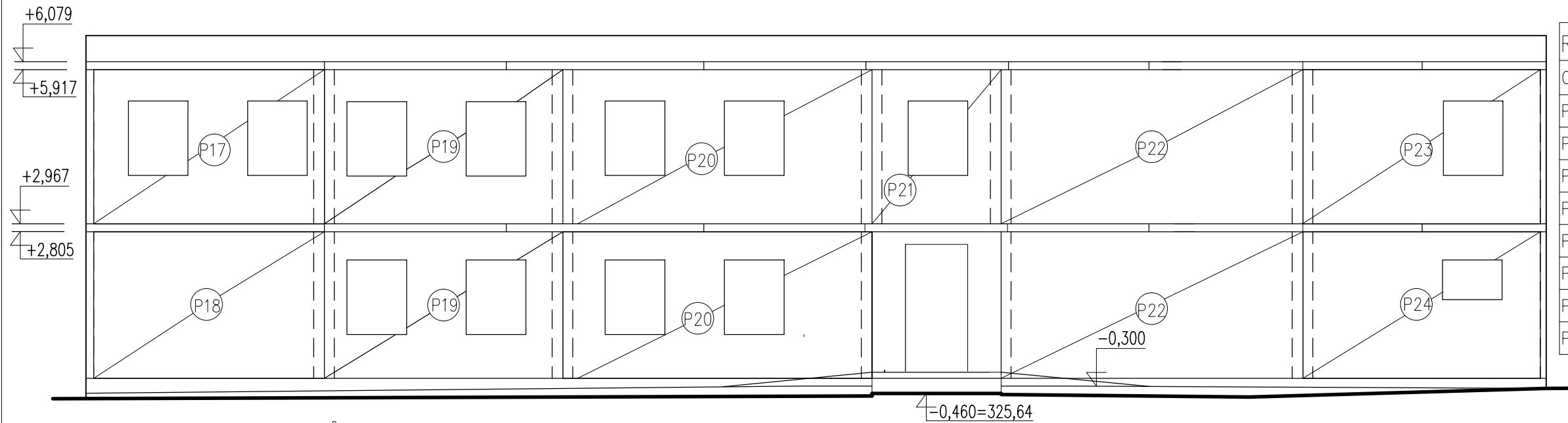
Materiál
lepené lamelové dřevo – GL24h
ocel – S235



± 0,00 = 326,100 m n.m. – výškový systém Bpv

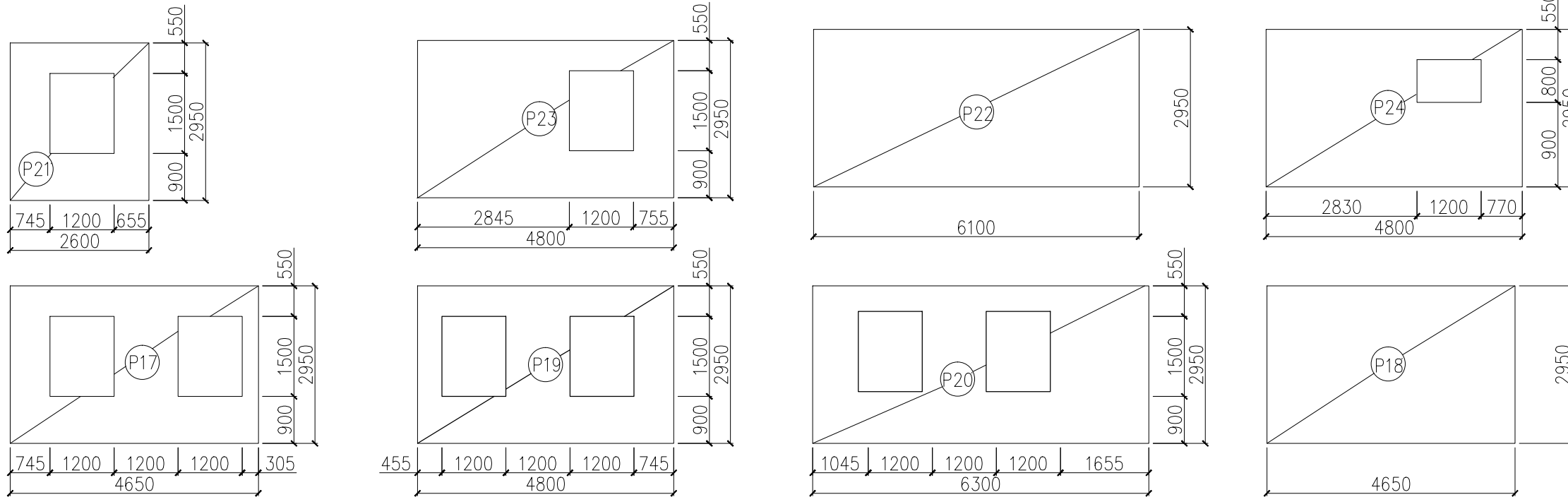
Zpracoval: Kristýna Vopatová	Vedoucí bakalářské práce: Ing. Lukáš Blesák, Ph.D.	Školní rok: 2016/2017	Fakulta stavební CVUT v Praze
Předmět: k134 Bakalářská práce Q			
Název úlohy: Návrh dřevěné konstrukce administrativní budovy z panelových prvků			Datum: 05/2017
Název výkresu: VÝKRES DŘEVĚNÝCH NOSNÝCH KONSTRUKCÍ – STŘECHA			Meřítko: 1:100
			Číslo výkresu: B 3

POHLED SEVERNÍ 1-1'



ROZPIS STĚNOVÝCH PANELŮ				
Označení	Panel	Rozměry	Počet ks	Otvory
P17	5s 95 mm	2950x4950	1	2x1200/1500
P18	5s 95 mm	2950x4950	1	-
P19	5s 95 mm	2950x4800	2	2x1200/1500
P20	5s 95 mm	2950x6000	2	2x1200/1500
P21	5s 95 mm	2950x2600	1	1200/1500
P22	5s 95 mm	2500x6100	2	-
P23	5s 95 mm	2950x4800	1	1200/1500
P24	5s 95 mm	2950x4800	1	1200/800

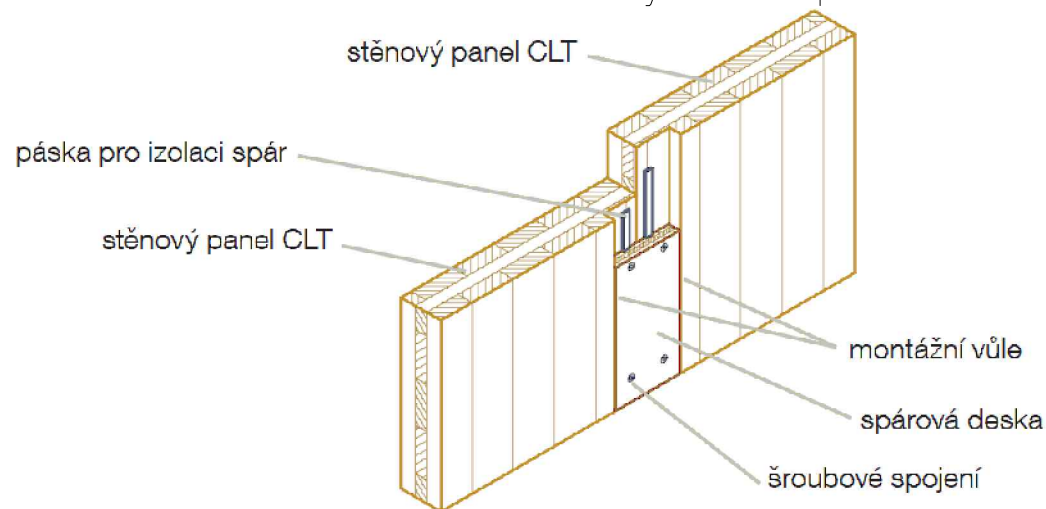
LEGENDA KLH PANELŮ



POZNÁMKY:

Materiál
lepené lamelové dřevo – GL24h
ocel – S235

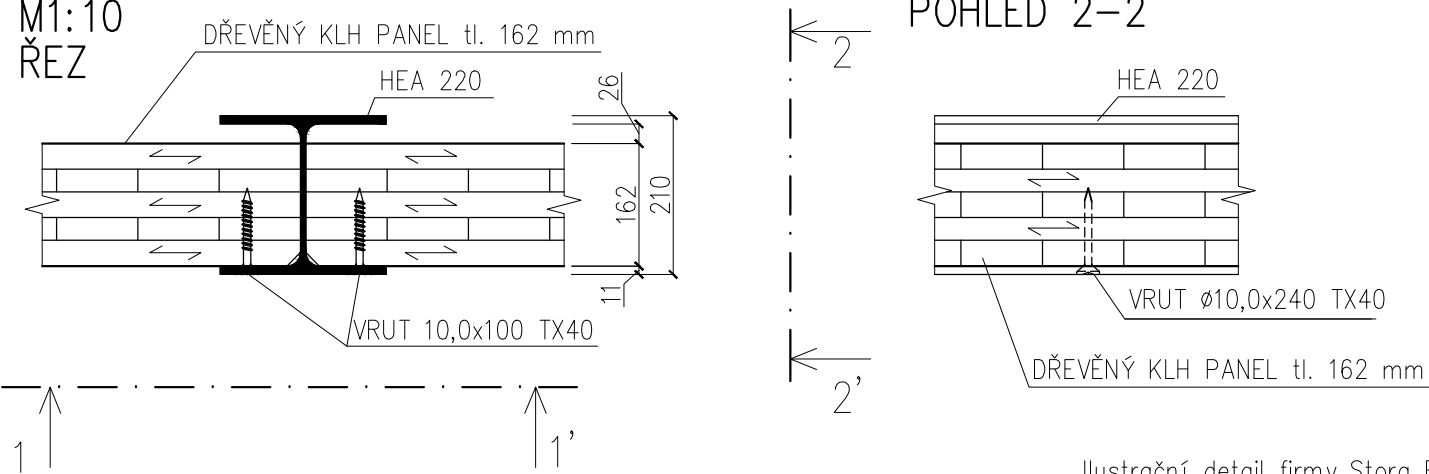
Detail vertikálního sesazení stěnových KLH panelů



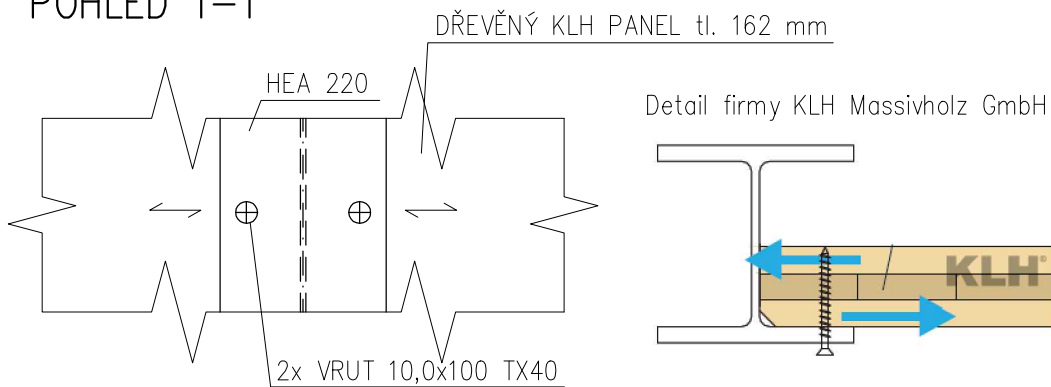
± 0,00 = 326,100 m n.m. – výškový systém Bpv

Zpracoval: Kristýna Vopatová	Vedoucí práce: Ing. Lukáš Blesák, Ph.D.	Školní rok: 2016/2017	Fakulta stavební ČVUT v Praze
Předmět: 134 Bakalářská práce Q			
Název úlohy: Návrh dřevěné konstrukce administrativní budovy z panelových prvků			Datum: 05/2017
			Meřítko: 1:100
Název výkresu: VÝKRES DŘEVĚNÝCH NOSNÝCH KONSTRUKCÍ – POHLED SEVERNÍ (1-1')			Číslo výkresu: B 4

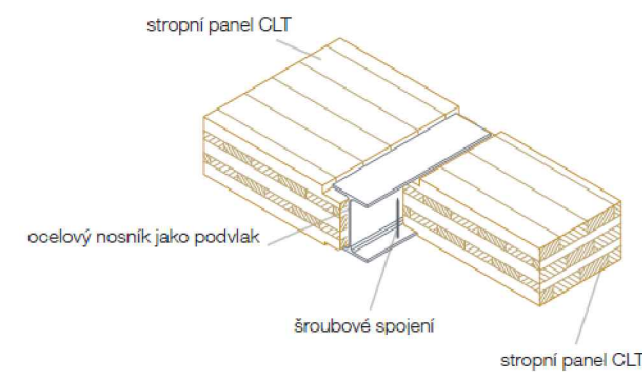
DETAIL ULOŽENÍ KLH PANELU NA HEA PROFIL



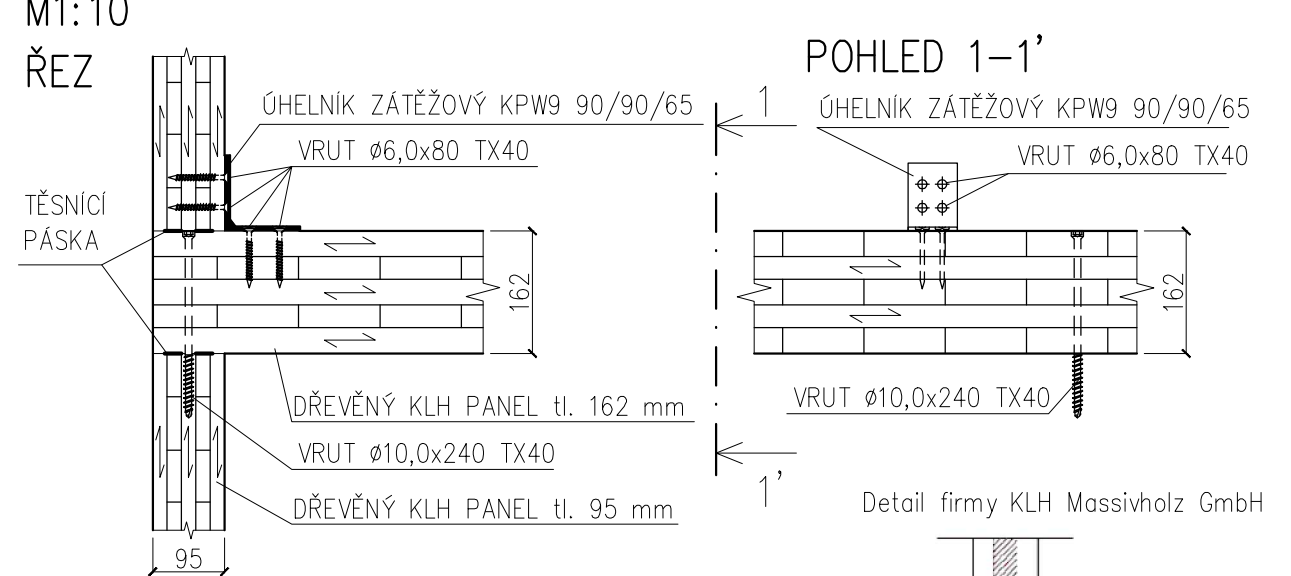
POHLED 1-1'



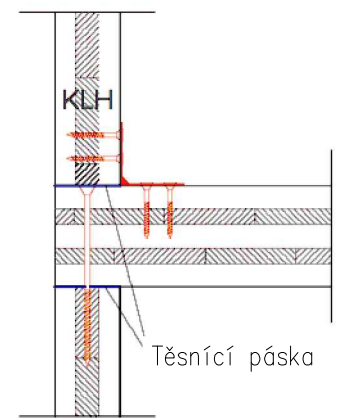
Ilustrační detail firmy Stora Enso



DETAIL SPOJE STROP-STĚNA



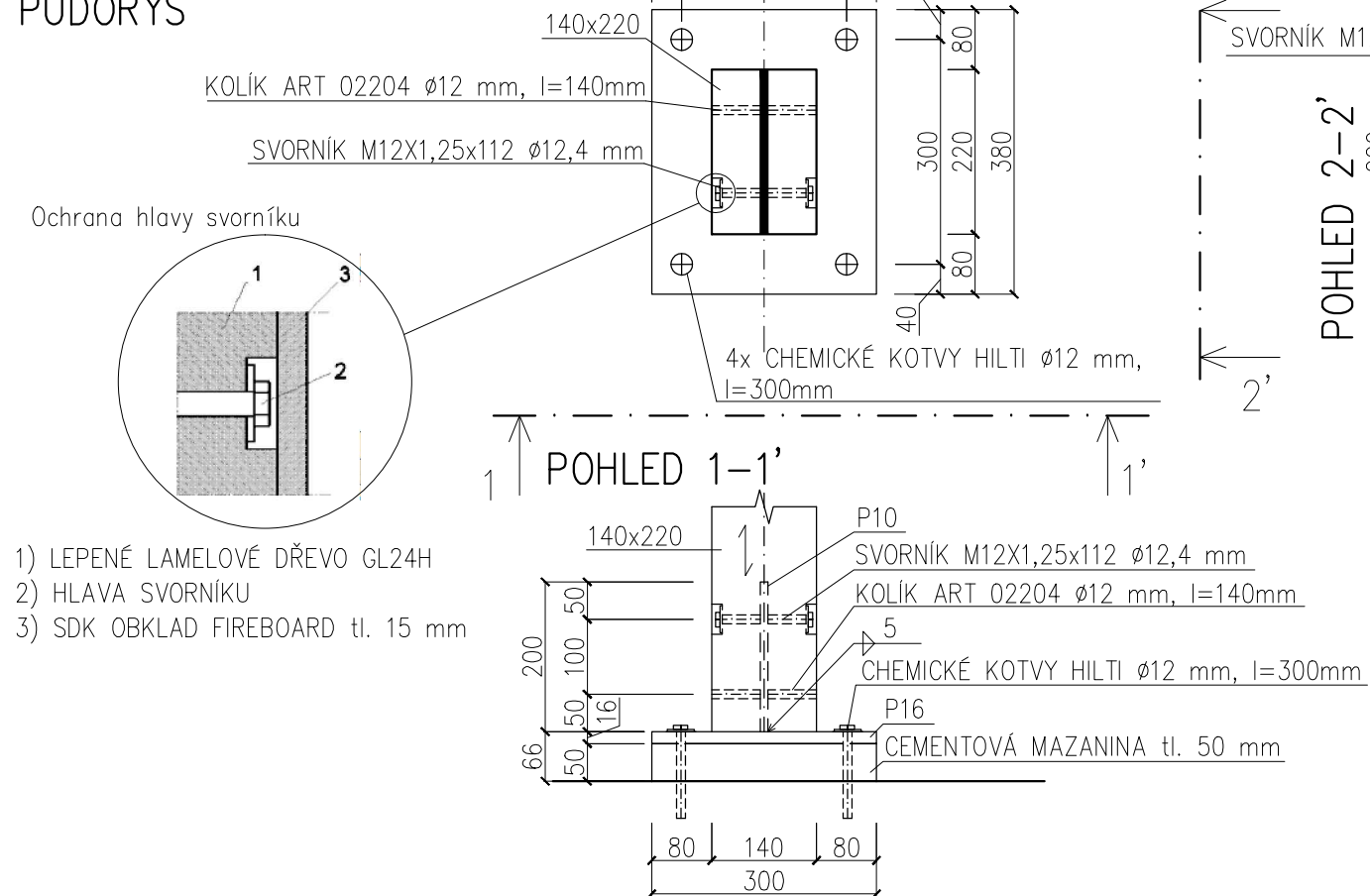
Detail firmy KLH Massivholz GmbH



DETAIL KOTVENÍ SLOUPU

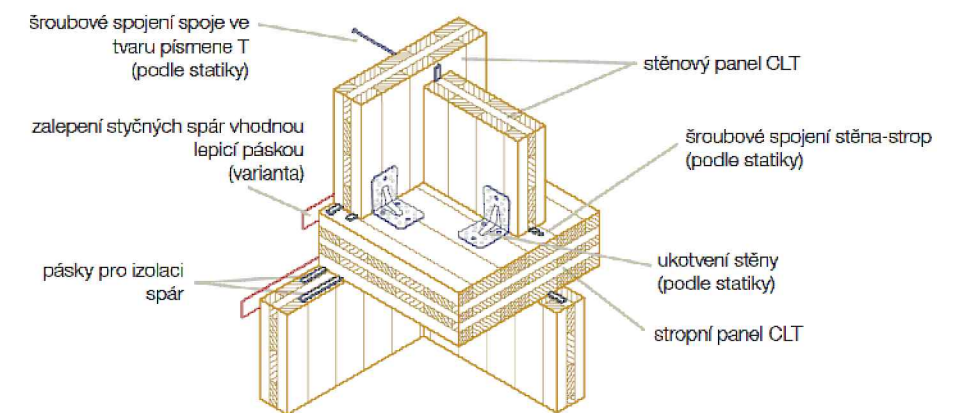
M1:10

PŮDORYS



- 1) LEPENÉ LAMELOVÉ DŘEVO GL24H
- 2) HLAVA SVORNÍKU
- 3) SDK OBKLAD FIREBOARD tl. 15 mm

Ilustrační detail firmy Stora Enso



POZNÁMKY:

Materiál
lepené lamelové dřevo a KLH panel GL24h
ocel - S235
materiál spojovacích prostředků $f_{uk}=600\text{MPa}$

Zpracoval: Kristýna Vopatová	Vedoucí práce: Ing. Lukáš Blesák, Ph.D.	Školní rok: 2016/2017	Fakulta stavební ČVUT v Praze
Předmět: k134 Bakalářská práce Q			
Datum: 05/2017			Meřítko: 1:10
Název úlohy: Návrh dřevěné konstrukce administrativní budovy z panelových prvků			
Číslo výkresu: B 5			
Název výkresu: Detaily			



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Návrh dřevěné konstrukce administrativní budovy z panelových prvků

Load-bearing structure of an administrative building made of timber panel elements

Bakalářská práce

C. Požárně bezpečnostní řešení

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Požární bezpečnost staveb

Vedoucí práce: Ing. Lukáš Blesák, Ph.D.

Kristýna Vopatová

Praha 2017

OBSAH C

- I. Požárně bezpečnostní řešení
- II. Přílohy
 - 1. PBŘ – půdorys 1.NP M 1:100
 - 2. PBŘ – půdorys 2.NP M 1:100



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Návrh dřevěné konstrukce administrativní budovy z panelových prvků

Load-bearing structure of an administrative building made of timber panel elements

Bakalářská práce

C.I. Požárně bezpečnostní řešení

Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Požární bezpečnost staveb

Vedoucí práce: Ing. Lukáš Blesák, Ph.D

Kristýna Vopatová

Praha 2017

Obsah

Seznam použitých zkratk.....	4
Seznam použitých symbolů	4
A. Seznam použitých datových podkladů pro zpracování	5
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.....	6
B.1 Popis objektu	6
B.2 Fotovoltaická elektrárna	6
B.3 Konstrukční řešení.....	6
C. Rozdělení stavby do požárních úseků.....	9
D. Stanovení požárního rizika, popřípadě ekonomického rizika, stanovení stupně požární bezpečnosti a posouzení velikosti požárních úseků	9
E. Zhodnocení navržených stavebních konstrukcí a požárních uzávěrů z hlediska jejich požární odolnosti.....	12
E.1 Posouzení PO konstrukcí	12
E.2 Těsnění instalačních prostupů	14
E.3 Požární pásy	14
F. Zhodnocení navržených stavebních výrobků a hmot (třída reakce na oheň, odkapávání v podmínkách požáru, rychlost šíření plamene po povrchu, toxicita zplodin hoření apod.)	14
G. Zhodnocení možnosti provedení požárního zásahu, evakuace osob, zvířat a majetku a stanovení druhů a počtu únikových cest, jejich kapacity, provedení a vybavení.....	15
G.1 Únikové cesty	15
G.2 Obsazenost objektu osobami	15
G.3 Posouzení mezní délky NÚC	16
G.4 Provedení únikových cest.....	16
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... 	16

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	16
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.....	16
K. Stanovení počtu, druhů a způsobu rozmístění hasicích přístrojů, popřípadě dalších věcných prostředků požární ochrany nebo požární techniky	17
L. Zhodnocení technických, popřípadě technologických zařízení stavby (rozvodná potrubí, vzduchotechnická zařízení, vytápění apod.) z hlediska požadavků požární bezpečnosti	17
L.1 Vytápění	17
L.2 Fotovoltaická elektrárna	17
M. Stanovení zvláštních požadavků na zvýšení požární odolnosti stavebních konstrukcí nebo snížení hořlavosti stavebních hmot	18
N. Posouzení požadavků na zabezpečení stavby požárně bezpečnostními zařízeními	18
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.....	18
P. Závěr.....	18
Seznam příloh	19
Seznam obrázků	19
Seznam tabulek.....	19

Seznam použitých zkratek

<i>PÚ</i>	požární úsek
<i>PÚ BPR</i>	požární úsek bez požárního rizika
<i>NP</i>	nadzemní podlaží
<i>DPI, DP3</i>	druh konstrukční části
<i>SPB</i>	stupeň požární bezpečnosti
<i>PO</i>	požární odolnost
<i>POP</i>	požárně otevřená plocha
<i>PNP</i>	požárně nebezpečný prostor
<i>FVE</i>	fotovoltaická elektrárna
<i>NÚC</i>	nechráněná úniková cesta

Seznam použitých symbolů

p_v	[kN/m ²]	výpočtové požární zatížení
p_s	[kN/m ²]	stálé požární zatížení
p_n	[kN/m ²]	nahodilé požární zatížení
h	[m]	požární výška objektu
a	[-]	součinitel vyjadřující rychlost odhořívání
b	[-]	součinitel vyjadřující rychlost odhořívání z hlediska přístupu vzduchu
c	[-]	součinitel vyjadřující vliv požárně bezpečnostních zařízení
S	[m ²]	celková půdorysná plocha
S_o	[m ²]	celková plocha otvíravých otvorů
h_o	[m]	výška otvorů v obvodových konstrukcích
l_{max}	[m]	tabelární mezní délka NÚC

A. Seznam použitých datových podkladů pro zpracování

V rámci bakalářské práce bylo zpracováno zkrácené požárně bezpečnostní řešení, které bylo provedeno dle vyhlášky č. 246/2001. Zkrácené PBŘ se týká pouze bodů vedoucím ke stanovení a posouzení požadované PO stavebních konstrukcí, stanovených na základě těchto zdrojů:

- [1] Vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb, ve znění vyhlášky č. 268/2011 Sb.
- [2] Vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci)
- [3] ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty (2009), změna Z1 (2013)
- [4] ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení (2009), změna Z1 (2012), změna Z2 (2013), změna Z3 (2013)
- [5] ČSN 73 0818 Požární bezpečnost staveb – Obsazení objektu osobami (1997), změna Z1 (2002)
- [6] ČSN 73 0821 ed. 2 Požární bezpečnost staveb – Požární odolnost stavebních konstrukcí (2007/05)
- [7] ČSN 73 0872 Požární bezpečnost staveb – Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízení (1996)
- [8] Certifikát z požární zkoušky: Holz Forschung Austria: č. certifikátu 509/2017/05-BB. *KLH Massivholz GmbH* [online]. 2017 [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: <http://www.klh.at/en/application/fire/>
- [9] Certifikát z požární zkoušky: Holz Forschung Austria: č. certifikátu 509/2017/04-BB. *KLH Massivholz GmbH* [online]. 2017 [cit. 2017-05-12]. Dostupné z: <http://www.klh.at/en/application/fire/>
- [10] Ochrana stavebních konstrukcí před požárem systémy KNAUF dle ČSN EN: Knauf - ochrana před požárem. *Knauf Insulation, spol. s.r.o.* [online]. 2013 [cit. 2017-03-02]. Dostupné z: <http://www.knauf.cz/file/1432-151169-pozarni-katalog-2015.pdf>
- [11] Zásady protipožárního zabezpečení střešních instalací FVE a opatření požární prevence. : *Photon Energy Operations CZ, ve spolupráci s UCEEB ČVUT v Praze a HZS StČK* [online]. 2013 [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: http://www.photonenergyoperations.cz/soubory/24575805/firefve_brozura_a5_final_web.pdf
- [12] POKORNÝ, Marek. *Požární bezpečnost staveb – Sylabus pro praktickou výuku*. Praha : ČVUT v Praze, 2014. 124 s. ISBN 978-80-01-05456-7.

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

B.1 Popis objektu

Předmětem požárně bezpečnostního řešení je posouzení novostavby „Sídla firmy“ v Otvicích u Chomutova na p.č. 335/1.

Sídlo firmy je navrženo na rozsáhlém pozemku v jeho přední severní části. Ve firemním areálu se dále nachází „mateřské centrum“ pro zaměstnance firmy.

Jedná se o dvoupodlažní objekt obdélníkového půdorysu. V objektu je řešena administrativní část s navazujícími dílnami a zázemím pro technický personál firmy.

B.2 Fotovoltaická elektrárna

Na ploché střeše administrativní budovy bude umístěna fotovoltaická elektrárna s osazením fotovoltaických panelů.

Jedná se o soustavu solárních panelů produkujících elektrickou energii, která bude dodávána do distribuční sítě. Fotovoltaické panely budou umístěny na pevné ocelové konstrukci.

Solární články jsou tvořeny polovodičovými plátky tenčími než 1 mm. Na spodní straně je plošná průchozí elektroda. Horní elektroda má plošné uspořádání tvaru dlouhých drátků zasahujících do plochy.

Povrch solárního článku je chráněn skleněnou vrstvou sloužící jako antidrazová vrstva. Krycí sklo chrání povrch solárních článků i před vlivy prostředí.

Fotovoltaické články zalaminované ve skle jsou před vlastní montáží vleповány do hliníkových rámců.

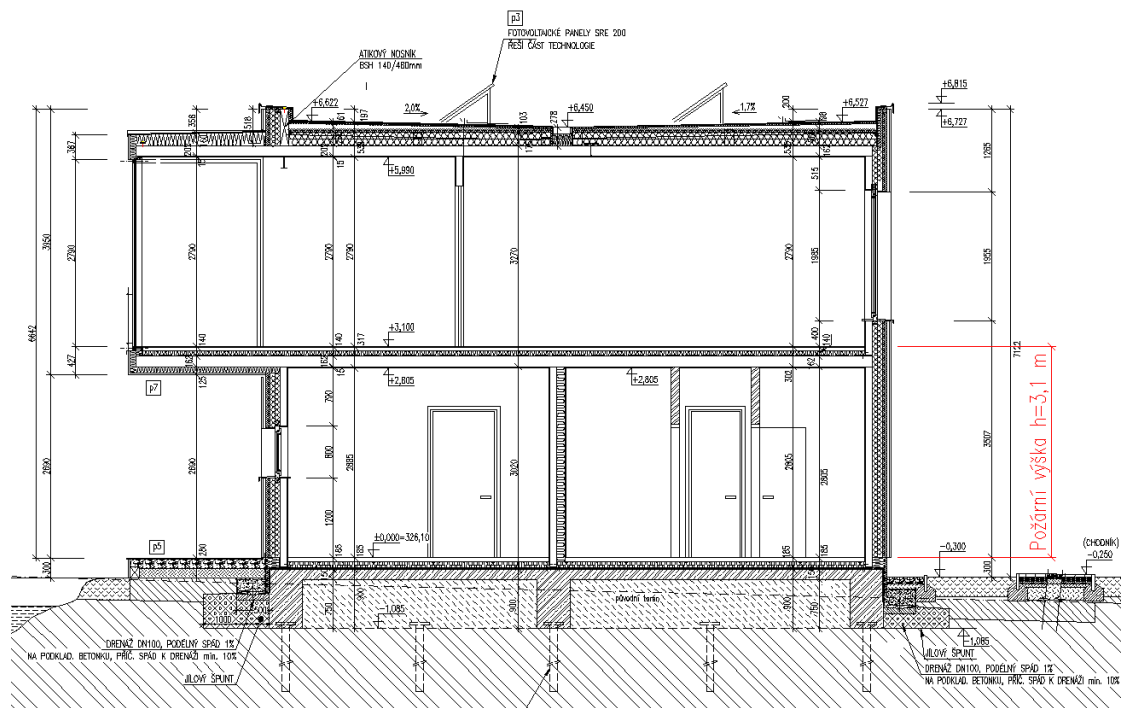
Vlastní konstrukce panelu je hliníková, články jsou vyrobeny z křemíku. Moduly chrání zezadu vícevrstvá tedlar folie proti povětrnostním vlivům. Z přední strany je sklo s velmi nízkou koncentrací železa, což umožňuje velkou světelnou propustnost.

B.3 Konstrukční řešení

Budova je řešena jako dřevostavba z lepených dřevěných KLH panelů s opláštěním z horizontálních dřevěných fasádních profilů, na jižní straně s velkou prosklenou plochou. Jedná se o dvoupodlažní dvojtrakt s podélnými nosnými stěnami (obvodové + střední).

Posouzení je provedeno podle ČSN 73 0802 „PBS - Nevýrobní objekty“, ČSN 73 0804 „PBS - Výrobní objekty“ a dalších souvisejících norem a dále dle vyhlášky č.23/2008 Sb.

Konstrukční systém dvoupodlažního objektu je **hořlavý** dle čl.7.2.8c2 ČSN 73 0802, požární výška objektu dle ČSN 73 0802 je **h=3,1 m**.



Obr. 1: Řez objektem s vyznačenou požární výškou

Popis konstrukčních prvků

Svislé nosné konstrukce

- lepené dřevěné panely KLH 5s tl. 120 mm a sádkartonové desky GKF tl. 15 mm přišroubované přímo na panel a dřevěný pohledový panel
- panely jsou vyrobeny z křížem na sebe kladených dřevěných lamel, které jsou plošně slepeny PUR lepidlem (PU lepidlo od firmy Collano, Švýcarsko je i při požáru plně funkční)
- povrch vnitřních stěn: sádkartonové desky GKF tl. 15 mm přišroubované přímo na panel a dřevěný pohledový panel

Fasádní sloupky

- část stěnových panelů je nahrazena systémem dřevěných lepených sloupků profilu 140/220 mm opatřenými sádkartonovými protipožárními deskami Knauf Fireboard 15 mm

Obvodové stěny

- lepené dřevěné KLH panely 5s tl. 95 mm s opláštěním z horizontálních dřevěných fasádních profilů tl. 21 mm
- opatřeny kontaktním zateplovacím systémem z dřevovláknitých desek HOFATEX THERM tl. 80+80 mm a HOFATEX UD tl. 60 mm s dřevěnou pomocnou konstrukcí

Vodorovné nosné konstrukce

- lepené dřevěné panely KLH 5s tl. 162 mm
- překlady BSH z lepeného lamelového dřeva GL24h
- nad zasedací místnosti (č. m.2.12) jako konstrukce střechy navržen ocelový profil HEA220, na kterém jsou uloženy dřevěné panely KLH 5s tl. 162 mm
- konstrukce střechy nad zasedací místnosti (č. m.2.13) navržen ocelový profil IPE180 opatřen protipožární sádrovou omítkou Knauf P91.cz VERMIPLASTER® tl.10mm

Příčky

- sádrokartonové příčky Knauf nebo Rigips na ocelových CW profilech s vloženou akustickou izolací Hofatex Therm

Podlahy

- v kanceláři a zasedací místnosti (č.m.1.06) navrženy korkové podlahy (alt. Marmoleum)
- v kanceláři ředitele (č.m.2.13) a zasedací místnosti (č. m.2.12) ve 2.NP navržen koberec
- v hyg. prostorách, v dílnách, chodbách a hale jsou navrženy PU stěrky

Schodiště

- 2 schodnice z otevřených U profilů opatřených protipožárním nátěrem, železobetonové prefabrikované stupně

Podhledy

- sádrokartonové desky tl. 12,5 a 15 mm na CF roštech tl. 60 mm

Plochá střecha

- z křížem lepených vícevrstvých dřevěných panelů KLH 5s 162 DL

Střešní krytina

- hydroizolace z PVC folie SARNAFIL S tl. 1,5 mm, která je chráněná geotextilií a zasypána ochrannou vrstvou kačírku

Výplně otvorů

- okna dřevěná s vnější hliníkovou lištou, velké prosklené plochy ze systému Schüco, vnitřní dveře dřevěné

C. Rozdělení stavby do požárních úseků

Rozdělení do PÚ bylo posouzeno dle normy ČSN 730802, která umožňuje, aby byl celý objekt řešen jako jediný PÚ. Z cvičných důvodů přesného stanovení PO jednotlivých dřevěných prvků byl objekt rozdělen do dvou PÚ oddělených konstrukcemi s požadovanou požární odolností.

PÚ N01.1/N2 - Administrativní – dvoupodlažní část

PÚ N02.2 - Kancelář ředitele se zasedací místností

Objekt bude vytápěn pomocí nízkotlakého systému teplovodního vytápění (podlahové vytápění). Zdrojem tepla je elektrický kotel o výkonu 12 kW, umístěný v technické místnosti (m.č.1.17). Vzhledem k navrhovanému kotli, jehož výkon nepřekračuje hodnotu 75 kW, nemusí být dle ČSN 730802 technická místnost oddělena do samostatného PÚ.

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

Tab.1 Výpis PÚ – stanovení SPB

Podlaží	č. PÚ	a	b	c	p _s	p _n	p	S	p ^v (kg/m ²)	p x S	SPB	Označení PÚ	Popis PÚ
1.NP 2.NP	1	0,95	0,81	1	10	23	33	405	25	10125	II	N01.1/N02-II	Administrativa + dílny
2.NP	2	0,95	0,75	1	10	36	46	48,2	33	15906	III	N02.2-III	Kancelář + zasedací míst.

Zpracováno dle ČSN 730802

Podrobné výpočty jsou uvedeny v příložených tabulkách jednotlivých PÚ.

N01.1/N02**Administrativa + dílny**

Tab.2 Výpis místností PÚ N01.1/N02

Specifikace místnosti	S_i [m ²]	a_{ni} [-]	ρ_{ni} [kg/m ²]	$S_i * \rho_{ni}$	$S_i * \rho_{ni} * a_{ni}$	ρ_s [kg/m ²]
vstupní zádveří, hala	64,40	0,80	5,00	322,00	257,60	5,00
kanceláře	142,70	1,00	40,00	5708,00	5708,00	10,00
galerie, chodby	42,90	0,80	5,00	214,50	171,60	10,00
WC, sprcha, umyvárna	32,88	0,70	5,00	164,40	115,08	5,00
úklidová místnost	3,50	0,70	5,00	17,50	12,25	5,00
sekretářka	10,00	1,00	40,00	400,00	400,00	10,00
zasedací místnost	40,30	0,90	20,00	806,00	725,40	10,00
šatna, sprcha	15,00	0,70	15,00	225,00	157,50	5,00
technická místnost	2,40	0,90	15,00	36,00	32,40	5,00
dílny	24,40	1,00	40,00	976,00	976,00	5,00
denní míst. s kuchyňkou	22,30	1,05	15,00	334,50	351,23	5,00
kuchyňka čajová	4,60	1,05	15,00	69,00	72,45	5,00
Celkem	405,38	-	-	9272,90	8979,51	10,00

$$a_n = 0,968$$

$$\rho_n = 22,875 \text{ kg/m}^2$$

$$\rho_s = 10,000 \text{ kg/m}^2$$

$$a = 0,948$$

Tab.3 Výpis oken PÚ N01.1/N02

Výška okna h_o	Šířka okna	Počet	Plocha S_o	Světlá výška h_s	$S_o * h_o^{(1/2)}$	
0,8	2,4	2	3,84	2,72	3,43	
1,5	1,2	7	12,6	2,72	15,43	
2,2	0,8	1	1,76	2,6	2,61	
2,25	0,8	3	5,4	2,72	8,10	
1,7	2,4	2	8,16	2,72	10,64	
1,75	2,4	1	4,2	2,72	5,56	
1,75	1,2	6	12,6	2,72	16,67	
0,8	1,2	1	0,96	2,72	0,86	
1,2	3,6	1	4,32	2,72	4,73	
2,8	2,4	1	6,72	2,72	11,24	
průměr	1,751	-	ΣS_o	60,56	průměr	2,708
						79,28

S = 405,380
S₀/S = 0,149
h₀/h_s = 0,647
n = 0,120
k = 0,158
b = 0,808

c₁ = 1 **c₂ = 1** **c₃ = 1** **c₄ = 1**
c = 1

p_v = 25

h = 3,1

SPB = II. SPB

mezní délka = 47,6 m skut. délka 29,4 m
 mezní šířka = 28,8 m skut. šířka 11,69 m
 mezní podlažnost = 3,97 => 3 skut. podl. 2

N02.2 Kancelář se zasedací místností

Tab.4 Výpis místností PÚ N02.2

Specifikace místnosti	S _i [m ²]	a _{ni} [-]	p _{ni} [kg/m ²]	S _i * p _{ni}	$\frac{S_i * p_{ni} * a_{ni}}{a_{ni}}$	p _s [kg/m ²]
kancelář ředitele	19,40	1,00	60,00	1164,00	1164,00	10,00
zasedací místnost	28,80	0,90	20,00	576,00	518,40	10,00
Celkem	48,20	-	-	1740,00	1682,40	10,00

a_n = 0,967
p_n = 36,100 kg/m²
p_s = 10,000 kg/m²
a = 0,952

Tab.5 Výpis oken PÚ N02.2

Výška okna h _o	Šířka okna	Počet	Plocha S _o	Světlá výška h _s	$\frac{S_o * h_o^{(1/2)}}{h_o^{(1/2)}}$	
1,5	1,5	1	2,25	2,81	2,76	
2,9	2,4	1	6,96	2,81	11,85	
průměr	2,558	-	ΣS_o	průměr	2,81	14,61

S = 48,200
S₀/S = 0,191
h₀/h_s = 0,910
n = 0,226
k = 0,228
b = 0,752

c₁ = 1 **c₂ = 1** **c₃ = 1** **c₄ = 1**

c = 1

p_v = 33

h = 3,1

SPB = III. SPB

mezní délka = 47,4 m skut. délka 9,6 m
 mezní šířka = 28,7 m skut. šířka 4,74 m
 mezní podlažnost = 3,03 => 3 skut. podl. 1

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

E.1 Posouzení PO konstrukcí

Tab.6 Posouzení PO konstrukcí

Část	Požadovaná PO	Konstrukce	Zdroj	Skutečná PO
1a - Požární stěny a požární stropy v podzemním podlaží – Nenachází se v objektu				
1b - Požární stěny a požární stropy v nadzemních podlažích				
vnitřní nosná stěna	REI 30 DP3 - II.	Dřevěné KLH panely 5s tl. 120 mm + SDK obklad GFK tl. 15 mm	viz. podklady [9]	REI 90 DP3
strop	REI 30 DP3 - III.	Dřevěné KLH panely 5s tl. 162 mm	viz. podklady [10]	REI 90 DP3
sloupek	R 30 DP3	Sloupek 140x220 + obklad Knauf Fireboard 15 mm	viz. podklady [11]	R 30 DP3
1c - Požární stěny a požární stropy v posledním nadzemním podlaží				
vnitřní nosná stěna	REI 30 DP3 - III.	Dřevěné KLH panely 5s tl. 120 mm + SDK obklad GFK tl. 15 mm	viz. podklady [9]	REI 90 DP3

strop	REI 30 DP3 - III.	Dřevěné KLH panely 5s tl. 162 mm	viz. podklady [10]	REI 90 DP3
průvlak	R 30 DP3– III.	Ocelový profil IPE180 + obklad Knauf Fireboard 15 mm	viz. podklady [11]	R 30 DP1
průvlak	R 30 DP3– III.	Ocelový profil HEA220	viz. část statika	R 30 DP1
sloupek	R 30 DP3	Sloupek 140x220 + obklad Knauf Fireboard 15 mm	viz. podklady [11]	R 30 DP3
2a - Požární uzávěry otvorů v požárních stěnách a požárních střepech v podzemním podlaží – nenachází se v objektu				
2b - Požární uzávěry otvorů v požárních stěnách a požárních střepech v nadzemních podlažích				
dveře	EW 15 DP3-C - II.	požární dveře 15		EW 15 DP3-C
2c - Požární uzávěry otvorů v požárních stěnách a požárních střepech v posledním nadzemním podlaží				
dveře	EW 15 DP3-C - II.	požární dveře 15		EW 15 DP3-C
3a - Obvodové stěny v podzemním podlaží – nenachází se v objektu				
3b - Obvodové stěny v nadzemních podlažích				
obv. stěna	REW DP330 - II.	KLH dřevěné panely 5s tl.95 mm + kontaktní zateplovací systém	viz. podklady [9]	REI 90 DP3
3c - Obvodové stěny v posledním nadzemním podlaží				
obv. stěna	REW 15 - II.	KLH dřevěné panely 5s tl.95 mm + kontaktní zateplovací systém	viz. podklady [9]	REI 90 DP3
4 - Nosné konstrukce střech – Posuzována jako konstrukce stropu v posledním nadzemním podlaží				
5a - Nosné konstrukce uvnitř požárního úseku, které zajišťují stabilitu objektu v podzemním podlaží – nenachází se v objektu				
5b - Nosné konstrukce uvnitř požárního úseku, které zajišťují stabilitu objektu v nadzemních podlažích				
vnitřní nosná stěna	R 30 DP3 - II.	Dřevěné KLH panely 5s tl. 120 mm + SDK obklad GFK tl. 15 mm	viz. podklady [9]	REI 90 DP3
5c - Nosné konstrukce uvnitř požárního úseku, které zajišťují stabilitu objektu v posledním nadzemním podlaží				
vnitřní nosná stěna	R 15 DP3 - II.	Dřevěné KLH panely 5s tl. 120 mm + SDK obklad GFK tl. 15 mm	viz. podklady [9]	REI 90 DP3
6 - Nosné konstrukce vně objektu, které zajišťují stabilitu objektu – není				

7 – Nosné konstrukce uvnitř PÚ, které nezajišťují stabilitu objektu – není				
8 – Nenosné konstrukce uvnitř PÚ – není požadavek				
9 – Konstrukce schodišť uvnitř PÚ, které nejsou součástí CHÚC				
schodiště	R 15 DP3	Ocelové schodnice se zpěňovacím nátěrem a betonové stupně	viz. podklady [12]	R 15 DP1
10b1 - Výtahové a instalační šachty - šachty ostatní do 45m - dělicí konstrukce – není požadavek				
10b2 - Výtahové a instalační šachty - šachty ostatní do 45m - požární úzávěry otvorů v požárně dělicích konstrukcích – není požadavek				
11 – Střešní plášť – není požadavek na PO střešního pláště, střešní plášť se nachází nad požárním stropem s prokázanou PO vyšší než požadavek na střešní plášť REI 15, není proto nutné PO prokazovat				

E.2 Těsnění instalačních prostupů

V prostupech instalační šachty byly navrženy protipožární ucpávky alespoň s takovou PO jako konstrukce, ve které se ucpávka nachází. Na ucpávky jsou kladeny požadavky z hlediska mezního stavu celistvosti E a izolační schopnosti I dle ČSN 730810:2016, což navržené ucpávky splňují.

Na potrubí vzduchotechniky byly navrženy protipožární límce s požadovanou PO.

Ucpávky budou prováděny proškolenou montážní firmou daného systému a budou procházet každoroční revizní kontrolou. Ucpávka bude označena identifikačním štítkem s údaji obsahujícími důležité informace o ucpávce např. PO ucpávky, typ ucpávky, datum provedení a informace o montážní firmě.

E.3 Požární pásy

V objektu nejsou navrženy požární pásy, jelikož výška objektu je menší než 12 m.

F. Zhodnocení navržených stavebních výrobků a hmot (třída reakce na oheň, odkapávání v podmínkách požáru, rychlost šíření plamene po povrchu, toxicita zplodin hoření apod.)

Není předmětem bakalářské práce.

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

G.1 Únikové cesty

Z posuzovaného objektu vedou nechráněné únikové cesty.

Z 1.N.P. vedou dvě nechráněné únikové cesty, z 2.N.P. jedna nechráněná úniková cesta.

Byla navržena jedna úniková cesta, což norma ČSN 730802 dovoluje.

V objektu nebylo nutné zřídit CHÚC, jelikož požární výška objektu je $h=3,3\text{m}$, nebyla překročena mezní délka NÚC, z každého PÚ vede cesta na volné prostranství maximálně přes 1 sousední PÚ a výškový rozdíl podlah podlaží spojených NÚC nepřekračuje 9m. Výpočet obsazenosti objektu osobami prokázal, že bude z objektu unikat maximálně 115 osob, což vyhovuje limitnímu počtu 120 osob.

G.2 Obsazenost objektu osobami

Tab.7 Obsazenost objektu osobami

Údaje z projektové dokumentace			Údaje z ČSN 73 0818 – tab. 1				
Specifikace prostoru	Plocha [m ²]	Počet osob dle PD	[m ² /os.]	Počet osob dle [m ² /os.]	Součinitel, jímž se násobí počet osob dle PD	Počet osob dle souč.	Rozhodující počet osob (obsazenost)
1.NP Kanceláře	49,6	-	5	10	-	-	10
1.NP Zasedací místnost	40,3	-	1,5	27	-	-	27
1.NP Šatny zaměstnanců	15	25	1,5	34	1,35	33	33
2.NP Kanceláře	122,4	-	5	25	-	-	25
2.NP Zasedací místnost	28,8	-	1,5	20	-	-	20
Obsazení objektu celkem							115
Poznámka:							
1) Počet osob v šatnách zaměstnanců určen pomocí počtu skříněk pro zaměstnance.							

G.3 Posouzení mezní délky NÚC

Mezní délka NÚC dle tab. 18 ČSN 73 0802 činí $l_{\max,n}=27,7 \text{ m} > l_{\max}=25,9 \text{ m}$
(pro $a=0,948$, 1 NÚC).

Dle čl. 9.10.2 ČSN 73 0802 je délka nechráněné únikové cesty měřená od dveří zasedací místnosti v 2.N.P. – podlahová plocha zasedací místnosti a kanceláře ředitele je do 100 m^2 (návrh $48,2 \text{ m}^2$), největší vnitřní vzdálenost k východu z této místnosti je do 15 m (návrh 8 m), počet osob v místnostech je do 40 osob (návrh 24 osob) – vyhovuje.

G.4 Provedení únikových cest

Nechráněné únikové cesty vyhovují čl. 9.2 ČSN 73 0802 – jedná se o trvale volný komunikační prostor směřující k východu na volné prostranství. Za trvale volný se považuje komunikační prostor, v němž není umístěn žádný materiál nebo zařízení bránící úniku osob.

Dle čl. 9.13.1 ČSN 73 0802 dveře, jimiž prochází úniková cesta, musí umožňovat snadný a rychlý průchod, zabránovat zachycení oděvů apod. a svým zajištěním nesmí bránit evakuaci unikajících osob ani zásahu požárních jednotek. Dveře na únikových cestách, opatřené speciálními bezpečnostními zámky (např. kódové karty) musejí být v případě evakuace osob samočinně odblokovány a otevíratelné bez dalších opatření.

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

Není předmětem bakalářské práce.

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

Není předmětem bakalářské práce.

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

Není předmětem bakalářské práce.

K. Stanovení počtu, druhů a způsobu rozmístění hasicích přístrojů, popřípadě dalších věcných prostředků požární ochrany nebo požární techniky

Není předmětem bakalářské práce.

L. Zhodnocení technických, popřípadě technologických zařízení stavby (rozvodná potrubí, vzduchotechnická zařízení, vytápění apod.) z hlediska požadavků požární bezpečnosti

L.1 Vytápění

Objekt bude vytápěn pomocí nízkotlakého systému teplovodního vytápění (podlahové vytápění). Zdrojem tepla je elektrický kotel o výkonu 12 kW, umístěný v technické místnosti (m.č.1.17).

V objektu bylo navrženo podlahové vytápění o parametrech otopné vody 50/40°C řízené ekvitermní regulací fy. Danfoss ELC 110 (230V).

Při instalování a provozu vytápění budou dodržovány platné ČSN 061008 „Požární bezpečnost tepelných zařízení“ a předpisy výrobce k instalaci systému.

Jiná technická nebo technologická zařízení stavby nejsou předmětem bakalářské práce.

L.2 Fotovoltaická elektrárna

FVE je nutné umisťovat mimo požárně nebezpečný prostor objektu, tedy v dostatečném odstupu od světlíků, světlovodů, oken ustupujících podlaží nebo vzduchotechnických výústek. Při požáru FVE uvolňuje teplo kolem sebe, je nutno bez ohledu na odstupové vzdálenosti objektu instalovat zařízení alespoň 2 m od všech požárně otevřených ploch, což je splněno.

Při vedení kabeláže ze střechy dovnitř budovy budou prostupy opatřeny požárními ucpávkami s náležitou požární odolností.

Kabelové trasy je pak potřeba vždy vést v plastových chráničkách nebo kovových žlabech.

M. Stanovení zvláštních požadavků na zvýšení požární odolnosti stavebních konstrukcí nebo snížení hořlavosti stavebních hmot

Není předmětem bakalářské práce.

N. Posouzení požadavků na zabezpečení stavby požárně bezpečnostními zařízeními

Není předmětem bakalářské práce.

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

Není předmětem bakalářské práce.

P. Závěr

Za předpokladu respektování všech ustanovení tohoto PBŘ vyhovuje posuzovaný objekt všem dotčeným ČSN z oboru PO, vyhlášce č.23/2008 Sb. a vyhlášce č.268/2009 Sb.

Seznam příloh

1. PBŘ - Půdorys 1.NP
2. PBŘ - Půdorys 2.NP

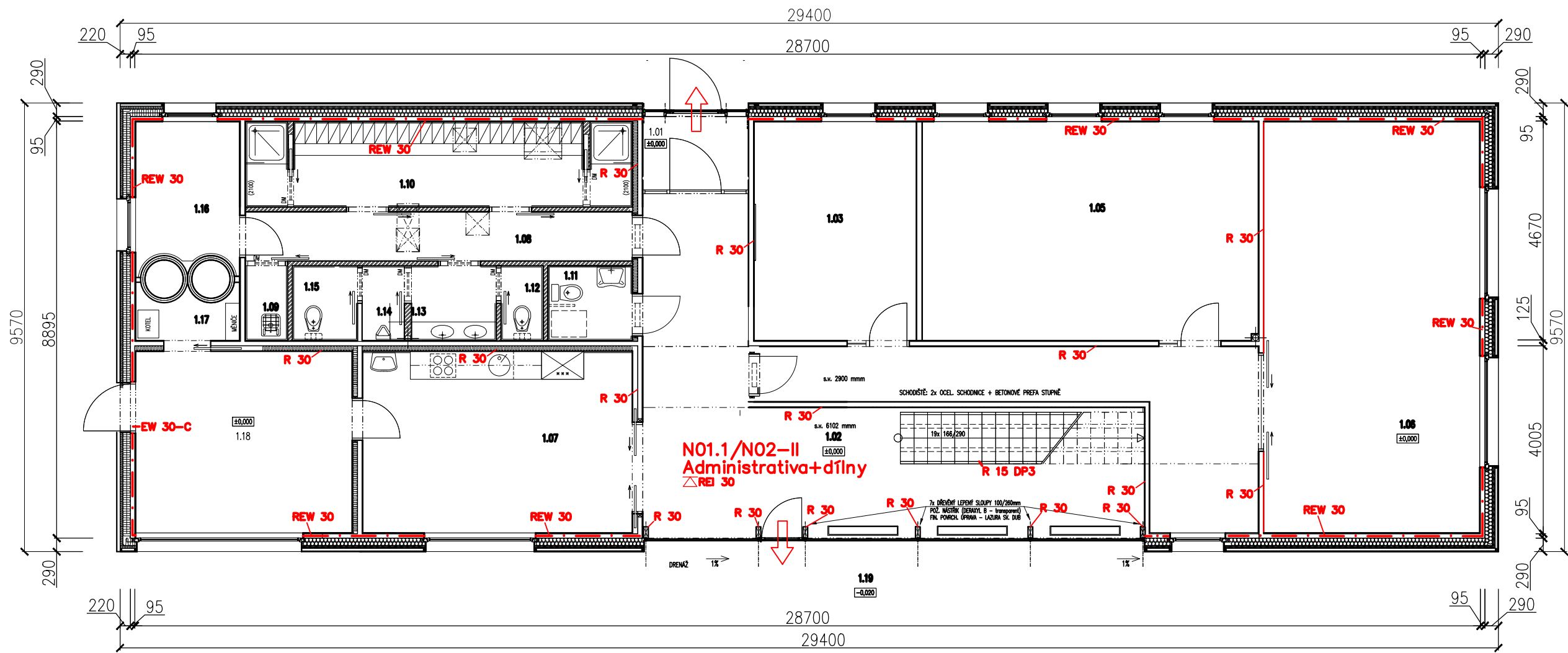
Seznam obrázků

- Obr. 1: Řez objektem s vyznačenou požární výškou..... 7

Seznam tabulek

- Tab. 1: Výpis PÚ – stanovení SPB.....9
- Tab. 2: Výpis místností PÚ N01.1/N02.....10
- Tab. 3: Výpis oken PÚ N01.1/N02.....10
- Tab. 4: Výpis místností PÚ N02.2.....11
- Tab. 5: Výpis oken PÚ N02.2.....11
- Tab. 6: Posouzení PO konstrukcí.....12
- Tab. 7: Obsazenost objektu osobami.....15

PŮDORYS 1.NP

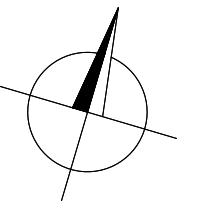


POŽÁRNÍ LEGENDA:

OZNAČENÍ	
EI 45 DP1	Požární odolnost konstrukce
REI 15 DP1	Požární odolnost stropu
C	Samozavírač dveří
→	Směr úniku
⇨	Východ na volné prostranství
- - -	Hranice požárních úseků

LEGENDA MÍSTNOSTÍ 1.NP:

OZN.	ÚČEL	PLOCHA (m ²)	PODLAHA	STĚNY	STROP	
1.01	VSTUPNÍ ZÁDVEŘÍ	3,4	P2	KERAMICKÁ DLAŽBA ČISTÍCÍ KOBEREK cca 1250x800mm	MALBA + SDK DESKY + PROSKLENÁ FASÁDA SCHUCO	SDK PODHLED, sv.v 2,6m
1.02	HALA	61,0	P2	KERAMICKÁ DLAŽBA	MALBA + SDK DESKY + PROSKLENÁ FASÁDA SCHUCO	KLH PANEL POHLEDVÝ + SDK PODHL sv.v 2,6m (8m ²)
1.03	KANCELÁŘ	16,2	P1	KOBEREC	MALBA + SDK DESKY + KAM. OBKL.	SDK DESKY
1.04	neobsazeno					
1.05	KANCELÁŘ	33,5	P1	KOBEREC	MALBA + SDK DESKY	SDK DESKY
1.06	ZASEDACÍ MÍSTNOST	40,3	P1	KOBEREC	MALBA + SDK DESKY + KAM. OBKL. + KLH PANEL POHLEDVÝ (1 stěna)	SDK DESKY
1.07	DENNÍ MÍSTNOST	22,3	P2	KERAMICKÁ DLAŽBA	MALBA + SDK DESKY + KAM. OBKL.	SDK DESKY
1.08	CHODBA	8,7	P2	KERAMICKÁ DLAŽBA	MALBA + SDK DESKY	SDK PODHLED, sv.v 2,45m
1.09	ÚKLID	1,4	P2	KERAMICKÁ DLAŽBA	SDK DESKY + KER. OBKLAD (2.1m)	SDK PODHLED, sv.v 2,45m
1.10	ŠATNA + 2x SPRCHA (MUŽI)	15,0	P2	KERAMICKÁ DLAŽBA	SDK DESKY + KER. OBKLAD (2.1m)	SDK PODHLED, sv.v 2,45m
1.11	WC ŽENY (+ INVALIDNÍ)	2,9	P2	KERAMICKÁ DLAŽBA	SDK DESKY + KER. OBKLAD (2.1m)	SDK PODHLED, sv.v 2,45m
1.12	WC MUŽI	1,44	P2	KERAMICKÁ DLAŽBA	SDK DESKY + KER. OBKLAD (2.1m)	SDK PODHLED, sv.v 2,45m
1.13	UMÝVÁRNA MUŽI	3,7	P2	KERAMICKÁ DLAŽBA	SDK DESKY + KER. OBKLAD (2.1m)	SDK PODHLED, sv.v 2,45m
1.14	WC MUŽI	1,50	P2	KERAMICKÁ DLAŽBA	SDK DESKY + KER. OBKLAD (2.1m)	SDK PODHLED, sv.v 2,45m
1.15	WC MUŽI	1,44	P2	KERAMICKÁ DLAŽBA	SDK DESKY + KER. OBKLAD (2.1m)	SDK PODHLED, sv.v 2,45m
1.16	DÍLNA	6,5	P2	KERAMICKÁ DLAŽBA	MALBA + SDK DESKY	SDK DESKY
1.17	TECHNICKÁ MÍSTNOST	2,4	P2	KERAMICKÁ DLAŽBA	MALBA + SDK DESKY	SDK DESKY
1.18	DÍLNA	17,9	P2	KERAMICKÁ DLAŽBA	MALBA + SDK DESKY	SDK DESKY
1.19	neobsazeno	-				
1.20	neobsazeno	-				

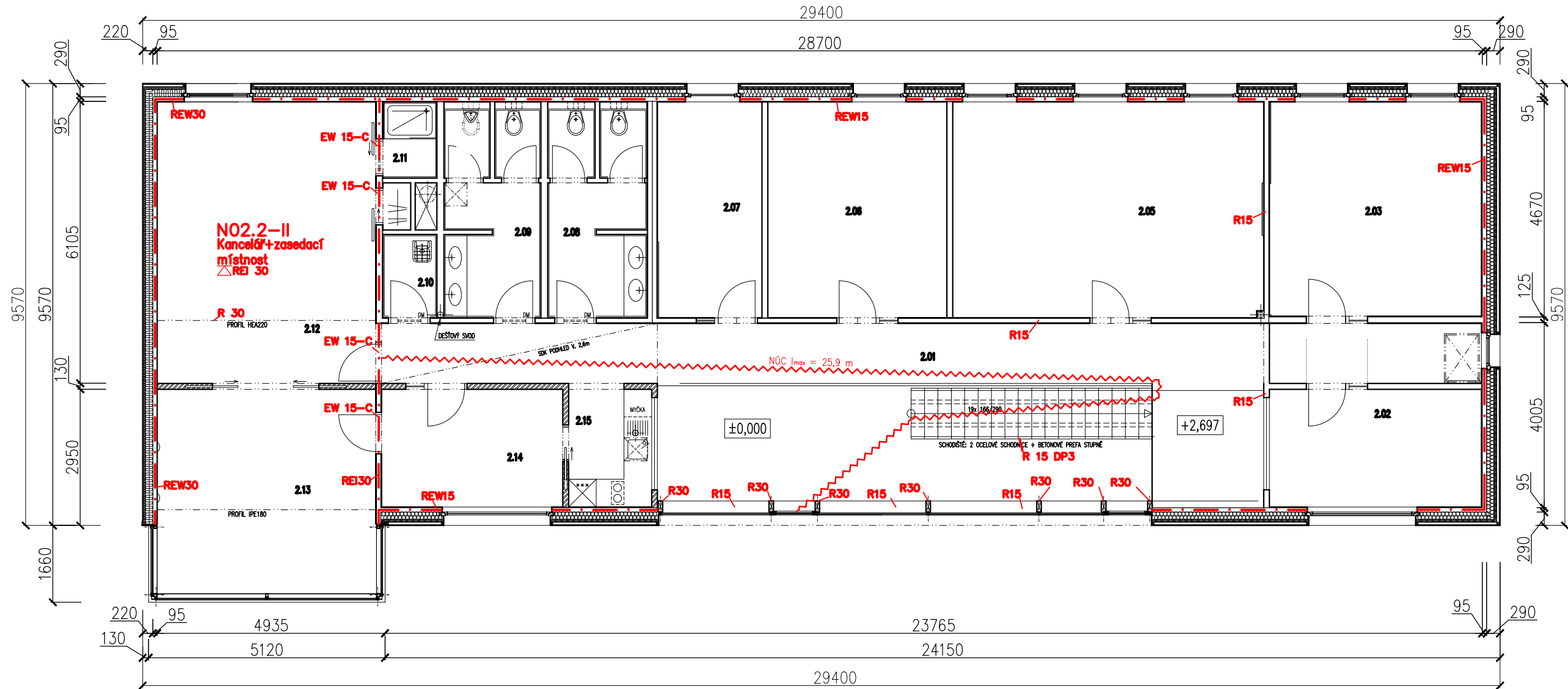


Pozn. Jedná se o hořlavý konstrukční systém, proto jsou požadovány konstrukce DP3.

± 0,00 = 326,100 m n.m. - výškový systém Bpv

Zpracoval: Kristýna Vopatová	Vedoucí práce: Ing. Lukáš Blesák, Ph.D.	Školní rok: 2016/2017	Fakulta stavební ČVUT v Praze
Předmět: k134 Bakalářská práce Q			
Datum:			05/2017
Meřítko:			1:100
Číslo výkresu:			C 1
Název výkresu: PBŘ - Půdorys 1.NP			

PŮDORYS 2.NP



POŽÁRNÍ LEGENDA:

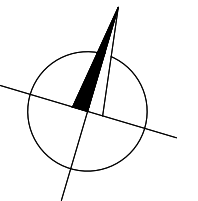
OZNAČENÍ	
EI 45 DPI	Požární odolnost konstrukce
REI 15 DPI	Požární odolnost stropu
C	Samozavírač dveří
→	Směr úniku
⇨	Východ na volné prostranství
I Ú.P.	Kritické místo
- · - · - ·	Hranice požárních úseků

LEGENDA MÍSTNOSTÍ 2.NP:

OZN.	ÚČEL	PLOCHA (m ²)	PODLAHA	STĚNY	STROP	
2.01	GALERIE, CHODBY	34,2	P5,P5a	KOBEREC	MALBA + SDK DESKY, SLOUPY LAZURA + PROSKLENÁ FASÁDA SCHUČO	KLH PANEL POHLEDOVÝ + SDK PODHLED v 2,6m (krajní chodby)
2.02	KANCELÁŘ	11,7	P5	KOBEREC	MALBA + SDK DESKY	SDK DESKY
2.03	KANCELÁŘ	21,3	P5	KOBEREC	MALBA + SDK DESKY + KAM. OBKL.	SDK DESKY
2.04	neobsazeno					SDK DESKY
2.05	KANCELÁŘ	31,5	P5,P5a	KOBEREC	MALBA + SDK DESKY + KAM. OBKL.	SDK DESKY
2.06	KANCELÁŘ	14,4	P5	KOBEREC	MALBA + SDK DESKY + KAM. OBKL.	SDK DESKY
2.07	KANCELÁŘ	14,4	P5	KOBEREC	MALBA + SDK DESKY + KAM. OBKL.	SDK DESKY
2.08	WC - ŽENY	10,0	P6	KERAMICKÁ DLAŽBA	SDK DESKY + KER. OBKLAD (2,1m)	SDK PODHLED, sv.v 2,45m
2.09	WC - MUŽI	10,0	P6	KERAMICKÁ DLAŽBA	SDK DESKY + KER. OBKLAD (2,1m)	SDK PODHLED, sv.v 2,45m
2.10	ÚKLID	2,1	P6	KERAMICKÁ DLAŽBA	SDK DESKY + KER. OBKLAD (2,1m)	SDK PODHLED, sv.v 2,45m
2.11	SPRCHA	1,9	P6	KERAMICKÁ DLAŽBA	SDK DESKY + KER. OBKLAD (2,1m)	SDK PODHLED, sv.v 2,45m
2.12	ZASEDACÍ MÍSTNOST	28,8	P5	KOBEREC	MALBA + SDK DESKY KLH PANEL POHLEDOVÝ (odš. stěna k hale)	SDK DESKY + ZÁVĚSNÝ PRVEK INTERIÉRU NAD STOLEM (REŠÍ INTERIÉR)
2.13	KANCELÁŘ ŘEDITĚLE	18	P5,P7	KOBEREC	MALBA + SDK DESKY KLH PANEL POHLEDOVÝ (odš. stěna k hale)	SDK DESKY
2.14	SEKRETÁŘKA	10,0	P5	KOBEREC	MALBA + SDK DESKY	SDK DESKY
2.15	ČAJOVÁ KUCHYŇKA	4,6	P6	KERAMICKÁ DLAŽBA	MALBA + SDK DESKY	SDK PODHLED, sv.v 2,6m

Pozn. Jedná se o hořlavý konstrukční systém, proto jsou požadovány konstrukce DP3.

± 0,00 = 326,100 m n.m. - výškový systém Bpv



Zpracoval: Kristýna Vopatová	Vedoucí práce: Ing. Lukáš Blesák, Ph.D.	Školní rok: 2016/2017	Fakulta stavební ČVUT v Praze
Předmět: k134 Bakalářská práce Q			
Název úlohy: Administrativní budova			Datum: 05/2017
			Meřítko: 1:100
Název výkresu: PBŘ - Půdorys 2.NP			Číslo výkresu: C 2