



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Doprava

Ministerstvo dopravy
Státní fond dopravní
infrastruktury



Jiná ověření:

Paré:


Orientační schéma:


Razítko oprávněné osoby:

Podpis:

Datum:

Revize:	Datum:	Popis:	Kontroloval:
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-

Stavebník/Investor:	Správa železnic, státní organizace		SPRÁVA ŽELEZNIC
Adresa:	Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1		
Zástupce investora:	Oblastní ředitelství HK		
Adresa:	U Fotochemy 259, 501 01 Hradec Králové		

Zhotovitel díla:	PROJEKT servis spol. s r.o.		
Adresa:	U Elektry 830/2b, 198 00 Praha 9		
Kontakt:	T: +420 281 090 860 E: firma@projekt-servis.cz		
Hlavní projektant (HIP):	Ing. Marek Pelant	Specialista: -	

Název stavby/akce:	Stavebně technický průzkum a posouzení konstrukce střechy po přetížení technologiemi FVE		Označení investora: SŽ
Název části:	STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM A STATICKÝ POSUDEK		Zakázka: ZAK-2022-25
Název objektu/dílní části:	Pardubice, územní pracoviště		Označení části: -
Adresa:	Hlaváčova 206 a 2801, Pardubice I, 530 02 -		Označení objektu/komplexu: -
Odpovědný projektant: Ing. Petr Žalský, Ph.D.	Zpracovatel přílohy: Ing. Martin Enderla	Měřítko: - Formáty: -	Číslo přílohy (typ/pořadí): -
kraj	Katastrální území	TUDU	Stupeň dokumentace: - Smluvní datum zpracování: 02.2023

STATIKON Solutions s.r.o.
Štefánikova 229/5
150 00 Praha 5 – Smíchov

STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM A STATICKÝ POSUDEK NA PŘÍTÍŽENÍ TECHNOLOGIEMI FVE

ÚZEMNÍ PRACOVISTĚ PARDUBICE

Hlaváčova 206 a 2801, Pardubice I, 530 02, p.č.st. 700/1; 700/2; k.ú. Pardubice [717657]

Počet stran: 35x A4

Vypracovali: Ing. Vojtěch Černý
Zodpovědný projektant: Ing. Petr Žalský, Ph.D.

V Praze, březen 2023

OBSAH

<i>Identifikační údaje stavby.....</i>	<i>3</i>
<i>Rozsah stavebně-technického průzkumu a posudku.....</i>	<i>3</i>
<i>Použité metody a postupy</i>	<i>3</i>
1. Popis objektu na základě archivní dokumentace.....	3
2. Stavebně-technický průzkum	3
2.1. <i>Stropní konstrukce nad 3.NP – západní část objektu.....</i>	<i>4</i>
2.2. <i>Svislé nosné konstrukce 3.NP – západní část objektu.....</i>	<i>5</i>
2.3. <i>Stropní konstrukce nad 3.NP – východní část</i>	<i>12</i>
2.4. <i>Svislé nosné konstrukce 3.NP</i>	<i>12</i>
3. Zatížení	16
3.1. <i>Stálá a užitná zatížení</i>	<i>16</i>
3.2. <i>Klimatická zatížení</i>	<i>16</i>
3.3. <i>Zatížení přírodní seismicitou, dynamická zatížení, zatížení dočasná a montážní</i>	<i>16</i>
3.4. <i>Kombinace zatížení</i>	<i>16</i>
4. Použité podklady, normy, odborná literatura a software	17
5. Statické posouzení.....	17
5.1. <i>Obecné předpoklady statického výpočtu</i>	<i>18</i>
5.2. <i>Zatížení.....</i>	<i>18</i>
5.3. <i>Bilance zatížení.....</i>	<i>23</i>
5.4. <i>Posouzení</i>	<i>25</i>
6. Závěr.....	34

Identifikační údaje stavby

Název stavby:	Územní pracoviště Pardubice Stavebně technický průzkum a posouzení konstrukce střechy na přetížení technologiemi FVE
Místo:	Hlaváčova 206 a 2801, Pardubice I, 530 02, k. ú. Pardubice [717657], parc. č. st. 700/1; 700/2
Zakázkové číslo:	655_22
Investor:	Státní organizace – Správa železnic, U Fotochemy 259, 501 01 Hradec Králové
Zpracovatel posudku:	STATIKON Solutions s.r.o., Štefánikova 229/5, Praha 5
Průzkum provedli:	Ing. Vojtěch Černý, Ing. Zdeněk Paďourek
Vypracovali:	Ing. Vojtěch Černý
Zodpovědný projektant:	Ing. Petr Žalský Ph.D., ČKAIT 0009648

Rozsah stavebně-technického průzkumu a posudku

Předmětem tohoto posudku je stavebně-technický průzkum, zabývající se nosnou vodorovnou konstrukcí střechy integrovaného pracoviště Turnov a následné posouzení konstrukce střechy po přetížení technologiemi FVE. Vzhledem k povaze přetížení se stavebně-technický průzkum zaměřuje zejména na skladbu střešního pláště, konstrukční a materiálové provedení vodorovné nosné konstrukce střechy a svíslé nosné konstrukce podpírající střechu.

Použité metody a postupy

Na místě byla provedena vizuální prohlídka všech dotčených konstrukcí včetně zaměření stávajících rozměrů jednotlivých nosných prvků. Ve vybraných místech proběhl stavebně-technický průzkum ve formě lokálních sond do vodorovných nosných konstrukcí střech, případně do přilehlých nosných konstrukcí. Sondy byly provedeny z interiéru, aby nedošlo k porušení střešního pláště.

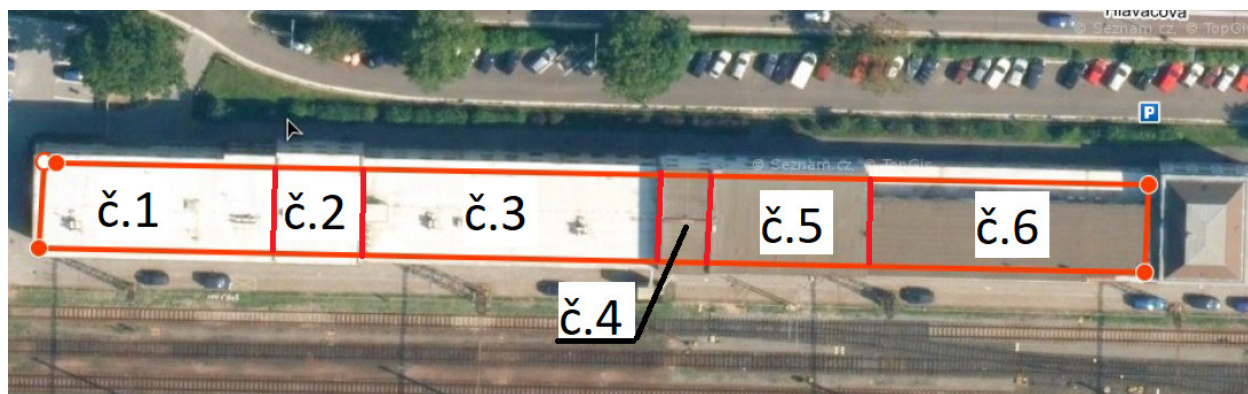
1. Popis objektu na základě archivní dokumentace

Jedná se o částečně podsklepenou zděnou třípodlažní budovu s půdorysným tvarem obdélníka o rozměrech cca 160x12,5 m. Konstrukční systém je stěnový podélný jedno trakt se ztužujícími stěny v příčném směru. Zájmový objekt působí jako soubor několika dílčích budov vystavěných v rozdílných časových úsecích, východní část objektu dle použitých konstrukcí a materiálů předpokládáme jako nejstarší. Objekt je zastřešen plochou střechou v několika výškových úrovních, nejvyšší bod střechy v západní části je ve výšce +11,540 m, ve východní části se nachází věž, která vystupuje do výšky +12,590 m, a která není předmětem tohoto posudku. Budova je pravděpodobně založena na pasech z prostého betonu.

2. Stavebně-technický průzkum

Ke zjištění druhu, skladby, rozponů, roztečí a případného vyztužení stropu byly realizovány ověřovací lokální sondy, které jsou vyznačeny v příložených půdorysech. Ověření výztuže v sondách bylo provedeno kombinací elektronického detektoru a následného odsekání krycí vrstvy výztuže. Ocelové nosníky byly zatřídění pomocí odkrytí spodní pásnice a změření její šířky, v některých případech i změření výšky samotného profilu.

2.1. Stropní konstrukce nad 3.NP – západní část objektu



Obr. – Půdorysné schéma střech

Ocelobetonový strop IPE240+Hurdis (půdorysné schéma č. 1)

V nejzápadnější části 3.NP byla ověřena nosná konstrukce střechy pomocí sondy **V1**. Tento strop je tvořen ocel. nosníky profilu IPE240, mezi které jsou pnuty keramické panely Hurdis, meziprostor je vyplněn lehčeným betonem až po úroveň horní pásnice ocel. profilů IPE. Rozpětí stropu je přibližně 5,85 m a vzdálenost mezi ocel. nosníky je 1,2 m. Zatřídění ocelových nosníků proběhlo odsekáním systémové patky HURDIS, odhalením a následným změřením šířky spodní pásnice nosníku.

Součástí tohoto stropu je průvlak, který nahrazuje podporu v místě vnitřní podélné nosné stěny, tento průvlak byl ověřen pomocí sondy **V2** a zatříděn jako složený ocelový ze 3 profilů IPE300 na rozpětí přibližně 5,0 m.

Montovaný keramicko-betonový strop (půdorysné schéma č. 2)

Dalším typem stropní konstrukce v západní části objektu je skládaný keramicko-betonový strop pnutý v příčném směru, který byl ověřen pomocí sondy **V3**. Jedná se o předchůdce obdobných současných stropních konstrukcí známých jako MIAKO. Strop je tvořen nosníky K-PZT obráceného tvaru „T“, ve kterých byla zjištěna v obou krajních komorách výztuž průměru 10 mm, která byla konzervativně zatříděna dle ČSN ISO 13 822 jako 10 505 R s návrhovou pevností v tahu i tlaku 340 MPa (tato hodnota platí pouze v případě přítomnosti betonu C12/15, při použití betonu vyšší třídy se uvažuje i vyšší návrhová pevnost oceli). Komory jsou vylity betonem C12/15. Mezi samotné nosníky K-PZT jsou pak ukládány výplňové keramické vložky. Celková tloušťka stropu je přibližně 170 mm, kde 150 mm jsou keramické vložky a 20 mm je nabetonávka z betonu třídy C12/15. Osově vzdálenosti keramicko-betonových nosníků jsou 400-450 mm, nosníky jsou uloženy na podélné průvlaky a největší rozpětí je přibližně 2,8 m.

Materiálové a konstrukční řešení průvlaků bylo ověřeno pomocí sondy **V4**. Průvlaky byly zatříděny jako dvojice ocelových profilů IPN300, kde každý z profilů nese pouze polovinu přilehlého pole, tedy polovinu zatěžovací šířky. Mezi prostor ocel. profilů je vyplněn pojivem a úlomky zdiva z cihel plných pálených. Největší rozpětí je přibližně 10,5 m a jejich osově vzdálenosti jsou cca 3,2 m.

Montovaný keramicko-betonový strop (půdorysné schéma č. 3)

V této části objektu byla zjištěna pomocí sondy **V5** totožná stropní konstrukce jako v půdorysném schématu č. 2. Strop je tvořen nosníky K-PZT obráceného tvaru „T“, ve kterých byla zjištěna v obou krajních komorách výztuž průměru 10 mm. Tyto komory jsou vylity betonem C12/15. Mezi samotné nosníky K-PZT jsou pak ukládány výplňové keramické vložky. Celková tloušťka stropu je přibližně 170 mm, kde 150 mm jsou keramické vložky a 20 mm je nabetonávka z betonu třídy C12/15. Osově vzdálenosti keramicko-betonových nosníků jsou 400-450 mm, nosníky jsou uloženy na příčné průvlaky a největší rozpětí je přibližně 3,4 m.

Materiálové a konstrukční řešení průvlaků bylo ověřeno pomocí sondy **V6**. Průvlaky byly zatříděny jako ocelový profil IPN 400. Největší rozpětí je přibližně 8 m a jejich největší osově vzdálenosti jsou cca 3,6 m.

Ocelobetonový strop IPN220+Hurdis (půdorysné schéma č. 4)

V části 3.NP se schodištěm byla ověřena nosná konstrukce střechy pomocí sondy **V7**. Tento strop je tvořen ocel. nosníky profilu IPN220, mezi které jsou pnuty keramické panely hurdis, meziprostor je vyplněn lehčeným betonem až po úroveň horní pásnice ocel. profilů IPN. Rozpětí stropu je přibližně 6,4 m a vzdálenost mezi ocel. nosníky je 1,0 m. Zatřídění ocelových nosníků proběhlo odsekáním systémové patky HURDIS, odhalením a následným změřením šířky spodní pásnice nosníku.

2.2. Svislé nosné konstrukce 3.NP – západní část objektu

Jedná se o zděný podélný stěnový systém. Svislé nosné konstrukce jsou vyžděny z cihel plných pálených tl. 300-500 mm.



Sonda V1 – IPE240+Hurdis



Sonda V2 – průvlak 3xIPE300



Sonda V2 – výška průvlaku



Sonda V3 – montovaný keramicko-betonový strop



Sonda V3 – podélná výztuž R10



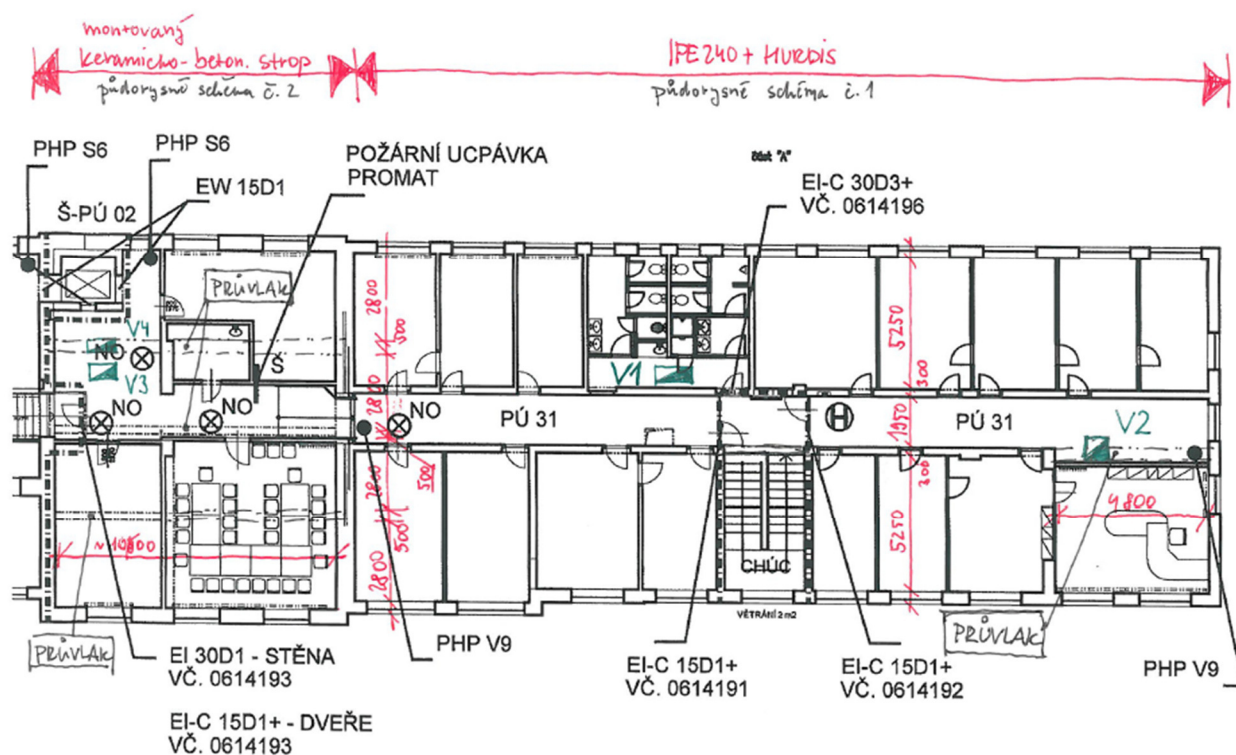
Sonda V4 – odměření spodní pásnice ocel. profilu IPN



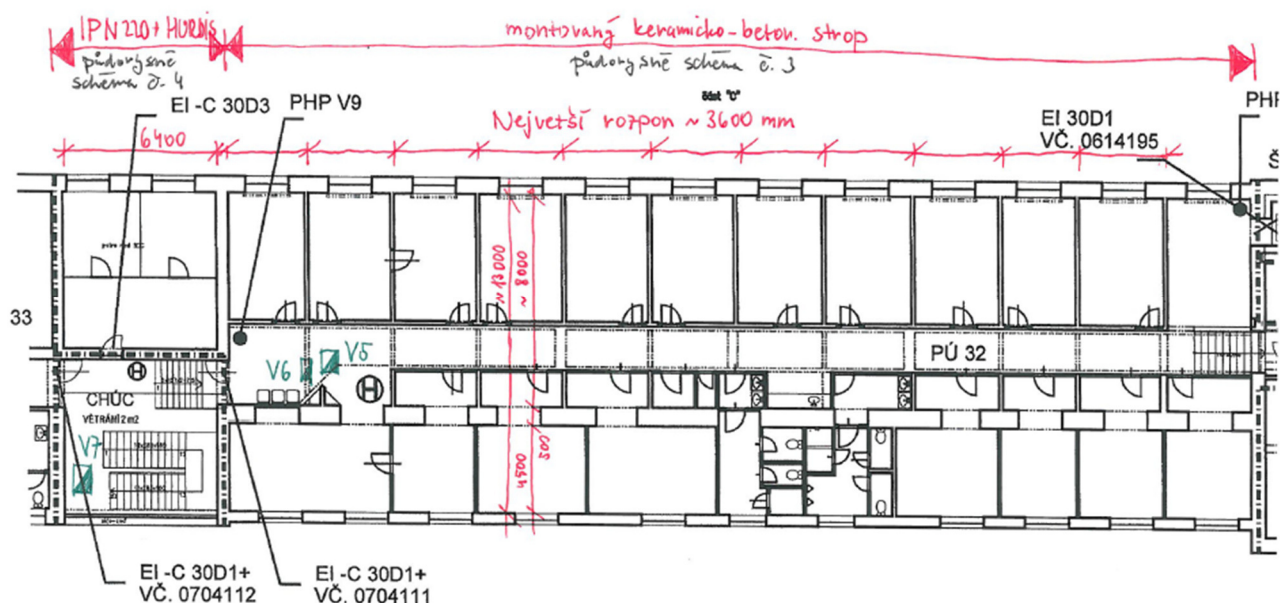
Sonda V5 – montovaný keramicko-beton. strop + podélná výztuž R10



Sonda V6 – průvlak IPN400

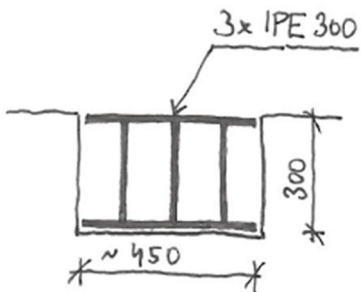


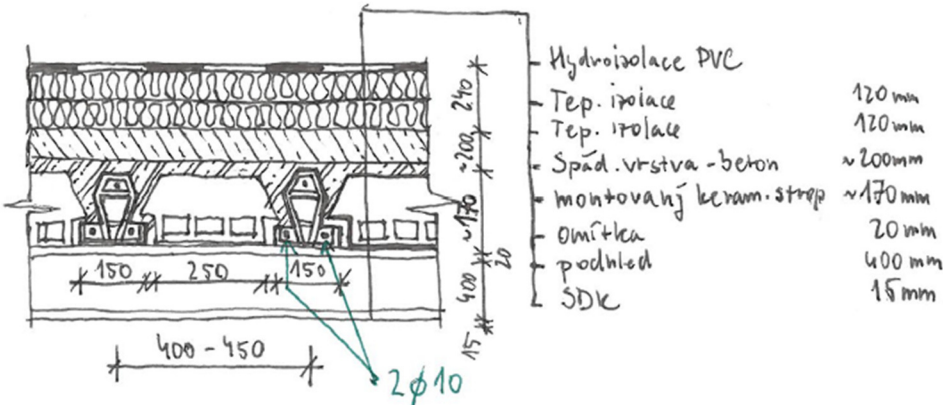
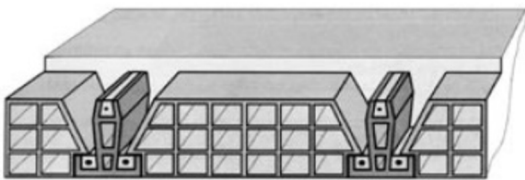
Půdorys 3.NP západní část s vyznačením sond a typů stropů



Půdorys 3.NP západní část s vyznačením sond a typů stropů

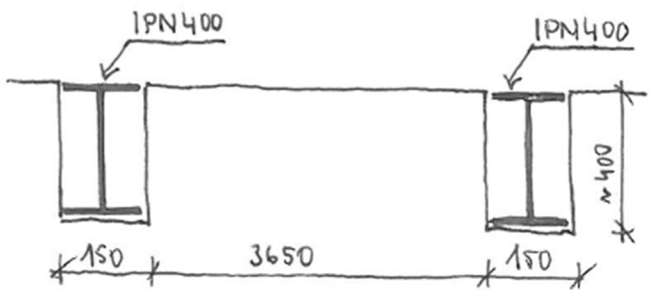
Skladba stropu v místě V1	
Sonda č.: V1	Umístění sondy: 3.NP
Schéma konstrukce:	
<p>Hydroizolace PVC Tep. izo. 120mm Tep. izo. 120mm Spád. vrstva ~ 200 mm Lehčejší beton + IPE 240 160 mm HURDIS do patek 80 mm omítka 20mm podhled 200 mm SDK 15 mm</p> <p>1200 mm</p>	
Poznámka: IPE240 + Hurdís do patek	

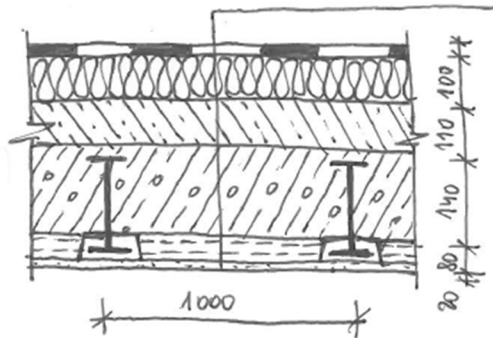
Průvlak V2	
Sonda č.: V2	Umístění sondy: 3.NP
<p>Schéma konstrukce:</p> 	
<p>Poznámka: Prostor mezi profily vyplněn cihelnou sítí a pojivem.</p>	

Skladba stropu v místě V3 + V5	
Sonda č.: V3, V5	Umístění sondy: 3.NP
<p>Schéma konstrukce:</p> 	
<p>Poznámka: Obdobná stropní konstrukce:</p> 	

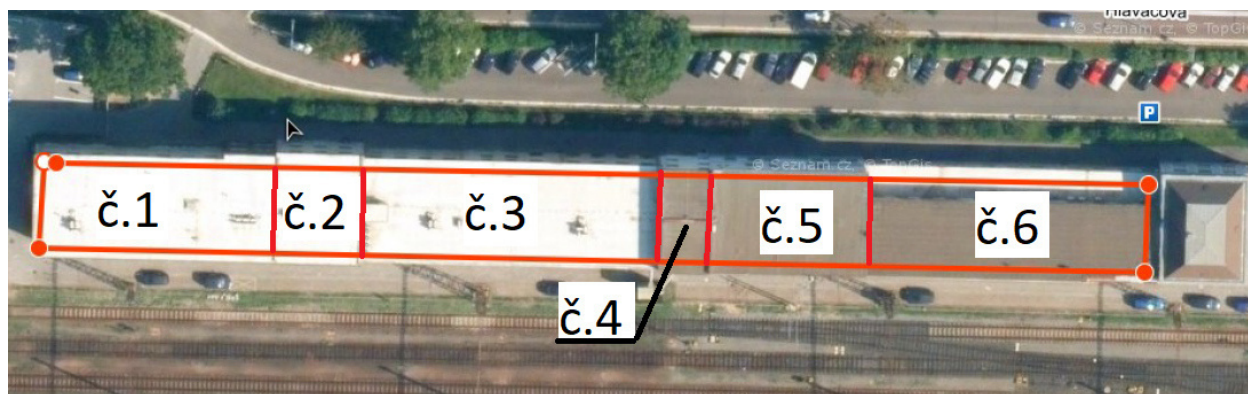
Průvlak V4	
Sonda č.: V4	Umístění sondy: 3.NP
<p>Schéma konstrukce:</p>	
<p>Poznámka: Prostor mezi profily vyplněn cihelnou sutí a pojivem.</p>	

Skladba stropu v místě V5	
Sonda č.: V5	Umístění sondy: 3.NP
<p>Schéma konstrukce:</p>	
<p>Poznámka: Obdobná stropní konstrukce:</p>	

Průvlak V6	
Sonda č.: V6	Umístění sondy: 3.NP
Schéma konstrukce:	
	
Poznámka:	

Skladba stropu v místě V7	
Sonda č.: V7	Umístění sondy: 3.NP
Schéma konstrukce:	
	
<p>Poznámka:</p> <p>IPN220 + Hurdis do patek</p>	

2.3. Stropní konstrukce nad 3.NP – východní část



Obr. – Půdorysné schéma střech

Dřevěné příhradové vazníky (půdorysné schéma č. 5)

Ve východní části 3.NP byla ověřena nosná konstrukce střechy pomocí vizuální prohlídky. V místě půdorysného schématu č. 5 bylo zjištěno provedení vodorovné nosné konstrukce střechy pomocí dřevěných příhradových vazníků. Vazníky se skládají ze dvou částí a dohromady jsou pnuty na rozpětí cca 13,0 m. V prostředku rozpětí jsou podepřeny zděným pilířem, nad tím pilířem je proveden montážní spoj jednotlivých částí příhrad a světlé rozpětí jedné části je přibližně 6,5 m. Osová vzdálenosti vazníků jsou cca 3,6 m. Vazník je vysoký cca 1,3 m, jeho spodní pásnice se skládá ze složeného průřezu 2 prken, kde jedno prkno je výšky 135 mm a šířky 20 mm. Horní pásnice je provedena obdobně a jedno prkno je výšky 140 mm a šířky 20 mm. Mezi prkna spodní i horní pásnice jsou uloženy diagonály výšky 130 mm a šířky 20 mm a stojiny výšky 135 mm a šířky 20 mm. Veškeré spoje jsou sbíjené pomocí hřebíků. Přes horní pásnice vazníků jsou uloženy dřevěné hranoly šířky 120 mm a výšky 160 mm, rozpětí hranolů je stejné jako osová vzdálenosti jednotlivých vazníků tedy 3,6 m a osová vzdálenost samotných hranolů je 1,0 m. Kolmo na hranoly jsou kladeny prkna šířky 200 mm a výšky 40 mm a vytváří tak bednění pro samotnou hydroizolaci střechy, která je tvořena asfaltovými pásy.

Již během prohlídky dřevěná konstrukce vykazovala značné známky opotřebení vlivem působící vlhkosti, a to zejména jednotlivé styčníky vazníků. Sbíjené styčníky jsou v neuspokojivém stavu, hřebíky jsou kompletně zkorodované, a tak dochází k jejich degradaci, v některých styčnicích jsou hřebíky zcela rozpadlé, či ve fázi rozkladu.

Dřevěná konstrukce střechy (půdorysné schéma č. 6)

V nejvýchodnější části objektu bylo zjištěno obdobné materiálové řešení střechy jako v půdorysném schématu č. 5. Vzhledem ke stavu přilehlých dřevěných konstrukcí střech, nebyla provedena detailní sonda a průzkum byl proveden pouze formou vizuální prohlídky. Střešní plášť střechy půd. schématu č. 6 se skládá z hydroizolace z asfaltového pásu, který je uložen na celoplošné bednění z prken šířky 200 mm a výšky 40 mm. Tyto prkna jsou uložena kolmo na dřevěné hranoly šířky 85 mm a výšky 50 mm v osových vzdálenostech cca 885 mm. Součástí střechy je provětrávaná mezera, která tak umožňuje vnikání vlhkosti k dřevěným prvkům.

Během prohlídky dřevěné prvky střechy vykazovaly známky lehké degradace vlivem vlhkosti a v přilehlé věži byly možné vidět na interiérových omítkách následky zatékání. V závislosti na těchto poznatcích byl stav střechy zhodnocen jako neuspokojivý a nebylo prováděno dalších hloubkových průzkumů.

2.4. Svislé nosné konstrukce 3.NP

Jedná se o zděný podélný stěnový systém. Svislé nosné konstrukce jsou vyžděny z cihel plných pálených tl. přibližně 300-500 mm.



Obr. – p.s. č. 5 – uložení vazníku uprostřed rozpětí



Obr. – p.s. č. 5 – zazděné uložení vazníku



Obr. – p.s.č.5 – degradovaný vazník



Obr. – p.s. č. 5 – degradovaný sbíjený spoj



Obr. – p.s.č.6 – dřevěná konstrukce střechy

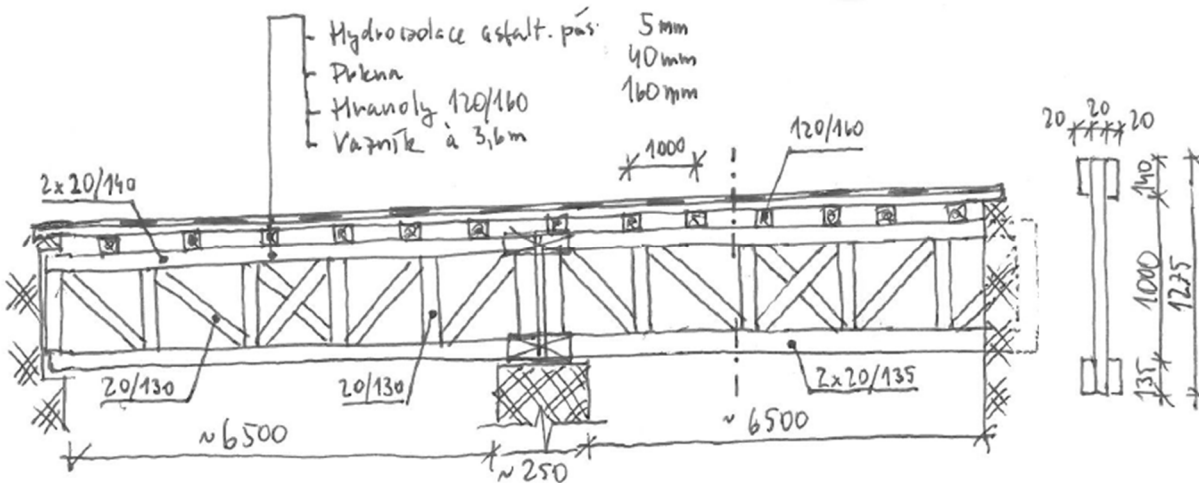



Obr. – p.s.č.6 – provětrávaná mezera



Obr. – projevy vlhkosti na interiérové omítce ve východní věži

Střešní plášť půd. schématu č. 5 a 6	
Sonda č.: STŘEŠNÍ PLÁŠŤ	Umístění sondy: 3.NP
<p>Schéma konstrukce:</p>	
<p>Poznámka: Dřevěné prvky vykazují známky degradace vlivem působení vlhkosti.</p>	

Dřevěný vazník půd. schématu č. 5	
Sonda č.: VAZNÍK	Umístění sondy: 3.NP
Schéma konstrukce:	
	
Poznámka: Sbíjené spoje vazníku vykazují degradaci vlivem působení vlhkosti.	

Dřevěný vazník půd. schématu č. 5	
Sonda č.: VAZNÍK	Umístění sondy: 3.NP
Schéma konstrukce:	
	
Poznámka: Sbíjené spoje vazníku vykazují degradaci vlivem působení vlhkosti.	

3. Zatížení

3.1. Stálá a užitná zatížení

Zatížení je uvažováno podle ČSN EN 1991-1-1 „Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb“ a/nebo podle zadání investora.

Stálé zatížení od systému FVE společně se zatěžovacími bet. dlaždicemi je uvažováno takto:

FVE panel	0,12	kN/m ²
Konstrukce FVE	0,13	kN/m ²
Zatěžovací dlaždice	0,45	kN/m ²

Pozn.: Uvedené hodnoty jsou určeny tak, aby systém FVE odolal případnému větru a zároveň, aby byl splněn MSÚ vodorovné nosné konstrukce střechy. Případné rozdílnosti ve skutečném návrhu systému FVE nutno konzultovat se statikem!

Užitné zatížení je uvažováno charakteristickými hodnotami takto:

Nepochozí střecha	0,75	kN/m ² – kategorie H
-------------------	------	---------------------------------

Součinitel zatížení pro stálá zatížení je uvažován hodnotou $\gamma_g=1,35$, pro užitná zatížení $\gamma_q=1,5$.

3.2. Klimatická zatížení

Zatížení sněhem

Staveniště se nachází podle klasifikace ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem v I. sněhové oblasti, pro kterou platí charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi $s_k=0,7$ kN/m². Ve výpočtu je zohledněn zatěžovací případ, který počítá s případnými návěsemi.

Součinitel zatížení pro zatížení sněhem je $\gamma_q=1,5$.

Zatížení větrem

Zatížení větrem je uvažováno podle ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem. Podle znění této normy se staveniště nachází ve II. větrové oblasti, ve které se uvažuje výchozí základní rychlost větru $v_{b,0}=25$ m/s. Terén je ve výpočtu zatížení větrem uvažována III. kategorií.

Součinitel zatížení pro zatížení větrem je $\gamma_q=1,5$.

3.3. Zatížení přírodní seismicitou, dynamická zatížení, zatížení dočasná a montážní

Podle mapy seismických oblastí ČR uvedené v normě ČSN EN 1998-1, se území řadí do oblasti s referenčním zrychlením základové půdy $a_g = 0,00 - 0,02$ g. Pro tuto oblast a typ stavby není nutné při návrhu nosné konstrukce zatížení přírodní seismicitou uvažovat.

V objektu nebude instalováno žádné nestandardní technologické zatížení, které by vyvozovalo dynamické účinky na nosné konstrukce. S dynamickým zatížením proto není ve výpočtu uvažováno.

Montážní zatížení během provádění stavby je uvažováno podle ČSN EN 1991-1-6 Zatížení konstrukcí – Část 1-6: Obecná zatížení – Zatížení během provádění. Součinitel zatížení γ_f a kombinační součinitel ψ pro zatížení během provádění se uvažuje dle normy ČSN EN 1990, přílohy A1.

3.4. Kombinace zatížení

Základní kombinace zatížení jsou uvažovány v souladu s ČSN EN 1990 včetně zavedení redukčních součinitelů dle základní normy a Národního aplikačního dokumentu (NAD).

Nepříznivá kombinace (větší z hodnot):

$$\text{Výraz (6.10a): } 1,35 G_{k,j,\text{sup}} + 1,5 \psi_{0,1} Q_{k,1} + 1,5 \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$\text{Výraz (6.10b): } 1,35 \cdot 0,85 G_{k,j,\text{sup}} + 1,5 Q_{k,1} + 1,5 \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Příznivá kombinace:

Výraz (6.10a): $1,0 G_{k,j,inf}$

Výraz (6.10b): $1,0 G_{k,j,inf} + 1,5 Q_{k,1}$

Kombinace posouzení celkové stability:

Výraz (6.10): $\gamma_{G,j,sup} G_{k,j,sup} + \gamma_{G,j,inf} G_{k,j,inf} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

Kombinace zatížení mimořádné návrhové (větší z hodnot):

Výraz (6.11a): $G_{k,j} + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i}$

Výraz (6.11b): $G_{k,j} + \psi_{2,1} Q_{k,1} + \psi_{2,i} Q_{k,i}$

4. Použité podklady, normy, odborná literatura a software

Podklady

- [1] Schematické stavební půdorysy od FVE
- [2] Zaměření konstrukce na místě + fotodokumentace
- [3] Archivní dokumentace Správa železnic – zaměření stávajícího stavu

Normy a technické předpisy

- [4] ČSN 73 2011 Nedestruktivní zkoušení betonových konstrukcí
- [5] ČSN 73 1373 Nedestruktivní zkoušení betonu – Tvrdoměrné metody zkoušení betonu
- [6] ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí
- [7] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [8] ČSN EN 1991 Eurokód 1: Zatížení stavebních konstrukcí
- [9] ČSN EN 1992 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí
- [10] ČSN EN 1993 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí
- [11] ČSN EN 1997 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí
- [12] ČSN 73 0037 Zemní a horninový tlak na stavební konstrukce
- [13] ČSN EN 13670 Provádění betonových konstrukcí
- [14] ČSN EN 206 Beton: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

Odborná literatura

J.Studnička, F.Wald, Ocelové konstrukce – Ocelářské tabulky, ČVUT 1996 (2. přepracované vydání)
M. Rochla – Stavební tabulky, SNTL 1987 (5. přepracované vydání)

Software

MS Office 2018 (Word, Excel), FIN EC (Beton, Ocel),

Nástroje, pomůcky

- Schmidtův tvrdoměr typu N, ADA 225
- Elektronický detektor kovů, kabelů a dutin/dřeva + laserový měřič, PARKSIDE
- Posuvné digitální měřítko „šuplera“
- Kombinované sbíjecí kladivo, vrtačka,
- Teleskopický žebřík
- Endoskopická kamera
- Materiál: Cement určený k sanaci betonových konstrukcí, Stavební sádra
- + Další běžné pracovní nástroje

5. Statické posouzení

5.1. Obecné předpoklady statického výpočtu

Fotovoltaické panely jsou navrženy s plošným přitížením betonovými dlaždicemi. V rozboru zatížení je uvažováno přitížení hodnotou 70 kg/m² (viz kapitola 3. Zatížení). Dále je ve výpočtu uvažováno s možnými návějemí sněhu, které jsou zohledněny prům. tvarovým součinitelem dle ČSN EN 1991-1-3.

5.2. Zatížení

Zatížení sněhem			
PROMĚNNÉ			
prvek - plochá střecha		Lokalita:	Pardubice
		sněhová oblast:	1
zatížení sněhem na zemi:		$s_k =$	0,70
souč. expozice (větrné poměry):		$C_e =$	1,00
souč. tepla (odtávání sněhu prostupem):		$C_t =$	1,00
sklon střechy:		$\alpha =$	5,0°
souč. tvaru střechy:		$\mu_1 =$	0,80
		$s_1 = s_k C_e C_t / \mu_1 =$	0,56
$\gamma_f =$	1,50	$s_{d,a} = \gamma_f \cdot s_1 =$	0,84
$\psi =$	0,50	$s_{d,b} = \psi \cdot \gamma_f \cdot s_1 =$	0,42
Zatížení větrem			
		větrová oblast:	II
char. hodnota 10ti minutové stř. rychlosti větru		$v_{b,0} [m/s] =$	25,0
návrhová trvanlivost		[roky] =	50
souč. pravděpodobnosti s ohledem na dobu návrhu		$C_{prob} =$	1,00
směrový součinitel		$C_{dir} =$	1,0
součinitel ročního období		$C_{season} =$	1,0
základní rychlost větru		$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot C_{prob} \cdot v_{b,0} =$	25,0
kategorie terénu			2
		$z [m] =$	7,0
		$z_0 [m] =$	0,050
		$z_{min} [m] =$	2,0
drsnost terénu		$k_r =$	0,19
součinitel drsnosti terénu		$c_r(z) =$	0,94
součinitel orografie - tvaru terénu		$c_0(z) =$	1,0
střední rychlost větru ve výšce z nad zemí		$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_0(z) \cdot v_b [m/s] =$	23,5
intenzita turbulencí, $k_t=1,0$		$I_v(z) = k_r \cdot v_b \cdot k_t / v_m(z) =$	0,20
základní hodnota tlaku větru, $\rho_v = 1,25 \text{ kg/m}^3$		$q_b = 0,5 \cdot \rho_v \cdot v_b^2 [Pa] =$	390,6
součinitel expozice		$c_e(z) = q_p(z) / q_b =$	2,13
nejvyšší hodnota tlaku větru		$q_p(z) [Pa] =$	832,2
součinitel vnějšího tlaku - sání		$C_{pe,10,sání} =$	-0,70
součinitel vnějšího tlaku - tlak		$C_{pe,10,tlak} =$	0,2
zatížení větrem - sání: $w_e = q_p(z) \cdot C_{pe,10,sání} [kN/m^2] =$		char. hodnota $[kN/m^2]$	-0,58
$\gamma_f =$	1,50	$w_{e,a} = \gamma_f \cdot w_e =$	-0,87
$\psi =$	0,60	$w_{e,b} = \psi \cdot \gamma_f \cdot w_e =$	-0,52
zatížení větrem - tlak: $w_e = q_p(z) \cdot C_{pe,10,tlak} [kN/m^2] =$		char. hodnota $[kN/m^2]$	0,17
$\gamma_f =$	1,50	$w_{e,a} = \gamma_f \cdot w_e =$	0,25
$\psi =$	0,60	$w_{e,b} = \psi \cdot \gamma_f \cdot w_e =$	0,15

Skladba - č. 1 - IPE240+Hurdis			
STÁLÉ	Ekv. tl.	Objemová tíha	Char. zatížení - f_k
	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
PŘÍTÍŽENÍ SYSTÉMEM FVE			0,70
Hydroizolace (asfalt. Pásky)			0,05
Tepelná izolace tl. 240 mm	240	0,4	0,10
Spád. Vrstva	200	25	5,00
Hydroizolace (asfalt. Pásky)			0,05
Keramzit beton	160	15	2,40
Ocel. nosníky IPE240 á 1,2m			0,31
Hurdis stropní panely tl. 80 mm	80	-	0,60
Podhled	—	—	0,30
CELKEM:			9,51
Přepočet na m ² půdorysné plochy $f_k/\cos\alpha$:	sklon $\alpha =$	5,0°	9,54
$\gamma_f =$	1,35	$\gamma_f \cdot f_k =$	12,88
$\xi =$	0,85	$\xi \cdot \gamma_f \cdot f_k =$	10,95
PROMĚNNÉ			
užitné - nepochozí střechy (kategorie H)			0,75
$\gamma_f =$	1,50	$q_{d,a} = \gamma_f \cdot f_k =$	1,13
$\psi =$	0,00	$q_{d,b} = \psi \cdot \gamma_f \cdot f_k =$	0,00
Vlastní tíha skladeb (bez stropní konstrukce):			9,20 kN/m ²

Skladba - č. 2 - montovaný ker.-bet. strop			
STÁLÉ	Ekv. tl.	Objemová tíha	Char. zatížení - f_k
	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
PŘÍTÍŽENÍ SYSTÉMEM FVE			0,70
Hydroizolace (asfalt. Pásky)			0,05
Tepelná izolace tl. 240 mm	240	0,4	0,10
Spád. Vrstva	180	25	4,50
Hydroizolace (asfalt. Pásky)			0,00
montovaný keramický strop tl. 150-170 mm	170		2,50
Podhled	—	—	0,30
CELKEM:			8,15
Přepočet na m ² půdorysné plochy $f_k/\cos\alpha$:	sklon $\alpha =$	5,0°	8,18
$\gamma_f =$	1,35	$\gamma_f \cdot f_k =$	11,04
$\xi =$	0,85	$\xi \cdot \gamma_f \cdot f_k =$	9,38
PROMĚNNÉ			
užitné - nepochozí střechy (kategorie H)			0,75
$\gamma_f =$	1,50	$q_{d,a} = \gamma_f \cdot f_k =$	1,13
$\psi =$	0,00	$q_{d,b} = \psi \cdot \gamma_f \cdot f_k =$	0,00
Vlastní tíha skladeb (bez stropní konstrukce):			5,65 kN/m ²

Skladba - č. 3 - montovaný ker.-bet. strop

STÁLÉ	Ekv. tl. [mm]	Objemová tíha [kN/m ³]	Char. zatížení - f_k [kN/m ²]
PŘÍTIŽENÍ SYSTÉMEM FVE			0,70
Hydroizolace (asfalt. Pásy)			0,05
Tepelná izolace tl. 240 mm	240	0,4	0,10
Spád. Vrstva	180	25	4,50
Hydroizolace (asfalt. Pásy)			0,00
montovaný keramický strop tl. 150-170 mm	170		2,50
Podhled	—	—	0,30
CELKEM:			8,15
Přepočet na m ² půdorysné plochy $f_k/\cos\alpha$:	sklon $\alpha =$	5,0°	8,18
$\gamma_f =$	1,35	$\gamma_f \cdot f_k =$	11,04
$\xi =$	0,85	$\xi \cdot \gamma_f \cdot f_k =$	9,38
PROMĚNNÉ			
užitné - nepochozí střechy (kategorie H)			0,75
$\gamma_f =$	1,50	$q_{d,a} = \gamma_f \cdot f_k =$	1,13
$\psi =$	0,00	$q_{d,b} = \psi \cdot \gamma_f \cdot f_k =$	0,00
Vlastní tíha skladeb (bez stropní konstrukce):			5,65 kN/m ²

Skladba - č. 4 - IPN220+Hurdis

STÁLÉ	Ekv. tl. [mm]	Objemová tíha [kN/m ³]	Char. zatížení - f_k [kN/m ²]
PŘÍTIŽENÍ SYSTÉMEM FVE			0,70
Hydroizolace (asfalt. Pásy)			0,05
Tepelná izolace tl. 240 mm	100	0,4	0,04
Spád. Vrstva	100	25	2,50
Hydroizolace (asfalt. Pásy)			0,05
Keramzit beton	140	15	2,10
Ocel. nosníky IPN220 á 1,0m			0,31
Hurdis stropní panely tl. 80 mm	80	-	0,60
Omítka			0,10
CELKEM:			6,45
Přepočet na m ² půdorysné plochy $f_k/\cos\alpha$:	sklon $\alpha =$	5,0°	6,47
$\gamma_f =$	1,35	$\gamma_f \cdot f_k =$	8,74
$\xi =$	0,85	$\xi \cdot \gamma_f \cdot f_k =$	7,43
PROMĚNNÉ			
užitné - nepochozí střechy (kategorie H)			0,75
$\gamma_f =$	1,50	$q_{d,a} = \gamma_f \cdot f_k =$	1,13
$\psi =$	0,00	$q_{d,b} = \psi \cdot \gamma_f \cdot f_k =$	0,00
Vlastní tíha skladeb (bez stropní konstrukce):			6,14 kN/m ²

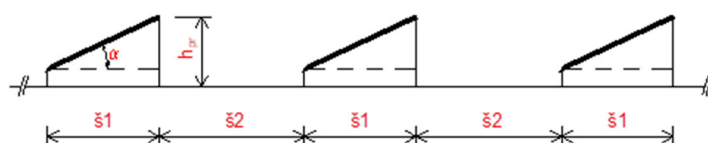
Skladba - č. 5 - dřevěné vazníky			
STÁLÉ	Ekv. tl.	Objemová tíha	Char. zatížení - f_k
	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
PŘÍTÍŽENÍ SYSTÉMEM FVE			0,70
Hydroizolace (asfalt. Pásky)			0,05
Dřevěné prkna	40	8	0,32
Hranoly	19	8	0,15
CELKEM:			1,22
Přepočet na m ² půdorysné plochy $f_k/\cos\alpha$:	sklon $\alpha =$	5,0°	1,23
$\gamma_f =$	1,35	$\gamma_f \cdot f_k =$	1,66
$\xi =$	0,85	$\xi \cdot \gamma_f \cdot f_k =$	1,41
PROMĚNNÉ			
užitné - nepochozí střechy (kategorie H)			0,75
$\gamma_f =$	1,50	$q_{d,a} = \gamma_f \cdot f_k =$	1,13
$\psi =$	0,00	$q_{d,b} = \psi \cdot \gamma_f \cdot f_k =$	0,00
Vlastní tíha skladeb (bez stropní konstrukce):			1,07 kN/m ²

Skladba - č. 6 - dřevěné prkna			
STÁLÉ	Ekv. tl.	Objemová tíha	Char. zatížení - f_k
	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]
PŘÍTÍŽENÍ SYSTÉMEM FVE			0,70
Hydroizolace (asfalt. Pásky)			0,05
Dřevěné prkna	40	8	0,32
Hranoly	5	8	0,04
CELKEM:			1,11
Přepočet na m ² půdorysné plochy $f_k/\cos\alpha$:	sklon $\alpha =$	5,0°	1,11
$\gamma_f =$	1,35	$\gamma_f \cdot f_k =$	1,50
$\xi =$	0,85	$\xi \cdot \gamma_f \cdot f_k =$	1,28
PROMĚNNÉ			
užitné - nepochozí střechy (kategorie H)			0,75
$\gamma_f =$	1,50	$q_{d,a} = \gamma_f \cdot f_k =$	1,13
$\psi =$	0,00	$q_{d,b} = \psi \cdot \gamma_f \cdot f_k =$	0,00
Vlastní tíha skladeb (bez stropní konstrukce):			1,07 kN/m ²

Přítížení FVE pomocí betonových dlaždic			
FVE panel	m=	12	kg/m ²
Konstrukce FVE	m=	13	kg/m ²
Přítěžovací dlaždice	m=	45	kg/m ²
	Celkem:	0,7	kN/m ²
Vítr	$w_e =$	0,6	kN/m ²
sklon panelu:	$\alpha =$	25	°
Vítr přepočítán do svislého směru:	$f_w \cdot \cos(\alpha) =$	0,53	kN/m ²

Zatížení sněhem: (návěj za překážkou dle ČSN EN 1991-1-3)			
základní souč. tvaru střechy:		$\mu_1 =$	0,80
objemová tíha sněhu:		$\gamma =$	2,00
výška překážky		$h_{pr} =$	0,50
zvýšený souč. za překážkou:	$\mu_2 = 0,8 < \gamma \cdot h / s_k < 2,0 =$		1,43
délka návěje:	$l_s = 5,0 < 2h < 15,0 =$		5,00
pokles souč. za překážkou směrem k další překážce:		$\mu_3 = \mu_2 - (\mu_2 - \mu_1) \cdot \xi_2 / l_s > \mu_1 =$	1,27
Průměrný tvarový součinitel zatížení sněhem v situaci s návějí:			
$\mu_{prům} = (C_t \mu_1 \xi_1 + (\mu_2 + \mu_3) \xi_2 / 2) / (\xi_1 + \xi_2) =$			1,14
šířka pásu panelů:	$\xi_1 =$	0,80 m	
šířka uliček:	$\xi_2 =$	1,25 m	
Zatížení sněhem – panely FVE – návěje			
PROMĚNNÉ			
prvek - FVE panel		Lokalita:	Pardubice
		sněhová oblast:	1
zatížení sněhem na zemi:		$s_k =$	0,70
souč. expozice (větrné poměry):		$C_e =$	1,00
souč. tepla (odtávání sněhu prostupem):		$C_t =$	1,00
sklon panelu:		$\alpha =$	25,0°
průměrný souč. tvaru střechy v situaci s návějemi:		$\mu_1 =$	1,14
		$s_1 = s_k C_e C_t \mu_1 =$	0,79
	$\gamma_f = 1,50$	$s_{d,a} = \gamma_f \cdot s_1 =$	1,19
	$\psi = 0,50$	$s_{d,b} = \psi \cdot \gamma_f \cdot s_1 =$	0,60

Schéma FVE konstrukce:

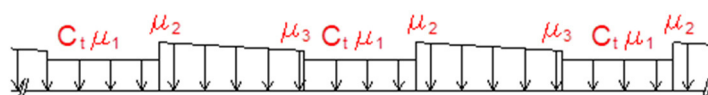


Tvarové součinitele zatížení sněhem:

a/ základní stav:



b/ se závějí:



5.3. Bilance zatížení

Bilance zatížení střechy č.1 IPE240+HURDIS						
PŮVODNÍ STAV	stálé vl. tíha + skladba	proměnné			zatížení celkem [kN/m2]	
		užitné	sníh	vítr	charak.	návrh.
podlaží						
sníh		-	0,56	-	0,56	0,84
strop nad 1.NP (Hurdis)	8,81	0,75	-	-	9,56	13,01
Plošné zatížení					10,12	13,85
NOVÝ STAV	stálé vl. tíha + skladba	proměnné			zatížení celkem [kN/m2]	
		užitné	sníh	vítr	charak.	návrh.
podlaží						
FVE + návěje	0,70	-	0,79	-	1,49	2,14
strop nad 1.NP (Hurdis)	8,81	0,75	-	-	9,56	13,01
Plošné zatížení					11,05	15,15
					BILANCE	
					1,09	1,09
Procento přetížení [%]=					9	9

Bilance zatížení střechy č.2 Montovany keram. Strop						
PŮVODNÍ STAV	stálé vl. tíha + skladba	proměnné			zatížení celkem [kN/m2]	
		užitné	sníh	vítr	charak.	návrh.
podlaží						
sníh		-	0,56	-	0,56	0,84
strop nad 1.NP (montovany)	7,45	0,75	-	-	8,20	11,18
Plošné zatížení					8,76	12,02
NOVÝ STAV	stálé vl. tíha + skladba	proměnné			zatížení celkem [kN/m2]	
		užitné	sníh	vítr	charak.	návrh.
podlaží						
FVE + návěje	0,70	-	0,79	-	1,49	2,14
strop nad 1.NP (montovany)	7,45	0,75	-	-	8,20	11,18
Plošné zatížení					9,69	13,31
					BILANCE	
					1,11	1,11
Procento přetížení [%]=					11	11

Bilance zatížení střechy č.3 montovany keram. Strop						
PŮVODNÍ STAV	stálé vl. tíha + skladba	proměnné			zatížení celkem [kN/m2]	
		užitné	sníh	vítr	charak.	návrh.
podlaží						
sníh		-	0,56	-	0,56	0,84
strop nad 1.NP (montovany)	7,45	0,75	-	-	8,20	11,18
Plošné zatížení					8,76	12,02
NOVÝ STAV	stálé vl. tíha + skladba	proměnné			zatížení celkem [kN/m2]	
		užitné	sníh	vítr	charak.	návrh.
podlaží						
FVE + návěje	0,70	-	0,79	-	1,49	2,14
strop nad 1.NP (montovany)	7,45	0,75	-	-	8,20	11,18
Plošné zatížení					9,69	13,31
					BILANCE	
					1,11	1,11
Procento přetížení [%]=					11	11

Bilance zatížení střechy č.4 - IPN220+Hurids						
PŮVODNÍ STAV		stálé	proměnné		zatížení celkem [kN/m2]	
podlaží	vl. tíha + skladba	užitné	sníh	vítr	charak.	návrh.
sníh		-	0,56	-	0,56	0,84
strop nad 1.NP (IPN)	5,75	0,75	-	-	6,50	8,89
Plošné zatížení					7,06	9,73
NOVÝ STAV		stálé	proměnné		zatížení celkem [kN/m2]	
podlaží	vl. tíha + skladba	užitné	sníh	vítr	charak.	návrh.
FVE + návěje	0,70	-	0,79	-	1,49	2,14
strop nad 1.NP (IPN)	5,75	0,75	-	-	6,50	8,89
Plošné zatížení					7,99	11,02
					BILANCE	
					1,13	1,13
Procento přetížení [%]=					13	13

Bilance zatížení střechy č.5 - Dřevěné vazníky						
PŮVODNÍ STAV		stálé	proměnné		zatížení celkem [kN/m2]	
podlaží	vl. tíha + skladba	užitné	sníh	vítr	charak.	návrh.
sníh		-	0,56	-	0,56	0,84
strop nad 1.NP (IPN)	0,52	0,75	-	-	1,27	1,83
Plošné zatížení					1,83	2,67
NOVÝ STAV		stálé	proměnné		zatížení celkem [kN/m2]	
podlaží	vl. tíha + skladba	užitné	sníh	vítr	charak.	návrh.
FVE + návěje	0,70	-	0,79	-	1,49	2,14
strop nad 1.NP (IPN)	0,52	0,75	-	-	1,27	1,83
Plošné zatížení					2,77	3,97
					BILANCE	
					1,51	1,49
Procento přetížení [%]=					51	49

Bilance zatížení střechy č.6 - Dřevěné prkna						
PŮVODNÍ STAV		stálé	proměnné		zatížení celkem [kN/m2]	
podlaží	vl. tíha + skladba	užitné	sníh	vítr	charak.	návrh.
sníh		-	0,56	-	0,56	0,84
strop nad 1.NP (IPN)	0,41	0,75	-	-	1,16	1,68
Plošné zatížení					1,72	2,52
NOVÝ STAV		stálé	proměnné		zatížení celkem [kN/m2]	
podlaží	vl. tíha + skladba	užitné	sníh	vítr	charak.	návrh.
FVE + návěje	0,70	-	0,79	-	1,49	2,14
strop nad 1.NP (IPN)	0,41	0,75	-	-	1,16	1,68
Plošné zatížení					2,65	3,81
					BILANCE	
					1,54	1,52
Procento přetížení [%]=					54	52

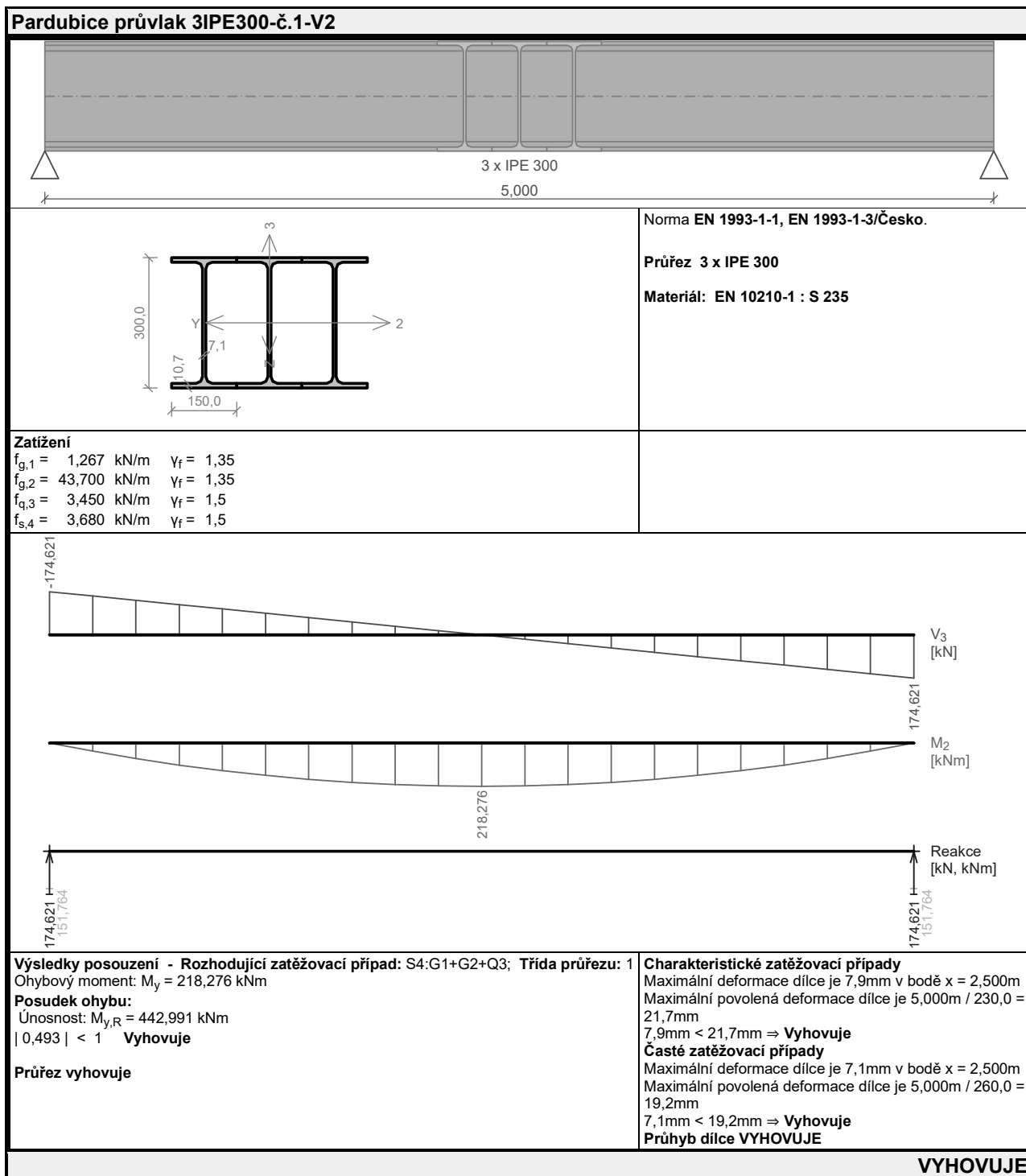
Poznámka: V bilanci není zahrnuta kompletní skladba stropu. Bilance je napočítána pouze se souvrstvím střechy nad provětrávanou mezerou, a proto je pouze orientační.

5.4. Posouzení

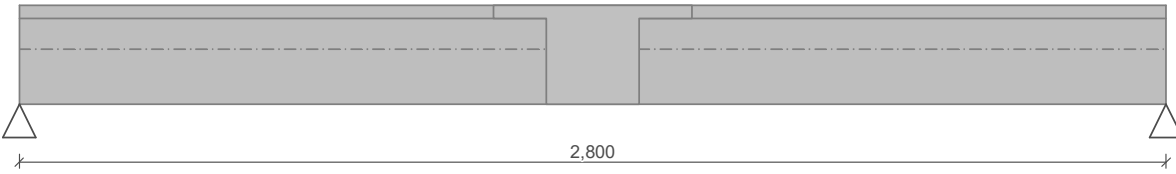
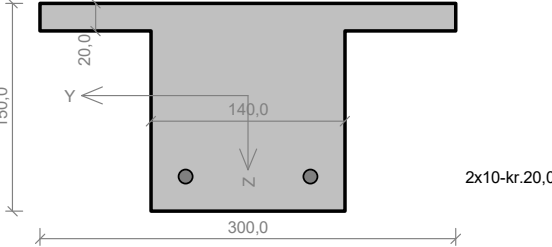
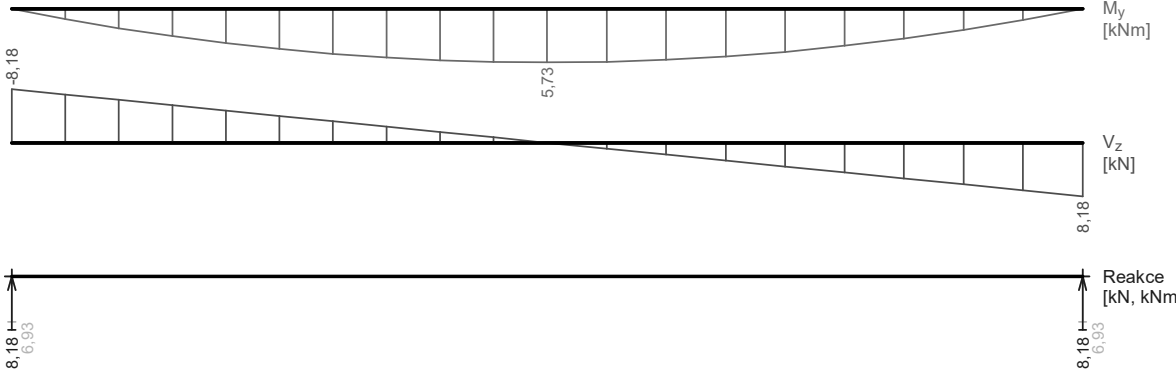
Půdorysné schéma č. 1 – V1 – IPE240+Hurdís

Pardubice IPE240 (HURDIS)-č.1-V1	
<p>Norma EN 1993-1-1, EN 1993-1-3/Česko.</p> <p>Průřez IPE 240</p> <p>Materiál: EN 10210-1 : S 235</p>	
<p>Zatížení</p> <p>$f_{g,1} = 0,307 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,35$ $f_{g,2} = 11,040 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,35$ $f_{q,3} = 0,900 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,5$ $f_{s,4} = 0,960 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,5$</p>	<p>Parametry klopení</p> <p>S klopením se nepočítá</p>
<p>Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: S4:G1+G2+Q3; Třída průřezu: 1</p> <p>Ohybový moment: $M_y = 75,733 \text{ kNm}$</p> <p>Posudek ohybu:</p> <p>Únosnost: $M_{y,R} = 86,151 \text{ kNm}$</p> <p>$0,879 < 1$ Vyhovuje</p> <p>Průřez vyhovuje</p>	<p>Charakteristické zatěžovací případy</p> <p>Maximální deformace dílce je 24,1mm v bodě $x = 2,925\text{m}$</p> <p>Maximální povolená deformace dílce je $5,850\text{m} / 230,0 = 25,4\text{mm}$</p> <p>$24,1\text{mm} < 25,4\text{mm} \Rightarrow$ Vyhovuje</p> <p>Časté zatěžovací případy</p> <p>Maximální deformace dílce je 21,5mm v bodě $x = 2,925\text{m}$</p> <p>Maximální povolená deformace dílce je $5,850\text{m} / 260,0 = 22,5\text{mm}$</p> <p>$21,5\text{mm} < 22,5\text{mm} \Rightarrow$ Vyhovuje</p> <p>Průhyb dílce VYHOVUJE</p>
VYHOVUJE	

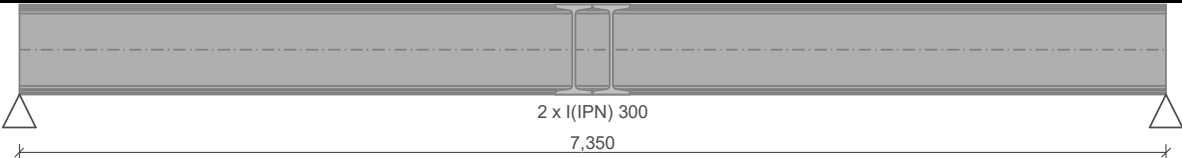
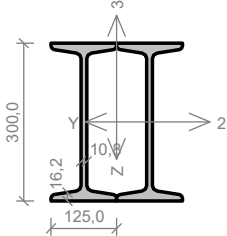
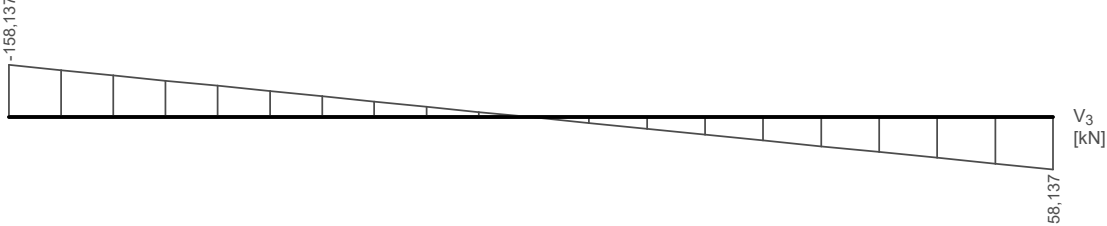

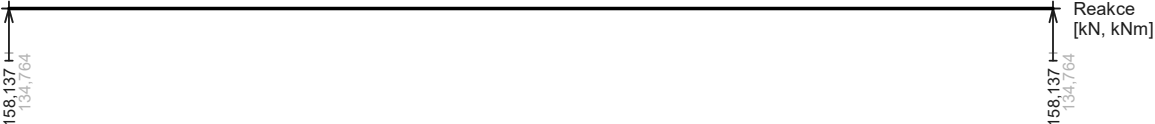
Půdorysné schéma č. 1 – V2 – Průvlak 3xIPE300



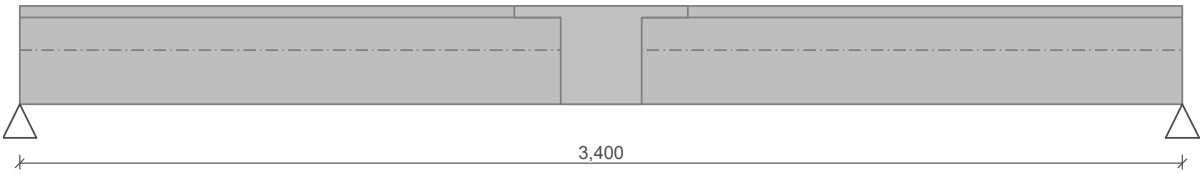
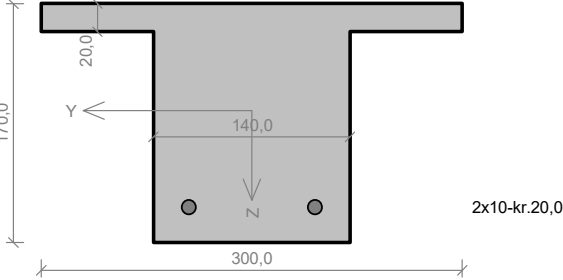

Půdorysné schéma č. 2 – V3 – Montovaný keramický strop

Pardubice-montovany č.2 - V3	
	
	
<p>Beton: C 12/15 XC1 $f_{ck} = 12,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 1,6 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 27000 \text{ MPa}$ Ocel podélná: 10 505 R (C12/15) (uživ.) ($f_{yk} = 490,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$) Ocel příčná: B500B ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$) S tlačnou výztuží není počítáno.</p>	
<p>Zatížení $f_{g,1} = 2,543 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,35$ $f_{q,2} = 0,338 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,5$ $f_{s,3} = 0,360 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,5$ $f_{g,4} = 1,125 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,35$</p>	
<p>Podélná výztuž Horní výztuž Dolní výztuž 2x10 - 2800 (0,0;2,8) -kr.20,0</p>	<p>Smyková výztuž</p>
	
<p>Posouzení mezního stavu únosnosti Ohyb dílce Kritický řez v bodě $x = 1,400 \text{ m}$ $M_{Ed} = 5,73 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 7,36 \text{ kNm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$ Smyk dílce Kritický řez v bodě $x = 0,000 \text{ m}$ $V_{Ed} = 8,18 \text{ kN} \leq V_{Rd} = 9,28 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$</p>	<p>Posouzení mezního stavu použitelnosti Šířka trhlin $w_k = 0,127 \text{ mm} \leq w_{max} = 0,400 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$ Průhyb dílce $w_{kv} = 17,2 \text{ mm} \leq w_{kv,lim} = 18,7 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$</p>
VYHOVUJE	

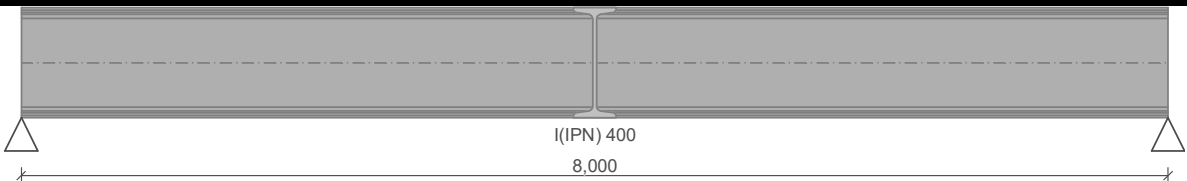
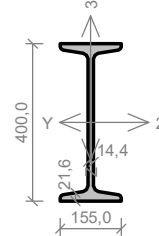
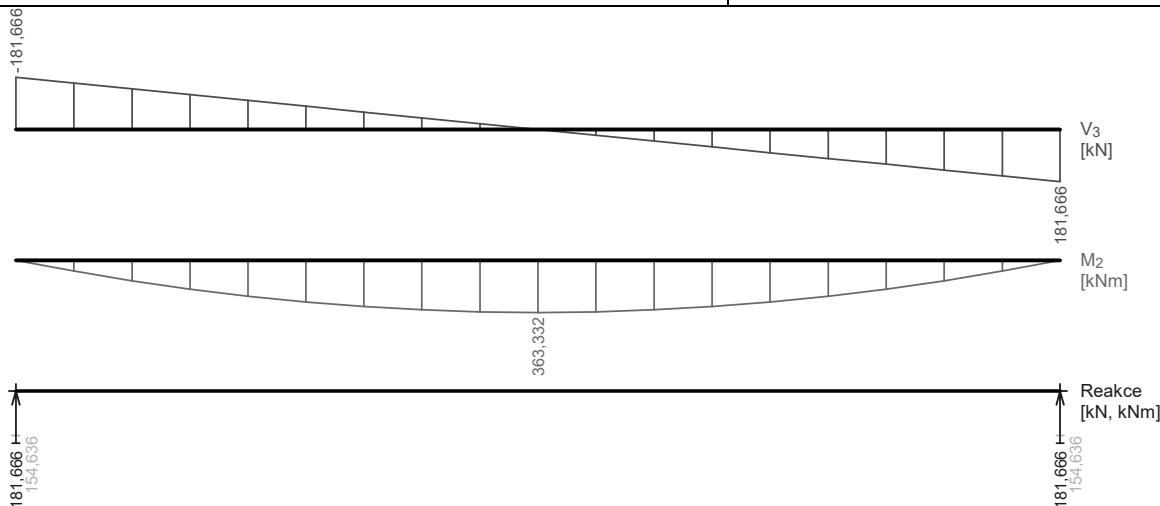
Půdorysné schéma č. 2 – V4 – Průvlak 2x IPN 300

Pardubice průvlak IPN300-č.2-V4	
	
	<p>Norma EN 1993-1-1, EN 1993-1-3/Česko.</p> <p>Průřez 2 x I(IPN) 300</p> <p>Materiál: EN 10210-1 : S 235</p>
<p>Zatížení</p> <p>$f_{g,1} = 1,083 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,35$ $f_{g,2} = 26,080 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,35$ $f_{g,3} = 2,400 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,5$ $f_{s,4} = 2,560 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,5$</p>	
  	
<p>Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: S4:G1+G2+Q3; Třída průřezu: 1</p> <p>Ohybový moment: $M_y = 290,577 \text{ kNm}$</p> <p>Posudek ohybu: Únosnost: $M_{y,R} = 357,131 \text{ kNm}$ $0,814 < 1$ Vyhovuje</p> <p>Průřez vyhovuje</p>	<p>Charakteristické zatěžovací případy Maximální deformace dílce je 29,0mm v bodě $x = 3,675\text{m}$ Maximální povolená deformace dílce je $7,350\text{m} / 230,0 = 32,0\text{mm}$ $29,0\text{mm} < 32,0\text{mm} \Rightarrow$ Vyhovuje</p> <p>Časté zatěžovací případy Maximální deformace dílce je 25,6mm v bodě $x = 3,675\text{m}$ Maximální povolená deformace dílce je $7,350\text{m} / 260,0 = 28,3\text{mm}$ $25,6\text{mm} < 28,3\text{mm} \Rightarrow$ Vyhovuje</p> <p>Průhyb dílce VYHOVUJE</p>
VYHOVUJE	

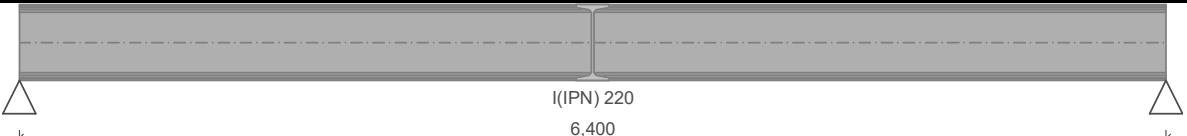
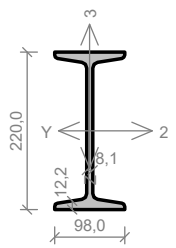
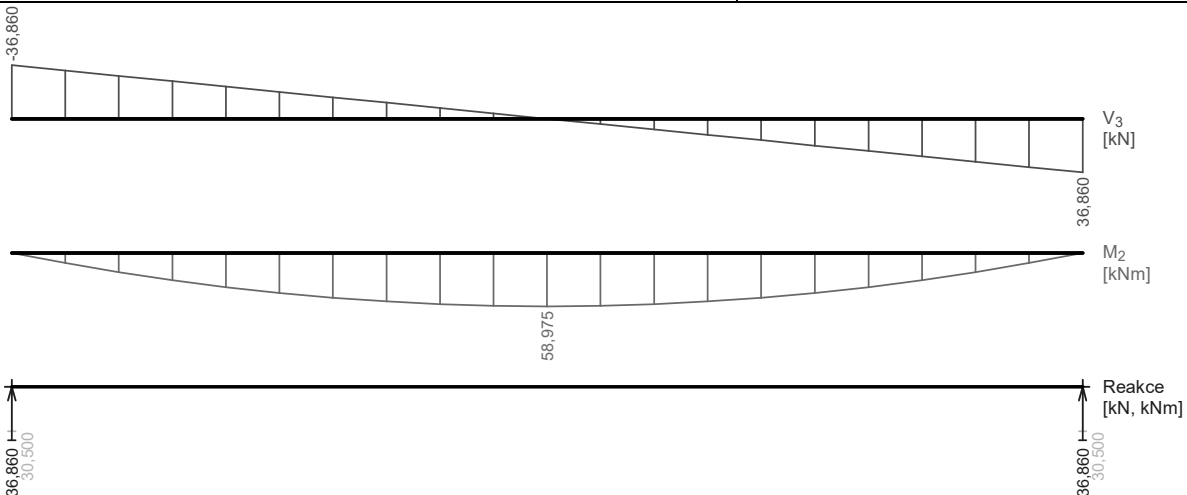
Půdorysné schéma č. 3 – V5 – Skládaný keramický strop

Pardubice-montovany č.3 - V5	
	
	
<p>Beton: C 12/15 XC1 $f_{ck} = 12,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 1,6 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 27000 \text{ MPa}$ Ocel podélná: 10 505 R (C12/15) (uživ.) ($f_{yk} = 490,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$) Ocel příčná: B500B ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$) S tlačnou výztuží není počítáno.</p>	
<p>Zatížení $f_{g,1} = 2,543 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,35$ $f_{q,2} = 0,338 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,5$ $f_{s,3} = 0,360 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,5$ $f_{g,4} = 1,125 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,35$</p>	
<p>Podélná výztuž Horní výztuž Dolní výztuž 2x$\phi 10$ - 3400 (0,0;3,4) -kr.20,0</p>	<p>Smyková výztuž</p>
	
<p>Posouzení mezního stavu únosnosti Ohyb dílce Kritický řez v bodě $x = 1,700 \text{ m}$ $M_{Ed} = 8,45 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 8,73 \text{ kNm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$ Smyk dílce Kritický řez v bodě $x = 0,000 \text{ m}$ $V_{Ed} = 9,94 \text{ kN} \leq V_{Rd} = 10,24 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$</p>	<p>Posouzení mezního stavu použitelnosti Šírka trhlin $w_k = 0,169 \text{ mm} \leq w_{max} = 0,400 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$ Průhyb dílce $w_{kv} = 25,5 \text{ mm} \leq w_{kv,lim} = 26,2 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$</p>
VYHOVUJE	

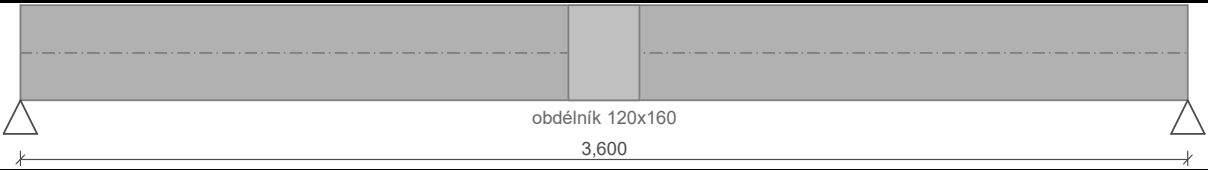
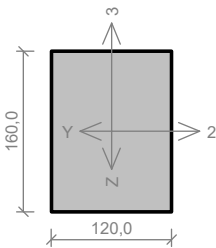
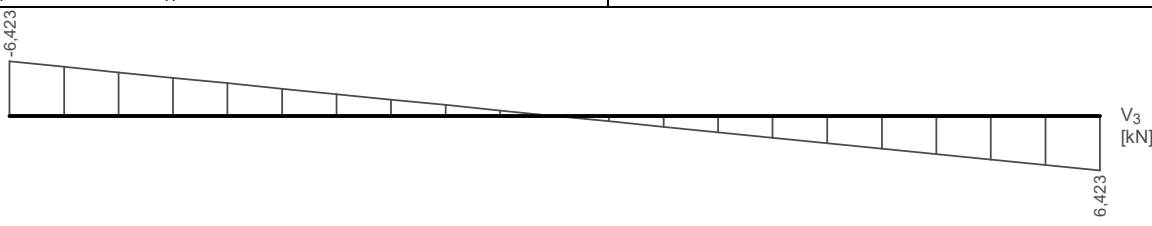
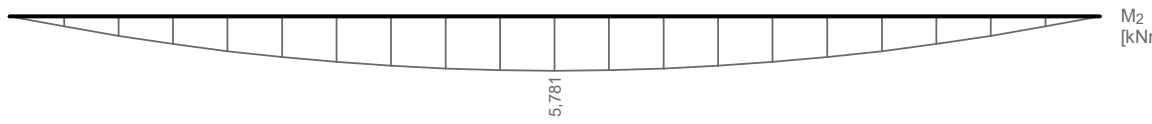
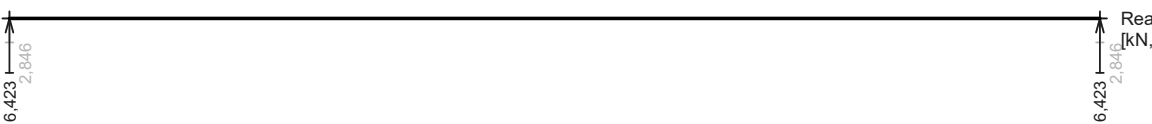
Půdorysné schéma č. 3 – V6 – Průvlak IPN 400

Pardubice průvlak IPN400-č.3-V6	
<div></div>	
<div></div>	<div>Norma EN 1993-1-1, EN 1993-1-3/Česko.</div> <div>Průřez I(IPN) 400</div> <div>Materiál: EN 10210-1 : S 235</div>
<div>Zatížení</div> <div><div><div><div>$f_{g,1} = 0,926 \text{ kN/m}$</div><div>$f_{g,2} = 27,710 \text{ kN/m}$</div><div>$f_{q,3} = 2,550 \text{ kN/m}$</div><div>$f_{s,4} = 2,720 \text{ kN/m}$</div></div><div><div>$\gamma_f = 1,35$</div><div>$\gamma_f = 1,35$</div><div>$\gamma_f = 1,5$</div><div>$\gamma_f = 1,5$</div></div></div></div>	<div>Parametry klopení</div> <div>S klopením se nepočítá</div>
<div></div>	
<div>Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: S4:G1+G2+Q3; Třída průřezu: 1</div> <div>Ohybový moment: $M_y = 363,332 \text{ kNm}$</div> <div>Posudek ohybu:</div> <div>Únosnost: $M_{y,R} = 401,540 \text{ kNm}$</div> <div>$0,905 < 1$ Vyhovuje</div> <div>Průřez vyhovuje</div>	<div>Charakteristické zatěžovací případy</div> <div>Maximální deformace dílce je 28,9mm v bodě $x = 4,000\text{m}$</div> <div>Maximální povolená deformace dílce je $8,000\text{m} / 230,0 = 34,8\text{mm}$</div> <div>$28,9\text{mm} < 34,8\text{mm} \Rightarrow$ Vyhovuje</div> <div>Časté zatěžovací případy</div> <div>Maximální deformace dílce je 25,5mm v bodě $x = 4,000\text{m}$</div> <div>Maximální povolená deformace dílce je $8,000\text{m} / 260,0 = 30,8\text{mm}$</div> <div>$25,5\text{mm} < 30,8\text{mm} \Rightarrow$ Vyhovuje</div> <div>Průhyb dílce VYHOVUJE</div>
VYHOVUJE	

Půdorysné schéma č. 4 – V7 – IPN220+Hurdís

Pardubice IPN220 (HURDIS)-č.4-V7	
	
	<p>Norma EN 1993-1-1, EN 1993-1-3/Česko.</p> <p>Průřez I(IPN) 220</p> <p>Materiál: EN 10210-1 : S 235</p>
<p>Zatížení</p> <p>$f_{g,1} = 0,310 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,35$ $f_{g,2} = 6,750 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,35$ $f_{q,3} = 0,750 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,5$ $f_{s,4} = 0,800 \text{ kN/m}$ $\gamma_f = 1,5$</p>	<p>Parametry klopení</p> <p>S klopením se nepočítá</p>
	
<p>Výsledky posouzení - Rozhodující zatěžovací případ: S4:G1+G2+Q3; Třída průřezu: 1</p> <p>Ohybový moment: $M_y = 58,975 \text{ kNm}$</p> <p>Posudek ohybu:</p> <p>Únosnost: $M_{y,R} = 75,718 \text{ kNm}$</p> <p>$0,779 < 1$ Vyhovuje</p> <p>Průřez vyhovuje</p>	<p>Charakteristické zatěžovací případy</p> <p>Maximální deformace dílce je 28,6mm v bodě $x = 3,200\text{m}$</p> <p>Maximální povolená deformace dílce je $6,400\text{m} / 200,0 = 32,0\text{mm}$</p> <p>$28,6\text{mm} < 32,0\text{mm} \Rightarrow$ Vyhovuje</p> <p>Časté zatěžovací případy</p> <p>Maximální deformace dílce je 24,6mm v bodě $x = 3,200\text{m}$</p> <p>Maximální povolená deformace dílce je $6,400\text{m} / 250,0 = 25,6\text{mm}$</p> <p>$24,6\text{mm} < 25,6\text{mm} \Rightarrow$ Vyhovuje</p> <p>Průhyb dílce VYHOVUJE</p>
VYHOVUJE	

Půdorysné schéma č. 5 – Dřevěné vazníky – hranol

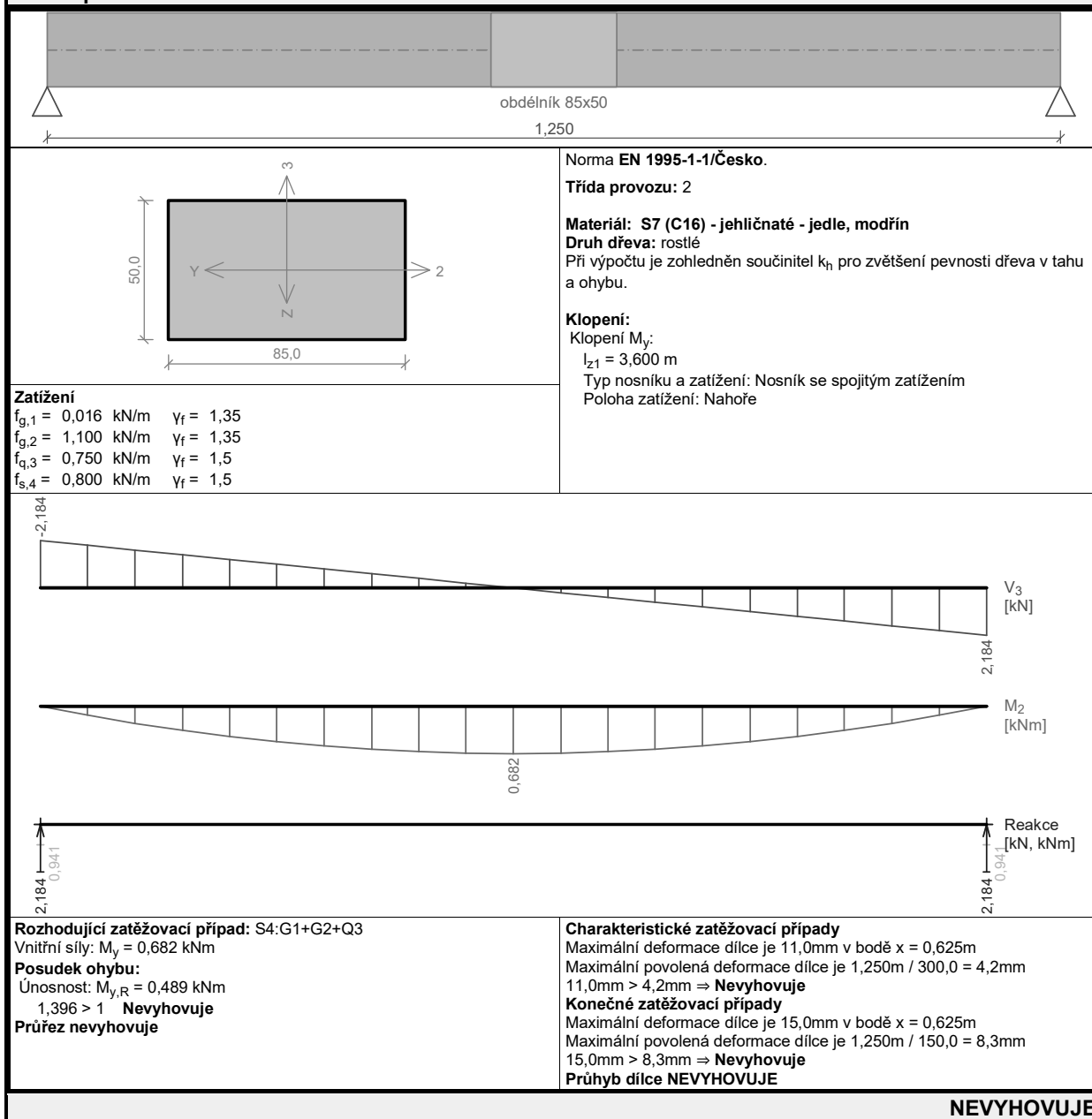
Hranol vazník č.5	
 <p>obdélník 120x160 3,600</p>	
	<p>Norma EN 1995-1-1/Česko. Třída provozu: 2</p> <p>Materiál: S7 (C16) - jehličnaté - jedle, modřín Druh dřeva: rostlé Při výpočtu je zohledněn součinitel k_h pro zvětšení pevnosti dřeva v tahu a ohybu.</p> <p>Klopení: Klopení M_y: $l_{z1} = 3,600$ m Typ nosníku a zatížení: Nosník se spojitým zatížením Poloha zatížení: Nahoře</p>
<p>Zatížení</p> <p>$f_{g,1} = 0,071$ kN/m $\gamma_f = 1,35$ $f_{g,2} = 1,100$ kN/m $\gamma_f = 1,35$ $f_{q,3} = 0,750$ kN/m $\gamma_f = 1,5$ $f_{s,4} = 0,800$ kN/m $\gamma_f = 1,5$</p>	
 <p>V_3 [kN]</p>  <p>M_2 [kNm]</p>  <p>Reakce [kN, kNm]</p>	
<p>Rozhodující zatěžovací případ: S4:G1+G2+Q3 Vnitřní síly: $M_y = 5,781$ kNm Posudek ohybu: Únosnost: $M_{y,R} = 5,671$ kNm $1,019 > 1$ Nevyhovuje Průřez nevyhovuje</p>	<p>Charakteristické zatěžovací případy Maximální deformace dílce je 16,7mm v bodě $x = 1,800$m Maximální povolená deformace dílce je $3,600\text{m} / 300,0 = 12,0\text{mm}$ $16,7\text{mm} > 12,0\text{mm} \Rightarrow$ Nevyhovuje Konečné zatěžovací případy Maximální deformace dílce je 22,9mm v bodě $x = 1,800$m Maximální povolená deformace dílce je $3,600\text{m} / 150,0 = 24,0\text{mm}$ $22,9\text{mm} < 24,0\text{mm} \Rightarrow$ Vyhovuje Průhyb dílce NEVYHOVUJE</p>
NEVYHOVUJE	

Půdorysné schéma č. 6 – Dřevěný střešní plášť – hranol

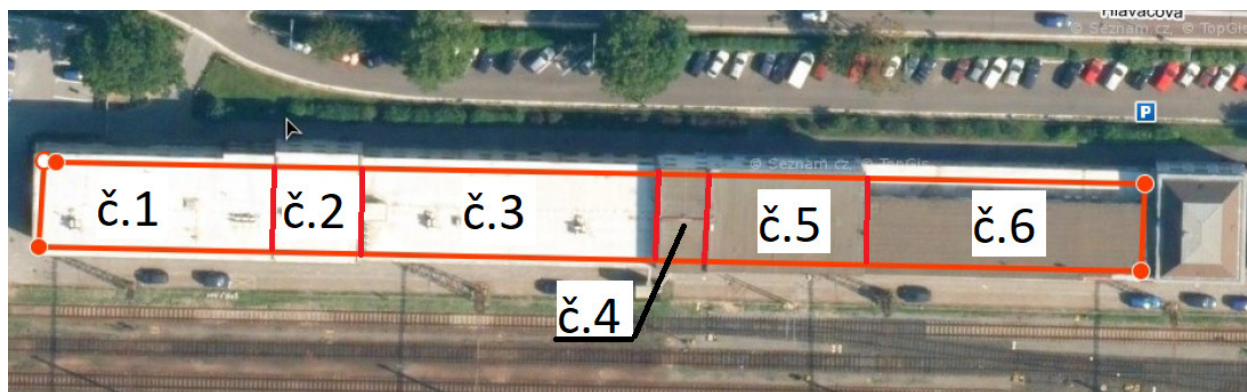
Poznámka:

Posouzení je pouze orientační, nejsou známy skutečné rozpory, resp. místa uložení. Zhodnocení možnosti přitížení systémem FVE se bude odvíjet zejména od stávajícího stavu dřevěných prvků a bude shrnuto v závěru.

hranol půd. č.6



6. Závěr



Celkové schéma stropů

Půdorysné schéma č.1 – IPE240+Hurdis

Stropní konstrukce z ocel. nosníků IPE240 a mezi ně vložených hurdis panelů **bezpečně vyhoví** na navržené přetížení systémem FVE

Půdorysné schéma č.2 – Skládáný keramicko-betonový strop

Při vyhodnocení průzkumných prací bylo přihlédnuto k více aspektům a hodnoty vstupující do statického posouzení jsou uvažovány konzervativně. V závislosti na tomto poznatku můžeme konstatovat, že tato část stropní konstrukce **vyhoví** na přetížení systémem FVE.

Půdorysné schéma č.3 – Skládáný keramicko-betonový strop

Při vyhodnocení průzkumných prací bylo přihlédnuto k více aspektům a hodnoty vstupující do statického posouzení jsou uvažovány konzervativně. V závislosti na tomto poznatku můžeme konstatovat, že tato část stropní konstrukce **vyhoví** na přetížení systémem FVE.

Půdorysné schéma č.4 – IPN220+Hurdis

Stropní konstrukce z ocel. nosníků IPE240 a mezi ně vložených hurdis panelů **bezpečně vyhoví** na navržené přetížení systémem FVE.

Půdorysné schéma č.5 – Dřevěné vazníky

Již během prohlídky dřevěná konstrukce vykazovala značné známky opotřebení vlivem působící vlhkosti, a to zejména jednotlivé styčníky vazníků. Tyto styčníky jsou v neuspokojivém stavu, hřebíky jsou kompletně zkorodované, a tak dochází k jejich degradaci, v některých styčnicích jsou hřebíky zcela rozpadlé, či ve fázi rozkladu. V rámci statického posudku proběhlo orientační posouzení únosnosti dřevěných hranolů nesoucích střešní plášť.

Při vyhodnocení průzkumných prací bylo zohledněno několik skutečností, zejména stav sbíjených styčnic a stav konstrukčního dřeva. V závislosti na těchto poznatcích je tato část střešní konstrukce vyhodnocena jako **nevyhovující** na přetížení systémem FVE.

Půdorysné schéma č.6 – Dřevěný střešní plášť

Během průzkumných prací bylo přihlédnuto ke stavu dřevěných prvků a ke skutečnosti, že v přilehlé věži zastřešené krovovou konstrukcí dochází k zatékání srážkové vody. V závislosti na těchto poznatcích byla konstrukce shledána jako **nevyhovující** na přetížení systémem FVE. Dále bychom doporučili zjištění příčiny zatékání do východní věže, a pokud se jedná o stále probíhající jev, tak následnou sanaci.

Cílem tohoto posudku bylo zhodnocení stávající nosné konstrukce společně se specifikací materiálů a prací potřebných k provedení stavebního záměru osazení fotovoltaických panelů na střechu objektu územního pracoviště v Pardubicích. Vzhledem k povaze přetížení se stavebně-technický průzkum zaměřil zejména na skladbu střešního pláště, konstrukční a materiálové provedení vodorovných nosných konstrukcí, svislé nosné konstrukce podpírající střechu a ověření, zda stávající stav odpovídá předané projektové dokumentaci.

Autor tohoto materiálu si vyhrazuje právo korigovat svůj názor na technické řešení a upravit znění tohoto textu na základě jakýchkoliv skutečností, které budou zjištěny v průběhu dalších prací.

V Praze 03/2023

Ing. Vojtěch Černý

Ing. Petr Žalský Ph.D.

STATIKON Solutions s.r.o.

www.statikon.cz