





Vypracování statických posudků pro určení maximálního možného zatížení střech

					Číslo soupravy :
Číslo	Změna	Vypracoval	Kontrola	Datum	

Objednatel :		Zpracovatel :		
 SPRÁVA ŽELEZNIC Správa železnic, státní organizace Dlážďená 1003/7 110 00 Praha 1		 vin Inženýrská projektová kancelář Antala Staška 1859/34 140 00 Praha 4 Tel.: (+420) 244 104 010 E-mail: info@vinconsult.cz		
Zodp. projektant :	Vypracoval :	Kontroloval :	Datum :	
Ing. Pavel Kormaňák	Ing. Pavel Kormaňák	Ing. Vladimír Vančík	08/2023	
			Formát :	
			33xA4	
Praha Vršovice st.č.6 Statické posouzení			Číslo zakázky :	
			734 23.2	
			Stupeň :	
			Statické posouzení	
			Příloha :	
			3	



VIN Consult s.r.o.
Antala Staška 1859/34, 140 00 Praha 4

datum: 08/2023

Zakázka:

Vypracování statických posudků pro určení maximálního
možného přetížení střech

zak.č.: 73423.2

Data projektu:

Objekt: Praha Vršovice st.č.6
Objednatel: Správa železnic, státní organizace
Dlážděná 1003/7
Praha 1 – Nové Město
PSČ 110 00

Zastoupený: Ing. Vladimírem Filipem

Místo: K Topírně, 101 00 Praha 10 - Vršovice


Kraj: Praha

Projektant: VIN Consult s.r.o.
Antala Staška 1859/34, 1400 Praha 4

Katastrální území: Vršovice 7332257

Parcelní číslo: 2503/40

Hlavní inženýr projektu (HIP): Ing. Pavel Kormaňák
Statické posouzení střechy

Autoři:	Podpis:	Datum:	Strany:
Ing. Pavel Kormaňák		30.8.2023	1 – 33

Kontroloval:

Ing. Vladimír Vančík



Zodpovědný projektant objektu:

Ing. Pavel Kormaňák

Část: Praha Vršovice st.č.6

Strana:

Kapitola: Obsah

3



VIN Consult s.r.o.
Antala Staška 1859/34, 140 00 Praha 4

datum: 08/2023

Zakázka:

Vypracování statických posudků pro určení maximálního možného přetížení střech

zak.č.: 73423.2

Obsah

Data projektu:	3
1. Průvodní zpráva	5
1.1. Předmět statického posudku	5
1.2. Podklady	6
1.3. Použité normy	6
1.4. Stavebně technický průzkum.....	6
1.4.1. Předmět průzkumu	6
1.4.2. Popis budovy.....	6
1.4.3. Původní návrh budovy.....	12
1.4.4. Stavební průzkum	12
1.4.5. Závěry z prohlídky a stavebně technického průzkumu	15
1.5. Použité jednotky.....	15
1.6. Použité programy	15
2. Zhodnocení stávajícího stavu	16
2.1. Tvar konstrukce.....	16
2.2. Použité materiály.....	16
2.3. Uvažovaná zatížení.....	16
2.4. Vliv nakloněných panelů	16
3. Výpočet a posouzení	17
3.1. Princip posouzení.....	17
3.1.1. Dovolena zatížení keramických panelů	18
3.1.2. Dovolena zatížení skeletu	19
3.1.3. Metoda posouzení.....	20
3.2. Uvažovaná zatížení střechy	21
3.2.1. Srovnání zatížení dle použitých a platných norem.....	21
3.2.2. Zatížení stálá.....	21
3.2.3. Možné přetížení střechy FV panely	22
3.2.4. Užité zatížení střechy	22
3.2.5. Zatížení větrem	22
3.2.6. Zatížení sněhem	27
3.3. Posouzení keramických střešních panelů.....	28
3.3.1. Zatěžovací stavy a kombinace	28
3.3.2. Dovolené únosnosti keramických panelů.....	29
3.4. Posouzení nosného skeletu S 1.2.....	30
3.4.1. Zatěžovací stavy a kombinace	30
3.4.2. Dovolené únosnosti skeletu S 1.2	31
4. Závěr	32
4.1. Střešní keramické panely	32
4.2. Hlavní nosná skeletová konstrukce	33

Část: Praha Vršovice st.č.6

Strana:

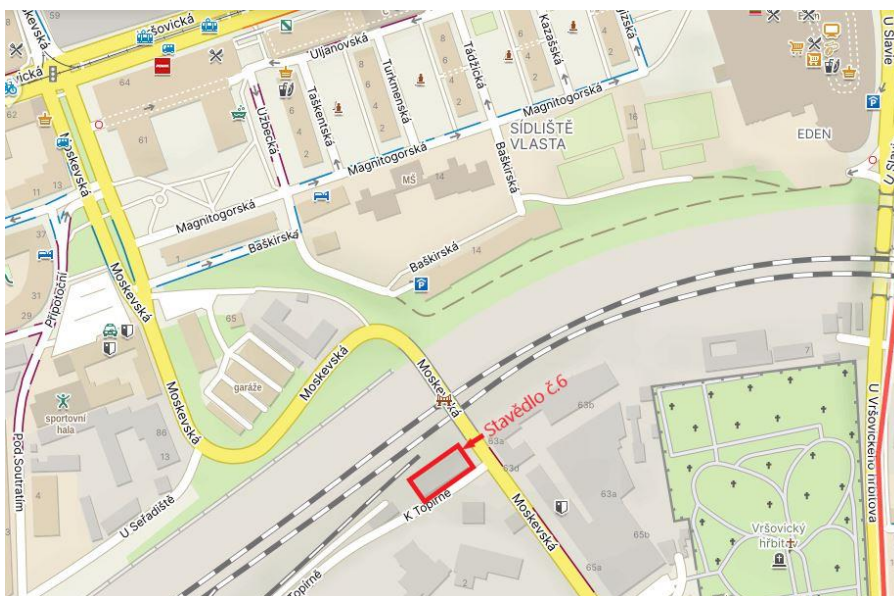
Kapitola: Obsah

4

1. Průvodní zpráva

1.1. Předmět statického posudku

Objednatel plánuje umístit na střechu fotovoltaické panely (dále FV panely). Předmětem tohoto posudku je určení hodnoty zatížení na m² plochy střechy, které je možné na střešní konstrukci umístit. Budova stavební č.6 se nachází v Praze ve Vršovicích. Rozsah posuzovaných střech je uveden na Obr. 2



Obr. 1 - Poloha st.č.6



Obr. 2 - Plochy střechy určené k osazení FV panelů



VIN Consult s.r.o.
Antala Staška 1859/34, 140 00 Praha 4

datum: 08/2023

Zakázka:

Vypracování statických posudků pro určení maximálního možného přetížení střech

zak.č.: 73423.2

1.2. Podklady

- [P1] Podklady objednatele (zadání, schématické nákresy)
[P2] Místní šetření, prohlídka objektu
[P3] Stavebně technický průzkum; Kloknerův ústav, 07/2023
[P4] Neúplná původní dokumentace, SSŽ PRAHA - USMĚRNĚNÉ ODJEZDY, PRAHA VRŠOVICE S.N. 1. STAVBA, SO 3314 STAVĚDLO ODJEZD, SUDOP Hradec Králové, 30.4.1990
[P5] Stavební tabulky M.Rochla; SNTL 1982
[P6] Stavební tabulky M.Rochla; SNTL 1980
[P7] Unifikovaná stavební soustava montovaných skeletů, Typový podklad konstrukce II. kategorie S 1.2/83, Ministerstvo stavebnictví ČSR, STÚ Praha 1983

1.3. Použité normy

- [N1] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
[N2] ČSN EN 1991-1-6 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-6: Obecná zatížení – Zatížení během provádění
[N3] ČSN EN 1991-1-3 (73 0035), kat. č. 72773 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem
[N4] ČSN EN 1991-1-4 (73 0035), kat. č. 77516 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem
[N5] ČSN 73 0035 Zatížení Stavebních konstrukcí, 12/1986
[N6] ČSN 73 1201 Navrhování betonových konstrukcí, 08/1986

1.4. Stavebně technický průzkum

Datum prohlídky	Prohlídku provedl
24.7.2023	Ing. Kormaňák; VINCONSULT s.r.o.
13.7.2023	Dušan Štěpánek; Kloknerův ústav ČVÚT

1.4.1. Předmět průzkumu

Předmětem průzkumu je budova stavědla č.6 ve Vršovicích. Budova se nachází ve Vršovicích v ulici K Topírně.

Objekt byl postaven cca v 90-tých letech. Podrobnosti průzkumu jsou uvedeny v samostatné příloze. Průzkum [P3] byl doplněn o měření profometrem k zjištění betonářské výztuže ve střešním keramickém panelu.

1.4.2. Popis budovy

Budova stavědla je situována rovnoběžně s kolejí. Jedná se o šestipodlažní budovu s 1. nadzemním podlažím v úrovni kolejíště. Vstup do budovy je z ulice K Topírně na úrovni 3NP. Konstrukčně se jedná o montovaný železobetonový skelet S 1.2, vyráběný státním podnikem Konstruktiva Praha. Jedná se o dvoutrakt s modulovou vzdáleností 6,0 m v obou směrech. Pouze schodišťové jádro má vzdálenost os 4,60 m. Konstrukční výška podlaží je 3,60 m.

Vodorovné konstrukce jsou navrženy z prvků skeletu S 1.2. V místech kde bylo nutné provést prostupy jsou použity monolitické železobetonové desky.

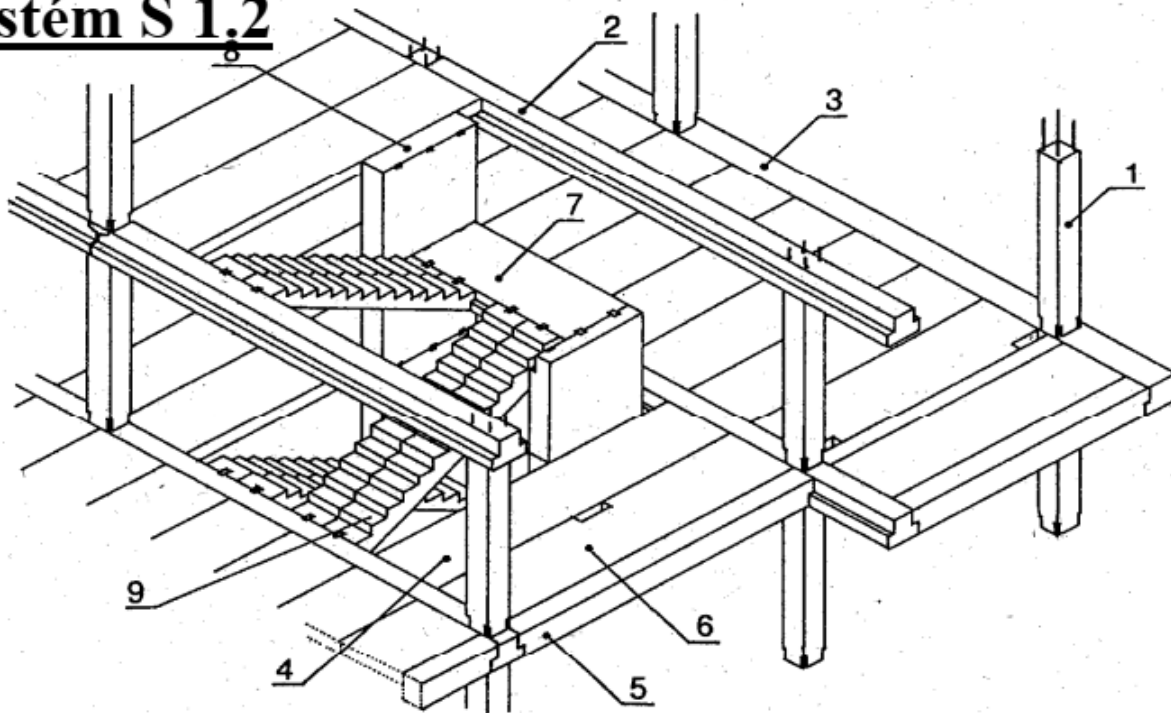
Část: Praha Vršovice st.č.6

Strana:

Kapitola: 1.Průvodní zpráva

6

System S 1.2



Obr. 102. Prefabrikovaný sloupový systém s tyčovými průvlaky S 1.2 – axonometrie sestavy prefabrikovaných dílců

1 – sloup, 2 – průvlak, 3 – průvlak obvodový, 4 – stropní panel, 5 – ztužidlo, 6 – instalační panel, 7 – mezipodestový panel, 8 – schodišťový blok, 9 – schodišťové rameno

Obr. 3 - Schéma použitého skeletu S 1.2

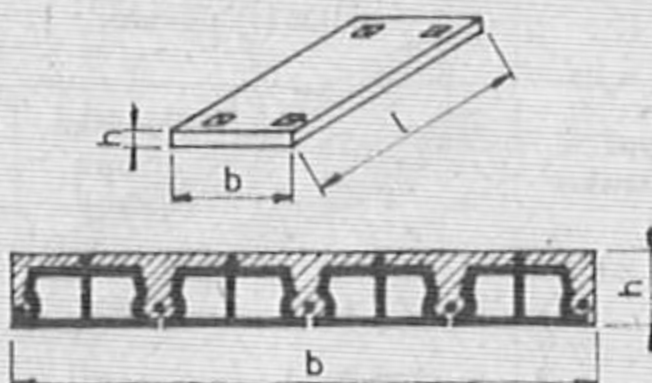
Střešní konstrukce sestává ze tří částí, západní, střední a východní. Střední část je zastřešení nástavku, ve kterém je umístěna strojovna výtahu. Střecha byla navržena jako dvouplášťová plochá střecha spádovaná do odvodňovacího žlábků umístěného ve středu střechy. Spodní stropní konstrukci střechy tvoří panely skeletu S 1.2 a horní konstrukcí tvoří keramické střešní panely POS 15. Výška vzduchové mezery je proměnná, v závislosti na příčném sklonu střechy.

Zakázka:

Vypracování statických posudků pro určení maximálního možného přetížení střech

zak.č.: 73423.2

Keramické stropní desky jsou stavební dílce vyrobené z cihelných tvarovek ARMO, viz tabulka str. 149 betonu min. B 170 a betonářské výztuže.



Desky jsou na obou stranách (v místech uložení na nosnou konstrukci) ukončeny zhlavím z hutného betonu o délce min. 150 mm. Jiná délka zhlaví musí být prokázána zkouškou.

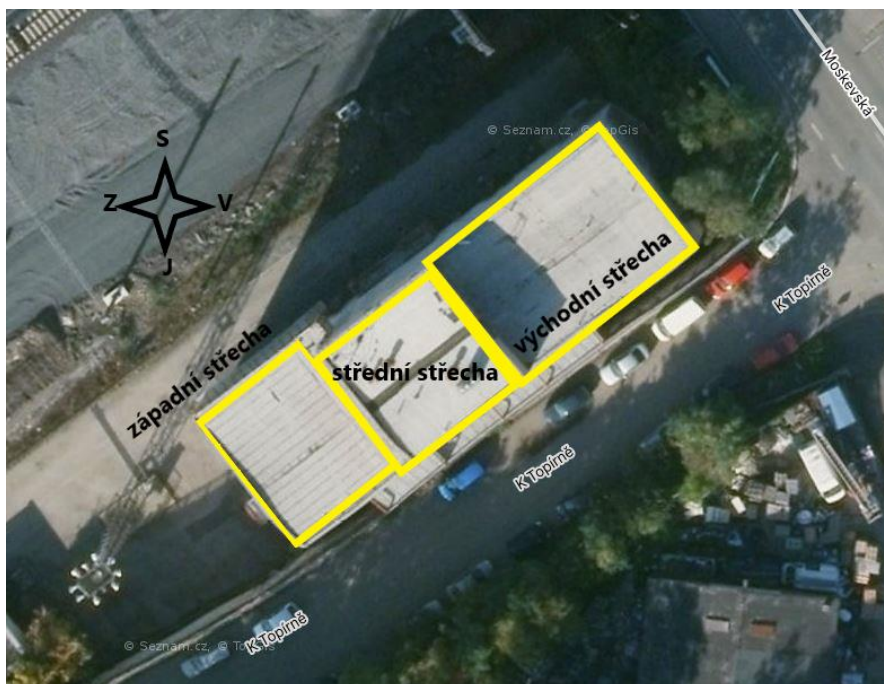
Obr. 4 - Příklad keramického střešního panelu

Střešní keramický panel byl sestaven z keramických vložek ARMO šířky 29 cm. Čtyři řady vložek skladaných za sebe. Do mezer mezi vložky byla vložena výztuž obvykle prof 6 až 8 mm a prostor byl vyplněn betonem. Horním povrch vložek byl přebetonován. Tím vznikl pseudožebrový panel. Keramické vložky se do únosnosti panelu nezapočítávaly.

Zakázka:

Vypracování statických posudků pro určení maximálního možného přetížení střech

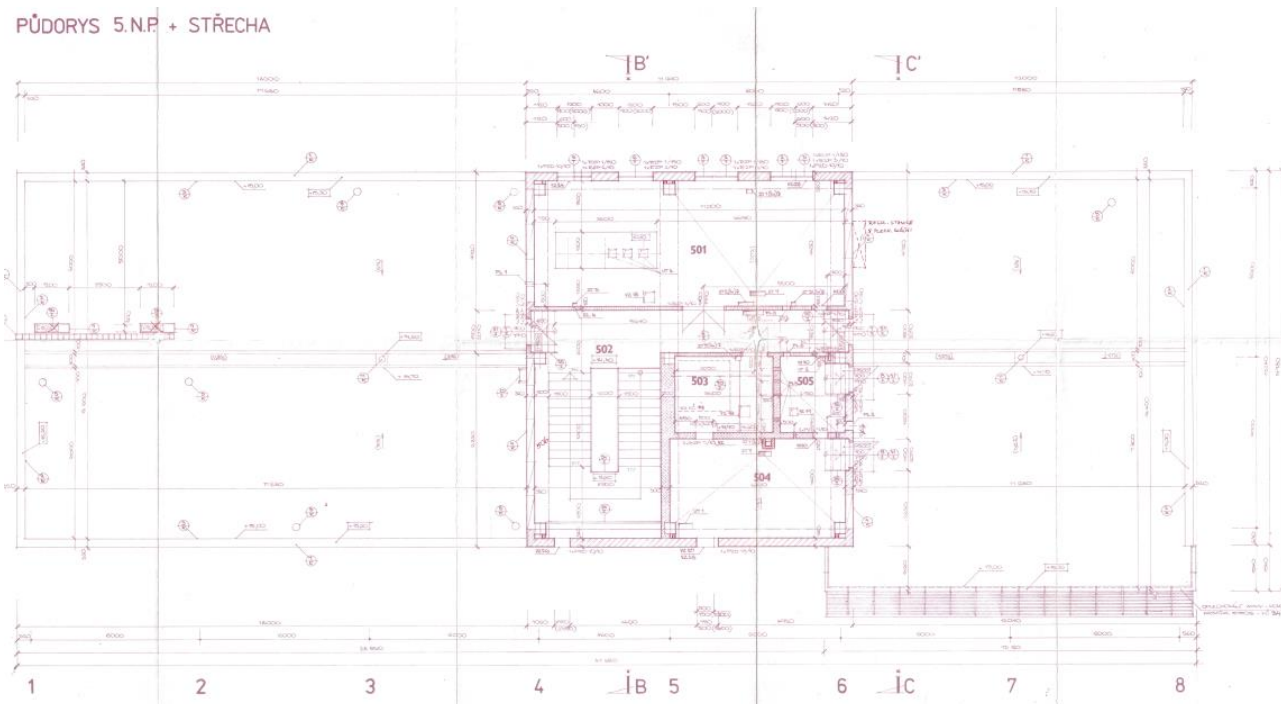
zak.č.: 73423.2



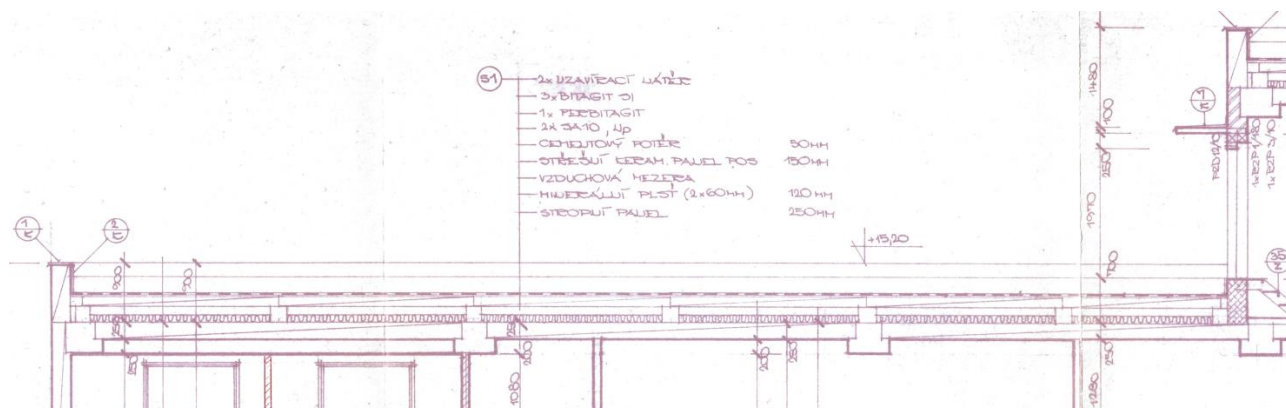
Obr. 5 - Schéma střechy



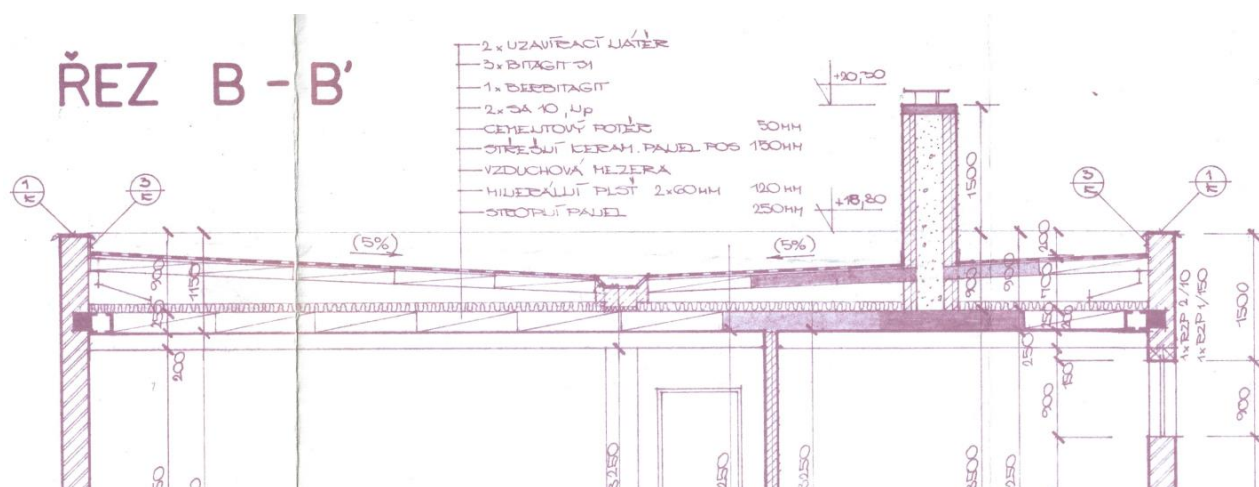
Obr. 6 - Pohled na nástavek z východní části



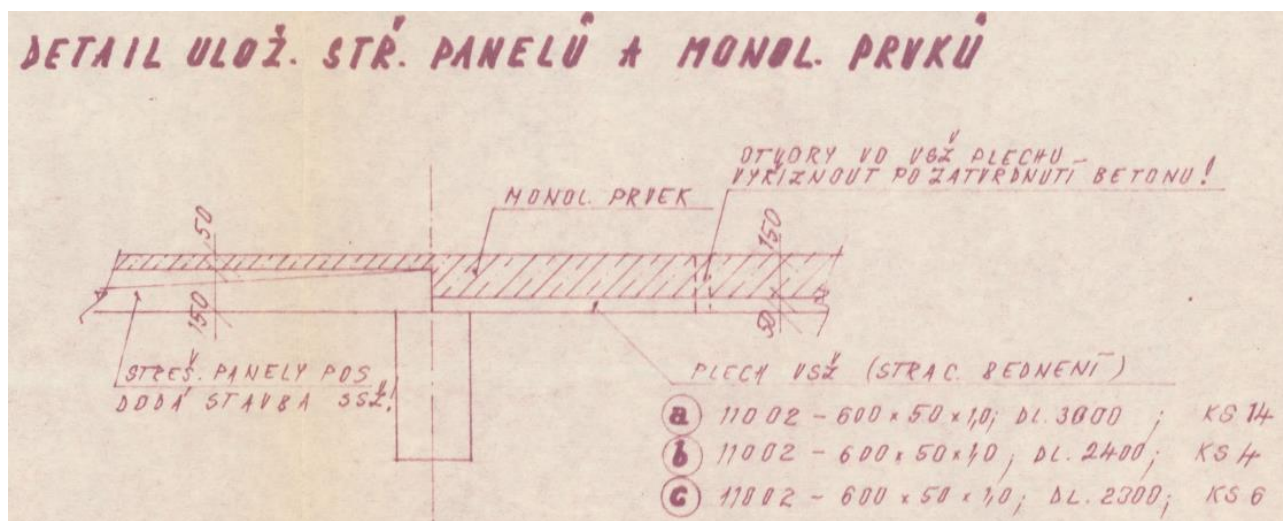
Obr. 7 - Půdorys střechy - délka / šířka objektu - 41,68/13,24 m



Obr. 8 - Podélný řez střechou



Obr. 9 - Řez středním nástavkem



Obr. 10 - Detail uložení panelů

Zakázka:

Vypracování statických posudků pro určení maximálního možného přetížení střech

zak.č.: 73423.2



Obr. 11 – Pohled na západní střechu

1.4.3. Původní návrh budovy

Budova je z roku 1990. Statický výpočet budovy se nedochoval, v době projektování byly v platnosti dvě základní normy pro zatížení [N5] a pro navrhování [N6].

1.4.4. Stavební průzkum

Byl proveden omezený průzkum dvouplášťové střešní konstrukce. Horní povrch střešní konstrukce je zakryt krytinou z PVC, do prostoru mezi strop a střešní keramické panely není možný přístup. V rámci průzkumu byla odstraněna větrací mřížka a byla pořízena fotodokumentace spodního povrchu keramických panelů. Byl tak potvrzen typ střešního panelu. Z přiložených fotografií nejsou patrné poruchy. Dále je vidět tepelná izolace na stropních panelech.

Zakázka:

Vypracování statických posudků pro určení maximálního možného přetížení střech


zak.č.: 73423.2



Obr. 12 - Spodní povrch keramických panelů (4 řady keram.vložek)



Obr. 13 - Levé žebro pro podepření keramických panelů

	VIN Consult s.r.o. Antala Staška 1859/34, 140 00 Praha 4	datum: 08/2023
Zakázka:	Vypracování statických posudků pro určení maximálního možného přetížení střech	zak.č.: 73423.2



Obr. 14 - Pravé žebro pro podepření keramických panelů

Detailní průzkum se sondami nebylo možno provést z následujících důvodů:

- Střešní krytina z PVC je nová a platí pro ni stále záruční doba. Sondy do střechy by tuto záruku zrušily.
- Do prostoru o výšce max 75 cm mezi střešní panely a strop není možný přístup. Ve fasádě jsou pouze větrací okénka rozměru 20x40 cm, která jsou zakryta novou mřížkou. Rozměr otvoru neumožňuje jakékoliv práce na spodním podhledu střešních panelů.



- Spáry mezi keramickými vložkami ve střešním panelu mají šířku cca 3cm. Destruktivní sonda z horního povrchu ke zjištění výztuže v panelu by porušila keramické vložky střešního panelu takovým způsobem, že by panel nebylo možné sanovat a byla by tím ohrožena jeho nosná funkce. Podklady výrobce použitých panelů již neexistují.

Část:	Praha Vršovice st.č.6	Strana:
Kapitola:	1.Průvodní zpráva	14

Průzkum byl dále doplněn o měření pomocí profometru k potvrzení výztuže v keramických panelech. Z výsledků lze pouze určit, že v panelech se nachází výztuž ve sparách při dolním povrchu a nad keramickými vložkami. S ohledem na PVC krytinu a cementovou nabetonávku na panelech v tloušce 5 cm (dle PD), nelze přesně určit průměr výztuže a celkovou tloušťku konstrukce. Měřením byla zjištěna přibližná celková tloušťka konstrukce 20 až 25 cm.



Obr. 15 - Měření profometrem s vyznačením výztuže

1.4.5. Závěry z prohlídky a stavebně technického průzkumu

Celkový stav objektu:


- Rozměry a typ konstrukce odpovídá projektové dokumentaci. Pouze původní krytina byla nahrazena krytinou z PVC.
- PVC krytina nejeví závady, je funkční a je stále v záruční lhůtě.
- Na stropní konstrukci nejsou patrné poruchy.
- Typ konstrukce střechy z keramických panelů byl potvrzen, nebyly objeveny zjevné poruchy.
- Není možné ověřit přesný typ keramického panelu a tedy určit jeho možnou zatížitelnost.
- Maximální plošné zatížení hlavní nosné konstrukce skeletu s 1.2 je uvedeno v [P7].

1.5. Použité jednotky

MPa	E - modul pružnosti, napětí
kN/m ³	objemová tíha
kN, kN/m, kN/m ²	zatížení
mm	deformace
kN	silové účinky
kNm	momentové účinky

1.6. Použité programy

- Excel 365

	VIN Consult s.r.o. Antala Staška 1859/34, 140 00 Praha 4	datum: 08/2023
Zakázka:	Vypracování statických posudků pro určení maximálního možného přetížení střech	zak.č.: 73423.2

2. Zhodnocení stávajícího stavu

2.1. Tvar konstrukce

Tvary konstrukce vychází z předaných podkladů a z místního šetření, do výpočtu jsou zohledněny skutečné rozměry konstrukce a použité materiály.

2.2. Použité materiály

Skelet S 1.2 (dle [P7])

panel Beton tř. IV (C25/30)

sloup, průvlak Beton tř. V (C30/37)

Keramický panel POS 15, tloušťky 15 cm (dle [P5])

keramická vložka

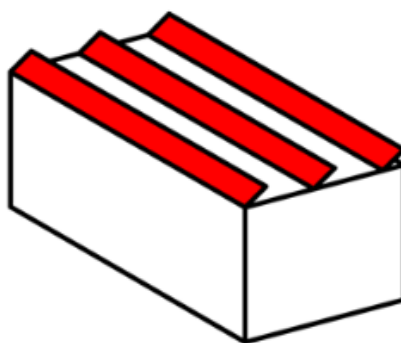
beton ve sparách Betno min B170 (C12/15)

2.3. Uvažovaná zatížení

- Zatížení stálá:
 - vl. tíha NK
 - vl. tíha skladby střechy
 - přetížení FV panely
- Zatížení klimatická:
 - Zatížení větrem
 - Zatížení sněhem
- Zatížení užitná
 - Plochá střecha kategorie H $q=0.75 \text{ kN/m}^2$

2.4. Vliv nakloněných panelů


Solární panely na plochých střechách se umísťují na pomocné konstrukce, které zajistí ideální sklon panelů 35° . Při menším sklonu výrazně klesá účinnost panelů. Hmotnost panelů s touto konstrukcí je třeba uvažovat 50 kg/m^2 .



Obr. 16 - Ideální rozmístění solárních panelů

Tento způsob umístění má však za následek možnost vzniku návějí sněhu a zvýšení tlaku větru na celou střechu. Tím dochází ke zvětšení celkového zatížení. Uvažované běžné rozměry panelu jsou $1,65 \times 1,0 \text{ m}$.

Část:	Praha Vršovice st.č.6	Strana:
Kapitola:	2.Zhodnocení stávajícího stavu	16

	VIN Consult s.r.o. Antala Staška 1859/34, 140 00 Praha 4	datum: 08/2023
Zakázka:	Vypracování statických posudků pro určení maximálního možného přetížení střech	zak.č.: 73423.2

3. Výpočet a posouzení

3.1. Princip posouzení

S ohledem na zjištěné skutečnosti o konstrukci bylo posouzení provedeno metodou srovnání stávajícího zatížení, zatížení FV panely s tabulkovými hodnotami dovoleného zatížení konstrukčních prvků. Metodika posouzení konstrukcí podle dnešních platných norem je založena na mezních stavech. Součinitele zatížení a kombinací a klimatická zatížení jsou dnes jiné viz kapitola 3.2.1.

Pro posouzení stávajícího stavu byly použity součinitele zatížení a kombinací dle normy [N5] platné v době projektu, tedy v roce 1990. Pro posouzení přetížení FV panely byly použity koeficienty a zatížení dle stávající platné normy. Principiálně nelze vzájemně kombinovat uvedené součinitele původní a zatížení norem ČSN EN.

Dovolené hodnoty zatížení byly pomocí součinitelů převedeny na výpočtové a ty byly použity do celkové návrhové kombinace. Takto upravené zatížení bylo porovnáno s tabulkovým dovoleným zatížením přenásobeným příslušným koeficientem zatížením dle uvažované normy.

Byly posouzeny tyto konstrukční části objektu:

- **Keramické střešní panely**

Prefabrikované stropní keramické panely tloušťky 15 cm s rozpětím 3,0 m.

- **Prefabrikovaný skelet S 1.2 (Vršovice)**

Jedná se o typizovaný železobetonový skelet S 1.2 určený pro bytovou výstavbu. Pro tento skelet existují typové podklady [P7], ve kterých jsou uvedeny dovolená tabulková zatížení skeletu v závislosti na počtu podlaží, velikosti modulu, stavební výšce podlaží a rozměrech sloupů.

Část:	Praha Vršovice st.č.6	Strana:
Kapitola:	3.Výpočet a posouzení	17

Zakázka:

Vypracování statických posudků pro určení maximálního možného přetížení střech

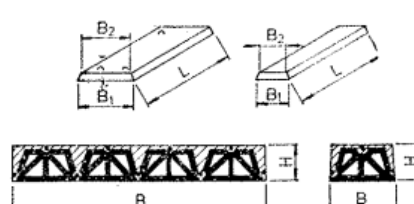
zak.č.: 73423.2

3.1.1. Dovolená zatížení keramických panelů

Pro panely POS 15 (vyrobené podnikem SSŽ) neexistují podklady. Pro posouzení bude uvažováno s hodnotami obdobných panelů používaných v době výstavby uvedených v [P6].

Rozměry a technické vlastnosti

Značka	Výrobní rozměry				Technické vlastnosti			
	L	B_1	B_2	H	q_{dov}	M_b	světlost	hmotnost
	(cm)				(kN/m ²)	(kN m)	(cm)	(kg/ks)
POS-4/813	348					7,04		1150
POS-5/813	331	119	117	17	1,70	6,92	300	1100
POS-6/813	315					6,80		1050
POS-7/813	348					1,76		290
POS-8/813	331	29	27	17	1,70	1,73	300	275
POS-9/813	315					1,70		260
Poznámka	M_b = výpočtový moment na šířku panelu							
Beton	B III (B 250)							
Mezní úchytky	Délka L	Šířka B	Výška H		Zakřivení plochy			
	(mm)							
	± 10	± 5	± 3	± 10				
Označení	POS — 4/813 — TP ČSCZ 46-74							
Výrobce	Východoslovenské tehelne, n. p., Košice.							
Poznámka	VST, n. p., Košice vyrábí podle TP ČSCZ 43-74 Střešní panely z cihlobetonu rozměru 330 × 200 × 16 a 310 × 200 × 16 cm pro světlost 300 cm a dovolené zatížení 1,70 kN/m ² . Hmotnosti 1900 a 1700 kg. Značka PVS-1/813 a PVS-2/813. Použití rovněž pro řadové nebo samostatné stojící garáže.							

Název	STŘEŠNÍ PANELE Z TVAROVEK ARMO
Pramen	TP ČSCZ 46-74. VST, n. p., Košice
Výroba	Střešní panely se vyrábějí z tvarovek ARMO 15 (viz tab. str. 99) o pevnosti střepe v dostředném tlaku 12,0 MPa. V nosném průřezu se počítá se spolupůsobením keramiky. Na obou koncích jsou panely ukončeny zhlavím z plného betonu v min. délce 15 cm od konce panelu.
Použití	Panely se používají k vytvoření nosné konstrukce střešního pláště jednopodlažních garáží pro osobní auta v řadové zástavbě nebo samostatné stojících.
Zobrazení	

Uvažované dovolené užité zatížení 1,70 kN/m².

Zakázka:

Vypracování statických posudků pro určení maximálního možného přetížení střech

zak.č.: 73423.2

3.1.2. Dovolená zatížení skeletu

Dovolená zatížení skeletu jsou uvedena v [P7]. Zatížení skeletu je závislé na počtu podlaží, konstrukční výšce, rozměru sloupů a modulu.

- 5 podlaží,
- konstrukční výška 3,60 m,
- rozměr sloupů 40/40 cm,
- modul 6,0 x 6,0 m.

Pro tyto hodnoty je v [P7] uvedeno následující zatížení.

PODLAŽNOST S 1.2

(orientační počet podlaží)

a slabě vyztužený sloup

b silně vyztužený sloup

k.v.	Nahod. kN/m ²	□ 100/400				□ 400/600			
		a		b		a		b	
		M ₂ = 6000 M ₁ = 6000		M ₂ = 7200 M ₁ = 6000		M ₂ = 6000 M ₁ = 6000		M ₂ = 7200 M ₁ = 6000	
2700	2.0		9		7	12	13	10	11
	3.0		8		6	11	12	9	10
	5.0		6		5	10	10	8	8
	10.0		4		3	7	7	5	6
3000	2.0	8	9	6	7	12	13	10	11
	3.0	7	8	5	6	11	12	9	10
	5.0	6	6	4	5	9	10	7	8
	10.0	4	4	2	3	6	7	5	6
3300	2.0	8	9	6	7	12	13	10	11
	3.0	7	8	5	6	11	12	9	10
	5.0	6	6	4	5	9	10	7	8
	10.0	4	4	2	3	6	7	5	6
3600	2.0	8	9	6	7	12	13	10	11
	3.0	7	8	5	6	11	12	9	10
	5.0	6	6	4	5	9	10	7	8
	10.0	4	4	2	3	6	7	5	6



VIN Consult s.r.o.
Antala Staška 1859/34, 140 00 Praha 4

datum: 08/2023

Zakázka:

Vypracování statických posudků pro určení maximálního možného přetížení střech

zak.č.: 73423.2

Zatížení nosné konstrukce

Velikost užitných zatížení závisí od velikosti půdorysných skladebných rozměrů, volby druhu stropních panelů, počtu podlaží, použitých průřezů sloupů atd. Orientační normová užitná zatížení pro jednotlivé rozpony panelů a rozpony průvlaků

$M_2 = 6$ a $7,2$ m jsou v tabulce I této technické zprávy. Kromě těchto normových užitných zatížení je uvažováno stálé zatížení podlahou nebo nenosným střešním pláštěm o hodnotě $1,5 \text{ kN/m}^2$.

Při návrhu a dimenzování dílců konstrukce schodiště je uvažováno kromě tíhy podlahy a obkladů o hodnotě $1,5 \text{ kN/m}^2$ normové užitné zatížení hodnotou $4,0 \text{ kN/m}^2$ půdorysné plochy.

Uvažované dovolené normové zatížení:

stálé $1,5 \text{ kN/m}^2$

nahodilé $5,0 \text{ kN/m}^2$

3.1.3. Metoda posouzení

Zakázka:

Vypracování statických posudků pro určení maximálního možného přetížení střech

zak.č.: 73423.2

3.2. Uvažovaná zatížení střechy

3.2.1. Srovnání zatížení dle použitých a platných norem

Objekt byl projektován v roce 1990.

V té době byly platné normy:

ČSN 73 0035 Zatížení Stavebních konstrukcí, 12/1986

ČSN 73 1201 Navrhování betonových konstrukcí, 08/1986

Dnes jsou platné normy ČSN EN:

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

ČSN EN 1991-1-3 (73 0035), kat. č. 72773 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem

ČSN EN 1991-1-4 (73 0035), kat. č. 77516 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem

V normách jsou uvedeny jiné hodnoty uvažovaných zatížení a hodnoty součinitelů zatížení.

	ČSN 73 0035 1986			ČSN EN 1991-1			poměr zatížení EN / ČSN
	zatížení normové	součinitel zatížení	zatížení výpočtové $q \cdot \gamma$	zatížení normové	součinitel zatížení	zatížení výpočtové $q \cdot \gamma$	
	[kN/m ²]		[kN/m ²]	[kN/m ²]		[kN/m ²]	
stálé zatížení dle konstrukce	1	1,1	1,1	1	1,35	1,35	123%
užitná zatížení střechy	0,75	1,4	1,05	0,75	1,5	1,13	107%
sněh (základní tíha sněhu, obl. I.)	0,5	1,4	0,7	0,7	1,5	1,05	150%
větr (základní tlak obl.)	0,45	1,2	0,54	0,32	1,5	0,48	89%

Obr. 17 - Srovnání norem

Z tabulky vyplývá, že dnešní zatížení jsou vyšší a to buď přímo normové hodnoty nebo hodnoty součinitelů zatížení.

3.2.2. Zatížení stálá

- Vlastní tíha hlavních prvků je zohledněna v návrhových tabulkových hodnotách
- Vlastní tíha konstrukce střechy vychází z objemových hmotností jednotlivých vrstev.

Střešní krytina – fólie PVC

$$g_{01} = 0,02 \text{ kN/m}^2$$

Stávající cementová mazanina tl. 5cm pod fólií 05*25=

$$g_{02} = 1,25 \text{ kN/m}^2$$

Keramický panel POS 15 (298/119/15cm) m=150kg

$$1,50/2,98/1,19 =$$

$$g_{03} = 0,43 \text{ kN/m}^2$$

Tepelná izolace

$$g_{04} = 0,10 \text{ kN/m}^2$$

Fotovoltaické panely 25 kg/m²

$$g_{0Fv} = 0,25 \text{ kN/m}^2$$

Část: Praha Vršovice st.č.6

Strana:

Kapitola: 3.Výpočet a posouzení

21

Zakázka:

Vypracování statických posudků pro určení maximálního možného přetížení střech

zak.č.: 73423.2

Fotovoltaické nakloněné panely s přetížením

$$g_{01Fs} = 0,50 \text{ kN/m}^2$$

Roznášecí rošt pro fotovolt. panely 50 kg/m²
(rošt pro přenos zatížení panelu přímo do skeletu)

$$g_{01Fr} = 0,25 \text{ kN/m}^2$$

3.2.3. Možné přetížení střechy FV panely

Toto přetížení bylo uvažováno ve dvou variantách:

- Přetížení vodorovně uloženými FV panely
- Přetížení nakloněnými panely, které vyvolá větší zatížení sněhem.

Dále bylo uvažováno s pomocným roznášecím roštem, který zajistí přenos zatížení přímo do konstrukce skeletu aniž by byly zatěžovány keramické střešní panely.

3.2.4. Užitná zatížení střechy

Střecha je dle [N1] zařazena do kategorie ploch H.

Kategorie zatěžovaných ploch	Stanovené použití
H	střechy nepřístupné s výjimkou běžné údržby a oprav
I	střechy přístupné (pochůzné), s užíváním podle kategorií A až D
K	střechy přístupné pro zvláštní provoz, např. přistávání vrtulníků

Střecha	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
Kategorie H	0,75	1,0

3.2.5. Zatížení větrem

Posuzovaný objekt se nachází ve větrné oblasti I s výchozí základní rychlostí větru 22,5m/s. Střecha je plochá.

V případě vodorovně uložených panelů je účinek zatížení větrem stejný jako na plochou střechu.

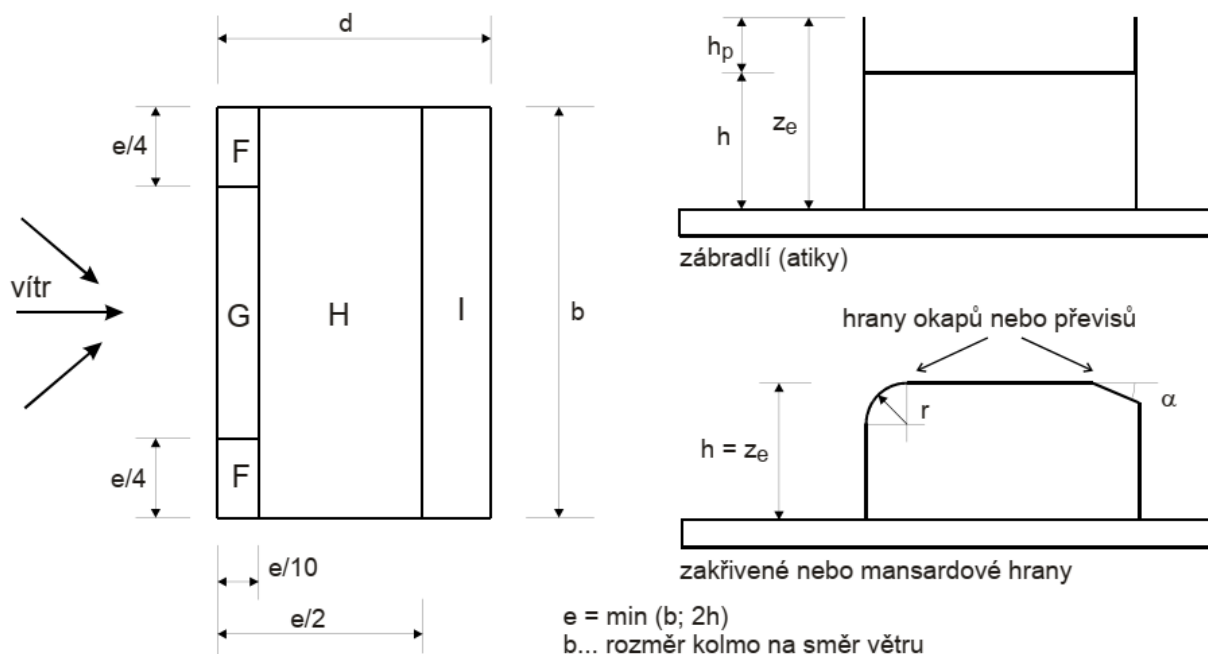
V případě naklonění panelu do úhlu 35°, je účinek zatížení větrem obdobný jako na vícelodní respektive na pultové střechy.

Zakázka:

Vypracování statických posudků pro určení maximálního možného přetížení střech

zak.č.: 73423.2

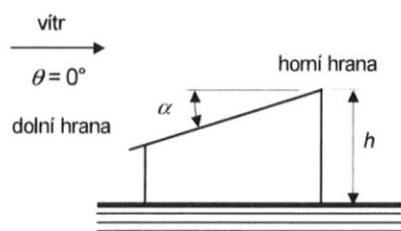
Jako ploché střechy se uvažují konstrukce se sklonem v intervalu $-5^\circ \leq \alpha \leq 5^\circ$.



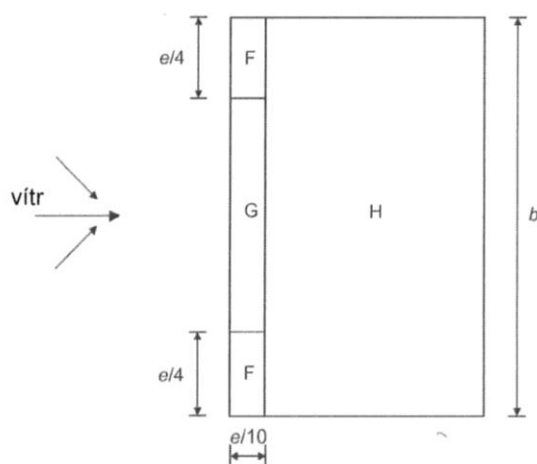
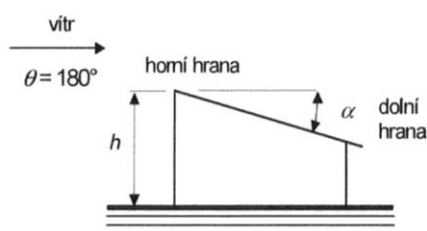
Tabulka 1-3: Hodnoty součinitelů vnějších tlaků c_{pe} pro ploché střechy

Typ ploché střechy	Oblast							
	F		G		H		I	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
Ostré hrany	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	+0,2	-0,2

ČSN EN 1991-1-4 ed. 2



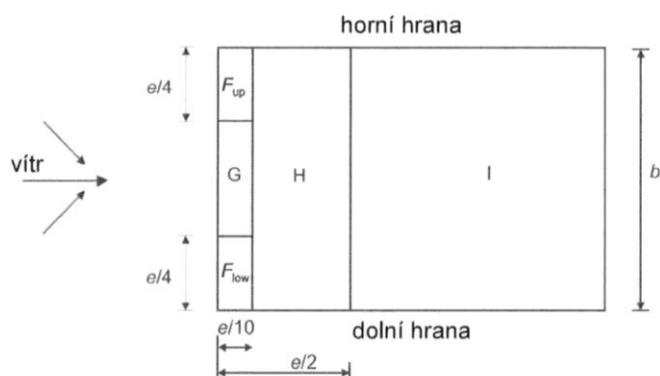
a) Všeobecně



b) Směr větru $\theta = 0^\circ$ a $\theta = 180^\circ$

e je menší z hodnot b nebo $2h$

b je rozměr kolmý na směr větru



c) Směr větru $\theta = 90^\circ$

Obrázek 7.7 – Legenda pro pultové střechy

Zakázka:

Vypracování statických posudků pro určení maximálního možného přetížení střech

zak.č.: 73423.2

ČSN EN 1991-1-4 ed. 2

Tabulka 7.3a – Doporučené hodnoty součinitelů vnějšího tlaku pro pultové střechy

Úhel sklonu α	Oblast pro směr větru $\theta = 0^\circ$						Oblast pro směr větru $\theta = 180^\circ$					
	F		G		H		F		G		H	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
5°	-1,7	-2,5	-1,2	-2,0	-0,6	-1,2	-2,3	-2,5	-1,3	-2,0	-0,8	-1,2
	+0,0		+0,0		+0,0							
15°	-0,9	-2,0	-0,8	-1,5	-0,3		-2,5	-2,8	-1,3	-2,0	-0,9	-1,2
	+0,2		+0,2		+0,2							
30°	-0,5	-1,5	-0,5	-1,5	-0,2		-1,1	-2,3	-0,8	-1,5	-0,8	
	+0,7		+0,7		+0,4							
45°	-0,0		-0,0		-0,0		-0,6	-1,3	-0,5		-0,7	
	+0,7		+0,7		+0,6							

S ohledem na to, že sání od větru působí proti stálému zatížení nebude se sáním ve výpočtu uvažováno. Naopak tlak od větru na oblast střechy I je uvažován na celé ploše střechy, což je na straně bezpečné.

Zakázka:

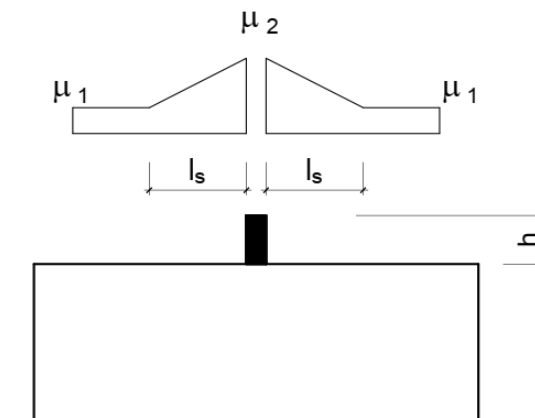
Vypracování statických posudků pro určení maximálního možného přetížení střech

zak.č.: 73423.2

Oblast	I			
z0	0,01	m		
z	18	m		
zmin	18	m		
Windzone	I			
c,dir	1			
c,season	1			
vb,0	22,5	m/s		
$V_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot V_{b,0}$	22,5	m/s		
$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2(z)$	0,316	kN/m2		
kr	0,170			
cr(z)	1,272			
c0(z)	1			
$V_m(z) = C_r(z) \cdot C_0(z) \cdot V_b$	28,63	m/s		
k,l	1			
$I_v(z) = \frac{\sigma_v}{v_m(z)} = \frac{k_l}{C_0(z) \cdot \ln(z/z_0)}$	0,133			
$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z)$	0,991			
ce(z)=	3,13			
ploché střechy	F	G	H	I
Cpe	-1,80	-1,20	-0,70	+0,20
we=q _p *C _{pe}	-1,78	-1,19	-0,69	+0,20
pultové střechy 35°	F	G	H	
Cpe	+0,70	+0,70	+0,46	
we=q _p *C _{pe}	+0,69	+0,69	+0,46	

3.2.6. Zatížení sněhem

- Zatížení sněhem pro vodorovné uložení panelů
Posuzovaný objekt leží ve sněhové oblasti I s charakteristickou hodnotou $s_k=0,7 \text{ kN/m}^2$.



kde $\mu_1 = 0,8$

$\mu_2 = \gamma \cdot h / s_k$ hodnota je omezena $0,8 \leq \mu_2 \leq 2,0$

γ je objemová tíha sněhu ($\gamma = 2 \text{ kN/m}^3$)

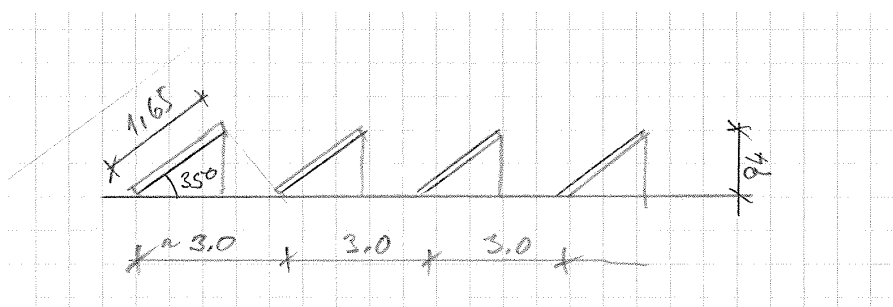
$l_s = 2h$ doporučené omezení $5 \text{ m} \leq l_s \leq 15 \text{ m}$

S atikou není počítáno, výška atiky je zanedbatelná je 20 cm, což bude odpovídat cca konstrukční tloušťce panelů.

Uvažovaná hodnota zatížení sněhem pro vodorovné panely

$q_s = \mu_1 \cdot s_k = 0,80 \cdot 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$

- V případě, že jsou panely nakloněné.
Pro zatížení sněhem je vypočten tvarový součinitel μ_2



$\mu_2 = g \cdot h / s_k = 2,0 \cdot 0,94 / 0,7 = 2,68 > 2 \Rightarrow \mu_2 = 2,0$

Zvětšené zatížení sněhem je v dalším textu označováno jako „zvýšený sníh“.

Uvažovaná hodnota zatížení sněhem pro nakloněné panely

$q_s = 0,7 \cdot 2 = 1,4 \text{ kN/m}^2$ zvýšený sníh

Zakázka:

Vypracování statických posudků pro určení maximálního možného přetížení střech

zak.č.: 73423.2

3.3. Posouzení keramických střešních panelů

Posouzení bylo provedeno srovnáním dovoleného zatížení panelu. Uvažované dovolené užité zatížení $q_{dov} = 1,70 \text{ kN/m}^2$ (viz kap. 0).

3.3.1. Zatěžovací stavy a kombinace

Stávající stálé zatížení střechy na m^2			[kN/m ²]	[kN/m ²]
střešní krytina PVC tl. 2cm, $m=2 \text{ kg/m}^2$	g_{01}	$0.02=$	0,02	0,02
cementová mazanina tl. 5cm na keramickém panelu	g_{02}	$0.05 \cdot 25=$	1,25	1,25
Nové stálé zatížení střechy na m^2				
hmotnost FV panelu [kg]	25			
panely uloženy vodorovně $m=25 \text{ kg/m}^2$	g_{0FV}	$25/100=$	0,25	
přetížení nakloněných FV panelů [kg]	25			
panely nakloněné 35°	g_{0Fs}	$(25+25)/100=$		0,50
celkem stálé zatížení s vodorovnými panely			1,52	
celkem stálé zatížení s nakloněnými panely				1,77

Užitné zatížení střechy na m^2	[kN/m ²]	[kN/m ²]
	0,75=	0,75

Klimatická zatížení střechy na m^2	[kN/m ²]	
vítr (panely uloženy vodorovně=plochá střecha)	0,20	
vítr (panely uloženy šikmo=pultová střecha)	0,46	
sníh (standardní, panely uloženy vodorovně)	0,56	
sníh (zvýšený, nakloněné panely)		1,40

Kombinace obsahující užité zatížení. Součinitele kombinací jsou dle [N5].

Kombinace užitého zatížení pro vodorovné panely				standardní sníh 0,56 [kN/m ²]			
stávající zatížení	užitné	γ_0	sníh	γ_0	vítr	γ_0	q_{celk}
kombinace zatížení	[kN/m ²]		[kN/m ²]		[kN/m ²]		[kN/m ²]
(1) dominantní užité P	0,75	1	0,56	0	0,20	0	0,75
(2) dominantní sníh S+0,8W	0,75	0	0,56	1	0,20	0,8	0,72
(3) dominantní vítr 0,9S+W	0,75	0	0,56	0,9	0,20	1	0,70
maximální norm. zatížení střechy q_{celk}							0,75

0,56

Kombinace užitého zatížení pro nakloněné panely				zvýšený sníh 1,4 [kN/m ²]			
stávající zatížení	užitné	γ_0	sníh	γ_0	vítr	γ_0	q_{celk}
kombinace zatížení	[kN/m ²]		[kN/m ²]		[kN/m ²]		[kN/m ²]
(11) dominantní užité P	0,75	1	1,40	0	0,46	0	0,75
(22) dominantní sníh S+0,8W	0,75	0	1,40	1	0,46	0,8	1,76
(33) dominantní vítr 0,9S+W	0,75	0	1,40	0,9	0,46	1	1,72
maximální norm. zatížení střechy q_{celk}							1,76



VIN Consult s.r.o.
Antala Staška 1859/34, 140 00 Praha 4

datum: 08/2023

Zakázka:

Vypracování statických posudků pro určení maximálního možného přetížení střech

zak.č.: 73423.2

V podkladech ke keramickým panelům jsou udávány hodnoty dovoleného užitečného zatížení. Ve střešní konstrukci byly panely doplněny cementovou mazaninou v tloušťce 5 cm, což je další zatížení pro panely $g_{02} = 1,25 \text{ kN/m}^2$ viz kap. 3.2.2.

3.3.2. Dovolené únosnosti keramických panelů

Dovolená zatížení uvedené v tabulkách je sníženo o vlastní tíhu prefabrikátu.

Posouzení stávajícího stavu dle původní normy ČSN 73 0035/1986

Keramický panel byl posouzen na užité zatížení dle původní normy, metodou srovnání celkového výpočtového zatížení.

Kombinace zatížení bez panelů (stávající stav)		standardní sníh 0,56 [kN/m ²]		využití
	$g(*)$	[kN/m ²]	[kN/m ²]	%
stálé zatížení	1,1	$(0,02+1,25)*1,1=$	1,40	q_{dov} 1,7
max. kombinace užitečného zatížení	1,4	$0,75*1,4=$	1,05	$1,7*1,4=$ 2,38
zatížení celkem		2,45	>	2,38 103%

(*) koeficienty zatížení dle ČSN 73 0035/1986

Posouzení na zatížení dle ČSN EN

Dle platné normy zatížení došlo k navýšení zatížení sněhem viz kap. 3.2.1. Zatížení doplněno o FV panely.

Kombinace zatížení s vodorovnými panely s hmotností 25kg/m ²		standardní sníh 0,56 [kN/m ²]		využití
	$g(*)$	[kN/m ²]	[kN/m ²]	%
stálé zatížení	1,35	$(0,02+1,25+0,25)$	2,05	q_{dov} 1,7
max. kombinace užitečného zatížení	1,5	$0,75*1,5=$	1,13	$1,7*1,5=$ 2,55
zatížení celkem		3,18	>	2,55 125%

(*) koeficienty zatížení a zatížení sněhem dle ČSN EN

Kombinace zatížení s nakloněnými panely s hmotností 50kg/m ²		zvýšený sníh 1,4 [kN/m ²]		využití
	$g(*)$	[kN/m ²]	[kN/m ²]	%
stálé zatížení	1,35	$(0,02+1,25+0,5)**$	2,39	q_{dov} 1,7
max. kombinace užitečného zatížení	1,5	$1,76*1,5=$	2,65	$1,7*1,5=$ 2,55
zatížení celkem		5,04	>	2,55 198%

(*) koeficienty zatížení a zatížení sněhem dle ČSN EN

Z výše uvedeného vyplývá, že další zatěžování FV panely, které budou uloženy přímo na keramické střešní panely není možné.



VIN Consult s.r.o.
Antala Staška 1859/34, 140 00 Praha 4

datum: 08/2023

Zakázka:

Vypracování statických posudků pro určení maximálního možného přetížení střech

zak.č.: 73423.2

3.4. Posouzení nosného skeletu S 1.2

Předpokladem posouzení je použití roznášecího roštu, který roznese plošné zatížení do modulových os skeletu a tak nebudou zatíženy keramické panely. Modul skeletu je 6,0x6,0m. Podpory roštu tak budou ve vzdálenostech 6,0 m. Pro výpočet je uvažováno s hmotností roštu 50 kg/m².

Posouzení bylo provedeno srovnáním dovoleného zatížení skeletu. Uvažované dovolené užité zatížení $q_{dov} = 5,0 \text{ kN/m}^2$ a stálé $g_{dov} = 1,5 \text{ kN/m}^2$ (viz kap.3.1.2).

Protože nové stálé zatížení (včetně FV panelů) je větší než dovolené stálé zatížení g_{dov} skeletu, bylo sníženo dovolené užité zatížení o rozdíl $g_{nové} - g_{dov}$. Tento rozdíl byl dále zmenšen v poměru součinitelů stálého a užitého zatížení (1,10 a 1,40 dle [N5]).

O výslednou hodnotu přepočteného stálého zatížení bylo sníženo dovolené normové užité zatížení skeletu S 1.2., které bylo následně použito do posouzení.

3.4.1. Zatěžovací stavy a kombinace

Stávající stálé zatížení střechy na m ²			[kN/m ²]	[kN/m ²]
vlastní tíha keram. panelu $m = 150 \text{ kg/m}^2$	g_{00}	1.5=	1,50	1,50
střešní krytina PVC tl. 2cm, $m = 2 \text{ kg/m}^2$	g_{01}	0.02=	0,02	0,02
cementová mazanina tl. 5cm na keramickém panelu	g_{02}	0.05*25=	1,25	1,25
Nové stálé zatížení střechy na m ²				
hmotnost FV panelu [kg]	25			
panely uloženy vodorovně $m = 25 \text{ kg/m}^2$	g_{0Fv}	25/100=	0,25	
přetížení nakloněných FV panelů [kg]	25			
panely nakloněné 35°	g_{0Fs}	(25+25)/100=		0,50
rošt pro přenos zatížení na skelet $m = 50 \text{ kg/m}^2$	g_{0Fr}	0.5=	0,50	0,50
tepelná izolace	g_{03}	0.1=	0,10	0,10
celkem stálé zatížení s vodorovnými panely			3,62	
celkem stálé zatížení s nakloněnými panely				3,87

Zakázka:

Vypracování statických posudků pro určení maximálního možného přetížení střech

zak.č.: 73423.2

Kombinace obsahující užité zatížení. Součinitele kombinací jsou dle [N5].

Kombinace užitého zatížení pro vodorovné panely
standardní sníh 0,56 [kN/m²]

stávající zatížení	užitné	γ_0	sníh	γ_0	vítr	γ_0	q_{celk}	$q_{celk, vyp}$
kombinace zatížení	[kN/m ²]		[kN/m ²]		[kN/m ²]		[kN/m ²]	[kN/m ²]
(1) dominantní užité P	0,75	1	0,56	0	0,20	0	0,75	1,05
(2) dominantní sníh S+0,8W	0,75	0	0,56	1	0,20	0,8	0,72	0,98
(3) dominantní vítr 0,9S+W	0,75	0	0,56	0,9	0,20	1	0,70	0,95
maximální norm. zatížení střechy q_{celk}							0,75	1,05

0,56

Kombinace užitého zatížení pro nakloněné panely
zvýšený sníh 1,4 [kN/m²]

stávající zatížení	užitné	γ_0	sníh	γ_0	vítr	γ_0	q_{celk}	$q_{celk, vyp}$
kombinace zatížení	[kN/m ²]		[kN/m ²]		[kN/m ²]		[kN/m ²]	[kN/m ²]
(11) dominantní užité P	0,75	1	1,40	0	0,46	0	0,75	1,05
(22) dominantní sníh S+0,8W	0,75	0	1,40	1	0,46	0,8	1,76	2,40
(33) dominantní vítr 0,9S+W	0,75	0	1,40	0,9	0,46	1	1,72	2,31
maximální norm. zatížení střechy q_{celk}							1,76	2,40

3.4.2. Dovolené únosnosti skeletu S 1.2
Kombinace zatížení s vodorovnými panely s hmotností 75kg/m²
standardní sníh 0,56 [kN/m²]

	[kN/m ²]	[kN/m ²]
stálé zatížení	1,5+0,02+1,25+0,5+0,1+0,25=	3,62
dovolené stálé zatížení g_{dov}		1,50
$Dg = g - g_{dov}$	3,62-1,5=	2,12
$Dg_{výpoč} = \Delta g_{dov} \cdot \gamma_G$	2,12*1,1=	2,33
$\Delta q_{dov} = \Delta g_{výpoč} / \gamma_Q$	2,33/1,4=	1,67
snížené $q_{dov, snížené} = q_{dov} - \Delta q_{dov}$	5-1,67=	3,33

	q_{max}	$q_{dov, snížené}$
zatížení celkem	0,75	< 3,33 ✓

Kombinace zatížení s nakloněnými panely s hmotností 100kg/m²
zvýšený sníh 1,4 [kN/m²]

	[kN/m ²]	[kN/m ²]
stálé zatížení	1,5+0,02+1,25+0,5+0,1+0,5=	3,87
dovolené stálé zatížení g_{dov}		1,50
$Dg = g - g_{dov}$	3,87-1,5=	2,37
$Dg_{výpoč} = \Delta g_{dov} \cdot \gamma_G$	2,37*1,1=	2,61
$\Delta q_{dov} = \Delta g_{výpoč} / \gamma_Q$	2,61/1,4=	1,86
snížené $q_{dov, snížené} = q_{dov} - \Delta q_{dov}$	5-1,86=	3,14

	q_{max}	$q_{dov, snížené}$
zatížení celkem	1,76	< 3,14 ✓

Pozn. Hmotnost panelů zahrnuje hmotnost roštu 50kg/m²

Z výše uvedeného vyplývá, že zatěžování FV panely s roznašecím roštem, který zajistí přenos zatížení přímo do konstrukce skeletu je možné. Tíha panelů včetně roznašecího roštu je 75 kN/m² respektive 100 kN/m².

Zakázka:

Vypracování statických posudků pro určení maximálního možného přetížení střech

zak.č.: 73423.2

4. Závěr

Posouzení střechy bylo rozděleno na dvě části. Posouzení keramických střešních panelů a posouzení skeletu S 1.2, který tvoří hlavní nosnou konstrukci budovy. Byly uvažovány dva základní způsoby uložení panelů:

- vodorovné uložení v rovině střechy,
- uložení panelu ve sklonu 35° za účelem vyšší účinnosti.

Dle způsobu uložení panelů se mění hodnota zatížení sněhem. Při nakloněných panelech se výrazně zvyšuje zatížení sněhem a zatížení větrem na dvojnásobek.

4.1. Střešní keramické panely

Konstrukce keramických střešních panelů byla posouzena na přetížení, které vyvodí FV panely umístěné v rovině střechy a na přetížení FV panely osazenými se sklonem, které současně vyvodí zvýšené zatížení sněhem.

	q_{max} [kN/m ²]	q_{dov} [kN/m ²]	využití %
Kombinace zatížení bez panelů (stávající stav)	2,45	2,38	103%
Celková kombinace zatížení pro vodorovné panely s hmotností 25 kg	3,18	2,55	125%
Celková kombinace zatížení pronakloněné panely s hmotností 50 kg	5,04	2,55	198%

Limitující pro plošné přetížení FV panely jsou keramické střešní panely.

Důvodem proto je:

- Přidáním vlastních FV panelů.
- Větší normové zatížení sněhem.

dle platné normy zatížení [N1]

základní tíha sněhu obl. I

$s_0 = 0,5 \text{ kN/m}^2$

dle původní normy zatížení [N5]

základní tíha sněhu obl. I

$s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$

Z výpočtu vyplývá, že keramické střešní panely vyhovují na stávající zatížení, překročení o využití 103% je malé a lze ho zanedbat, protože reálné užité zatížení nedosahuje návrhových hodnot.

Keramické panely není možné přetížit FV panely s uvažováním zatížení dle ČSN EN. Využití zde dosahuje již výrazně větších hodnot min. 125%.

4.2. Hlavní nosná skeletová konstrukce

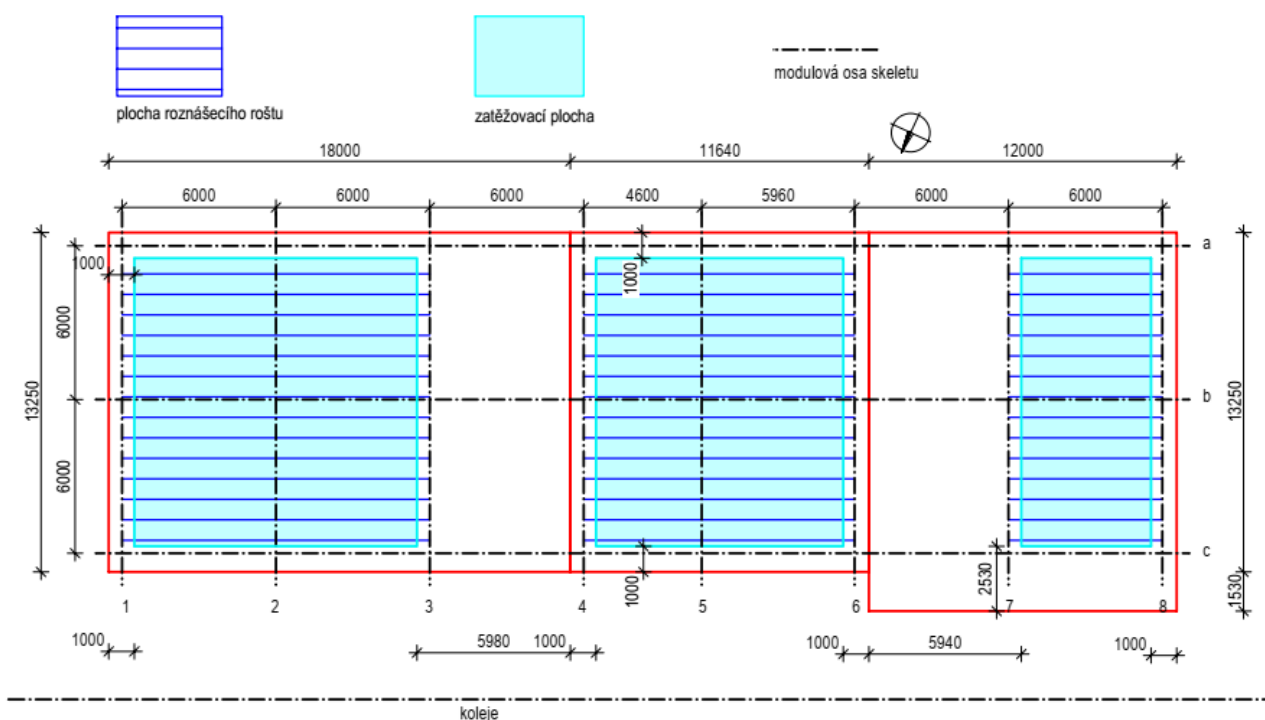
Konstrukce byla posouzena na přetížení, které vyvodí FV panely umístěné v rovině střechy a na přetížení FV panely osazenými se sklonem, které vyvodí zvýšené zatížení sněhem.

Předpokladem umístění FV panelů je použití roznášecího roštu, který přenesne zatížení přímo průvlaků a sloupů skeletu S1.2.

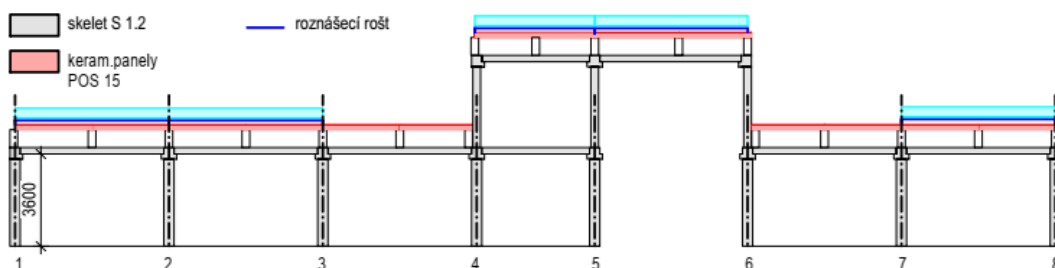
	q_{max} [kN/m ²]	$\gamma_{dov, snížen}$ [kN/m ²]	využití %
Celková kombinace zatížení pro vodorovné panely s roštem s hmotností 75 kg	0,75	3,33	22%
Celková kombinace zatížení pronakloněné panely s roštem s hmotností 100 kg	1,76	3,14	56%

Z výpočtu vyplývá, že skelet je možné přetížit FV panely s hmotností 75 kg/m² respektive 100 kN/m² přes roznášecí rošt. Tyto hodnoty v sobě zahrnují hmotnost roznášecího roštu 50 kg/m².

PŮDORYS STŘECHY



PODÉLNÝ ŘEZ



VIN Consult s.r.o.
Antala Staška 1859/34
140 00 Praha 4
Ing. Pavel Kormaňák