

Ing. Ján Gazda, Sloupecká 9, Měchenice 25206 IČ: 71492534, tel. 774 870 685
ARS – Projekt, s.r.o., Ľudová 9, 917 01, Trnava, tel.: 0905 784 482

STATICKÝ VÝPOČET

OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI STROPNÍ KONSTRUKCE PO OSAZENÍ FOTOVOLTAICKÝCH PANELŮ

STATIKA

Ing. Peter Kleiman

Název stavby:	DOMOV SENIORŮ, HRANICE – FOTOVOLTAIKA
Objednavatel posudku:	EKOLTES Hranice a.s. Zborovská 606, Hranice I-Město 753 01 Hranice, IČO : 61974919
Odpovědný projektant:	Ing. Peter Kleiman
Vypracoval:	Ing. Boris Bleho
Kontroloval:	Ing Ján Gazda
Zakázka číslo:	23_0230

PŘEDMĚT PROJEKTU

Předmětem projektu je ověření možnosti osazení fotovoltaických panelů na střeše objektů - Domova seniorů v Hranicích. V rámci strešní konstrukce má dojít k dodatečnému osazení fotovoltaických panelů. Střešní plášť byl v minulosti rekonstruován a přitížen betonovými kostkami pro stabilizaci hydroizolace strešního pláště. Proto bude v tomto posouzení ověřena potřebná tíha přitížení a následně bude stanoveno, jestli betonové kostky, které jsou již umístěné na strešním plášti, bude potřeba doplnit o další gravitační stabilizační prvky.

PODKLADY

Podklady pro vypracování posudku:

- dílčí původní projektová dokumentace - část architektura,
- fotodokumentace,
- obhlídka objektů – 9/2023 (Ing. Gazda, Ing. Kleiman)
- statické posouzení – stabilizace strešního pláště 11/2010 (Ing. Kroča)

POPIS KONSTRUKCE A FOTODOKUMENTACE

Posuzovaná stavba - Domov seniorů je rozdělený na 4 objekty.

Objekt č.1 je ubytovací zařízení s rozměry 58,0m x 17,9m a výška objektu je 11,97m, výška atiky je 0,9m.

Objekt č.2 je ubytovací zařízení s rozměry 60,6m x 16,9m, výška objektu je 11,97m a výška atiky je 0,9m.

Objekt č. 3 slouží jako hospodářský pavilon, jeho rozměry jsou 26,7m x 37,8m a výška objektu je 7,52m, výška atiky je 1,04m.

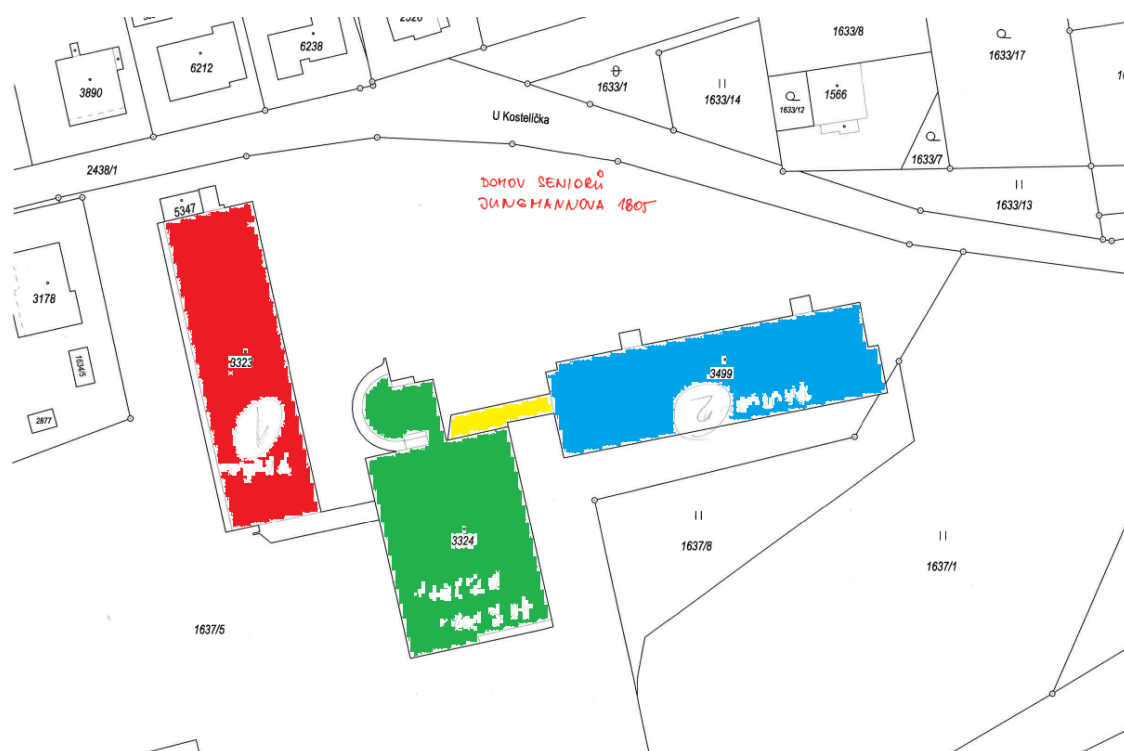
Objekt č. 4 je spojovací chodba s rozměry 20,3m x 4m a výška objektu nebyla přesně zjištěna ani z dostupné výkresové části projektové dokumentace proto bylo uvažováno se stejnou výškou objektu jako je objekt č.3 – hospodářský pavilon, 7,52m a atika 1,04m.

Nosná konstrukce střechy všech objektů je vyhotovena jako prefabrikovaný **panelový stropní systém**.

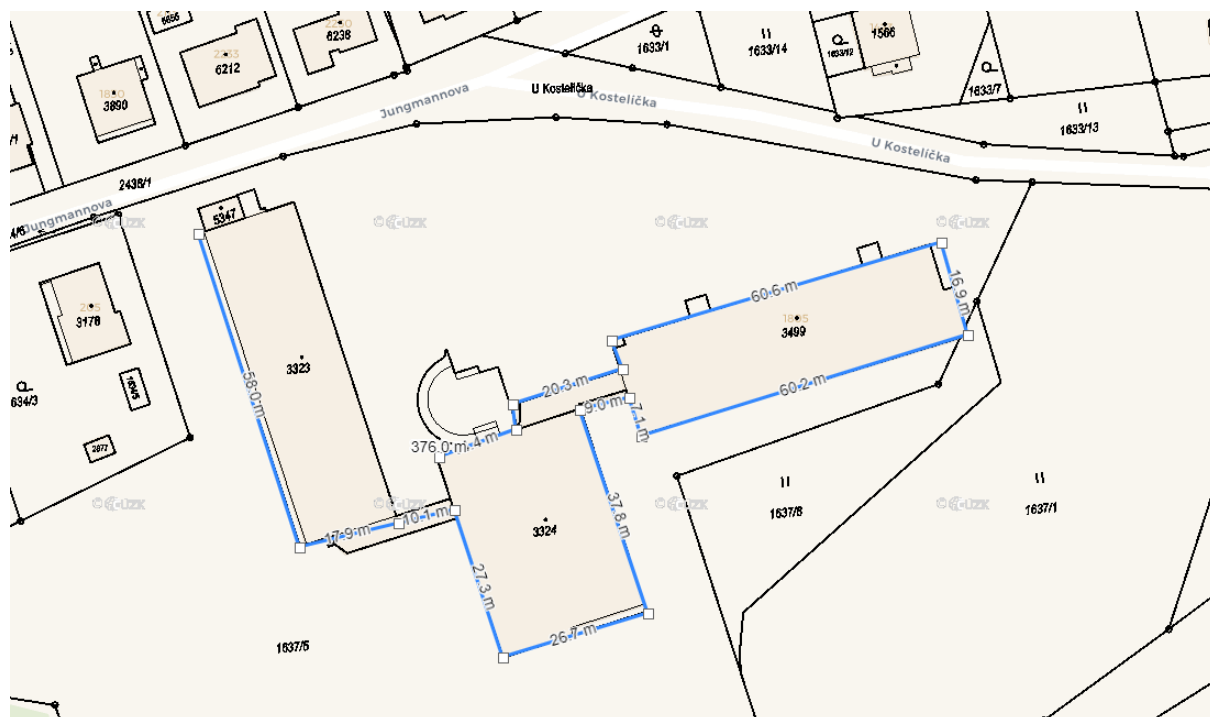
V objektech č. 1 a 2 je nosný systém vyhotoven jako stěnový nosný systém. Půdorys nosného systému je zřejmý z fotodokumentace.

Hospodářský pavilon – objekt č.3 je zrealizován jako skeletový konstrukční systém s lokálně podepřenými stropními deskami (bezprůvlakovými stropními deskami MS-OB).

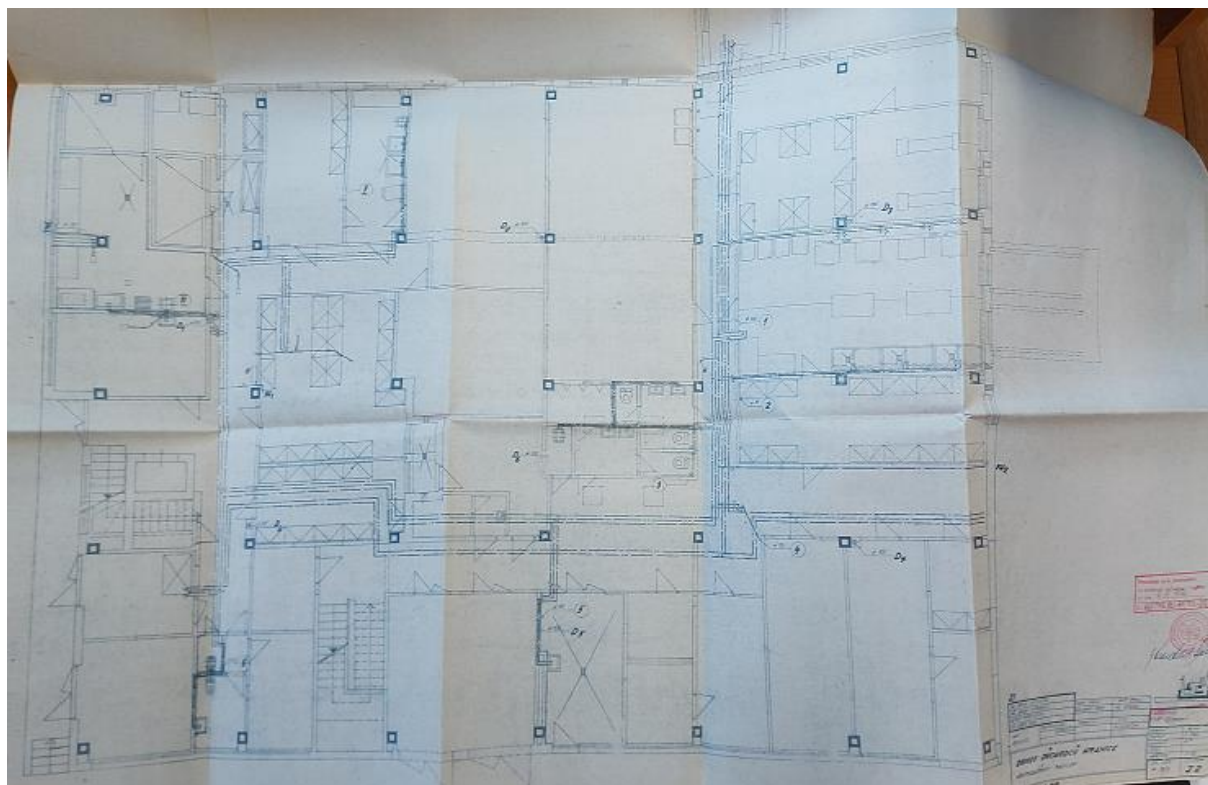
Vrstvy strešního pláště jsou zřejmé z obrázků. Taktéž na fotodokumentaci je možné vidět **přitížení strešního pláště betonovými kostkami**.



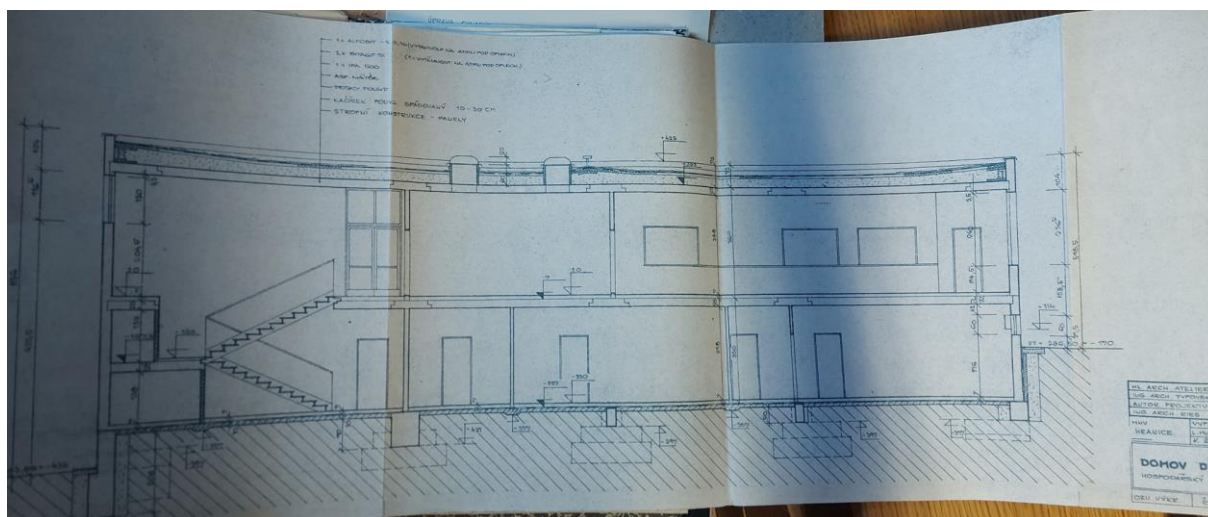
Obr.č. 1: situace stávajícího posuzovaného objektu,
 objekt č. 1 (červená barva) = ubytovací objekty 1
 objekt č. 2 (modrá barva) = ubytovací objekty 2
 objekt č. 3 (zelená barva) = hospodářský pavilon
 objekt č. 4 (žlutá barva) = spojovací chodba



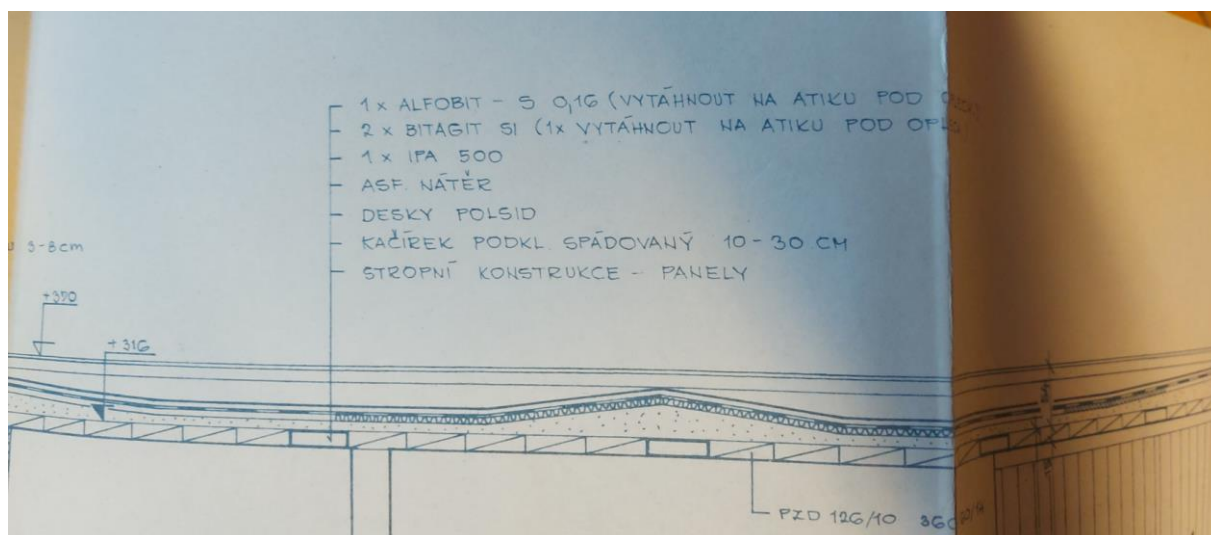
Obr.č.2: situace stávajících posuzovaných objektů s rozměry



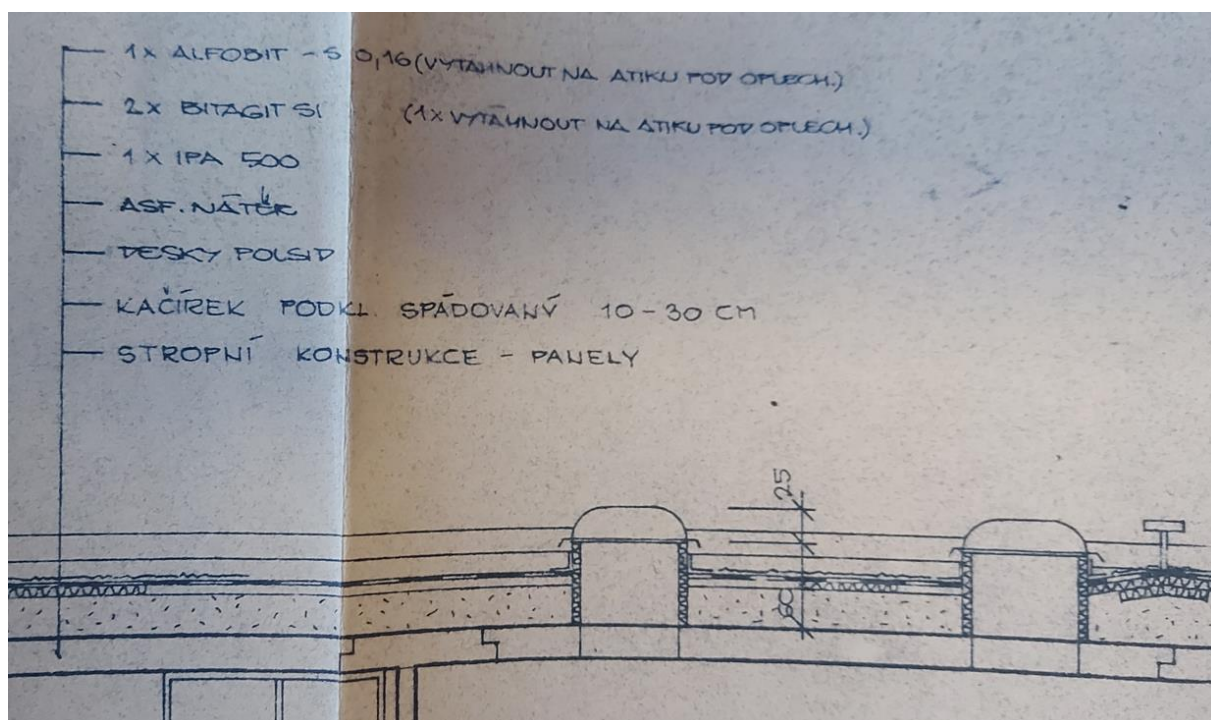
Obr.č.3: Projektová dokumentace části architektura – půdorys hospodářského objektu (objekt č.3)



Obr.č.4: Řez objektem



Obr.č.5: Skladba strešního pláště a znázornění stropních panelů (strešní plášť je stejný pro všechny objekty)



Obr.č.6: Skladba strešního pláště a znázornění stropních panelů (strešní plášť je stejný pro všechny objekty)



Obr.č.7: Pohled na řešený stávající objekt



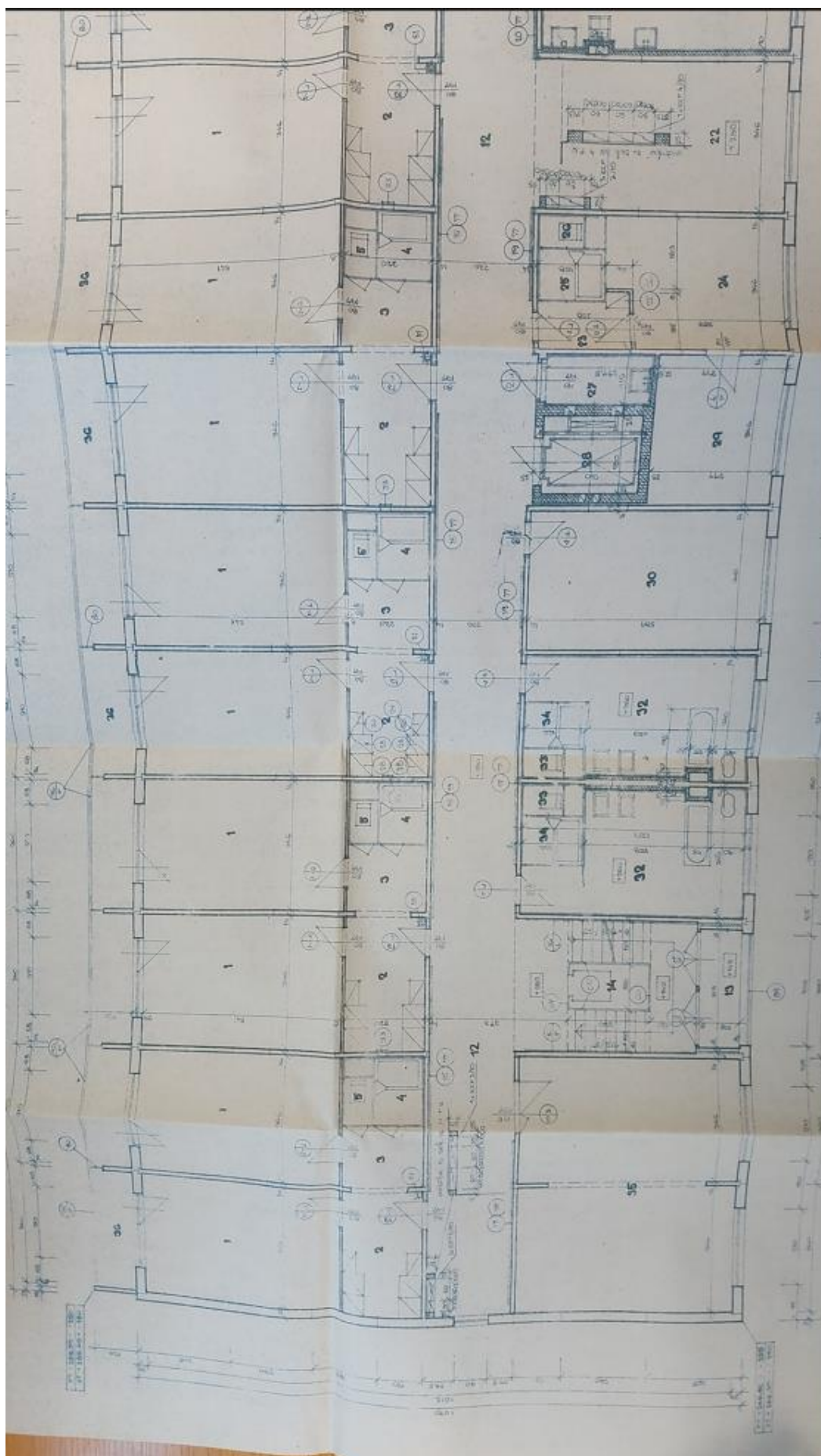
Obr.č.8: Pohled na střešní plášť přitížený betonovými kostkami – objekt č. 3, hospodářský pavilon



Obr.č.9: Pohled na střešní plášť přitížený betonovými kostkami – objekt č. 4, spojovací chodba



Obr.č.10: Pohled na střešní plášť přitížený betonovými kostkami – objekty č.1 a č.2

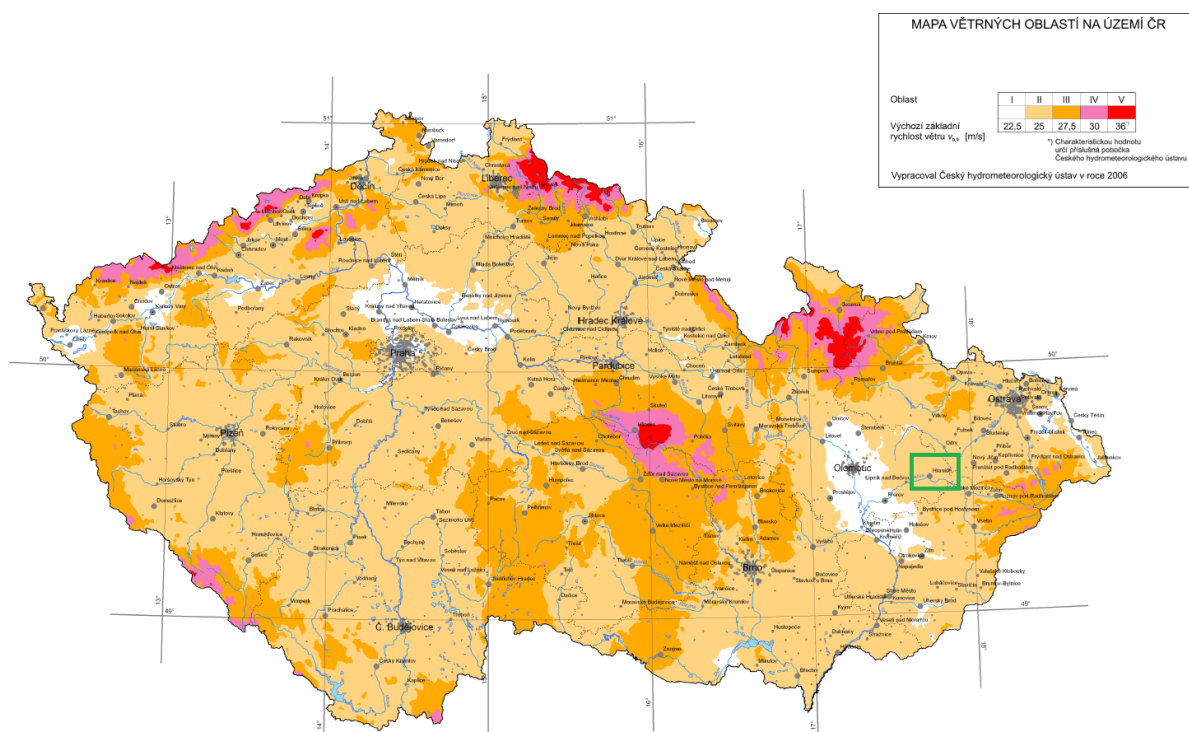


Obr.č.11: Půdorys objektů č.1 a 2

UVAŽOVANÉ ZATÍŽENÍ OD VĚTRU A SNĚHU

PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ:

- **Zatížení větrem** – pro výpočet zatížení od větru, bylo uvažováno s plochou střechou se sklonem. Podle lokality, ve které se objekt nachází a podle mapy fundamentálních hodnot pro Českou republiku je zřejmé, že základní rychlost větru byla stanovena **na hodnotu 25m/s**. Objekt se nachází na okraji města, z čehož vyplývá, **kategorie terénu = III. (předměstí, vesnice, lesy)**. Rozměry a výšky jednotlivých objektů jsou různé, proto bylo vypracováno víc výpočtů zatížení větrem. Při výpočtu větru bylo uvažováno pouze s platnou normou.



Obr.č. 12: mapa fundamentálních hodnot základní rychlosti větru s vyznačenou lokalitou

Zat'azenie vetrom – Plochá strecha / OBJEKT Č. 1

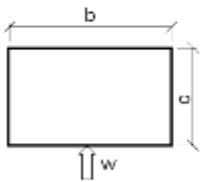
Vetrová oblast:

Vetrová oblast:	II	
Základná rýchlosť vetra:	$v_b = 25,0$	m/s
Referenčný základný tlak vetra (hustota vzduchu $1,25 \text{ kg/m}^3$):	$q_b = 0,391$	kN/m ²

Kategória terénu:

Kategória terénu:	(predmestia, dediny, lesy)	III	
Dĺžka drsnosti:	$z_0 = 0,300$	m	
Minimálna výška:	$z_{\min} = 5$	m	
Súčiniteľ terénu:	$k_r = 0,215$		

Geometria strechy

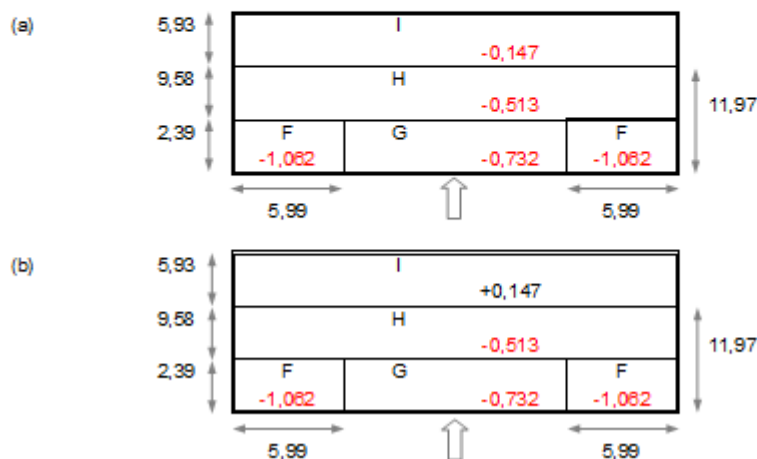
pôdorys	pohľad		
		$b = 58,000$	m
		$c = 17,900$	m
		$h = 11,970$	m
		$h_p = 0,900$	m
		$h_p/h = 0,075$	
Referenčná výška:	$z = 12,870$	m	
Rozdelenie strechy na pásma:	$e = 23,940$	m	

Výpočet špičkového tlaku vetra v úrovni strechy

Súčiniteľ turbulencie:	$k_t = 1,0$	
Súčiniteľ orografie:	$c_0(z) = 1,0$	
Intenzita turbulencie:	$I_v(z) = 0,266$	
Súčiniteľ drsnosti:	$c_r(z) = 0,810$	
Stredná rýchlosť vetra:	$v_m(z) = 20,24$	m/s
Súčiniteľ vystavenia vetru:	$c_e(z) = 1,876$	
Špičkový tlak vetra:	$q_p(z) = 0,733$	kN/m ²

Charakteristické hodnoty tlaku vetra na strechu

Oblasť	F	G	H	I	
Plocha	14,33	110,20	555,41	343,94	m ²
(a) Súčiniteľ vonkajšieho tlaku	-1,45	-1,00	-0,70	-0,2	
(b) Súčiniteľ vonkajšieho tlaku	-1,45	-1,00	-0,70	+0,2	



Zat'azenie vetrom – Plochá strecha / OBJEKT Č. 2

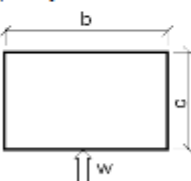
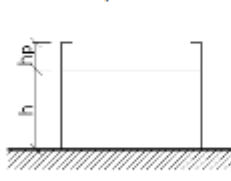
Vetrová oblast:

Vetrová oblast:	II	
Základná rýchlosť vetra:	$v_b = 25,0$	m/s
Referenčný základný tlak vetra (hustota vzduchu $1,25 \text{ kg/m}^3$):	$q_b = 0,391$	kN/m ²

Kategória terénu:

Kategória terénu:	(predmestia, dediny, lesy)	III	
Dĺžka drsnosti:	$z_0 = 0,300$	m	
Minimálna výška:	$z_{min} = 5$	m	
Súčiniteľ terénu:	$k_r = 0,215$		

Geometria strechy

pôdorys	pohľad		
		$b = 60,600$	m
		$c = 16,900$	m
		$h = 11,970$	m
		$h_p = 0,900$	m
		$h_p / h = 0,075$	

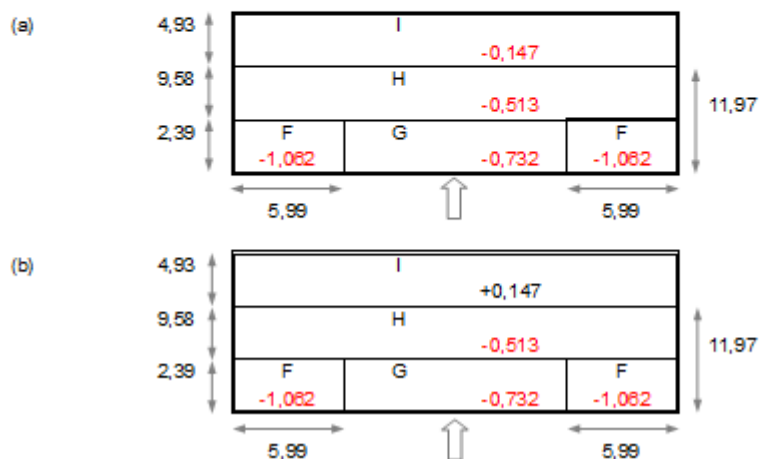
Referenčná výška:	$z = 12,870$	m
Rozdelenie strechy na pásma:	$e = 23,940$	m

Výpočet špičkového tlaku vetra v úrovni strechy

Súčiniteľ turbulencie:	$k_t = 1,0$	
Súčiniteľ orografie:	$c_0(z) = 1,0$	
Intenzita turbulencie:	$I_v(z) = 0,266$	
Súčiniteľ drsnosti:	$c_r(z) = 0,810$	
Stredná rýchlosť vetra:	$v_m(z) = 20,24$	m/s
Súčiniteľ vystavenia vetru:	$c_{pe}(z) = 1,876$	
Špičkový tlak vetra:	$q_p(z) = 0,733$	kN/m ²

Charakteristické hodnoty tlaku vetra na strechu

Oblasť	F	G	H	I	
Plocha	14,33	116,42	580,31	298,76	m ²
(a) Súčiniteľ vonkajšieho tlaku	-1,45	-1,00	-0,70	-0,2	
(b) Súčiniteľ vonkajšieho tlaku	-1,45	-1,00	-0,70	+0,2	



Zat'azenie vetrom – Plochá strecha / OBJEKT Č. 3

Vetrová oblast':

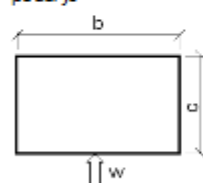
Vetrová oblast':	II	
Základná rýchlosť vetra:	$v_b = 25,0$	m/s
Referenčný základný tlak vetra (hustota vzduchu $1,25 \text{ kg/m}^3$):	$q_b = 0,391$	kN/m ²

Kategória terénu:

Kategória terénu:	(predmestia, dediny, lesy)	III	
Dĺžka drsnosti:	$z_0 = 0,300$	m	
Minimálna výška:	$z_{\min} = 5$	m	
Súčiniteľ terénu:	$k_t = 0,215$		

Geometria strechy

pôdorys



pohľad



$b = 37,800$	m
$c = 26,700$	m
$h = 7,520$	m
$h_p = 1,040$	m
$h_p / h = 0,138$	

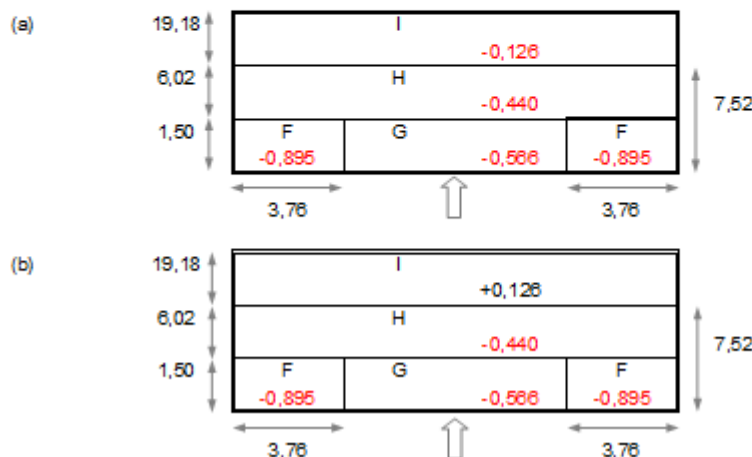
Referenčná výška:	$z = 8,560$	m
Rozdelenie strechy na pásma:	$e = 15,040$	m

Výpočet špičkového tlaku vetra v úrovni strechy

Súčiniteľ turbulencie:	$k_t = 1,0$	
Súčiniteľ orografie:	$c_0(z) = 1,0$	
Intenzita turbulencie:	$I_v(z) = 0,298$	
Súčiniteľ drsnosti:	$c_r(z) = 0,722$	
Stredná rýchlosť vetra:	$v_m(z) = 18,04$	m/s
Súčiniteľ vystavenia vetru:	$c_e(z) = 1,609$	
Špičkový tlak vetra:	$q_p(z) = 0,629$	kN/m ²

Charakteristické hodnoty tlaku vetra na strechu

Oblasť	F	G	H	I	
Plocha	5,66	45,54	227,40	725,00	m ²
(a) Súčiniteľ vonkajšieho tlaku	-1,42	-0,90	-0,70	-0,2	
(b) Súčiniteľ vonkajšieho tlaku	-1,42	-0,90	-0,70	+0,2	



Zat'azenie vetrom – Plochá strecha / OBJEKT Č. 4

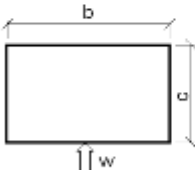
Vetrová oblasť:

Vetrová oblasť:	II	
Základná rýchlosť vetra:	$v_b = 25,0$	m/s
Referenčný základný tlak vetra (hustota vzduchu $1,25 \text{ kg/m}^3$):	$q_b = 0,391$	kN/m ²

Kategória terénu:

Kategória terénu:	(predmestia, dediny, lesy)	III	
Dĺžka drsnosti:	$z_0 = 0,300$	m	
Minimálna výška:	$z_{min} = 5$	m	
Súčiniteľ terénu:	$k_r = 0,215$		

Geometria strechy

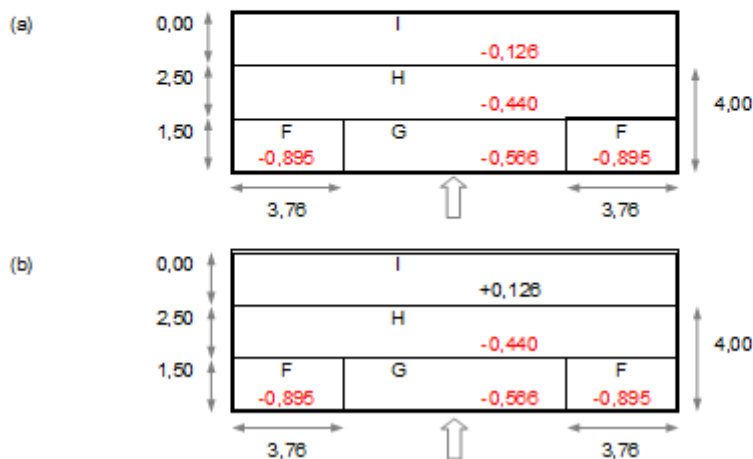
pôdorys	pohľad		
		$b = 20,300$	m
		$c = 4,000$	m
		$h = 7,520$	m
		$h_p = 1,040$	m
		$h_p/h = 0,138$	
Referenčná výška:	$z = 8,560$	m	
Rozdelenie strechy na pásma:	$e = 15,040$	m	

Výpočet špičkového tlaku vetra v úrovni strechy

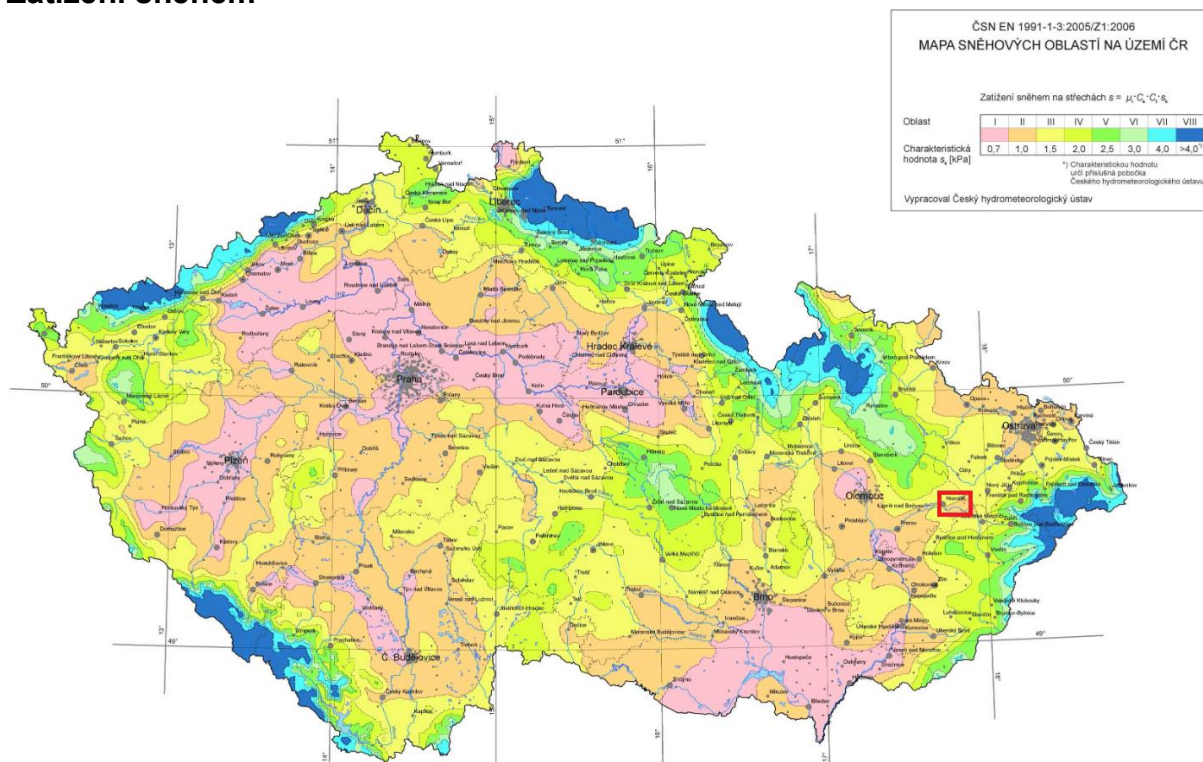
Súčiniteľ turbulencie:	$k_t = 1,0$	
Súčiniteľ orografie:	$c_0(z) = 1,0$	
Intenzita turbulencie:	$I_v(z) = 0,298$	
Súčiniteľ drsnosti:	$c_r(z) = 0,722$	
Stredná rýchlosť vetra:	$v_m(z) = 18,04$	m/s
Súčiniteľ vystavenia vetru:	$c_e(z) = 1,609$	
Špičkový tlak vetra:	$q_p(z) = 0,629$	kN/m ²

Charakteristické hodnoty tlaku vetra na strechu

Oblasť	F	G	H	I	
Plocha	5,66	19,22	50,67	0,00	m ²
(a) Súčiniteľ vonkajšieho tlaku	-1,42	-0,90	-0,70	-0,2	
(b) Súčiniteľ vonkajšieho tlaku	-1,42	-0,90	-0,70	+0,2	



Zatížení sněhem



Obr.č. 4: mapa sněhových oblastí na území ČR

Zat'azenie snehom – plochá strecha

Snehová oblasť:

Snehová oblasť:

II

Charakteristická hodnota zat'azenia snehom na zemi:

 $s_k = 1,00$ kN/m²Súčiniteľ expozície:

Topografia:

2. normálna

Súčiniteľ expozície:

 $C_e = 1,00$

plochy, kde sa nevyskytuje výrazné odfukovanie snehu účinkami vetra

Tepelný súčiniteľ:

Vysoký prestup tepla (vyhrievané strechy, presklené strechy ...)

nie

Tepelný súčiniteľ:

 $C_{t1} = 1,00$ Tvarový súčiniteľ:

Sklon strechy:

 $\alpha = 0,00$

°

Tvarový súčiniteľ:

 $\mu_i = 0,800$

Sneh sa môže voľne zosúvať zo strechy:

nie

Násobiteľ:

1,00

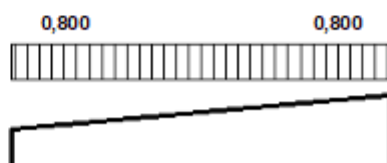
Výsledný tvarový súčiniteľ:

 $\mu_i = 0,800$ Charakteristická hodnota zat'azenia snehom:

Základná charakteristická hodnota zat'azenia snehom:

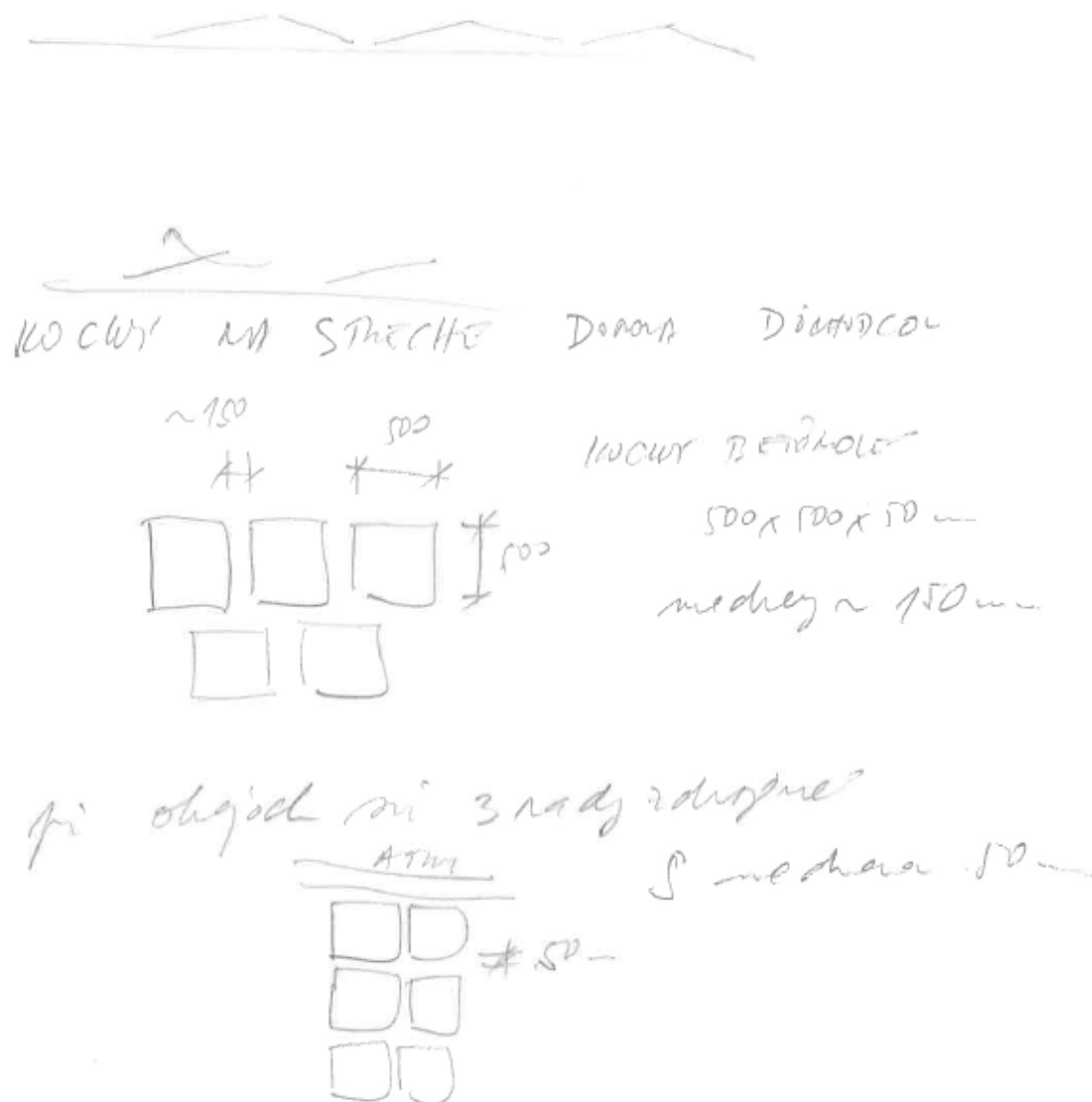
 $s = 0,800$ kN/m²

(S4)



OVĚŘENÍ STÁVAJÍCÍHO PŘÍTÍŽENÍ STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ – OBJEKTŮ Č. 1, 2 A 4

Zabezpečení fotovoltaických panelů na střechách budov proti odfouknutí se zabezpečuje různými způsoby. Jedním z nich, který byl použit i v tomto případě, je přitížení fotovoltaických panelů betonovými kostkami. Betonové kostky již byly použity na řešených střechách za účelem přitížení hydroizolační vrstvy. Stávající betonové kostky byly v tomto posudku ověřeny, jestli odolávají účinkům sání od větru. Pro zjednodušení výpočtu bylo uvažováno jen se střední částí strešního pláště.



Obr.č. 13: skica rozmístění stávajících betonových kostek

SCHÉMA ULOŽENÍ FOTOVOLTAICKÝCH PANELU – SEDLOVÉ VYHOTOVENÍ

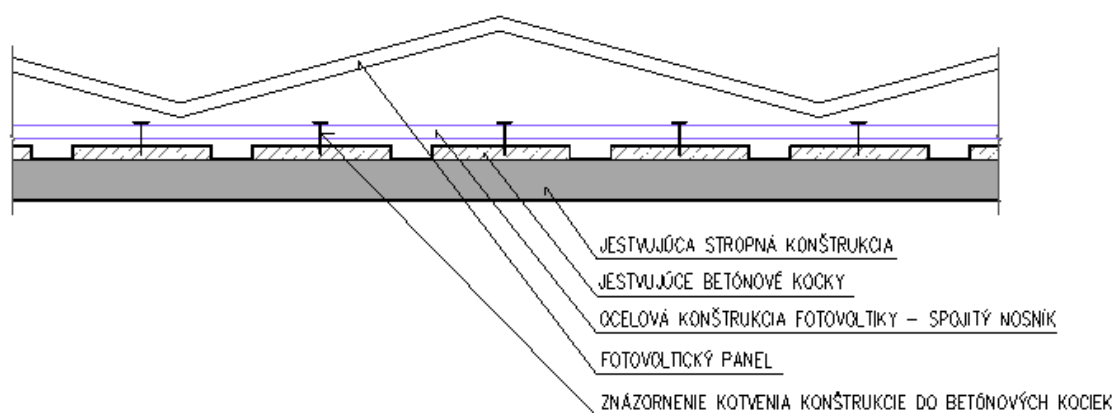
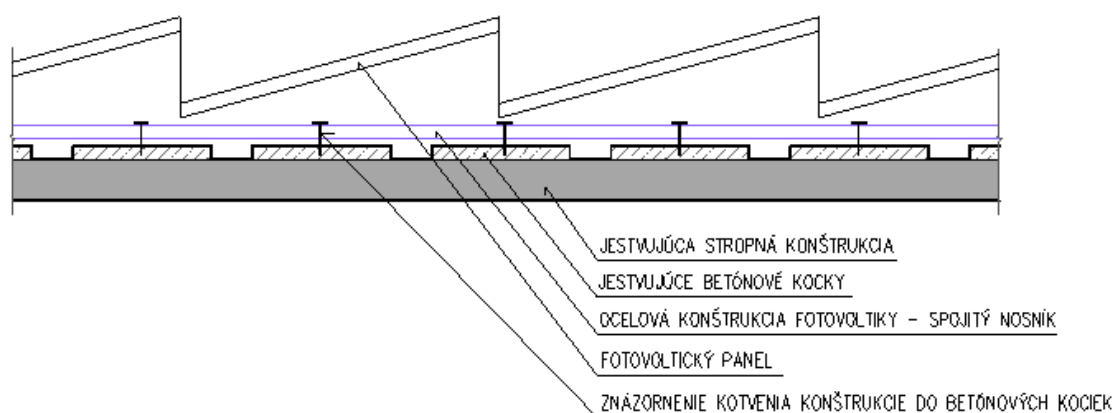


SCHÉMA ULOŽENÍ FOTOVOLTAICKÝCH PANELU – PÍLOVÉ VYHOTOVENÍ



Obr.č. 14: schéma uložení fotovoltaických panelů

Zatížení na stěchu objektu

- původní konstrukce (jednoslovně)
stěh, keramická dlažba, polypropylen
 $0,10 \cdot 16,0 = 1,60 \text{ kN/m}^2$
- nová konstrukce - izolace $0,20 \text{ kN/m}^2$
- přidání betonu, oblacení (průběh) ~~$1,80 \text{ kN/m}^2$~~ $0,94 \text{ kN/m}^2$
- neobčlepní - průběh $1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,80 \text{ kN/m}^2$

nová zatížení $\dots q_n = 4,10 \text{ kN/m}^2$

Dovolené namáhání cel. bet. panelu $3,54 \text{ kN/m}^2$

$q_{\text{dovol}} = 5,30 \text{ kN/m}^2 > q_n = 4,10 \text{ kN/m}^2 \checkmark$

$3,54 \text{ kN/m}^2$

rezerva : $5,30 \text{ kN/m}^2 - 3,54 \text{ kN/m}^2 = 1,76 \text{ kN/m}^2$ vyhoví

Obr.č. 15: dovolené namáhání konstrukce ze statického posouzení – stabilizace střešního pláště „A“ a výpočet maximální rezervy konstrukce (tíhou $1,76 \text{ kN/m}^2$ je možno zatížit stávající stropní konstrukci)

	délka (m)	šířka (m)	výška (m)	tíha (kN)
Betonové kostky	0,5	0,5	0,05	0,313

	počet ks bet. kostek na stanovenou plochu (ks)	stanovená plocha včetně mezer (m ²)	tíha betonové kostky	tíha od fotovoltaických panelů (kN/m ²)	plošné přetížení spolu (kN/m ²)
Plošné přetížení	4,00	1,69	0,31	0,20	0,940

	charakteristická hodnota sání větru (kN/m ²)	parciální součinitel γ_q	návrhová hodnota sání větru
Sedlová střecha - s okapotováním	0,513	1,5	0,770

	špičkový tlak větru (kN/m ²)	součinitel celkové sily c_f	parciální součinitel γ_q	návrhová hodnota sání větru
Sedlová střecha - bez okapotování	0,733	1,5	1,5	1,65

	špičkový tlak větru (kN/m ²)	součinitel celkové sily c_f	parciální součinitel γ_q	návrhová hodnota sání větru
Pilovitá střecha	0,733	2,1	1,5	2,31

Srovnání	plošné přetížení spolu (kN/m ²)	návrhová hodnota sání větru (kN/m ²)		
Sedlová střecha - s okapotováním	0,940	0,770	Vyhovuje	Není nutno přetížit konstrukci FVP
Sedlová střecha - bez okapotování	0,940	1,650	Nevyhovuje	Je nutno přetížit FVP minimálně 0,71kN/m ²
Pilovitá střecha	0,940	2,310	Nevyhovuje	Je nutno přetížit FVP minimálně 1,37kN/m ²

OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI STROPNÍ KONSTRUKCE OBJEKTU Č. 3 – HOSPODÁŘSKÝ PAVILON

Při ověření únosnosti stropní konstrukce objektu č.3 se ve výpočtu vycházelo z porovnání zatížení od střešního pláště při jeho rekonstrukci. Porovnávány byly dva stavy – původní zatížení střešního pláště a nové střešní vrstvy. Z tohoto porovnání byla následně stanovena rezerva v únosnosti.

Původní skladba střešního pláště

Název vrstvy	Objemová tíha (kN/m ³)	tl. (m)	charakt. plošné zatížení (kN/m ²)	parciální součinitel	návrh. plošné zatížení (kN/m ²)
Štěrka	17,000	0,100	1,700	1,350	2,295
Původní nezměněné vrstvy střešního pláště	-	-	-	-	-
			1,700		2,30

Nová skladba střešního pláště

Název vrstvy	Objemová tíha (kN/m ³)	tl. (m)	charakt. plošné zatížení (kN/m ²)	parciální součinitel	návrh. plošné zatížení (kN/m ²)
Povlaková krytina - hydroizolace	13,800	0,002	0,028	1,350	0,037
Minerální tepelná izolace -	0,500	0,250	0,125	1,350	0,169
Spádová vrstva z EPS	0,200	0,150	0,030	1,350	0,041
Původní nezměněné vrstvy střešního pláště	-	-	-	-	-
			0,183		0,25

Rezerva konstrukce po odstranění původního štěrku a přidání nových vrstev

Původní skladba střešního pláště (kN/m ²)	Nová skladba střešního pláště (kN/m ²)	Rezerva stávající stropní konstrukce (kN/m ²)
1,700	0,183	1,517

Rezerva konstrukce představuje maximální možnou hodnotu přetížení

	charakteristická hodnota sání větru (kN/m ²)	parciální součinitel γ_q	návrhová hodnota sání větru
Sedlová střecha - s okapotováním	0,44	1,5	0,660

	špičkový tlak větru (kN/m ²)	součinitel celkové síly c_f	parciální součinitel γ_q	návrhová hodnota sání větru
Sedlová střecha - bez okapotování	0,629	1,5	1,5	1,42

	špičkový tlak větru (kN/m ²)	součinitel celkové síly cf	parciální součinitel γ_q	návrhová hodnota sání větru
Pilovitá střecha	0,629	2,1	1,5	1,98

Tabulka posouzení nutního přetížení pro různá vyhotovení konstrukce FVP

Srovnání	návrhová hodnota sání větru (kN/m ²)	posouzení	nutné přetížení fotovoltaických panelů (kN/m ²)
Sedlová střecha - s okapotováním	0,660	Vyhovuje	0,7kN/m ²
Sedlová střecha - bez okapotování	1,415	Vyhovuje	1,45kN/m ²
Pilovitá střecha	1,981	Nevyhovuje	Konstrukce bude přetížena

POZNÁMKY

- Z výše uvedené tabulky vyplývá, že stávající betonové kostky uložené na ploché střeše objektů č.1, č.2 a objektu č.4 jsou schopny odolávat účinkům sání větru.

- Konstrukce fotovoltaických panelů bude kotvena do stávajících betonových kostek tak, aby nedošlo k poškození hydroizolační vrstvy.

- Kotvení konstrukce fotovoltaických panelů bude řešeno v dalším stupni projektové dokumentace přímo s výrobcem resp. dodavatelem systému.

- Fotovoltaické panely budou kotveny do betonových kostek přes roznášecí ocelové nebo hliníkové prvky tak, aby betonové kostky byly navzájem propojeny a aby společně ve skupině odolávaly sání větru působícího na fotovoltaické panely.

- Z posouzení stávající stropní konstrukce nad objektem č. 3 je zřejmé, že konstrukce byla po provedené rekonstrukci střešního pláště významně odlehčena, z čeho vyplynulo, že je jí možné přitížit rozdílem zatížení vrstev původních od nově vyhotovených.

- Rezerva nosní konstrukce po rekonstrukci je 1,517kN/m², z čehož plyne, že je jí možno o takovou hodnotu přitížit.

- Fotovoltaické panely nad objektem č.3 budou kotveny do ocelových nebo hliníkových prvků, které budou přitíženy betonovými kostkami.

- Na základě obhlídky stavby je zřejmé, že použitá tepelná izolace na střešním plášti všech objektů je stlačitelná (měkká), proto je nutné, aby zhotovitel bral do úvahy možné zaboření podpěrné konstrukce fotovoltaických panelů do tepelné izolace.

- konstrukce střechy hospodářského pavilonu je z části pokryta světlíky a různými prostupy, konstrukce střešního pláště se jeví jako nejvíce stlačitelná a nejméně přitížená kostkami.

Všechny tyto skutečnosti je nutné taky zohlednit při rozhodování o vhodnosti osazení fotovoltaických panelů na tuto střechu.

ZÁVĚR

Úkolem statického posudku bylo zhodnocení možnosti osazení fotovoltaických panelů na střechy objektů Domovu důchodců v Hranicích na Moravě. Byla provedena obhlídka objektů, byla nastudována dostupná projektová dokumentace objektů a zpracována podrobná analýza vlivu fotovoltaických panelů při různých způsobech jejich konstrukce a uspořádání na střeše objektů. Přitom byla zohledněna skutečnost, že na střechách jednotlivých objektů jsou v současnosti osazeny betonové kostky jako stabilizační prvky povlakové hydroizolace. Fotovoltaické panely byly uvažovány s uspořádáním ve tvaru valbové a pilovité střechy se sklonem do 15°.

Z uvedené statické analýzy vyplývá následující pro objekty č. 1, 2 a 4:

- a) U sedlového provedení fotovoltaických panelů s okapotováním lze tyto instalovat na střechy objektů bez potřeby dalšího přetížení střechy stabilizačními prvky. Fotovoltaické panely budou osazeny na roznášecí konstrukce (ocel, hliník apod.), která bude kotvena do stávajících betonových kostek na střeše objektu a bude zajišťovat relativně rovnoměrný roznos zatížení na plochu střechy.
V tomto případě vznikne jen minimální přetížení nosné konstrukce střechy, které je střecha schopna spolehlivě přenášet bez nutnosti zodolnění.
- b) Při sedlovém provedení fotovoltaických panelů bez okapotování je třeba při instalaci fotovoltaických panelů zajistit jednak přikotvení panelů přes roznášecí rošt ke stávajícím betonovým kostkám, jakožto i **zajistit další stabilizační gravitační prvky o hmotnosti cca 70kg/m²**.
I takovému zatížení bude schopna nosná konstrukce střechy odolávat bez nutnosti zodolnění.
- c) Při pilovitém uspořádání fotovoltaických panelů je třeba při instalaci fotovoltaických panelů zajistit jednak přikotvení panelů přes roznášecí rošt ke stávajícím betonovým kostkám, jakožto i **zajistit další stabilizační gravitační prvky o hmotnosti cca 135kg/m²**.

Návrh roznášecího roštu pro instalaci fotovoltaických panelů bude předmětem dalšího stupně projektové dokumentace.

Z uvedené statické analýzy vyplývá následující pro objekt č. 3:

- a) U sedlového provedení fotovoltaických panelů s okapotováním je třeba při instalaci fotovoltaických panelů zajistit **stabilizační gravitační prvky o hmotnosti cca 70kg/m²**.
Takovému zatížení bude schopna nosná konstrukce střechy odolávat bez nutnosti zodolnění.
- b) U sedlového provedení fotovoltaických panelů bez okapotování je třeba při instalaci fotovoltaických panelů **zajistit stabilizační gravitační prvky o hmotnosti cca 145kg/m²**.
Takovému zatížení bude schopna nosná konstrukce střechy odolávat bez nutnosti zodolnění.
- c) **Pilovité provedení fotovoltaických panelů bez okapotování není možné vyhotovit bez zesílení nosné konstrukce (stropní desky).**

LITERATURA

Seznam použité literatury

- ČSN ISO 2394 Obecné zásady spolehlivosti konstrukcí
- ČSN EN 206 Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda.
- ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí, březen 2004.
- ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb.
- ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení sněhem.
- ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem.
- ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.
- ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí, Část 1.1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.
- ČSN EN 13670. Provádění betonových konstrukcí – část 1: Společná ustanovení.
- ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí – obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby