

STATICKÝ VÝPOČET

DOMOV PRO SENIORY V PRAZE

BETONOVÉ KONSTRUKCE

Obsah

1. Popis objektu	3
2. Stupně vlivu prostředí pro beton	3
3. Materiálové charakteristiky použité pro výpočet	4
4. Předběžné návrhy stropních desek	6
4.1. Návrh tloušťky stropní desky pro největší rozpětí ve 2.NP	6
4.2. Návrh tloušťky stropní desky vystavené venkovnímu prostředí	8
4.3. Návrh tloušťky typické stropní desky pro vnitřní prostředí	10
5. Stanovení plošných zatížení	13
5.1. Stanovení zatížení plochá nepochozí střecha nad 3.NP	13
5.2. Stanovení zatížení plochá střecha nad 2.NP	14
5.2.1. Pochozí střecha	14
5.2.2. Plochá vegetační střecha	16
5.3. Stanovení zatížení stropní konstrukce	17
6. Návrh průvlaků v objektu	19
6.1. Návrh obvodových průvlaků C7-G7 v 1.PP	19
6.2. Návrh průvlaků C10-F10 v 1.NP	20
6.3. Průvlak 1.NP (šikmý průvlak)	22
6.4. Průvlak 1.NP B9 – B10	24
7. Návrh sloupů	26
7.1. Návrh průřezu sloupu E10	26
7.2. Návrh průřezu sloupu B10	29
8. Návrh základového prahu	31

1. Popis objektu

Jedná se o objekt domova pro seniory, který je navržen jako třípodlažní budova (1.PP, 1.NP, 2.NP) přístupná vchodem z 1.PP a současně 1.NP, kde první podzemní podlaží je částečně zapuštěno ve svahu. Nad částí půdorysu 1.NP je navržena plochá provozní střecha určená pro pobyt osob.

Pro předběžný výpočet betonových konstrukcí zejména užitných zatížení budova zatříděna jako bytový dům, se zvýšením užitných zatížení na provozní střeše a v místech chodeb, kde je uvažováno s případným shromažďováním lidí.

Detailní popis objektu a veškerých postupů je popsán v samostatné technické zprávě přiložené k části betonových konstrukcí.

2. Stupně vlivu prostředí pro beton

STUPNĚ Vlivu prostředí VYSKYTUJÍCÍ SE V OBJEKTU

OZNAČENÍ	POPIS PROSTŘEDÍ	PŘÍKLAD BETONU	MIN. TŘÍDA	VÝSKYT V BUDOVĚ
XC0	Beton v suchém prostředí	Beton uvnitř budov s nízkou vlhkostí vzduchu	C12/15	podkladní beton
XC1	Suché, nebo stále mokré	Beton uvnitř s nízkou vlhkostí vzduchu	C20/25	vnitřní stěna, strop
XC2	Mokré, občas suché	Povrchy betonů vystavené dlouhodobému působení vody	C25/30	základové kce.
XC4	Střídavě mokré, suché	Povrchy betonů ve styku s vodou	C30/37	vnější stěna, atika
XF1	Mírně nasycen vodou	Svislé povrchy vystavené dešti a mrazu	C30/37	vnější stěna
XF3	Značně nasycen vodou	Vodorovné betonové povrchy vystavené dešti a mrazu	C30/37	konstrukce střechy

(tabulka č. 1)

- Dle tabulky č.1 požadovaná minimálně třída betonové směsi C30/37 – v dalších krocích předběžného výpočtu počítáno s třídou betonové směsi C30/37, která splňuje požadavky na stupně vlivu prostředí, které se vyskytují v daném objektu.

3. Materiálové charakteristiky použité pro výpočet

NÁVRHOVÉ PARAMETRY UVAŽOVANÉ PRO BETON

- TŘÍDA BETONU → C 30/37
- CHAR. PEVNOST BETONU V TLAKU → $f_{ck} = 30$ MPa
- NÁVRHOVÁ PEVNOST BETONU V TLAKU → $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20$ MPa
- STŘEDNÍ HODNOTA PEVNOSTI BETONU V TAHU → $f_{ct,m} = 2,9$ MPa
- DOLNÍ CHAR. PEVNOST BETONU V TAHU → $f_{ct,k,0,05} = 2$ MPa
- MODUL PRUŽNOSTI → $E_{cm} = 32$ GPa
- NÁVRHOVÁ PEVNOST BETONU V TAHU → $f_{ct,d} = \frac{f_{ct,k}}{\gamma_c} = \frac{2}{1,5} = 1,33$ MPa

NÁVRHOVÉ PARAMETRY UVAŽOVANÉ PRO OCEL

- TŘÍDA OCELI → B 500 B
- CHAR. MEZ KLUZU OCELI → $f_{yk} = 500$ MPa
- NÁVRHOVÁ MEZ KLUZU OCELI → $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} = \frac{500}{1,15} = 435$ MPa

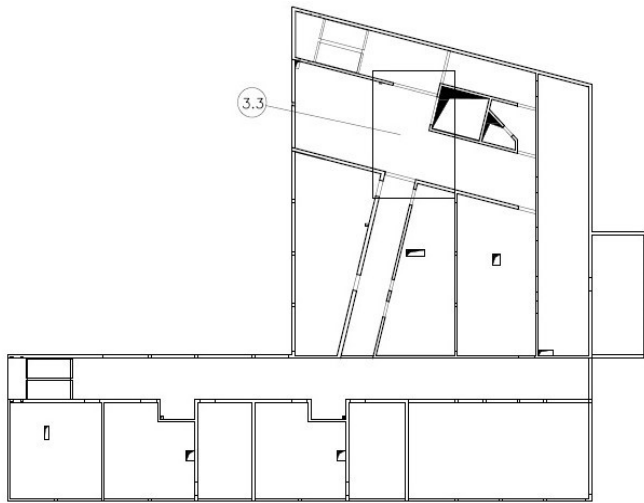


schéma výkresu tvaru nad 1.PP

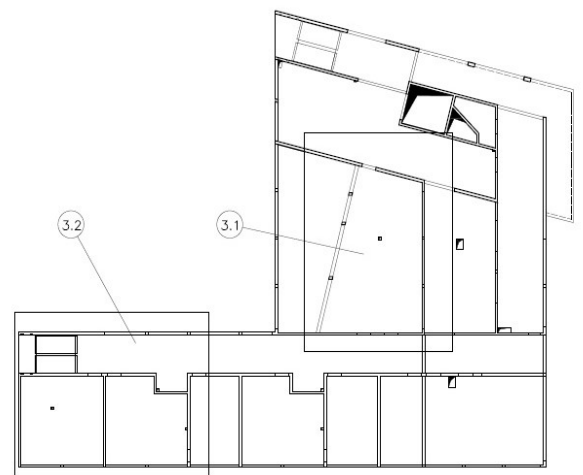


schéma výkresu tvaru nad 1.NP

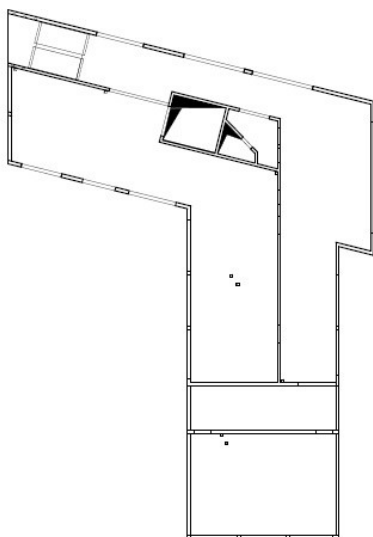
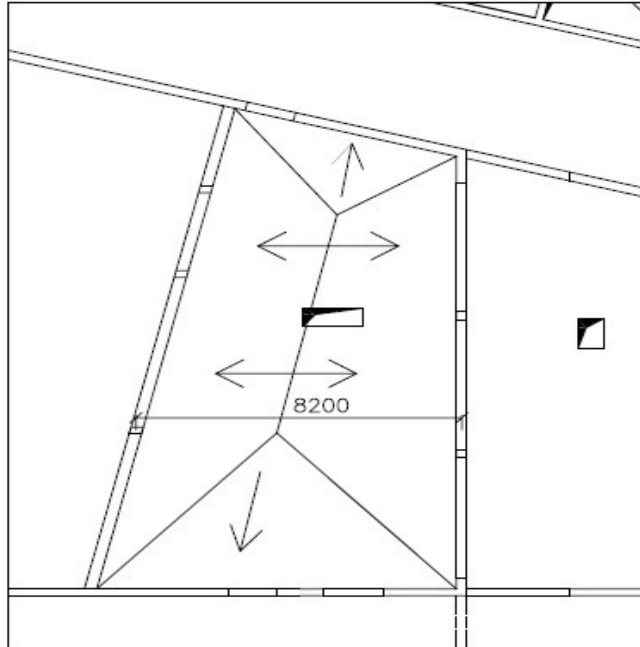


schéma výkresu tvaru nad 2.NP

4. Předběžné návrhy stropních desek

4.1. Návrh tloušťky stropní desky pro největší rozpětí ve 2.NP



A) Návrh tloušťky desky dle empirie

- maximální rozpětí viz. výšek výkresu tvaru $l_{\max} = 8200$ mm

- tloušťka desky $h_{d1} = \frac{1}{35} l, \max$

$$h_{d1} = \frac{1}{35} 8200$$

$$h_{d1} = 234 \text{ mm}$$

B) Návrh tloušťky desky – ohybová štíhlost

1. Nominální krycí vrstva výztuže

- $c_{\text{nom}} = c_{\text{min}} + \Delta c_{\text{dev}}$
- c_{min} – minimální krycí vrstva
- Δc_{dev} – přídavek na návrhovou odchylku dle provádění

$$c_{\text{min}} = \max (c_{\text{min},b}, c_{\text{min},\text{dur}} + \Delta c_{\text{dur},\gamma} - \Delta c_{\text{dur},\text{st}} - \Delta c_{\text{dur},\text{add}}, 10)$$

- $c_{\text{min},b}$ – krycí vrstva z hlediska soudržnosti = 14mm

- $c_{\text{min},\text{dur}}$ – krycí vrstva z hlediska prostředí

$$\text{pro prostředí XC4 a S4} \rightarrow c_{\text{min},\text{dur}} = 25\text{mm}$$

(třída krycí vrstvy snížena vlivem deskové konstrukce $\rightarrow c_{min, dur} = 25\text{mm}$)

- $\Delta c_{dur,y} = \text{přídavná bezpečnostní složka} = 0\text{mm}$
- $\Delta c_{dur,st} = \text{redukce min. krycí vrstvy – použití nerez. oceli} = 0\text{mm}$
- $\Delta c_{dur,add} = \text{redukce min. krycí vrstvy – použití přídavné ochrany}$

- $c_{min} = \max (14, 25 + 0 - 0 - 0, 10)$
- $c_{min} = 25 \text{ mm}$

- $\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$

- $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$
- $c_{nom} = 25 + 10$
- $c_{nom} = 35 \text{ mm}$

II) Stanovení staticky účinné výšky d

\rightarrow pomocí podmínky vymezující ohybové štíhlosti

- $\lambda = \frac{l}{d} < \kappa_{c1} \kappa_{c2} \kappa_{c3} \lambda_{d,tab}$
- $d > l / \kappa_{c1} \kappa_{c2} \kappa_{c3} \lambda_{d,tab}$

- $\kappa_{c1} = \text{součinitel tvaru průřezu}$
- $\kappa_{c2} = \text{součinitel rozpětí, pro } l = 8,2\text{m} \rightarrow \kappa_{c2} = \frac{7}{l} = \frac{7}{8,2} = 0,854$
- $\kappa_{c3} = \text{součinitel tahové výztuže} = 1,2$
- $\lambda_{d,tab} = \text{tabulková hodnota vymezující štíhlosti}$
- $\lambda_{d,tab} = 30,8 \rightarrow \text{vnitřní pole spojitého nosníku, třída betonu C 30/37 a } \rho = 0,5\%$

- $d > l / \kappa_{c1} \kappa_{c2} \kappa_{c3} \lambda_{d,tab}$
- $d > \frac{8200}{1,0 \cdot 0,854 \cdot 1,2 \cdot 30,8}$
- $d = 259 \text{ mm}$

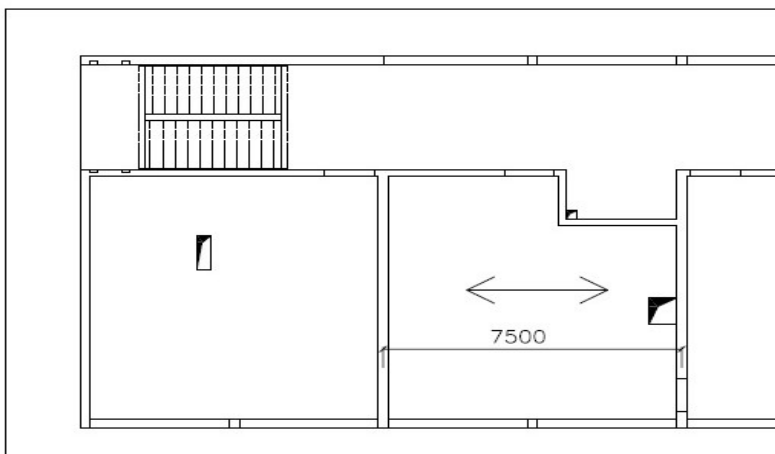
III) Tloušťka desky

- tloušťka desky $h_{d2} = d + \Phi/2 + c_{nom}$
 $h_{d2} = 259 + 14/2 + 35$
 $h_{d2} = 301 \text{ mm}$

IV) Konečná tloušťka desky

- konečná tloušťka desky v rozmezí mezi tloušťkou vypočtenou dle empirie/ohybové štíhlosti
- zvolena tloušťka desky **$h_d = 280 \text{ mm}$**

4.2. Návrh tloušťky stropní desky vystavené venkovnímu prostředí



A) Návrh tloušťky desky dle empirie

- maximální rozpětí viz. výsek výkresu tvaru $l_{max} = 7600 \text{ mm}$
- tloušťka desky $h_{d1} = \frac{1}{35} l, \max$
 $h_{d1} = \frac{1}{35} 7600$
 $h_{d1} = 217 \text{ mm}$

B) Návrh tloušťky desky – ohybová štíhlost

I. Nominální krycí vrstva výztuže

- $C_{nom} = C_{min} + \Delta C_{dev}$
- C_{min} – minimální krycí vrstva
- ΔC_{dev} – přídavek na návrhovou odchylku dle provádění

- $C_{min} = \max (C_{min,b}, C_{min,dur} + \Delta C_{dur,\gamma} - \Delta C_{dur,st} - \Delta C_{dur,add}, 10)$
- $C_{min,b}$ – krycí vrstva z hlediska soudržnosti = 14mm
- $C_{min,dur}$ – krycí vrstva z hlediska prostředí
pro prostředí XC4 a S4 $\rightarrow C_{min,dur} = 25mm$
(třída krycí vrstvy snížena vlivem deskové konstrukce $\rightarrow C_{min,dur} = 25mm$)
- $\Delta C_{dur,\gamma}$ = přídavná bezpečnostní složka = 0mm
- $\Delta C_{dur,st}$ = redukce min. krycí vrstvy – použití nerez. oceli = 0mm
- $\Delta C_{dur,add}$ = redukce min. krycí vrstvy – použití přídavné ochrany

- $C_{min} = \max (14, 25 + 0 - 0 - 0, 10)$
- $C_{min} = 25 \text{ mm}$

- $\Delta C_{dev} = 10 \text{ mm}$

- $C_{nom} = C_{min} + \Delta C_{dev}$
- $C_{nom} = 25 + 10$
- $C_{nom} = 35 \text{ mm}$

II) Stanovení staticky účinné výšky d

→ pomocí podmínky vymežující ohybové štíhlosti

- $\lambda = \frac{l}{d} < \kappa_{c1} \kappa_{c2} \kappa_{c3} \lambda_{d,tab}$
- $d > l / \kappa_{c1} \kappa_{c2} \kappa_{c3} \lambda_{d,tab}$

- κ_{c1} = součinitel tvaru průřezu
- κ_{c2} = součinitel rozpětí, pro $l = 7,6m \rightarrow \kappa_{c2} = \frac{7}{l} = \frac{7}{7,6} = 0,921$
- κ_{c3} = součinitel tahové výztuže = 1,2
- $\lambda_{d,tab}$ = tabulková hodnota vymežující štíhlosti

- $\lambda_{d,tab} = 26 \rightarrow$ krajní pole spojitého nosníku, třída betonu C 30/37 a $\rho = 0,5\%$

- $d > l / K_{c1} K_{c2} K_{c3} \lambda_{d,tab}$

- $d > \frac{7600}{1,0 \cdot 0,921 \cdot 1,2 \cdot 26}$

- $d = 264 \text{ mm}$

III) Tloušťka desky

- tloušťka desky $h_{d2} = d + \Phi/2 + c_{nom}$

$$h_{d2} = 264 + 14/2 + 35$$

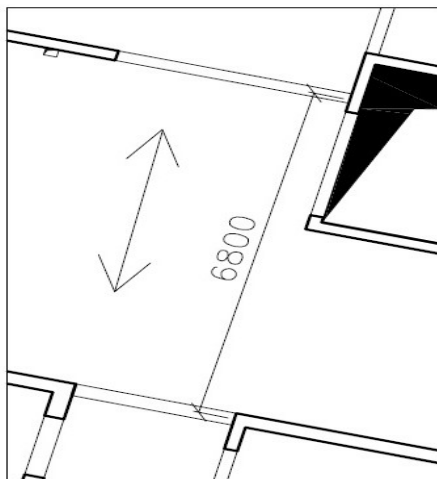
$$h_{d2} = 306 \text{ mm}$$

IV) Konečná tloušťka desky

- konečná tloušťka desky v rozmezí mezi tloušťkou vypočtenou dle empirie/ohybové štíhlosti

- zvolena tloušťka desky **$h_d = 260 \text{ mm}$**

4.3. Návrh tloušťky typické stropní desky pro vnitřní prostředí



A) Návrh tloušťky desky dle empirie

- maximální rozpětí viz. výsek výkresu tvaru $l_{\max} = 6800 \text{ mm}$
- tloušťka desky $h_{d1} = \frac{1}{35} l, \max$
 $h_{d1} = \frac{1}{35} 6800$
 $h_{d1} = 194 \text{ mm}$

B) Návrh tloušťky desky – ohybová štíhlost

1. Nominální krycí vrstva výztuže

- $c_{\text{nom}} = c_{\text{min}} + \Delta c_{\text{dev}}$
- c_{min} – minimální krycí vrstva
- Δc_{dev} – přídavek na návrhovou odchylku dle provádění

- $c_{\text{min}} = \max (c_{\text{min},b}, c_{\text{min},\text{dur}} + \Delta c_{\text{dur},\gamma} - \Delta c_{\text{dur},\text{st}} - \Delta c_{\text{dur},\text{add}}, 10)$
- $c_{\text{min},b}$ – krycí vrstva z hlediska soudržnosti = 12mm
- $c_{\text{min},\text{dur}}$ – krycí vrstva z hlediska prostředí
pro prostředí XC2 a S4 $\rightarrow c_{\text{min},\text{dur}} = 15\text{mm}$
(třída krycí vrstvy snížena vlivem deskové konstrukce a třídou použitého betonu
C30/37 $\rightarrow c_{\text{min},\text{dur}} = 15\text{mm}$)
- $\Delta c_{\text{dur},\gamma}$ = přídavná bezpečnostní složka = 0mm
- $\Delta c_{\text{dur},\text{st}}$ = redukce min. krycí vrstvy – použití nerez. oceli = 0mm
- $\Delta c_{\text{dur},\text{add}}$ = redukce min. krycí vrstvy – použití přídavné ochrany

- $c_{\text{min}} = \max (12, 15 + 0 - 0 - 0, 10)$
- $c_{\text{min}} = 15 \text{ mm}$

- $\Delta c_{\text{dev}} = 10 \text{ mm}$

- $c_{\text{nom}} = c_{\text{min}} + \Delta c_{\text{dev}}$
- $c_{\text{nom}} = 15 + 10$
- $c_{\text{nom}} = 25 \text{ mm}$

II) Stanovení staticky účinné výšky d

→ pomocí podmínky vymezující ohybové štíhlosti

- $\lambda = \frac{l}{d} < \kappa_{c1} \kappa_{c2} \kappa_{c3} \lambda_{d,tab}$
- $d > l / \kappa_{c1} \kappa_{c2} \kappa_{c3} \lambda_{d,tab}$

- κ_{c1} = součinitel tvaru průřezu
- κ_{c2} = součinitel rozpětí, pro $l < 7m \rightarrow \kappa_{c2} = 1$
- κ_{c3} = součinitel tahové výztuže = 1,2
- $\lambda_{d,tab}$ = tabulková hodnota vymezující štíhlosti
- $\lambda_{d,tab} = 26 \rightarrow$ krajní pole spojitého nosníku, třída betonu C 30/37 a $\rho = 0,5\%$

- $d > l / \kappa_{c1} \kappa_{c2} \kappa_{c3} \lambda_{d,tab}$
- $d > \frac{6800}{1,0 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 26}$
- $d = 217 \text{ mm}$

III) Tloušťka desky

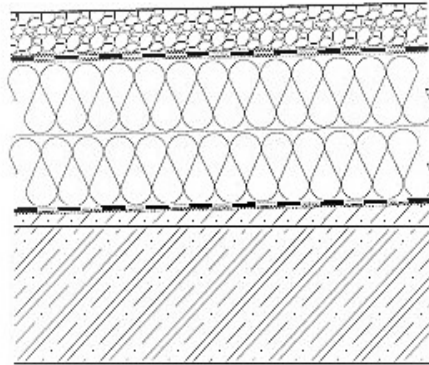
- tloušťka desky $h_{d2} = d + \Phi/2 + c_{nom}$
 $h_{d2} = 217 + 12/2 + 25$
 $h_{d2} = 248 \text{ mm}$

IV) Konečná tloušťka desky

- konečná tloušťka desky v rozmezí mezi tloušťkou vypočtenou dle empirie/ohybové štíhlosti
- zvolena tloušťka desky **$h_d = 240 \text{ mm}$**
- **JELIKOŽ ROZDÍL V TLOUŠŤKÁCH DESEK POUZE 20mm NAVRŽENA JEDNOTNÁ TLOUŠŤKA DESKY 260mm MIMO PROSTOR 2.NP S NEJVĚTŠÍM ROZPĚTÍM – ZDE TLOUŠŤKA ZVĚTŠENA NA 280mm A PROSTOR 1.PP (POD VSTUPEM DO OBJEKTU) – ZDE TLOUŠŤKA ZMENŠENA NA 180mm**

5. Stanovení plošných zatížení

5.1. Stanovení zatížení plochá nepochozí střecha nad 3.NP



- **STÁLÉ ZATÍŽENÍ**

- ŽB. DESKA tl. 260 mm, $\rho = 25 \text{ kN/m}^3 \rightarrow g_{k1} = 6,5 \text{ kN/m}^2$
- Ostatní zatížení – dané skladbou střechy
 - Spádová vrstva - keramzitbeton tl. 260 mm, $\rho = 7 \text{ kN/m}^3 \rightarrow g_{k2} = 1,82 \text{ kN/m}^2$
 - Asfaltový pás tl. 4 mm, $\rho = 14 \text{ kN/m}^3 \rightarrow g_{k3} = 0,056 \text{ kN/m}^2$
 - Tepelná izolace tl. 280 mm, $\rho = 0,25 \text{ kN/m}^3 \rightarrow g_{k4} = 0,070 \text{ kN/m}^2$
 - Fólie tl. 1,5 mm, $\rho = 14 \text{ kN/m}^3 \rightarrow g_{k5} = 0,021 \text{ kN/m}^2$
 - Štěrkopísek tl. 120 mm, $\rho = 18 \text{ kN/m}^3 \rightarrow g_{k6} = 2,16 \text{ kN/m}^2$
- FV panely uvažovány rezervou $\rightarrow g_{k7} = 0,25 \text{ kN/m}^2$

- **UŽITNÉ ZATÍŽENÍ - SNÍH**

- $S = \mu_i * C_E * C_T * S_k$
 - tvarový součinitel $\mu = 0,8$ (hodnota pro ploché střechy)
 - součinitel expozice $C_E = 1,0$
 - součinitel tepla $C_T = 1,0$
 - charakteristická hodnota zatížení sněhem $S_k = 0,7 \text{ kPa}$ (hodnota pro lokalitu Praha)

- $S = \mu_i * C_E * C_T * S_k$

- $S = 0,8 * 1 * 1 * 0,7$

- $S = 0,56 \text{ kN/m}^2$

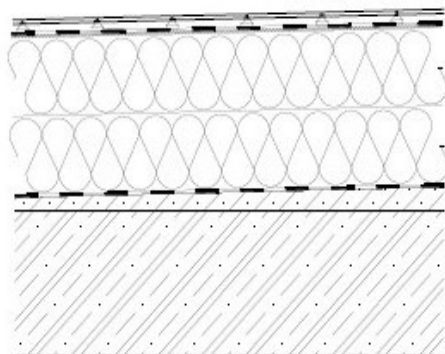
- **UŽITNÉ ZATÍŽENÍ – ÚDRŽBA**
- uvažována hodnota zatížení 0,75 kN/m²
- jelikož pravděpodobně nenastane situace, při které by došlo k údržbě střechy plně zapadané sněhem byla zvolena vyšší hodnota užitého zatížení střechy – tj. hodnota zatížení pro údržbu, zvýšená o 0,15 kN/m² vlivem napadání tenké vrstvy sněhu

Tabulka č.2 - zatížení nad plochou nepochozí střechou 3.NP

ZATÍŽENÍ	POPIS	CHARAKTERISTICKÁ HODNOTA [kN/m ²]	SOUČINITEL	NÁVRHOVÁ HODNOTA [kN/m ²]
STÁLÉ	ŽB DESKA	6,50	1,35	8,775
	OSTATNÍ	4,127	1,35	5,57
	PANELY	0,25	1,35	0,33
UŽITNÉ	SNÍH, ÚDRŽBA	0,90	1,50	1,35
		CELKOVÉ	f₁	16,025

5.2. Stanovení zatížení plochá střecha nad 2.NP

5.2.1. Pochozí střecha



- **STÁLÉ ZATÍŽENÍ**

- ŽB. DESKA tl. 280 mm, $\rho = 25 \text{ kN/m}^3 \rightarrow g_{k1} = 7,0 \text{ kN/m}^2$
- Ostatní zatížení – dané skladbou střechy
 - Spádová vrstva - keramzitbeton tl. 260 mm, $\rho = 7 \text{ kN/m}^3 \rightarrow g_{k2} = 1,82 \text{ kN/m}^2$
 - Asfaltový pás tl. 4 mm, $\rho = 14 \text{ kN/m}^3 \rightarrow g_{k3} = 0,056 \text{ kN/m}^2$
 - Tepelná izolace tl. 280 mm, $\rho = 0,25 \text{ kN/m}^3 \rightarrow g_{k4} = 0,070 \text{ kN/m}^2$
 - Fólie tl. 1,5 mm, $\rho = 14 \text{ kN/m}^3 \rightarrow g_{k5} = 0,021 \text{ kN/m}^2$
 - Betonová dlažba tl. 60 mm, $\rho = 22 \text{ kN/m}^3 \rightarrow g_{k6} = 1,32 \text{ kN/m}^2$

- **UŽITNÉ ZATÍŽENÍ - SNÍH**

- $S = 0,56 \text{ kN/m}^2$ viz. předešlý bod výpočtu

- **UŽITNÉ ZATÍŽENÍ – ÚDRŽBA**

- uvažována hodnota zatížení $0,75 \text{ kN/m}^2$

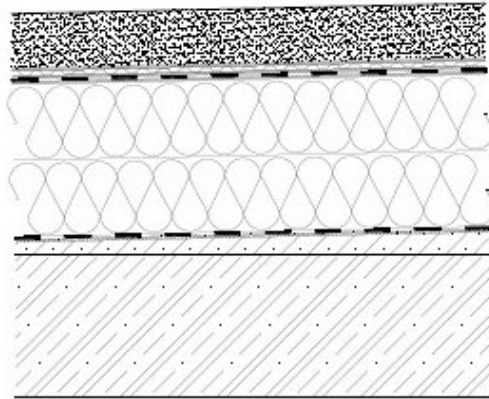
- **UŽITNÍ ZATÍŽENÍ – PROVOZ STŘECHY**

- uvažována hodnota zatížení $2,00 \text{ kN/m}^2$ dle EN 1991-1-1 kategorie A zvětšená o $0,5 \text{ kN/m}^2$
- při provozu budovy se neočekává zároveň využití střechy seniory a současně přitížení střechou sněhem \rightarrow při výpočtu tedy uvažováno pouze s nejvyšší hodnotou užitého zatížení vyvolaného pobytem osob $\rightarrow 2,00 \text{ kN/m}^2$

- Tabulka č.3 - zatížení nad plochou pochozí střechou 2.NP

ZATÍŽENÍ	POPIS	CHARAKTERISTICKÁ HODNOTA [kN/m ²]	SOUČINITEL	NÁVRHOVÁ HODNOTA [kN/m ²]
STÁLÉ	ŽB DESKA	7,00	1,35	9,45
	OSTATNÍ	3,28	1,35	4,43
UŽITNÉ	PROVOZ	2,00	1,50	3,00
		CELKOVÉ	f₂	16,88

5.2.2. Plochá vegetační střecha



- STÁLÉ ZATÍŽENÍ

- ŽB. DESKA tl. 280 mm, $\rho = 25 \text{ kN/m}^3 \rightarrow g_{k1} = 7,0 \text{ kN/m}^2$
- Ostatní zatížení – dané skladbou střechy
 - Spádová vrstva - keramzitbeton tl. 260 mm, $\rho = 7 \text{ kN/m}^3 \rightarrow g_{k2} = 1,82 \text{ kN/m}^2$
 - Asfaltový pás tl. 4 mm, $\rho = 14 \text{ kN/m}^3 \rightarrow g_{k3} = 0,056 \text{ kN/m}^2$
 - Tepelná izolace tl. 280 mm, $\rho = 0,25 \text{ kN/m}^3 \rightarrow g_{k4} = 0,070 \text{ kN/m}^2$
 - Fólie tl. 1,5 mm, $\rho = 14 \text{ kN/m}^3 \rightarrow g_{k5} = 0,021 \text{ kN/m}^2$
 - Substrát tl. 100 mm, $\rho = 8,5 \text{ kN/m}^3 \rightarrow g_{k6} = 0,85 \text{ kN/m}^2$
 - Květináče tl. 60 mm, $\rho = 22 \text{ kN/m}^3 \rightarrow g_{k6} = 1,32 \text{ kN/m}^2$

- UŽITNÉ ZATÍŽENÍ - SNÍH

- $S = 0,56 \text{ kN/m}^2$ viz. předešlý bod výpočtu

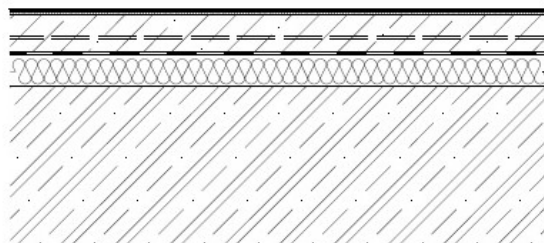
- UŽITNÉ ZATÍŽENÍ – ÚDRŽBA

- uvažována hodnota zatížení $0,75 \text{ kN/m}^2$
- jelikož nenastane situace, při které by došlo k údržbě střechy zapadané sněhem byla zvolena vyšší hodnota užitého zatížení střechy – tj. hodnota zatížení pro údržbu

Tabulka č.4 - zatížení nad plochou vegetační střechou 2.NP

ZATÍŽENÍ	POPIS	CHARAKTERISTICKÁ HODNOTA [kN/m ²]	SOUČINITEL	NÁVRHOVÁ HODNOTA [kN/m ²]
STÁLÉ	ŽB DESKA	7,00	1,35	9,45
	OSTATNÍ	4,13	1,35	5,58
UŽITNÉ	PROVOZ	0,75	1,50	1,12
		CELKOVÉ	f₃	16,15

5.3. Stanovení zatížení stropní konstrukce



- **STÁLÉ ZATÍŽENÍ**

- ŽB. DESKA tl. 260 mm, $\rho = 25 \text{ KN/m}^3 \rightarrow g_{k1} = 6,5 \text{ kN/m}^2$
- IZOLACE ISOVER T-N tl. 50 mm, $\rho = 1,35 \text{ KN/m}^3 \rightarrow g_{k2} = 0,068 \text{ kN/m}^2$
- ROZNÁŠECÍ BET. VRSTVA tl. 50 mm, $\rho = 25 \text{ KN/m}^3 \rightarrow g_{k3} = 1,25 \text{ kN/m}^2$
- PODLAHOVÁ VRSTVA (DLAŽBA, POTĚR, FOLIE) – ODHAD $\rightarrow g_{k4} = 0,28 \text{ kN/m}^2$
- PŘÍČKY VP ZDIVO KALKSANDSTEIN, $\rho = 18 \text{ kN/m}^3$, $\check{s} = 0,2 \text{ m}$, $v = 3,25 \text{ m}$, $l = 76,99 \text{ m}$

$$F_1 = \rho * \check{s} * v * l$$

$$F_1 = 18 * 0,2 * 3,25 * 76,99$$

$$F_1 = 900,783 \text{ kN}$$

- PŘÍČKY YTONG P2-500, $\rho = 5,6 \text{ kN/m}^3$, $\check{s} = 0,1 \text{ m}$, $v = 3,25 \text{ m}$, $l = 72,92 \text{ m}$

$$F_2 = \rho * \check{s} * v * l$$

$$F_2 = 5,5 * 0,1 * 3,25 * 72,92$$

$$F_2 = 130,35 \text{ kN}$$

- PŘÍČKY YTONG P2-500, $\rho = 5,5 \text{ kN/m}^3$, $\xi = 0,15 \text{ m}$, $v = 3,25 \text{ m}$, $l = 48,4 \text{ m}$

$$F_3 = \rho * \xi * v * l$$

$$F_3 = 5,5 * 0,15 * 3,25 * 48,4$$

$$F_3 = 129,77 \text{ kN}$$

- ZATÍŽENÍ PŘÍČKY – ROVNOMĚRNÉ ZATÍŽENÍ

$$g_{k5} = F_1 + F_2 + F_3 / A_{\text{patro}}$$

$$g_{k5} = 900,783 + 130,35 + 129,77 / 780,16$$

$$g_{k5} = 1,49 \text{ kN} \rightarrow \text{uvažováno s vyšším } 2,0 \text{ kN}$$

- **UŽITNÉ ZATÍŽENÍ**

- $q_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$ dle EN 1991-1-1 kategorie A Plochy pro domácí a obytné činnosti

Tabulka č.5 - zatížení stropní konstrukce

ZATÍŽENÍ	POPIS	CHARAKTERISTICKÁ HODNOTA [kN/m ²]	SOUČINITEL	NÁVRHOVÁ HODNOTA [kN/m ²]
STÁLÉ	ŽB DESKA	6,50	1,35	8,775
	TI ISOVER	0,068	1,35	0,092
	BETON	1,25	1,35	1,688
	POVRCHY	0,28	1,35	0,378
	PŘÍČKY	2,00	1,35	2,70
UŽITNÉ	PROVOZ	1,5	1,50	2,25
		CELKOVÉ	f₄	15,883

6. Návrh průvlaků v objektu

6.1 Návrh obvodových průvlaků C7-G7 v 1.PP

- vyzdívka YTONG P6-650 $\rho = 6,5 \text{ kN/m}^3$, $\delta = 0,25 \text{ m}$, $v = 2,86 \text{ m}$

$$g_{k1} = \rho \cdot v$$

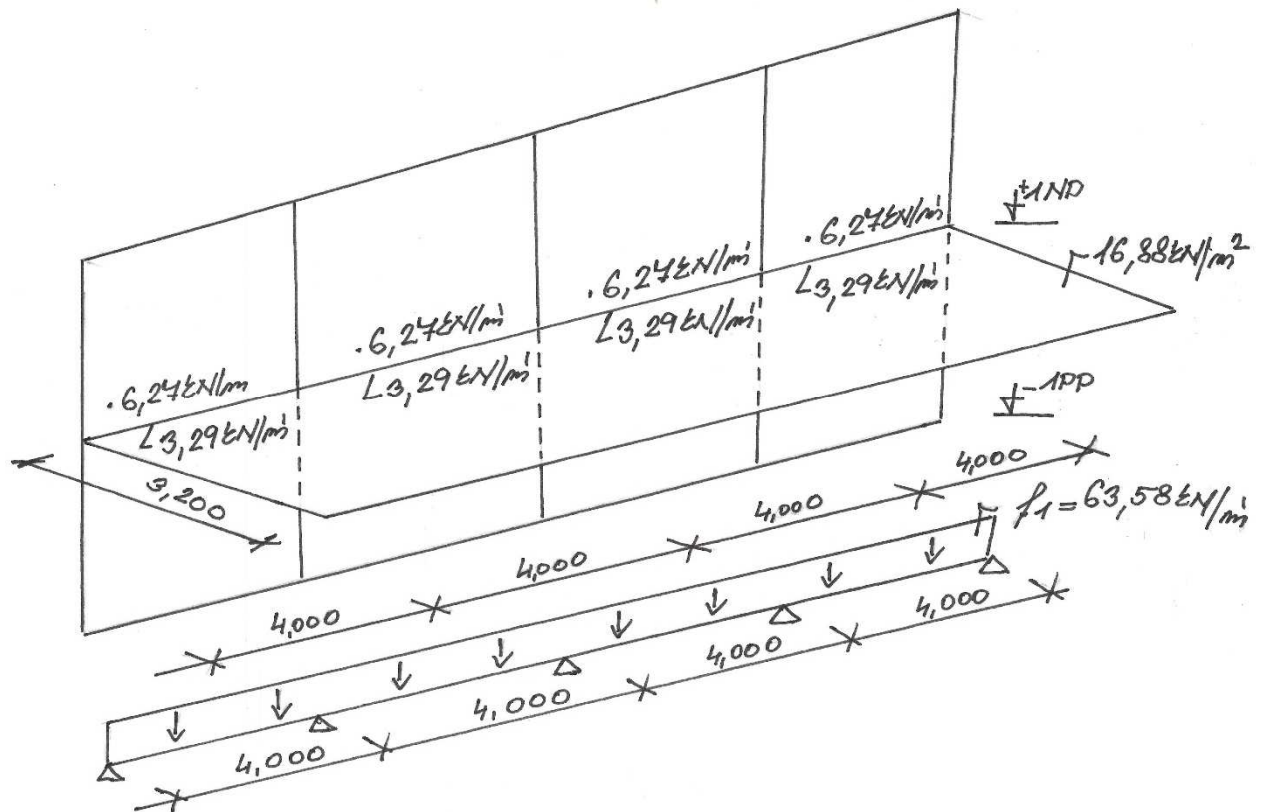
$$g_{k1} = 6,50 \cdot 2,86 = 18,59 \text{ kN/m}^2$$

- průvlak (uvažován rozměr pod stropní deskou 250 x 390 mm)

$$g_{k2} = \rho \cdot v$$

$$g_{k2} = 25 \cdot 0,39 = 9,75 \text{ kN/m}^2$$

ZATÍŽENÍ	CHARAKTERISTICKÉ ZATÍŽENÍ [kN/m ²]	SOUČINITEL	NÁVRHOVÉ ZATÍŽENÍ [kN/m ²]	ZŠ [m]	NÁVRHOVÉ ZATÍŽENÍ [kN/m]
STROPNÍ KCE	-	-	15,88 (tabulka č.5)	3,2	54,02
VYZDÍVKA	18,59	1,35	25,11	0,25	6,27
PRŮVLAK	9,75	1,35	13,16	0,25	3,29
CELKEM f_1					63,58



zatěžovací schéma

1) Maximální hodnota momentu

- $M_{\max} = (1/10) f_1 * l^2$
- $M_{\max} = (1/10) * 63,58 * 4^2$
- $M_{\max} = 101,73 \text{ kNm}$

2) Ověření z hlediska ohybového namáhání

- uvažována výška trámu $h_t = 660 \text{ mm}$
- krytí výztuže $c = 25 \text{ mm}$
- profil výztuže 20 mm
- profil třmínků 10 mm

- $d_t = h_t - c - \Phi/2 - \Phi_{tř}$
- $d_t = 660 - 25 - 20/2 - 10$
- $d_t = 615 \text{ mm}$

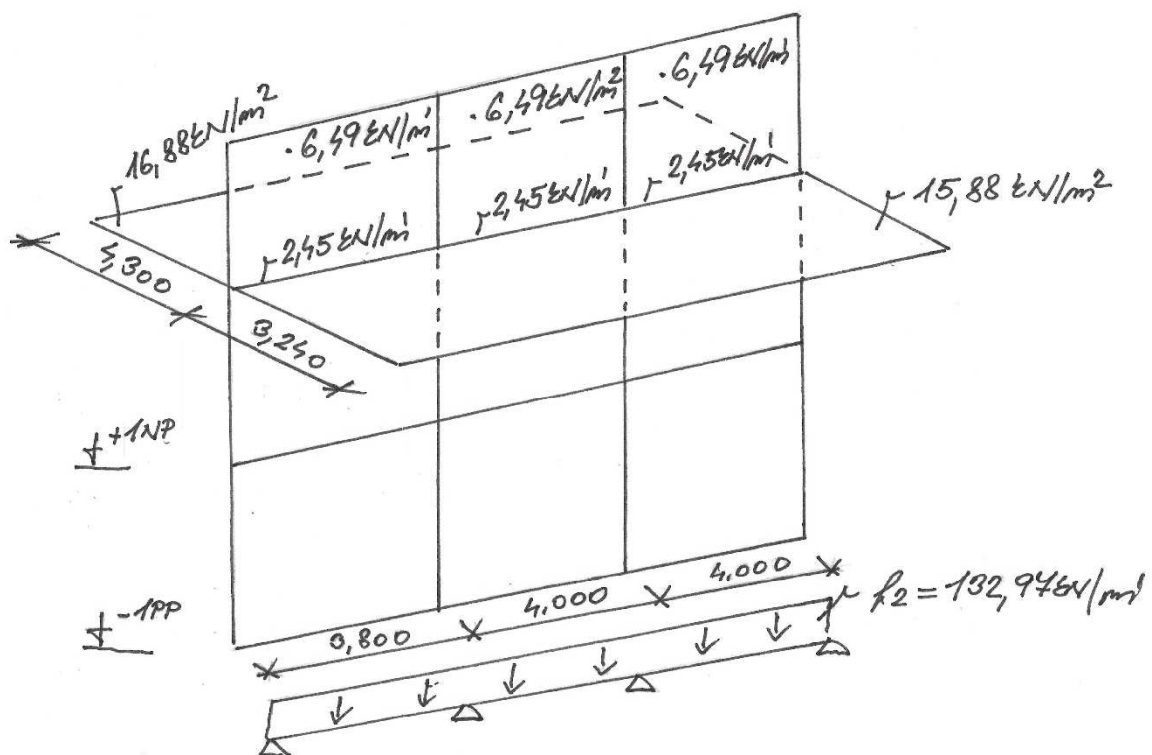
- $\mu = M_{\max} / b_t * d_t^2 * f_{cd}$

- $\mu = 101,73 / 0,25 * 0,615^2 * 20 * 10^3$
- $\mu = 0,054 \rightarrow$ z tabulek pro obdelníkový průřez $\xi = 0,070$
- $\xi = 0,070 < 0,4$ – průřez dostatečný \rightarrow **PRŮVLAK 250 x 660**

6.2. Návrh průvlaků C10-F10 v 1.NP

- vyzdívka YTONG P2-500 $\rho = 6,5 \text{ kN/m}^3$, $\check{s} = 0,25 \text{ m}$, $v = 2,96 \text{ m}$
 $g_{k1} = \rho * v$
 $g_{k1} = 6,5 * 2,86 = 19,24 \text{ kN/m}^2$
- průvlak (uvažován rozměr pod stropní deskou 250 x 290 mm)
 $g_{k2} = \rho * v$
 $g_{k2} = 25 * 0,29 = 7,25 \text{ kN/m}^2$

ZATÍŽENÍ	CHARAKTERISTICKÉ ZATÍŽENÍ [kN/m ²]	SOUČINITEL	NÁVRHOVÉ ZATÍŽENÍ [kN/m ²]	ZŠ [m]	NÁVRHOVÉ ZATÍŽENÍ [kN/m]
STROPNÍ KCE	-	-	15,88 (tabulka č.5)	3,24	51,45
STŘECHA	-	-	16,88 (tabulka č.3)	4,30	72,58
VYZDÍVKA	19,24	1,35	25,97	0,25	6,49
PRŮVLAK	7,25	1,35	9,78	0,25	2,45
CELKEM f₂					132,97



zatěžovací schéma

1) Maximální hodnota momentu

- $M_{\max} = (1/10) f_2 \cdot l^2$
- $M_{\max} = (1/10) \cdot 132,97 \cdot 4^2$
- $M_{\max} = 212,75 \text{ kNm}$

2) Ověření z hlediska ohybového namáhání

- uvažována výška trámu $h_t = 560$ mm
- krytí výztuže $c = 25$ mm
- profil výztuže 20 mm
- profil třmínků 10 mm

- $d_t = h_t - c - \Phi/2 - \Phi_{tř}$
- $d_t = 560 - 25 - 20/2 - 10$
- $d_t = 515$ mm

- $\mu = M_{max} / b_t * d_t^2 * f_{cd}$

- $\mu = 212,75 / 0,25 * 0,515^2 * 20 * 10^3$
- $\mu = 0,161 \rightarrow$ z tabulek pro obdelníkový průřez $\xi = 0,219$
- $\xi = 0,219 < 0,4$ – průřez průvlatku dostatečný \rightarrow **PRŮVLAK 250 x 560**

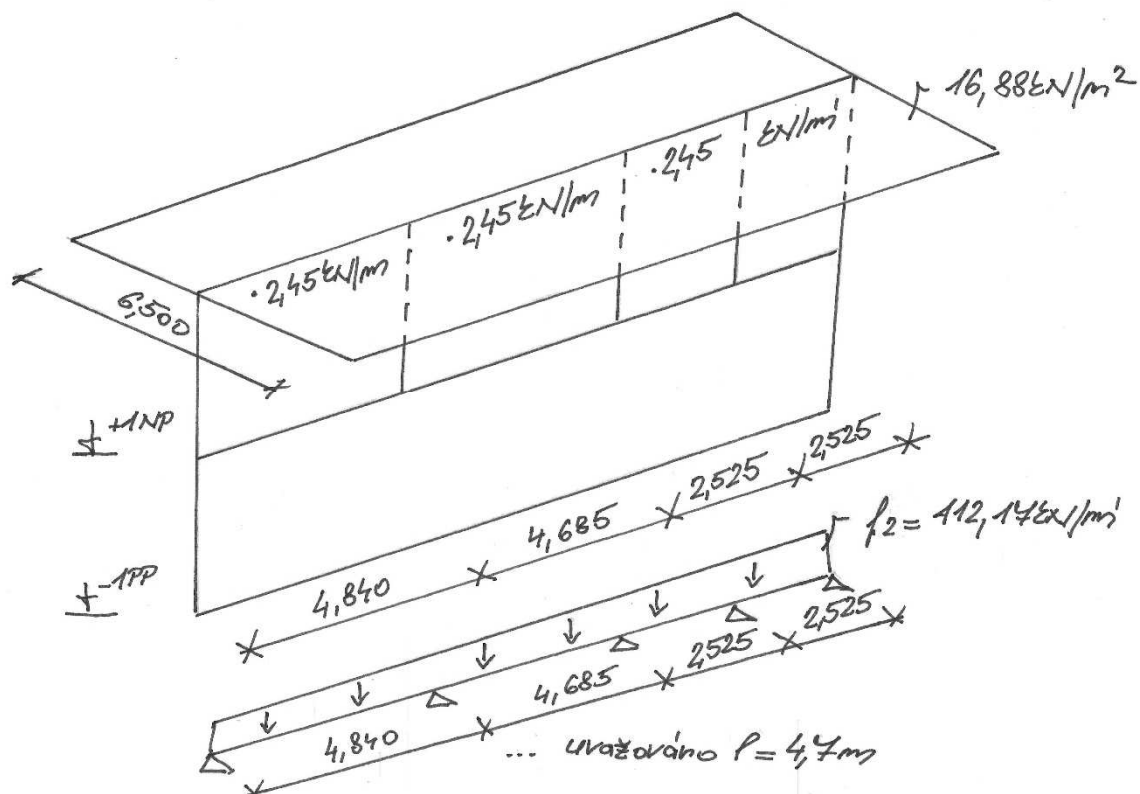
6.3. Průvlak 1.NP (šikmý průvlak)

- průvlak (uvažován rozměr pod stropní deskou 250 x 290 mm)

$$g_{k2} = \rho * v$$

$$g_{k2} = 25 * 0,29 = 7,25 \text{ kN/m}^2$$

ZATÍŽENÍ	CHARAKTERISTICKÉ ZATÍŽENÍ [kN/m ²]	SOUČINITEL	NÁVRHOVÉ ZATÍŽENÍ [kN/m ²]	ZŠ [m]	NÁVRHOVÉ ZATÍŽENÍ [kN/m]
STŘECHA	-	-	16,88 (tabulka č.3)	6,50	109,72
PRŮVLAK	7,25	1,35	9,78	0,25	2,45
CELKEM f_2					112,17



zatěžovací schéma

1) Maximální hodnota momentu

- $M_{\max} = (1/10) f_2 \cdot l^2$
- $M_{\max} = (1/10) \cdot 112,17 \cdot 4,7^2$
- $M_{\max} = 247,78 \text{ kNm}$

2) Ověření z hlediska ohybového namáhání

- uvažována výška trámu $h_t = 560 \text{ mm}$
- krytí výztuže $c = 25 \text{ mm}$
- profil výztuže 20 mm
- profil třmíneků 10 mm
- $d_t = h_t - c - \Phi/2 - \Phi_{tř}$
- $d_t = 560 - 25 - 20/2 - 10$
- $d_t = 515 \text{ mm}$

- $\mu = M_{\max} / b_t * d_t^2 * f_{cd}$
- $\mu = 247,78 / 0,25 * 0,505^2 * 20 * 10^3$
- $\mu = 0,192 \rightarrow$ z tabulek pro obdelníkový průřez $\xi = 0,268$
- $\xi = 0,268 < 0,4$ – průřez průvlaku dostatečný \rightarrow **PRŮVLAK 250 x 560**

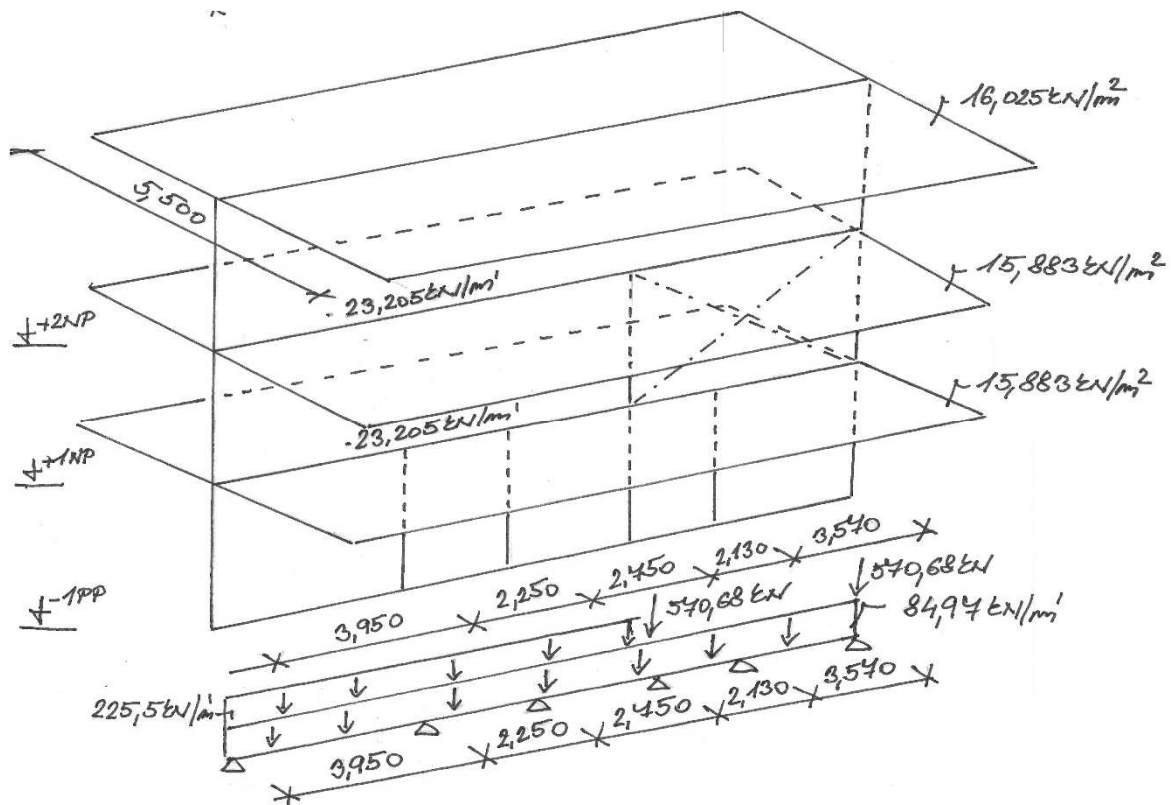
6.4. Průvlak 1.NP B9 – B10

- stěna železobeton $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$, $\check{s} = 0,25 \text{ m}$, $v = 2,75 \text{ m}$

$$g_{k2} = \rho * v$$

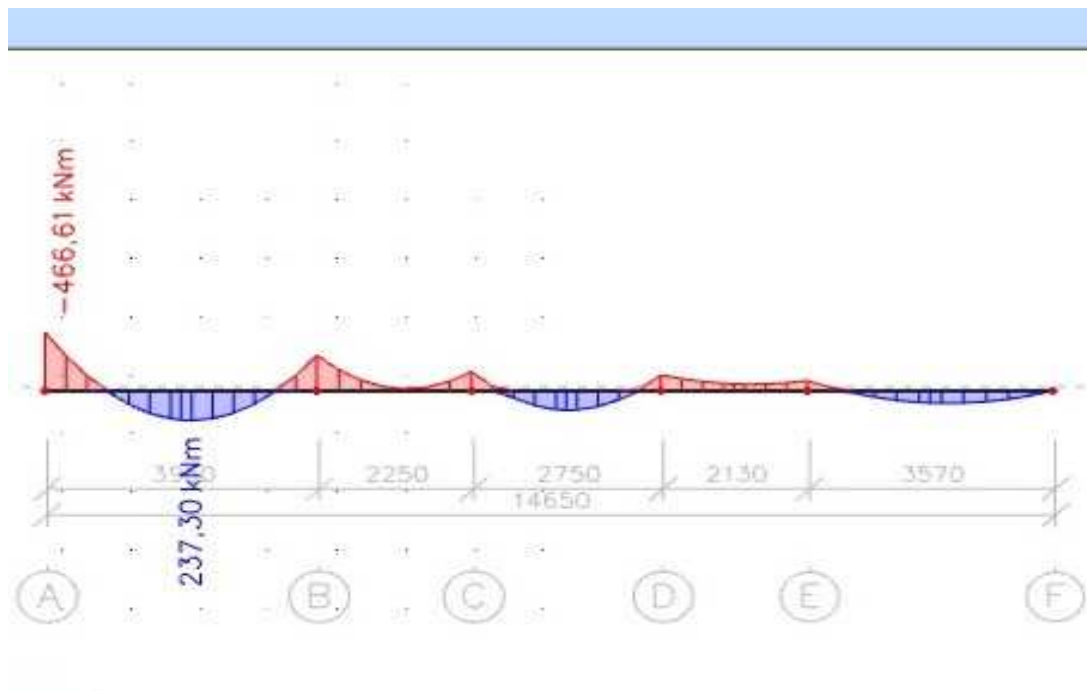
$$g_{k2} = 25 * 2,75 = 68,75 \text{ kN/m}^2$$

ZATÍŽENÍ	CHARAKTERISTICKÉ ZATÍŽENÍ [kN/m ²]	SOUČINITEL	NÁVRHOVÉ ZATÍŽENÍ [kN/m ²]	ZŠ [m]	NÁVRHOVÉ ZATÍŽENÍ [kN/m]
STŘECHA	-	-	16,025 (tabulka č.2)	5,50	85,74
STROP	-	-	2*15,883 (tabulka č.5)	5,50	169,95
STĚNA ŽB	2*68,75	1,35	185,63	0,25	46,41
CELKEM f₂					302,1



zatěžovací schéma

1) Maximální hodnota momentu



- $M_{\max} = 466,61 \text{ kNm}$
- Hodnota vypočítaná v programu SCIA Engineer

2) Ověření z hlediska ohybového namáhání

- uvažována výška trámu $h_t = 660 \text{ mm}$
- krytí výztuže $c = 25 \text{ mm}$
- profil výztuže 20 mm
- profil třmínek 10 mm

- $d_t = h_t - c - \Phi/2 - \Phi_{tř}$
- $d_t = 660 - 25 - 20/2 - 10$
- $d_t = 615 \text{ mm}$

- $\mu = M_{\max} / b_t * d_t^2 * f_{cd}$

- $\mu = 466,61 / 0,25 * 0,615^2 * 20 * 10^3$
- $\mu = 0,247 \rightarrow$ z tabulek pro obdelníkový průřez $\xi = 0,361$
- $\xi = 0,361 < 0,4$ – průřez průvlaku dostatečný \rightarrow **PRŮVLAK 250 x 660**

7. Návrh sloupů

7.1. Návrh průřezu sloupu E10

- vyzdívka – odhad, $\rho = 6,5 \text{ kN/m}^3$, $\check{s} = 0,25 \text{ m}$, $v = 2,86 \text{ m}$

$$g_{k1} = \rho * v$$

$$g_{k1} = 6,5 * 2,86 = 18,59 \text{ kN/m}^2$$

- sloup, $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$, $\check{s} = 0,25 \text{ m}$, $v = 2,86 \text{ m}$, $d = 0,25 \text{ m}$

$$g_{k2} = \rho * v$$

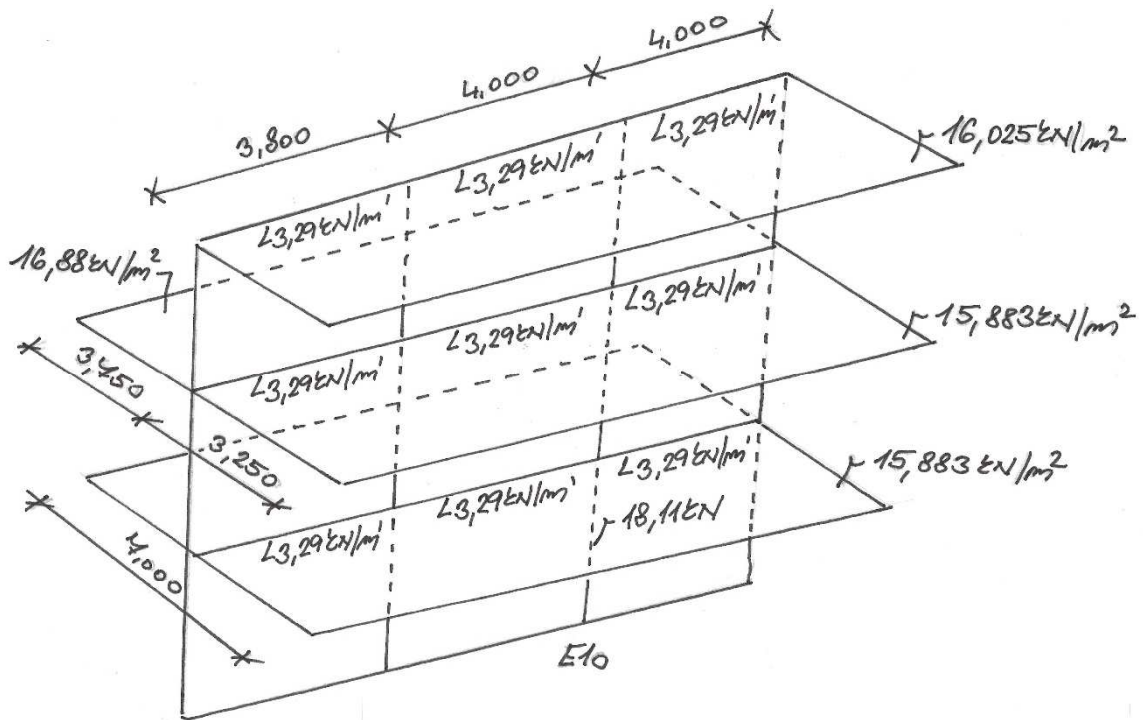
$$g_{k2} = 25 * 2,86 = 71,50 \text{ kN/m}^2$$

- průvlak, $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$, $\check{s} = 0,25 \text{ m}$, $v = 0,39 \text{ m}$, $d = 3,75 \text{ m}$

$$g_{k3} = \rho * v$$

$$g_{k3} = 25 * 0,39 = 9,75 \text{ kN/m}^2$$

ZATÍŽENÍ	CHARAKTERISTICKÉ ZATÍŽENÍ [kN/m ²]	SOUČINITEL	NÁVRHOVÉ ZATÍŽENÍ [kN/m ²]	ZŠ [m]	ZŠ [m]	NÁVRHOVÉ ZATÍŽENÍ [kN]
VYZDÍVKA	2*18,59	1,35	50,193	0,25	3,75	f ₁ = 47,06
PRŮVLAK	3*9,75	1,35	39,488	0,25	3,75	f ₂ = 37,02
SLOUP	3*71,50	1,35	289,575	0,25	0,25	f ₃ = 18,11
STŘECHA 3.NP	-	-	16,025 (tabulka č.2)	4,00	3,25	f ₄ = 208,33
STŘECHA 2.NP	-	-	16,880 (tabulka č.3)	4,00	3,75	f ₅ = 253,20
STROP 2.NP	-	-	15,883 (tabulka č.5)	4,00	3,25	f ₆ = 206,48
STROP 1.NP	-	-	15,883 (tabulka č.5)	4,00	7,00	f ₇ = 444,72
CELKOVÁ SÍLA V PATĚ N_{ED1}						1421,64



zatěžovací schéma

1) Stanovení plochy sloupu

- $A_c > N_{ED} / (0,8 \cdot f_{cd} + \rho_s \cdot \sigma_s)$ uvažováno s 3% vyztužením
- $A_c > 1422 / (0,8 \cdot 20 \cdot 10^3 + 0,03 \cdot 400 \cdot 10^3)$
- $A_c > 0,0507 \text{ m}^2 \rightarrow$ volba $b = 0,25 \text{ m}$, $h = 0,25 \text{ m}$
- $b \cdot h = 0,25 \cdot 0,25 = 0,0625 \text{ m}^2 > 0,0507 \text{ m}^2$

2) Skutečné procento vyztužení

- $N_{ED} = N_{RD} = 0,8 \cdot f_{cd} \cdot A_c + \rho_s \cdot \sigma_s \cdot A_c$
- $1422 = 0,8 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 0,25^2 + \rho_s \cdot 400 \cdot 10^3 \cdot 0,25^2$
- $\rho_s = 0,017 = 1,7\% < 4\%$ - u sloupu rezerva pro případné vyztužení

3) Posouzení štíhlosti sloupu

1) Poloměr setrvačnosti průřezu

- $i = \sqrt{\frac{I}{A_c}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{12} \cdot 0,25 \cdot 0,25^3}{0,25 \cdot 0,25}}$
- $i = 0,0721 \text{ m}$

II) Účinná délka sloupu

- $l_o = 0,8 * L \dots\dots 0,8 \rightarrow$ ztužení neposuvné styčníky
- $l_o = 0,8 * 3$
- **$l_o = 2,6 \text{ m}$**

III) Štíhlost sloupu

- $\lambda = l_o / i$
- $\lambda = 2,6 / 0,0721$
- **$\lambda = 36,06$**

IV) Poměrná normálová síla

- $n = N_{ED} / A_C * f_{cd}$
- $n = 1422 / 0,25 * 0,25 * 20 * 10^3$
- **$n = 1,1376$**

V) Limitní štíhlost

- $\lambda_{LIM} = 20 * A * B * C / \sqrt{n}$
- $\lambda_{LIM} = 20 * 0,7 * 1,1 * 0,7 / \sqrt{1,1376}$
- **$\lambda_{LIM} = 10,11$**

- $A =$ vliv dotvarování betonu $\rightarrow A = 0,7$
- $B =$ VLIV STUPNĚ VYZTUŽOVÁNÍ $\rightarrow B = 1,1$
- $C =$ VLIV OHYB. MOMENTŮ \rightarrow KONZERVATIVNĚ ZVOLENO $C = 0,7 \rightarrow$ PŘI VÝPOČTU MOMENTŮ V HLAVĚ A PATĚ SLOUPU BY C VYŠLO VYŠŠÍ (PŘÍZNIVĚJŠÍ)

VI) Posouzení limitní štíhlost

- $\lambda < \lambda_{LIM}$
- $36,06 < 10,11$

- NESPLNĚNO, SLOUP BY BYLO NUTNÉ POSUZOVAT JAKO ŠTÍHLÝ. PŘI PROVEDENÍ PŘESNÉHO VÝPOČTU BY VŠAK SLOUP BYL ZŘEJMĚ PROVEDITELNÝ \rightarrow REZERVA V PROCENTECH VYZTUŽENÍ

7.2. Návrh průřezu sloupu B10

- stěna, $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$, $\check{s} = 0,25 \text{ m}$, $v = 3,25 \text{ m}$

$$g_{k1} = \rho * v$$

$$g_{k1} = 25 * 3,25 = 81,25 \text{ kN/m}^2$$

- sloup, $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$, $\check{s} = 0,25 \text{ m}$, $v = 2,86 \text{ m}$, $d = 0,25 \text{ m}$

$$g_{k2} = \rho * v$$

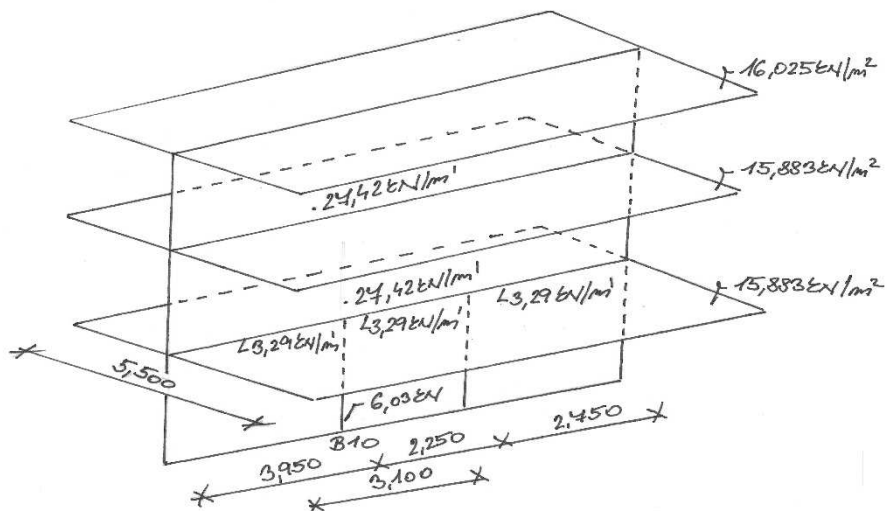
$$g_{k2} = 25 * 2,86 = 71,5 \text{ kN/m}^2$$

- průvlak, $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$, $\check{s} = 0,25 \text{ m}$, $v = 0,39 \text{ m}$, $d = 3,10 \text{ m}$

$$g_{k3} = \rho * v$$

$$g_{k3} = 25 * 0,39 = 9,75 \text{ kN/m}^2$$

ZATÍŽENÍ	CHARAKTERISTICKÉ ZATÍŽENÍ [kN/m ²]	SOUČINITEL	NÁVRHOVÉ ZATÍŽENÍ [kN/m ²]	ZŠ [m]	ZŠ [m]	NÁVRHOVÉ ZATÍŽENÍ [kN]
STĚNA	2*81,25	1,35	219,375	0,25	3,10	$f_1 = 170,02$
PRŮVLAK	9,75	1,35	13,163	0,25	3,10	$f_2 = 10,201$
SLOUP	71,5	1,35	96,525	0,25	0,25	$f_3 = 6,033$
STŘECHA 3.NP	-	-	16,025 (tabulka č.2)	3,1	5,50	$f_4 = 265,775$
STROP 2.NP	-	-	15,883 (tabulka č.5)	3,1	5,50	$f_6 = 263,419$
STROP 1.NP	-	-	15,883 (tabulka č.5)	3,1	5,50	$f_7 = 263,419$
CELKOVÁ SÍLA V PATĚ N_{ED1}						978,867



1) Stanovení plochy sloupu

- $A_C > N_{ED} / (0,8 * f_{cd} + \rho_s * \sigma_s)$
- $A_C > 978,867 / (0,8 * 20 * 10^3 + 0,03 * 400 * 10^3)$
- **$A_C > 0,0349 \text{ m}^2 \rightarrow \text{volba } b = 0,25 \text{ m, } h = 0,25 \text{ m}$**
- $b * h = 0,25 * 0,25 = 0,0625 \text{ m}^2 > 0,0349 \text{ m}^2$

2) Skutečné procento vyztužení

- $N_{ED} = N_{RD} = 0,8 * f_{cd} * A_C + \rho_s * \sigma_s * A_C$
- $979 = 0,8 * 20 * 10^3 * 0,25^2 + \rho_s * 400 * 10^3 * 0,25^2$
- **$\rho_s = \text{ZÁPORNÉ} - \text{pro splnění podmínky by nemuselo dojít k vyztužení sloupu} < 4\% - \text{u sloupu rezerva pro případné vyztužení}$**

3) Posouzení štíhlosti sloupu

I) Poloměr setrvačnosti průřezu

- $i = \sqrt{\frac{I}{A_C}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{12} * 0,25 * 0,25^3}{0,25 * 0,25}}$
- **$i = 0,0721 \text{ m}$**

II) Účinná délka sloupu

- $l_o = 0,8 * L \dots\dots 0,8 \rightarrow \text{ztužení neposuvné styčníky}$
- $l_o = 0,8 * 3,25$
- **$l_o = 2,6 \text{ m}$**

III) Štíhlost sloupu

- $\lambda = l_o / i$
- $\lambda = 2,6 / 0,0721$
- **$\lambda = 36,06$**

IV) Poměrná normálová síla

- $n = N_{ED} / A_C * f_{cd}$
- $n = 978,87 / 0,25 * 0,25 * 20 * 10^3$
- **$n = 0,783$**

V) Limitní štíhlost

- $\lambda_{LIM} = 20 * A * B * C / \sqrt{n}$
- $\lambda_{LIM} = 20 * 0,7 * 1,1 * 0,7 / \sqrt{0,783}$
- **$\lambda_{LIM} = 12,18$**

- $A = \text{vliv dotvarování betonu} \rightarrow A = 0,7$
- $B = \text{VLIV STUPNĚ VYZTUŽOVÁNÍ} \rightarrow B = 1,1$
- $C = \text{VLIV OHYB. MOMENTŮ} \rightarrow \text{KONZERVATIVNĚ ZVOLENO } C = 0,7 \rightarrow \text{PŘI VÝPOČTU MOMENTŮ V HLAVĚ A PATĚ SLOUPU BY C VYŠLO VYŠŠÍ (PŘÍZNIVĚJŠÍ)}$

VI) Posouzení limitní štíhlost

- $\lambda < \lambda_{LIM}$
- $36,06 < 12,18$
- *NESPLNĚNO, SLOUP BY BYLO NUTNÉ POSUZOVAT JAKO ŠTÍHLÝ. PŘI PROVEDENÍ PŘESNÉHO VÝPOČTU BY VŠAK SLOUP BYL ZŘEJMĚ PROVEDITELNÝ \rightarrow REZERVA V PROCENTECH VYZTUŽENÍ*

8. Návrh základového prahu

- vyzdívka – YTONG, $\rho = 6,5 \text{ kN/m}^3$, $\delta = 0,25 \text{ m}$, $v = 2,86 \text{ m}$
 - $g_{k1} = \rho * v * \delta * \text{koeficient}$
 - $g_{k1} = 6,5 * 2,86 * 0,25 * 1,35 = 6,27 \text{ kN/m}^2$
- rozpětí $l = 4,0 \text{ m}$
- $M_{\max} = (1/12) g_{k1} * l^2$
- $M_{\max} = (1/12) * 6,27 * 4^2$
- $M_{\max} = 8,36 \text{ kNm}$
- uvažováno s výškou prahu $d = 150 \text{ mm}$
- $d = 150 - 25 - 6 - 6$
- $d = 113 \text{ mm}$
- plocha výztuže $> 8,36 * 1000 / 0,9 * 0,113 * 435 * 10^6$
- plocha výztuže $> 189 \text{ mm}^2 \rightarrow 2\Phi 12 = 226 \text{ mm}^2$
- základový práh vytvořený vyztužením podkladního betonu pod výplňovým zdívkem je proveditelný a vyztužitelný