



Zodp. projektant Ing. RADEK VICAN		Vypracoval Ing. RADEK VICAN		STATIKA STAVEB ING. RADEK VICAN Lipenská 60, 370 01 Č. Budějovice tel. 603 483 655	
Místo Vimperk					
Objednatel Správa železnic, státní organizace, Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1					
Stavba VÝPRAVNÍ BUDOVA Špidrova 42/2, Vimperk				Formát	35 A4
				Datum	06 / 2023
				Část	D.1.2
				Stupeň	STP
Obsah STATICKÉ POSOUZENÍ PRO ÚČELY INSTALACE FVE				Měřítko	Č. výkresu
				—	D.1.2

TECHNICKÁ ZPRÁVA

(statické posouzení)

Akce: Výpravní budova, Špidrova 42/2, Vimperk

Předmět posouzení:

Předmětem tohoto posouzení je ověření únosnosti střešních konstrukcí z důvodu plánovaného umístění fotovoltaiky. Ta by měla být řešena jako spádová, se spádem rovnoběžným s rovinou střechy, tj. bez klasické, podpůrné konstrukce. Rozmístění fotovoltaiky je pro účely tohoto posouzení uvažováno v celoplošném osazení na vůči slunci příznivěji nakloněné (jihozápadní) polovině střechy.

Umístění fotovoltaiky bez odsazení od střešní roviny a bez klasické, podpůrné konstrukce má za následek převážně jen svislé přetížení střešní konstrukce vlastní tíhou FVE panely, ostatní zatížení jsou téměř shodná se stavem bez fotovoltaiky.

Popis objektu:

Jedná se o zděný, třípodlažní objekt, s jedním podzemním, dvěma nadzemními podlažími a půdou, střecha je dřevěná, sedlová, s vaznicovou soustavou. Přes krokve je pnuto bednění tl. 25 mm s asfaltovou lepenkou a plechovou krytinou. Nižší střecha sestává dle podkladů a informací objednatele z krokví profilu, 100/140 mm, vrcholové vaznice profilu 120/220 mm a krajní vaznice profilu 140/240 mm. Vyšší střecha sestává z krokví profilu 120/160 mm po 1,05 m, vaznic profilu 160/220 mm, sloupků profilu 160/160 mm, vazného trámu profilu 150/200 mm, vzpěr profilu 160/140 mm a kleštín profilu 120/180 mm. Před realizací dodavatel či investor provede kontrolu shody profilů se skutečností.

Podklady posouzení:

- fotografie objektu
- výkresová dokumentace úprav objektu z r. 2021
- současné návrhové normy

Závěr:

Střešní konstrukci bez adekvátního zesílení nelze označit za vyhovující pro umístění fotovoltaiky, a to z následujících důvodů:

- 1) U nižší střechy nevyhovují (výrazně) prakticky všechny prvky krovu, a to i na užším úseku střechy tvořící přístřešek (na kterém se musí uvažovat vzhledem k blízkosti vyšší části objektu sněhové návěje).
- 2) U vyšší střechy nevyhovují vaznice a vazné trámy, tj. prvky, které bývají na většině posuzovaných střech tradičně problémové a podceněné.

Fotovoltaiku ve shodném spádu se střechou za těchto okolností lze na střechu umístit pouze za podmínky zesílení, a to na vyšší střeše o sklonu 30°. Zároveň musí být dodržena max. hmotnost vlastních FVE panelů včetně kotevní konstrukce do 25 kg/m².

Zesílení vyšší střechy se týká vaznic (profilem U 160 S235 z boku) a vazných trámů (profily 2x U 180-200 S355 na obou bocích) dle půdorysu a detailů na dalších stranách.. Dále

je třeba zkontrolovat, zda zesílené vazné trámy nejsou uloženy na střední stěnu nad otvorem ve 2.NP. Pokud ano, bude navrženo zesílení naddveřních překladů.

Použité současné návrhové normy:

ČSN EN 1990	Zásady navrhování konstrukcí
ČSN EN 1991-1-1	Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíhy a užitná zatížení
ČSN EN 1991-1-3	Obecná zatížení – Zatížení sněhem
ČSN EN 1991-1-4	Obecná zatížení – Zatížení větrem
ČSN EN 1992-1-1	Navrhování betonových konstrukcí – Obecná pravidla
ČSN EN 1995-1-1	Navrhování dřevěných konstrukcí – Obecná pravidla
ČSN EN 1996-1-1	Navrhování zděných konstrukcí – Obecná pravidla
ČSN EN 1997-1	Navrhování geotechnických konstrukcí – Obecná pravidla

Klimatická a technologická zatížení:

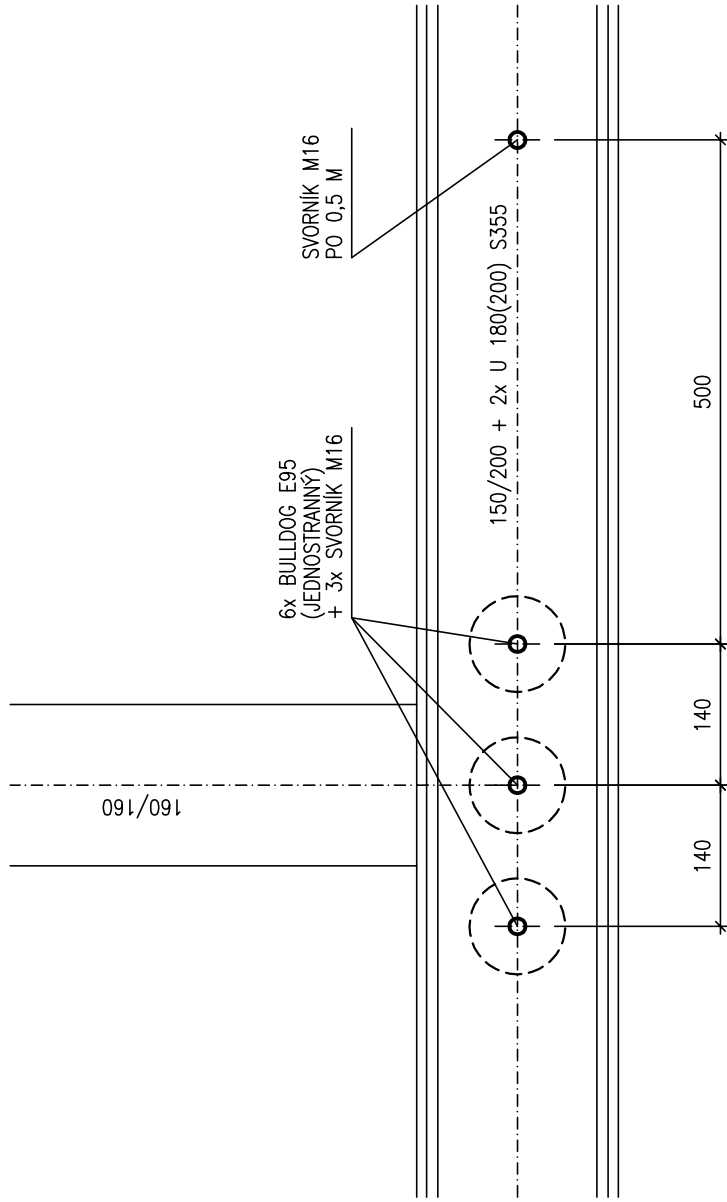
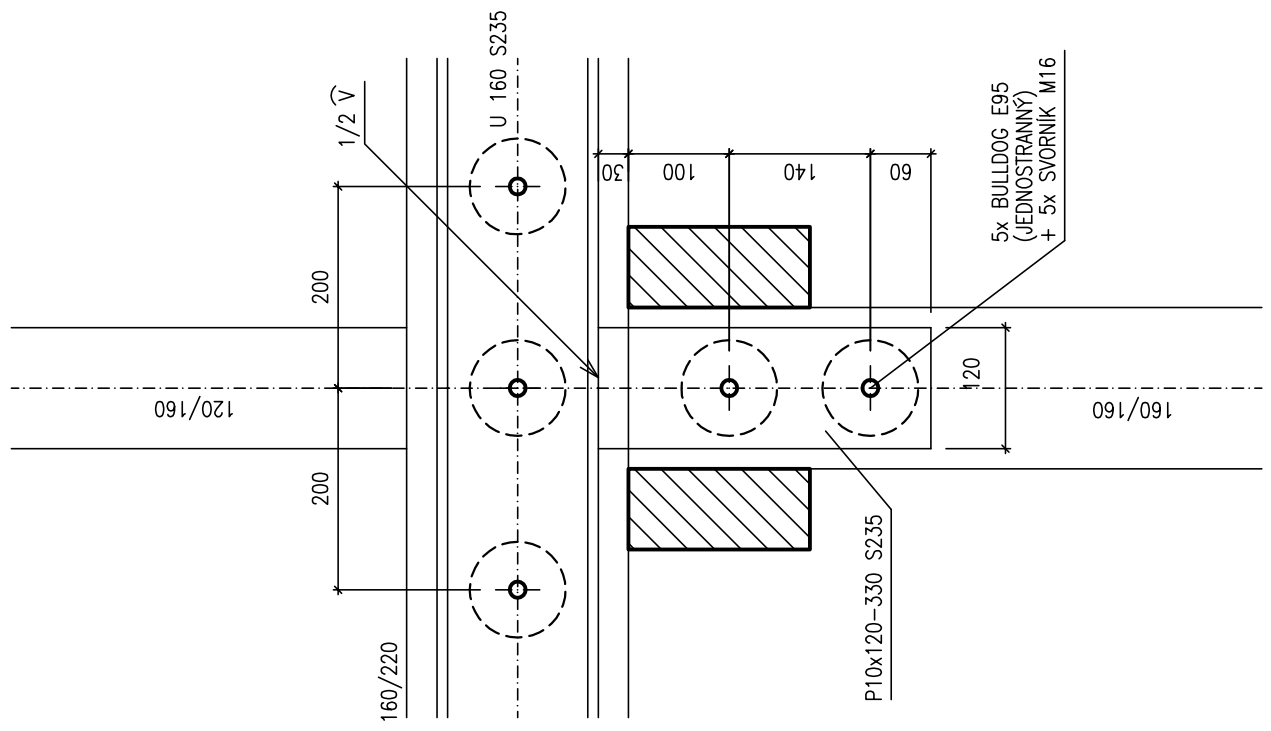
místo stavby:	Vimperk, okres Prachatice, Česká republika
sněhová oblast:	IV ($s_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$) dle ČSN EN 1991-1-3 zpřesněná na hodnotu $s_k = 1,8 \text{ kN/m}^2$ dle serveru clima-maps.info/snehovamapa
větrová oblast:	II ($v_b = 25 \text{ m/s}$) dle ČSN EN 1991-1-4, terén III
technol. zatížení:	$q_k = 0,25 \text{ kNm}^2$ (panely FVE kotvené do střešního pláště)

V Českých Budějovicích v červnu 2023

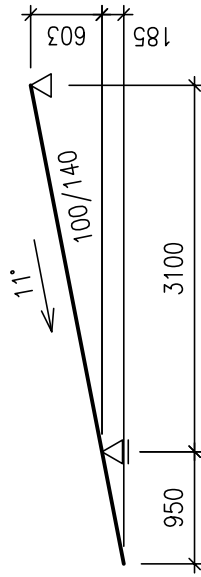
Vypracoval:	Ing. Radek Vican
Zodp. projektant:	Ing. Radek Vican

Architectural drawing of a reinforced concrete slab (DET. A) showing reinforcement details. The drawing includes a plan view of the slab with various reinforcement bars (U 180 S355, U 160 S235, U 200 S355) and dimensions (1250, 250, 500, 200, 1250). Annotations specify reinforcement requirements for different parts of the slab, such as "ZESÍLENÍ VAZNÉHO TRÁMU Z BOKU" and "ZESÍLENÍ VAZNICE Z BOKU". A section line A-A is indicated.

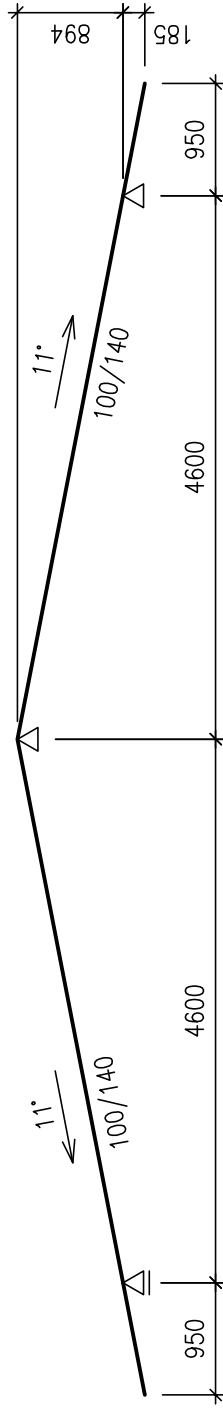
DETAIL A:



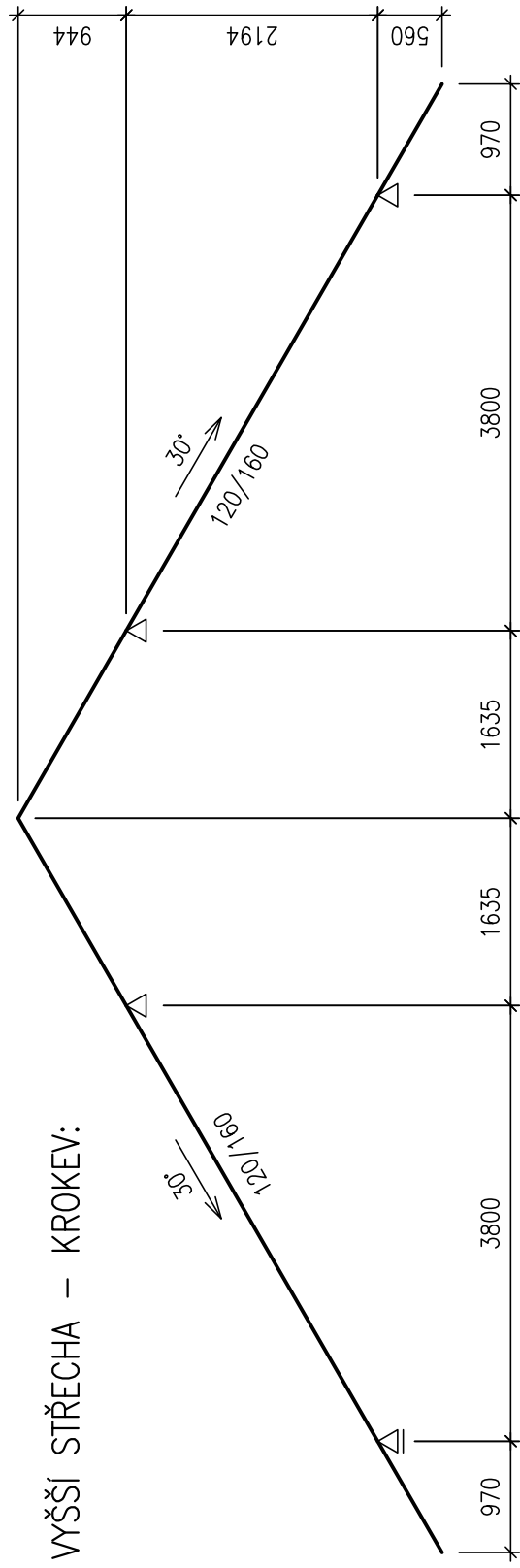
NIŽŠÍ STŘECHA – KROKEV – PULTOVÁ ČÁST:



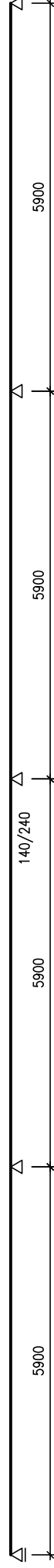
NIŽŠÍ STŘECHA – KROKEV – SEDLOVÁ ČÁST:



VYŠŠÍ STŘECHA – KROKEV:



NIŽŠÍ STŘECHA – KRAJNÍ VAZNICE:



NIŽŠÍ STŘECHA – VRCHOLOVÁ VAZNICE:

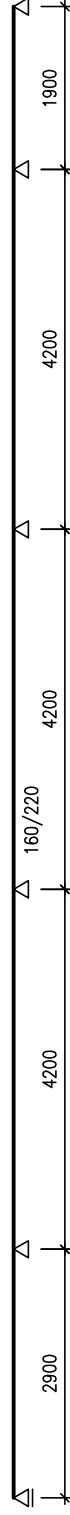


NIŽŠÍ STŘECHA – VRCHOLOVÁ VAZNICE:

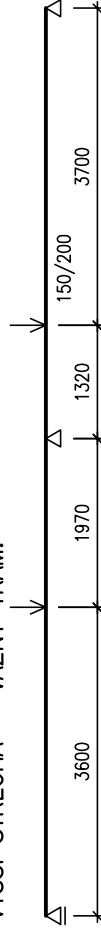


o

VYŠŠÍ STŘECHA – VAZNICE:



VYŠŠÍ STŘECHA – VAZNÝ TRÁM:



VÝPOČET ZATÍŽENÍ (EN 1991-1-1)

A) ŠIKMÁ STŘEŠNÍ KONSTRUKCE 11° A 30°

Stálé zatížení:

vrstva	výpočet	gn (kN/m2)	γ	gd (kN/m2)
PLECHOVÁ KRYTINA	0,1	0,1	1,35	0,135
ASFALTOVÁ LEPENKA	0,05	0,05	1,35	0,068
BEDNĚNÍ TL. 25 MM	6.0,025	0,15	1,35	0,203
KROKVE 100/140 a 120/160	0,15	0,15	1,35	0,203
CELKEM STÁLÉ ZATÍŽENÍ		0,45	1,35	0,609

Technologické zatížení (v rámci stálého):

vrstva	výpočet	vn (kN/m2)	γ	vd (kN/m2)
FVE PANELY KOTVENÉ DO STŘECHY	0,25	0,25	1,35	0,338
CELKEM TECHNOLOGICKÉ ZATÍŽENÍ		0,25	1,35	0,338

Zatížení sněhem:

vrstva	výpočet	vn (kN/m2)	γ	vd (kN/m2)
SNÍH	1,8.0,8	1,44	1,5	2,16
CELKEM UŽITNÉ ZATÍŽENÍ		1,44	1,5	2,16

na části střechy 11° sněhové návěje se součinitelem 2,0

Stálé větrem:

vrstva	výpočet	gn (kN/m2)	γ	gd (kN/m2)
VYŠŠÍ STŘECHA TLAK	0,697.0,4	0,279	1,5	0,418
VYŠŠÍ STŘECHA SÁNÍ	0,697.(-0,4)	-0,279	1,5	-0,418
NÍŽŠÍ STŘECHA TLAK	0,697.0,2	0,139	1,5	0,209
NÍŽŠÍ STŘECHA SÁNÍ	0,697.(-0,5)	-0,349	1,5	-0,523

ZATÍŽENÍ VĚTREM DLE ČSN EN 1991-4 :

Větrová oblast : II $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

Základní rychlost větru : $v_b = C_{dir} * C_{season} * v_{b,0}$ $C_{dir} = 1$

$C_{season} = 1$

$v_b = 25 \text{ m/s}$

Kategorie terénu III $z_0 = 0,3 \text{ m}$ $z_{min} = 5 \text{ m}$

$z_{0,II} = 0,05 \text{ m}$

Střední rychlost větru ve výšce (z) : $v_m(z) = c_r(z) * c_o(z) * v_b$

Součinitel orografie : $c_o(z) = 1$ (nebo příloha A.3.-kopce,útesy...)

Součinitel drsnosti terénu $c_r(z) = k_r * \ln(z/z_0)$

Součinitel terénu : $k_r = 0,19 * (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,2154$

Intenzita turbulence : $I_v(z) = k_l / c_o(z) * \ln(z/z_0)$ $k_l = 1$

Zákl. dynamický tlak větru $q_b = 1/2 \rho v_b^2 = 0,391 \text{ kN/m}^2$

Max. dynamický tlak větru $q_p(z) = (1 + 7 * I_v(z)) * 1/2 * \rho * v_m^2(z) = c_e(z) * q_b$

Součinitel expozice : $c_e(z) = q_p(z) / q_b$

ZÁKLADNÍ VELIČINY VĚTRU V RŮZNÝCH VÝŠKÁCH (z) :

výška z (m)	$c_r(z)$ (-)	$c_o(z)$ (-)	$v_m(z)$ (m/s)	$I_v(z)$ (-)	$q_p(z)$ (kN/m^2)	$c_e(z)$ (-)	$v(z)$ (m/s)
5	0,606	1	15,149466	0,3554405	0,500	1,281	28,294
6	0,6452	1	16,131219	0,3338082	0,543	1,389	29,466
7	0,6785	1	16,96128	0,3174721	0,579	1,483	30,447
8	0,7072	1	17,680311	0,304561	0,612	1,566	31,289
9	0,7326	1	18,314541	0,2940141	0,641	1,641	32,027
10	0,7553	1	18,881879	0,2851799	0,668	1,709	32,684
11,2	0,7797	1	19,492124	0,2762517	0,697	1,783	33,387
12	0,7945	1	19,863632	0,271085	0,715	1,829	33,813
13	0,8118	1	20,294641	0,2653278	0,736	1,883	34,305
14	0,8277	1	20,693692	0,2602113	0,755	1,933	34,760
15	0,8426	1	21,065201	0,2556222	0,774	1,980	35,182
16	0,8565	1	21,412723	0,2514735	0,791	2,025	35,576
17	0,8696	1	21,739171	0,2476973	0,808	2,067	35,945
18	0,8819	1	22,046953	0,2442393	0,823	2,107	36,292
19	0,8935	1	22,338091	0,2410561	0,838	2,146	36,619

Hodnota pro výpočet:

0,697 kN/m2

součinitel výsledného tlaku $c_{p,e}$:

0,4 (vyšší střecha - tlak)

-0,4 (vyšší střecha - sání)

0,2 (nižší střecha - tlak)

-0,5 (nižší střecha - sání)

Projekt : Výpravní budova Vimperk

Popis :

Zatěžovací stavy

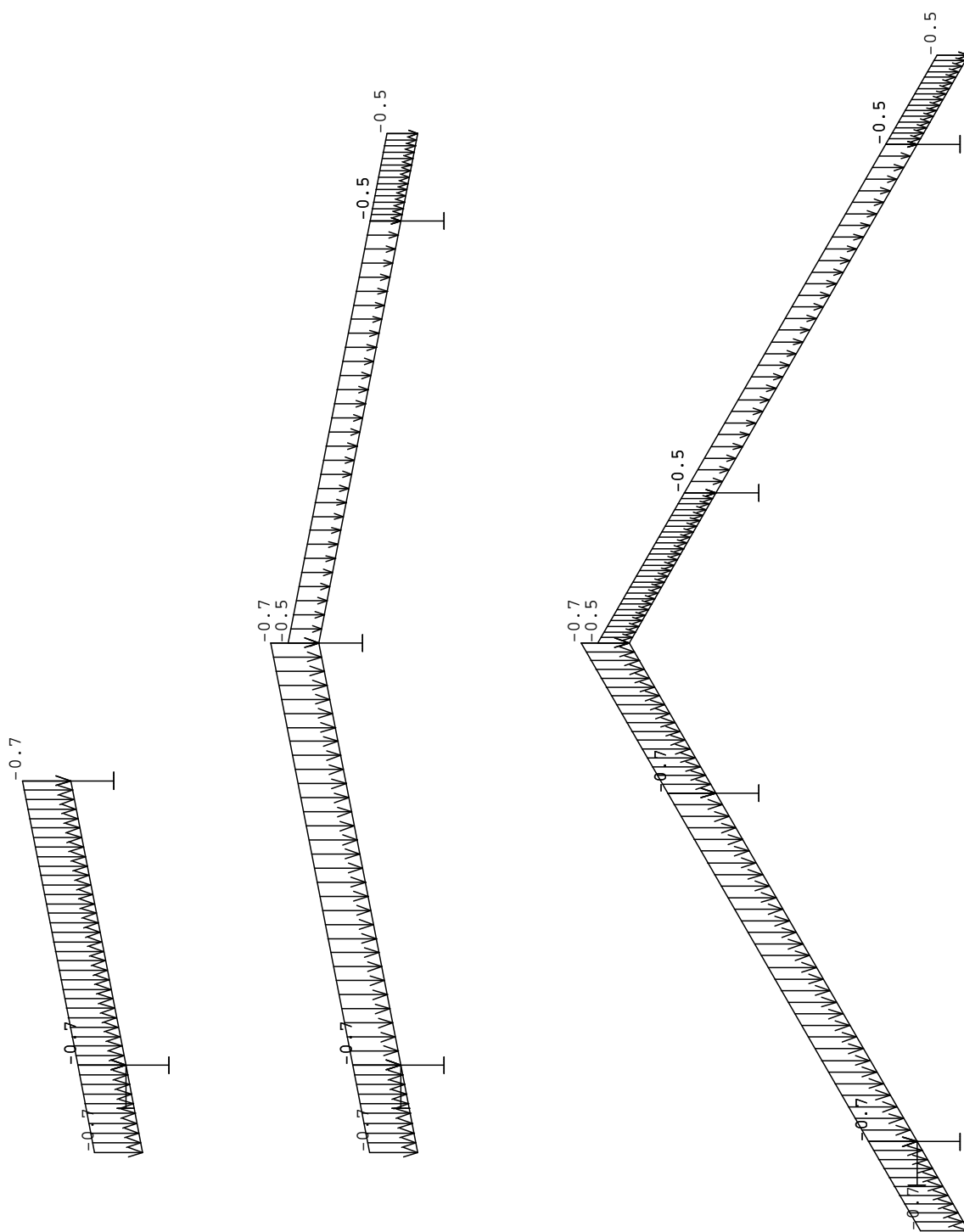
Stav	Jméno	souč.	Popis
1	stale	1.35	Stálé - Zatížení
2	snih	1.50	Užit. - Zatížení
3	vitř	1.50	Užit. - Zatížení

Projekt : Výpravní budova Vimperk

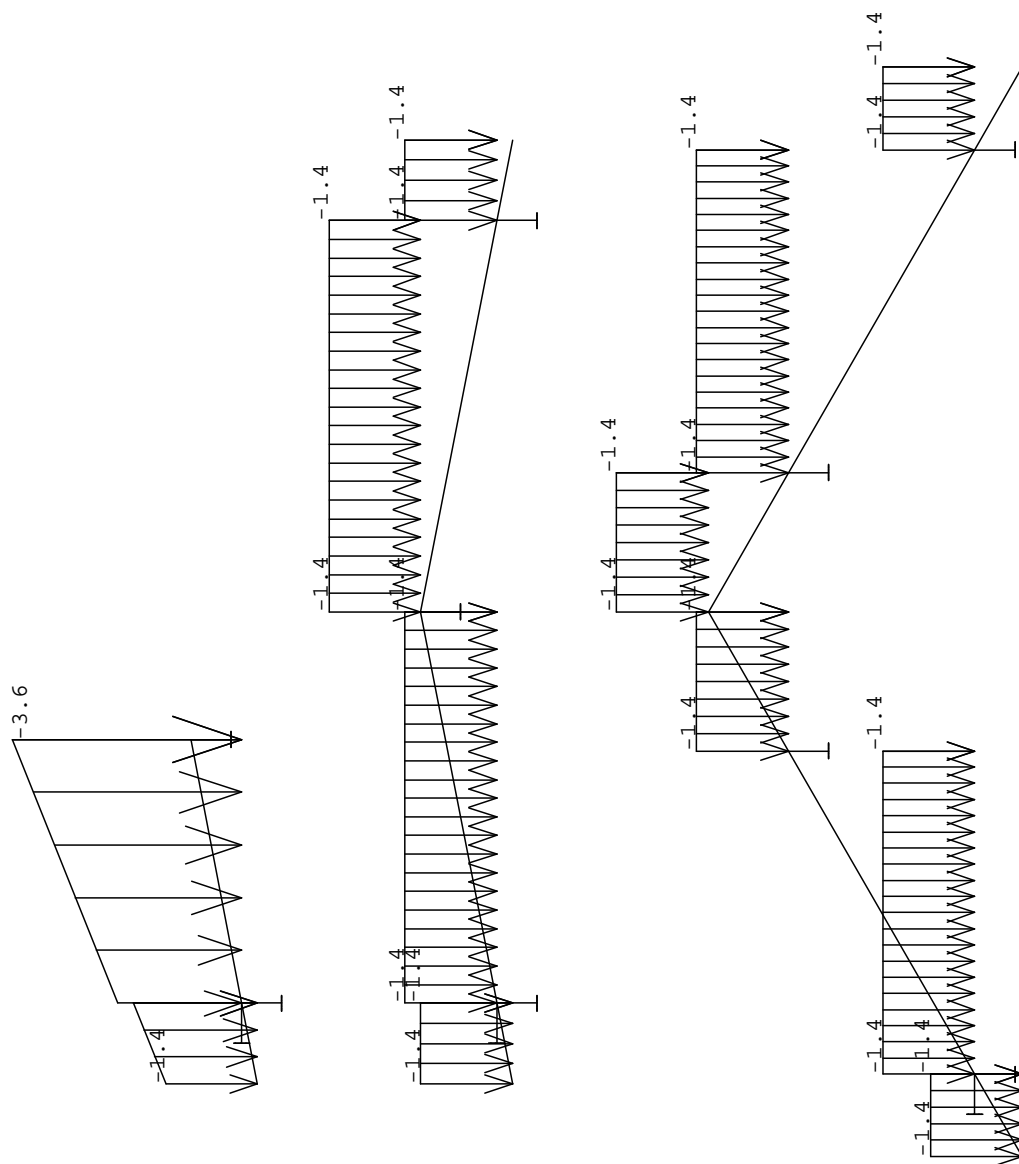
Popis :

Kombinace

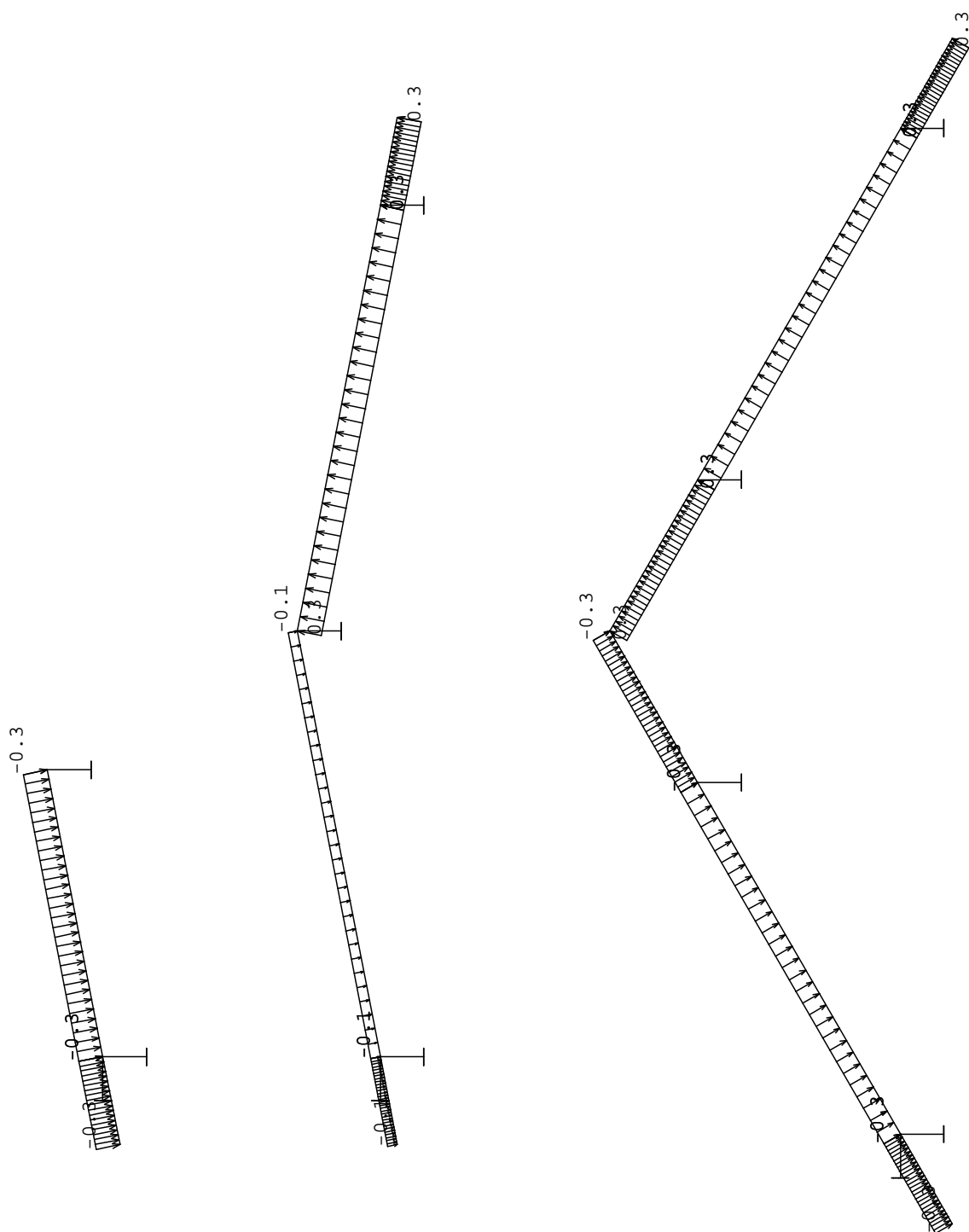
Kombi	Norma	Stav	souč.
1.	Zadaná - únosnost hlavní zatížení	1 stale	1.00
		2 snih	1.00
		3 vitr	0.60
2.		1 stale	1.00
		2 snih	0.50
		3 vitr	1.00
3.		1 stale	1.00
		2 snih	1.00
4.	Zadaná - použitelnost hlavní zatížení	1 stale	1.00
		2 snih	1.00
		3 vitr	0.60
5.		1 stale	1.00
		2 snih	0.50
		3 vitr	1.00
6.		1 stale	1.00
		2 snih	1.00



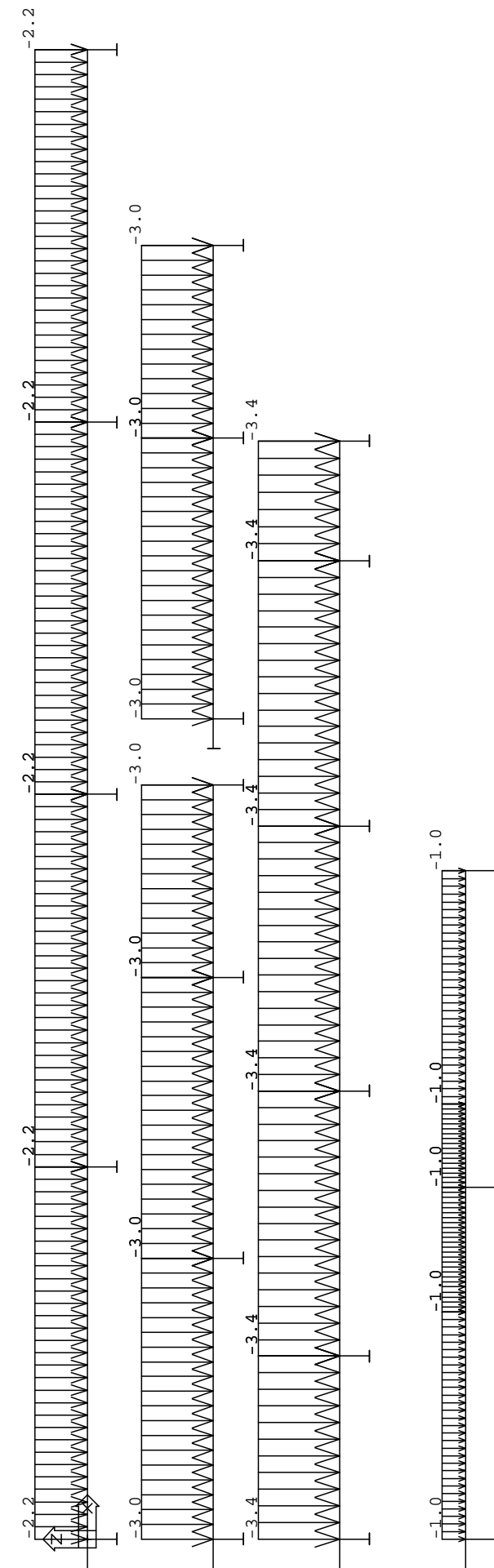
krokve - zatizeni ZS1 (kN/m2)



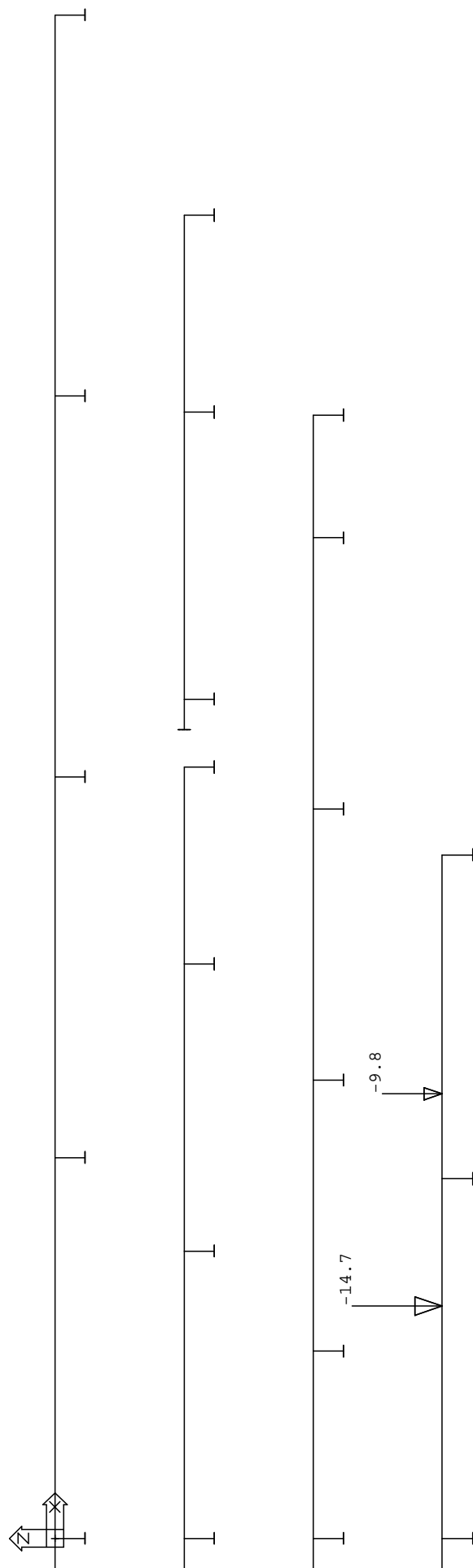
krokve - zatizeni ZS2 (kN/m2)



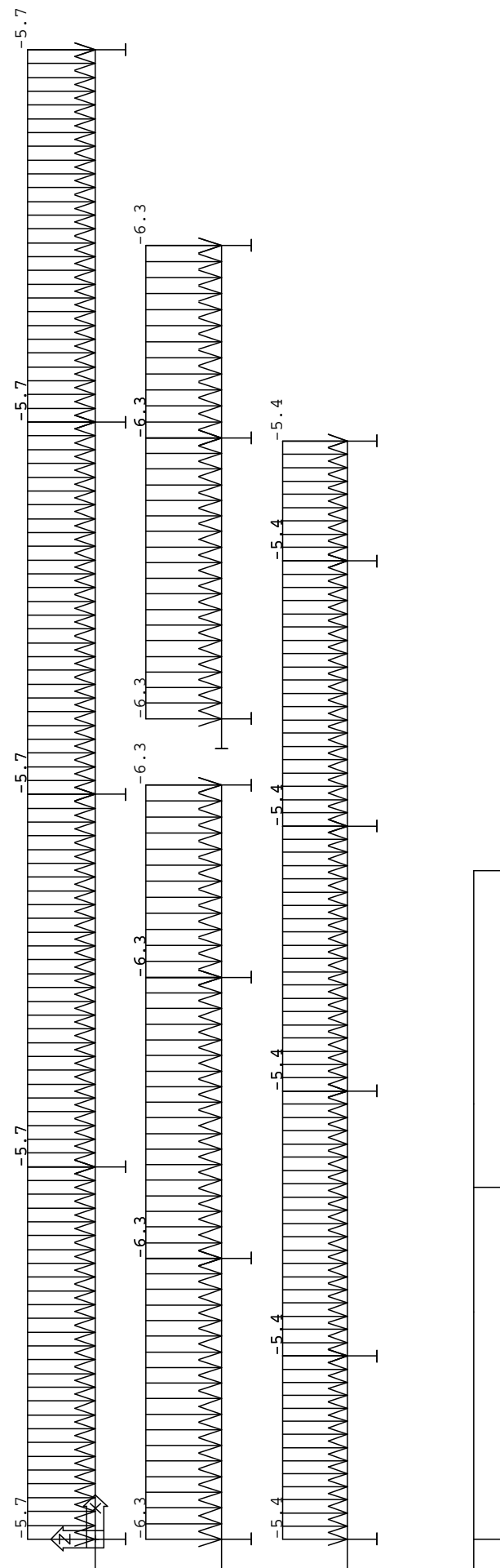
krokve - zatizeni ZS3 (kN/m²)



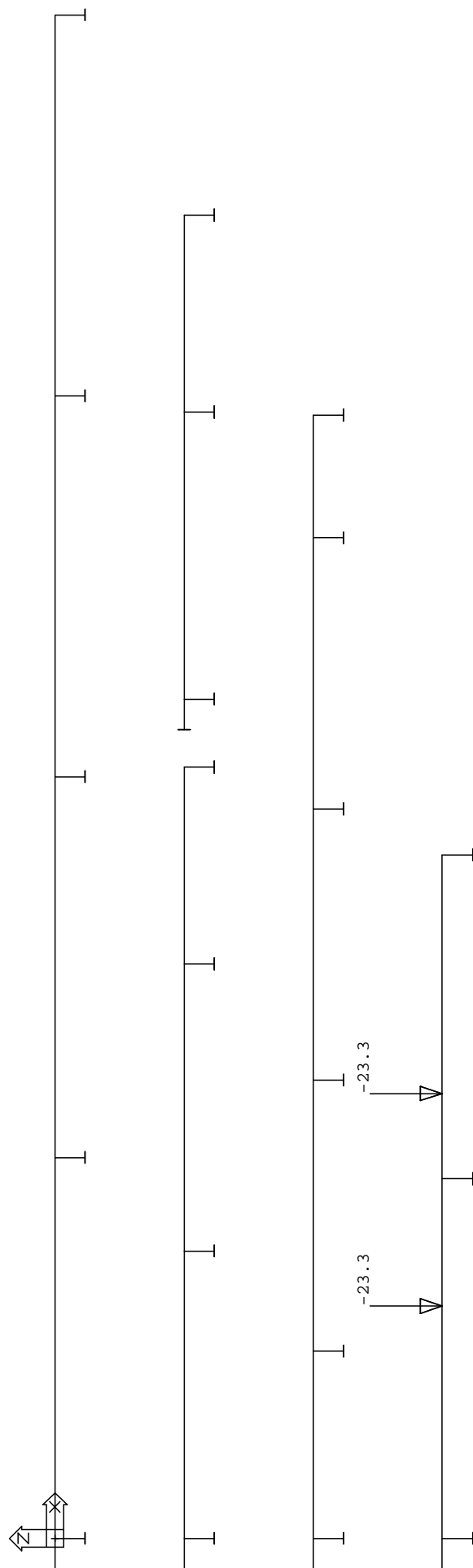
vaznice a vazny tram - zatizeni ZS1 (kN/bm)



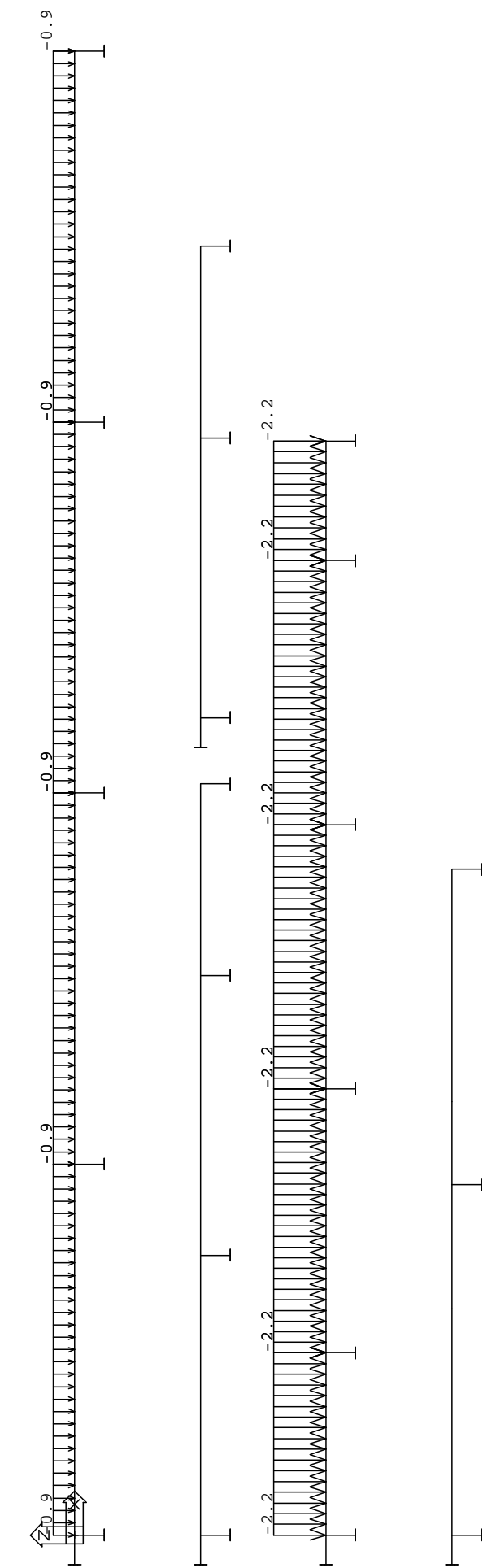
vaznice a vazny tram - zatizeni ZS1 (kN)



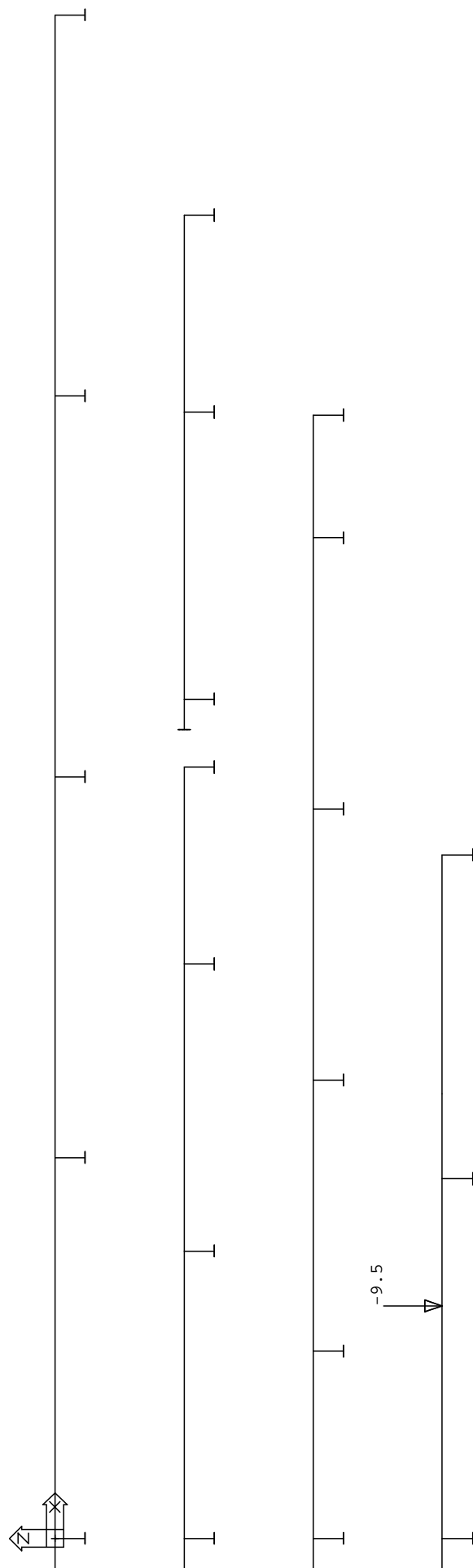
vaznice a vazny tram - zatizeni ZS2 (kN/bm)



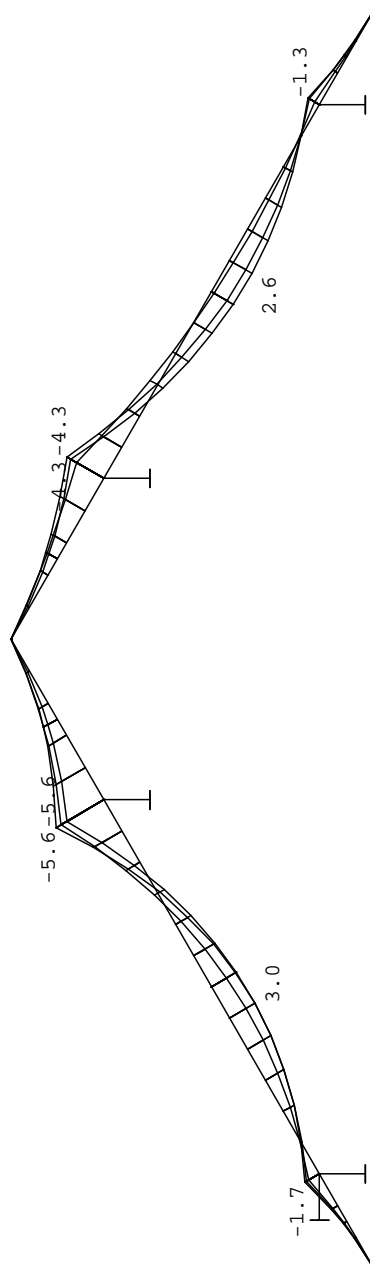
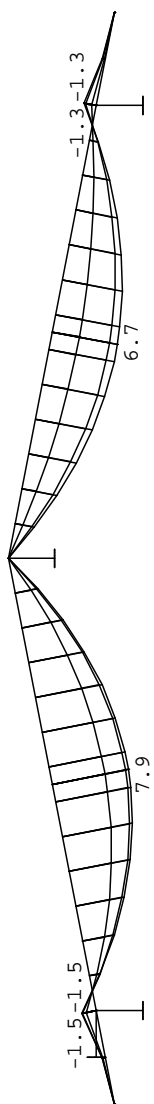
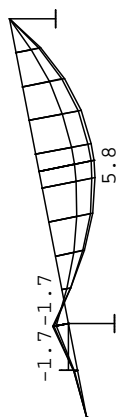
vaznice a vazny tram - zatizeni ZS2 (kN)



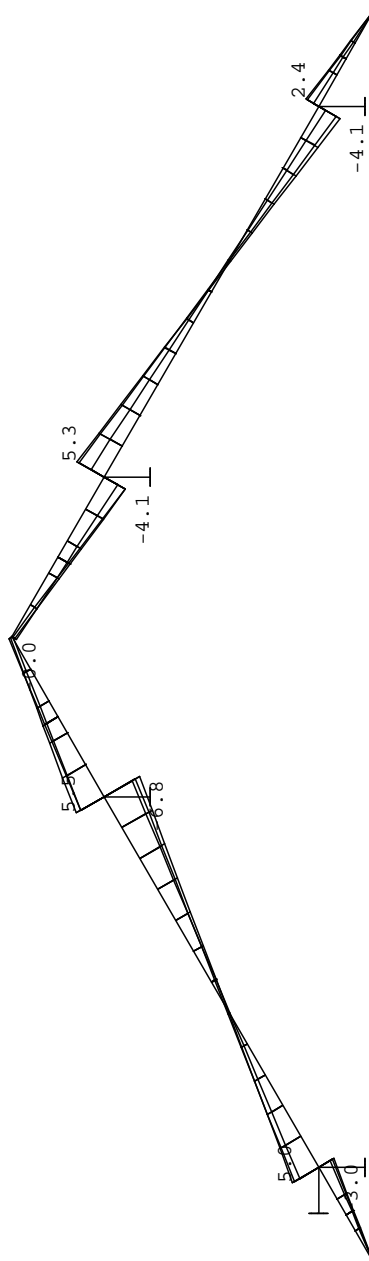
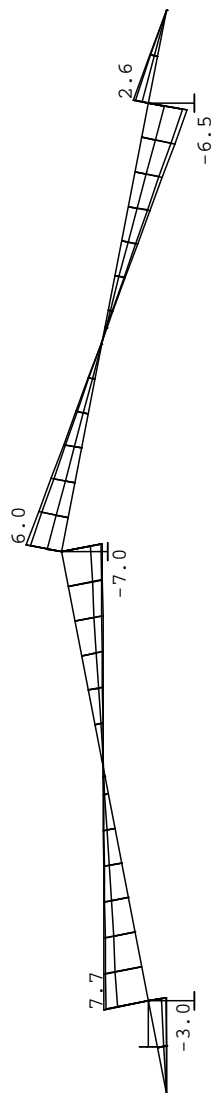
vaznice a vazny tram - zatizeni ZS3 (kN/bm)



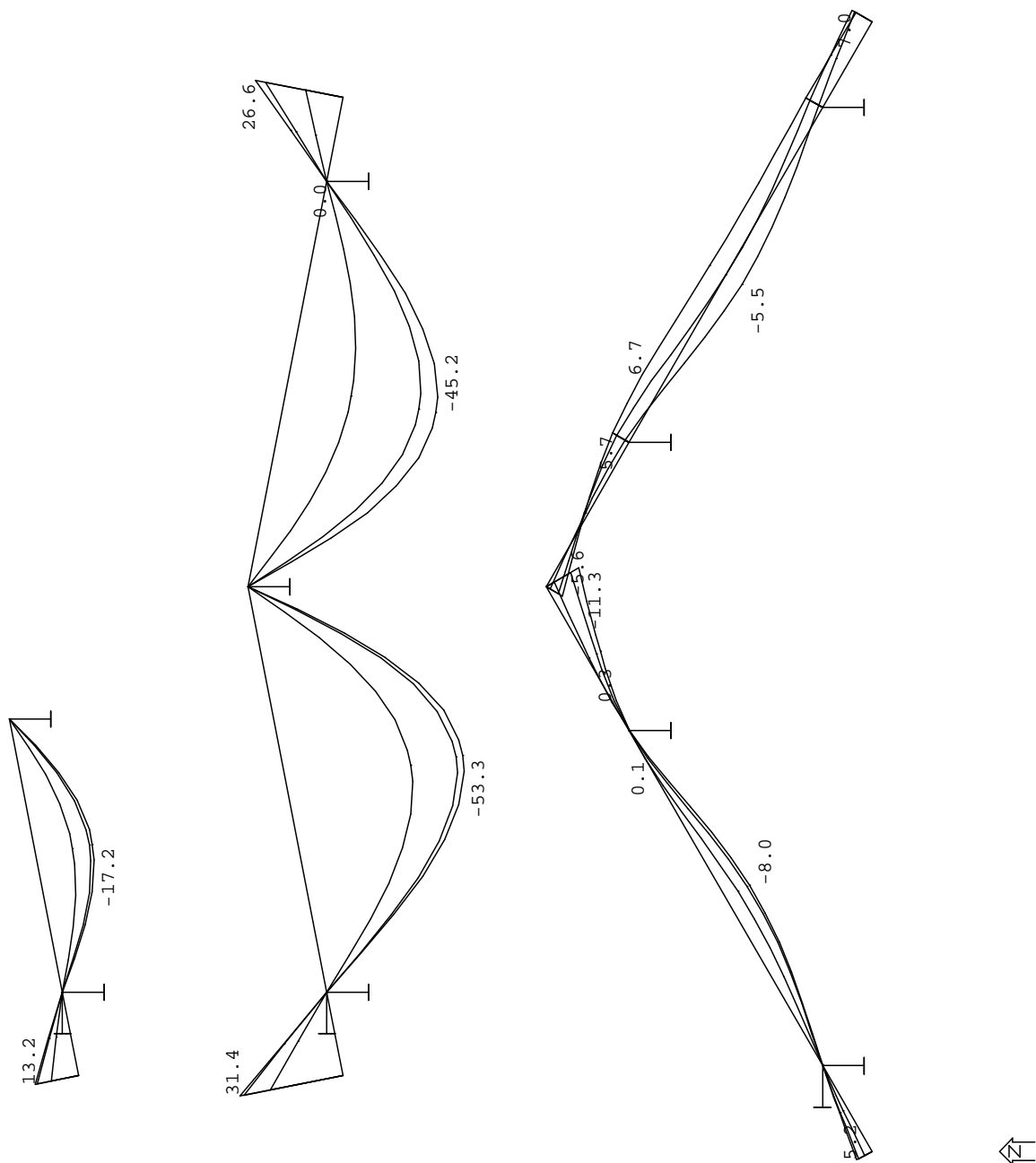
vaznice a vazny tram - zatizeni ZS3 (kN)



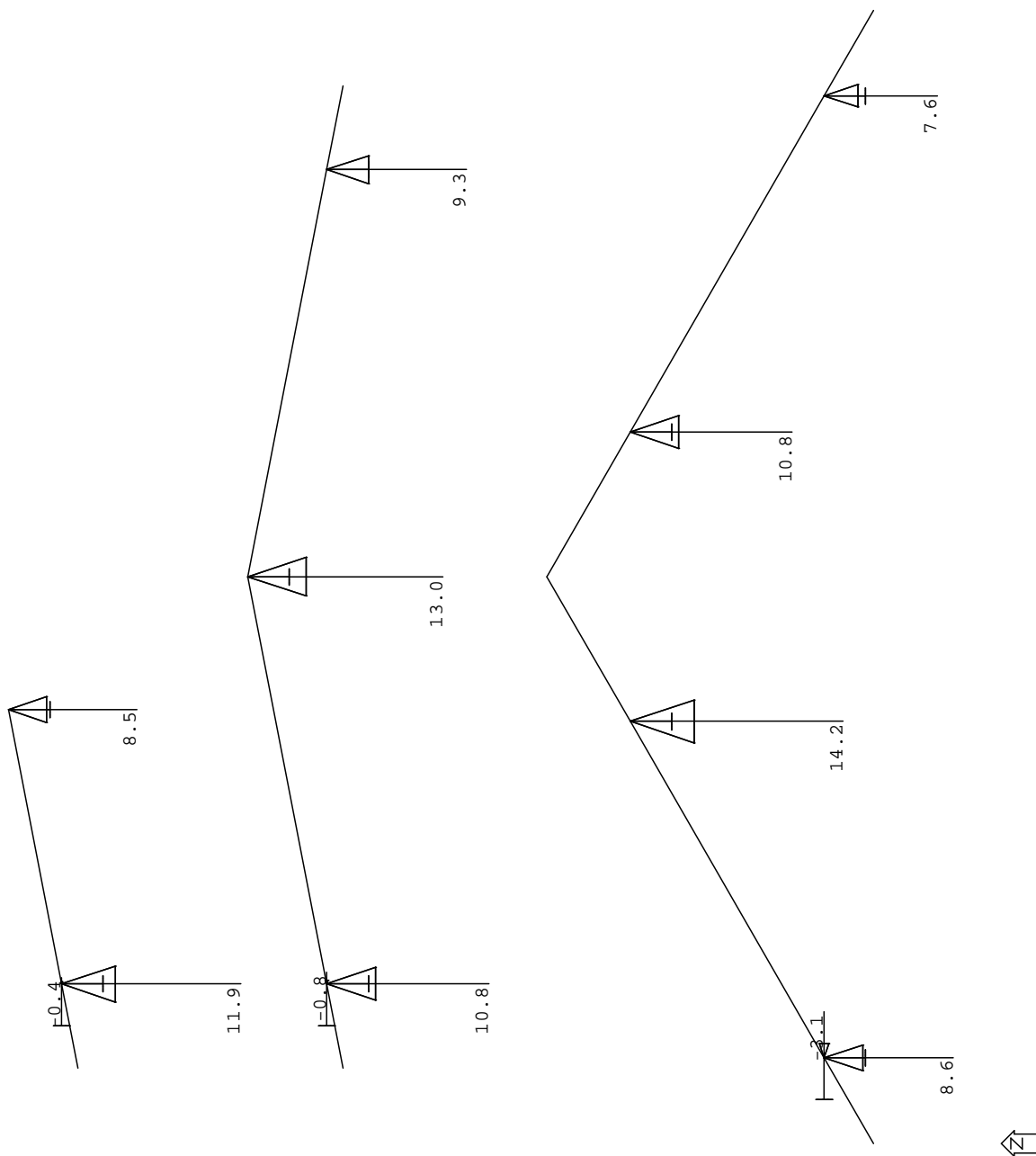
krokve - My (kNm) na 1 bm strechy



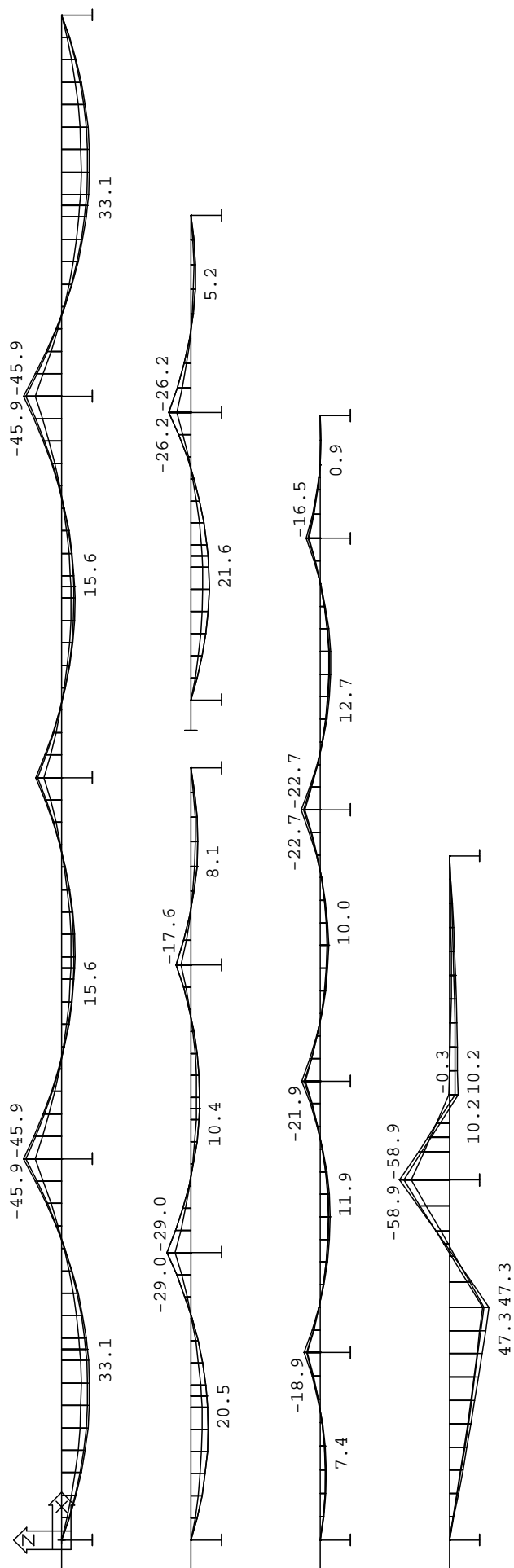
krokve - Vz (kN) na 1 bm strechy



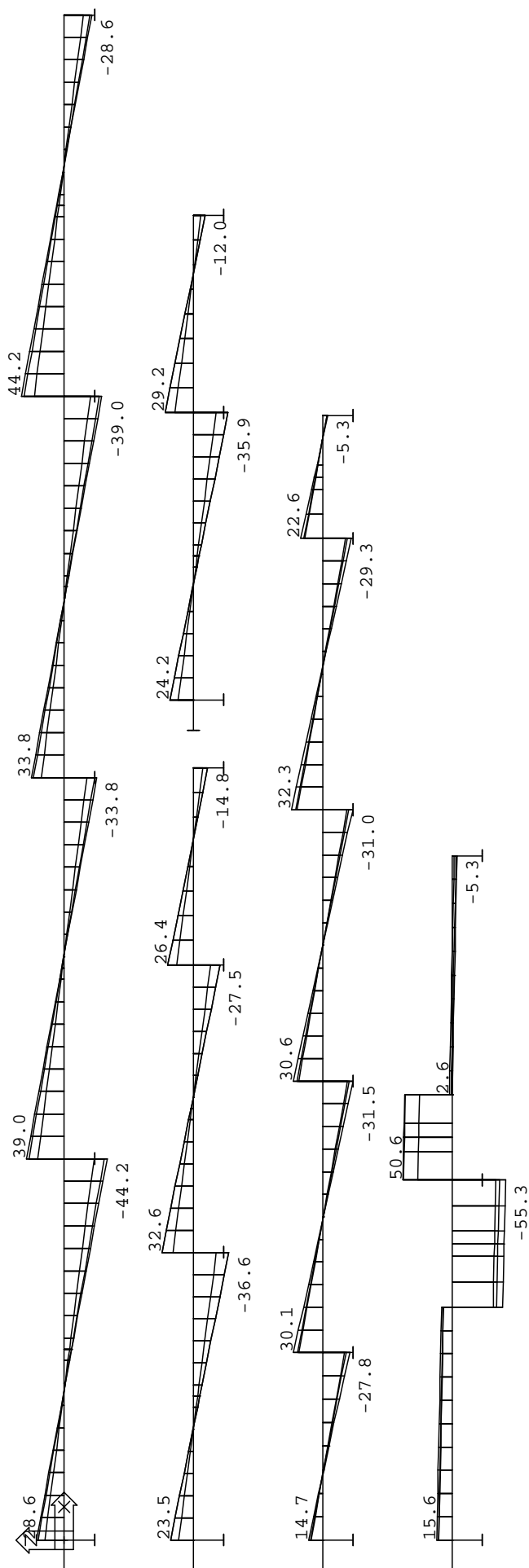
krokve - deformace uz (mm) na 1 bm strechy



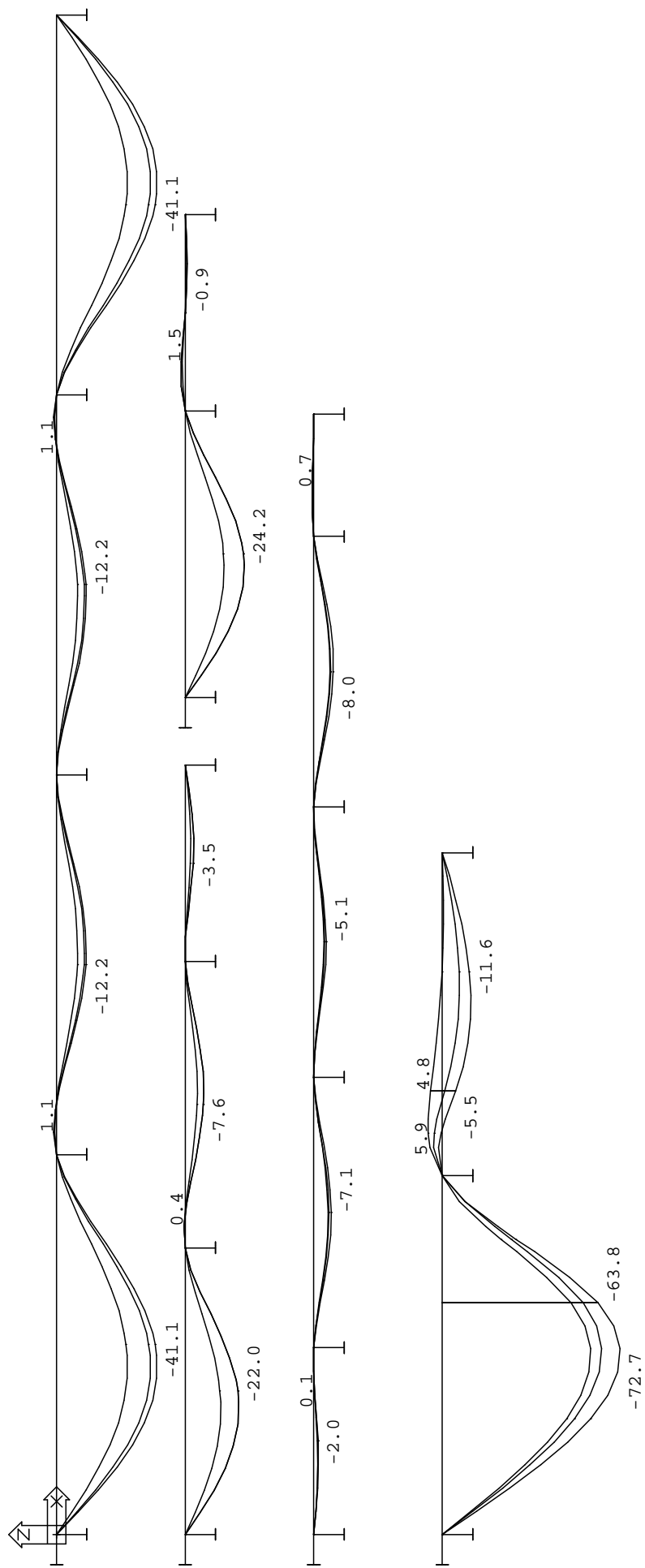
krokve - reakce R_x , R_z (kN) na 1 bm strechy



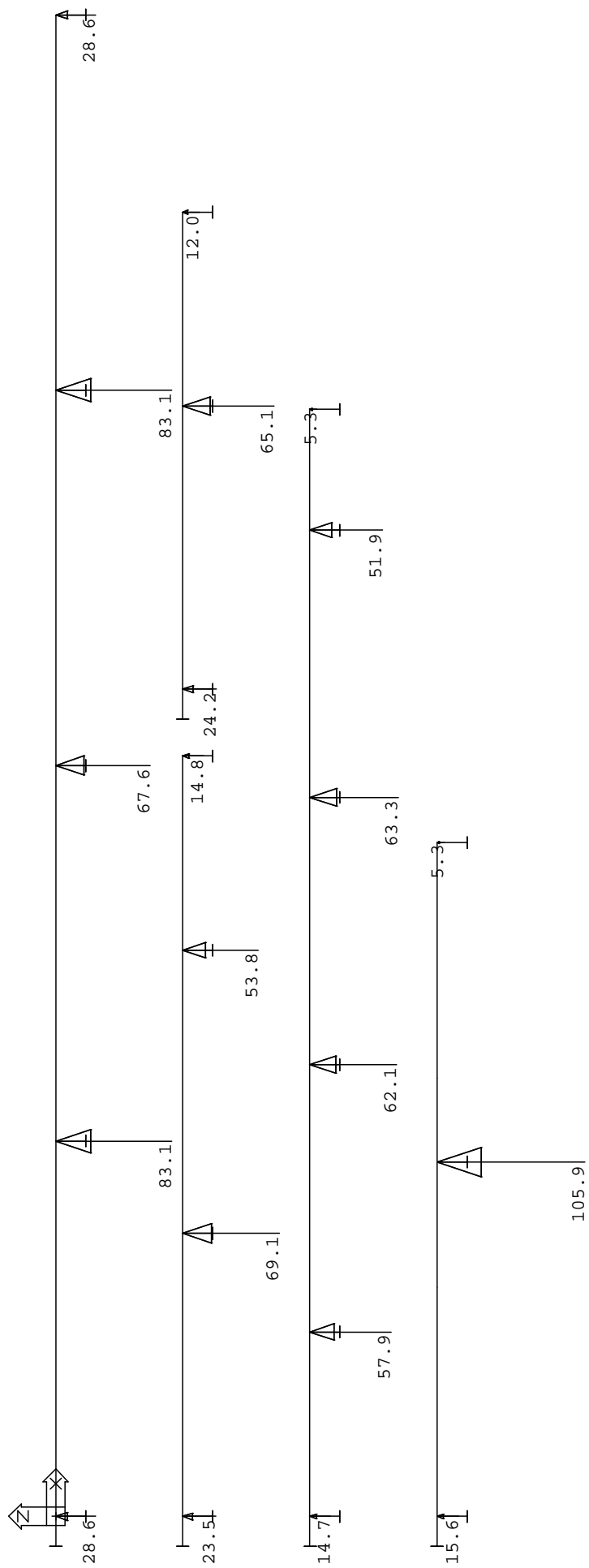
vaznice a vazny tram - M_y (kNm)



vaznice a vazny tram - Vz (kN)



vaznice a vazny tram - deformace uz (mm)



vaznice a vazny tram - R_z (kN)

POSOUZENÍ OHYB A SMYK - NIŽŠÍ STŘECHA - KROKEV 100/140

Typ dřeva : ROSTLÉ DŘEVO

Třída provozu : 2 ▼

Je charakterizována vlhkostí materiálu odpovídající teplotě 20°C a relativní vlhkosti okolního vzduchu p řesahujícího 85% pouze po několik týdnů v roce
ve třídě provozu 2 nepřesahuje průměrná vlhkost u většiny dřeva jehličnatých dřevin 20%.

Třída pevnosti : C22 ▼ - při výpočtu není použito součinitele k_h pro zvětšení pevnosti dřeva

Charakteristická pevnost v ohybu :

$f_{m,k} = 22$ [Mpa]

Charakteristická pevnost ve smyku :

$f_{v,k} = 2,4$ [Mpa]

Návrhová pevnost v ohybu :

Součinitel vlastnosti materiálu :

Kombinace zatížení
☒ základní ☐ mimořádná

$\gamma_m = 1,3$

Rozhodující je zatížení : Střednědobé ▼

$k_{mod} = 0,8$ - modifikační součinitel pevnosti pro třídy provozu a třídy trvání zatížení

Jestliže se kombinace zatížení skládá ze zatížení příslušejících k různým třídám trvání zatížení má se zvolit hodnota k_{mod} , která odpovídá zatížení s nejkratší dobou trvání, např. pro kombinaci zatížení stálé a krátkodobé se má použít hodnota k_{mod} odpovídající krátkodobému zatížení. (3.1.3)

$f_{m,d} = 13,54$ MPa

Návrhová pevnost ve smyku :

$f_{v,d} = 1,46$ MPa

Geometrie profilu :
 h x b
 PROFIL 140 x 100 mm
 výška x šířka

Průřezové charakteristiky :

$A = 14,00 \cdot 10^3$ mm²
 $I_y = 22,9 \cdot 10^9$ mm⁴
 $W_y = 326,7 \cdot 10^3$ mm³
 $I_z = 11,7 \cdot 10^9$ mm⁴
 $W_z = 233,3 \cdot 10^3$ mm³

Vnitřní síly působící na profil:

$M_{sdy} = 7,9$ kNm
 $M_{sdz} = 0$ kNm
 $V_{sdy} = 0$ kN
 $V_{sdz} = 7,7$ kN

Návrhové ohybové napětí:

$\sigma_{m,y,d} = 24,18$ MPa $\leq 13,54$ MPa NEVYHOVUJE
 $\sigma_{m,z,d} = 0,00$ MPa $\leq 13,54$ MPa VYHOVUJE
 $k_m = 0,70$ - pro obdélníkové průřezy

Posouzení napětí v ohybu:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,79}{1} \leq 1$$

NEVYHOVUJE

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,25}{1} \leq 1$$

NEVYHOVUJE

Posouzení napětí ve smyku:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

$$\tau_{vy} = \frac{3 V_{sdy}}{2 b h} = 0,00 \text{ MPa}$$

$$\tau_{vz} = \frac{3 V_{sdz}}{2 b h} = 0,83 \text{ MPa}$$

Dvojosá napjatost ve smyku:

$$\frac{\sqrt{\tau_{vy}^2 + \tau_{vz}^2}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,57}{1} \leq 1 \text{ VYHOVUJE}$$

NEVYHOVUJE

Využití průřezu : 179 %

POSOUZENÍ OHYB A SMYK - NIŽŠÍ STŘECHA - VAZNICE 120/220

Typ dřeva : ROSTLÉ DŘEVO

Třída provozu : 2 ▼

Je charakterizována vlhkostí materiálu odpovídající teplotě 20°C a relativní vlhkosti okolního vzduchu p řesahujícího 85% pouze po několik týdnů v roce ve třídě provozu 2 nepřesahuje průměrná vlhkost u většiny dřeva jehličnatých dřevin 20%.

Třída pevnosti : C22 ▼ - při výpočtu není použito součinitele k_h pro zvětšení pevnosti dřeva

Charakteristická pevnost v ohybu :

$f_{m,k} = 22$ [Mpa]

Charakteristická pevnost ve smyku :

$f_{v,k} = 2,4$ [Mpa]

Návrhová pevnost v ohybu :

Součinitel vlastnosti materiálu :

Kombinace zatížení
☒ základní ☐ mimořádná

$\gamma_m = 1,3$

Rozhodující je zatížení : Střednědobé ▼

$k_{mod} = 0,8$ - modifikační součinitel pevnosti pro třídy provozu a třídy trvání zatížení

Jestliže se kombinace zatížení skládá ze zatížení příslušejících k různým třídám trvání zatížení má se zvolit hodnota k_{mod} , která odpovídá zatížení s nejkratší dobou trvání, např. pro kombinaci zatížení stálé a krátkodobé se má použít hodnota k_{mod} odpovídající krátkodobému zatížení. (3.1.3)

$f_{m,d} = 13,54$ MPa

Návrhová pevnost ve smyku :

$f_{v,d} = 1,46$ MPa

Geometrie profilu :

	h	x	b
PROFIL	220	x	120
	výška	x	šířka

mm

Průřezové charakteristiky :

$A = 26,40 \cdot 10^3$	mm ²	$I_z = 31,7 \cdot 10^9$	mm ⁴
$I_y = 106,5 \cdot 10^9$	mm ⁴	$W_z = 528,0 \cdot 10^3$	mm ³
$W_y = 968,0 \cdot 10^3$	mm ³		

Vnitřní síly působící na profil:

$M_{sdy} = 29$	kNm	$V_{sdy} = 0$	kN
$M_{sdz} = 0$	kNm	$V_{sdz} = 36,6$	kN

Návrhové ohybové napětí:

$\sigma_{m,y,d} = 29,96$	MPa	$\leq 13,54$	MPa	NEVYHOVUJE
$\sigma_{m,z,d} = 0,00$	MPa	$\leq 13,54$	MPa	VYHOVUJE
$k_m = 0,70$	- pro obdélníkové průřezy			

Posouzení napětí v ohybu:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{2,21}{13,54} \leq 1$$

NEVYHOVUJE

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,55}{13,54} \leq 1$$

NEVYHOVUJE

Posouzení napětí ve smyku:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

$$\tau_{vy} = \frac{3 V_{sdy}}{2 b h} = 0,00 \text{ MPa}$$

$$\tau_{vz} = \frac{3 V_{sdz}}{2 b h} = 2,08 \text{ MPa}$$

Dvojosá napjatost ve smyku:

$$\frac{\sqrt{\tau_{vy}^2 + \tau_{vz}^2}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,43}{1,46} \leq 1$$

NEVYHOVUJE

Využití průřezu : 221 %

POSOUZENÍ OHYB A SMYK - NIŽŠÍ STŘECHA - VAZNICE 140/240

Typ dřeva : ROSTLÉ DŘEVO

Třída provozu : 2 ▼

Je charakterizována vlhkostí materiálu odpovídající teplotě 20°C a relativní vlhkosti okolního vzduchu p řesahujícího 85% pouze po několik týdnů v roce ve třídě provozu 2 nepřesahuje průměrná vlhkost u většiny dřeva jehličnatých dřevin 20%.

Třída pevnosti : C22 ▼ - při výpočtu není použito součinitele k_h pro zvětšení pevnosti dřeva

Charakteristická pevnost v ohybu :

$f_{m,k} = 22$ [Mpa]

Charakteristická pevnost ve smyku :

$f_{v,k} = 2,4$ [Mpa]

Návrhová pevnost v ohybu :

Součinitel vlastnosti materiálu :

Kombinace zatížení
☒ základní ☐ mimořádná

$\gamma_m = 1,3$

Rozhodující je zatížení : Střednědobé ▼

$k_{mod} = 0,8$ - modifikační součinitel pevnosti pro třídy provozu a třídy trvání zatížení

Jestliže se kombinace zatížení skládá ze zatížení příslušejících k různým třídám trvání zatížení má se zvolit hodnota k_{mod} , která odpovídá zatížení s nejkratší dobou trvání, např. pro kombinaci zatížení stálé a krátkodobé se má použít hodnota k_{mod} odpovídající krátkodobému zatížení. (3.1.3)

$f_{m,d} = 13,54$ MPa

Návrhová pevnost ve smyku :

$f_{v,d} = 1,46$ MPa

Geometrie profilu :
 h x b
 PROFIL 240 x 140 mm
 výška x šířka

Průřezové charakteristiky :

$A = 33,60 \cdot 10^3$ mm²

$I_y = 161,3 \cdot 10^9$ mm⁴

$W_y = 1344,0 \cdot 10^3$ mm³

$I_z = 54,9 \cdot 10^9$ mm⁴

$W_z = 784,0 \cdot 10^3$ mm³

Vnitřní síly působící na profil:

$M_{sdy} = 45,9$ kNm $V_{sdy} = 0$ kN

$M_{sdz} = 0$ kNm $V_{sdz} = 44,2$ kN

Návrhové ohybové napětí:

$\sigma_{m,y,d} = 34,15$ MPa $\leq 13,54$ MPa NEVYHOVUJE

$\sigma_{m,z,d} = 0,00$ MPa $\leq 13,54$ MPa VYHOVUJE

$k_m = 0,70$ - pro obdélníkové průřezy

Posouzení napětí v ohybu:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{2,52}{13,54} \leq 1$$

NEVYHOVUJE

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,77}{13,54} \leq 1$$

NEVYHOVUJE

Posouzení napětí ve smyku:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

$$\tau_{vy} = \frac{3 V_{sdy}}{2 b h} = 0,00 \text{ MPa}$$

$$\tau_{vz} = \frac{3 V_{sdz}}{2 b h} = 1,97 \text{ MPa}$$

Dvojosá napjatost ve smyku:

$$\frac{\sqrt{\tau_{vy}^2 + \tau_{vz}^2}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,35}{1,46} \leq 1$$

NEVYHOVUJE

Využití průřezu : 252 %

POSOUZENÍ OHYB A SMYK - VYŠŠÍ STŘECHA - KROKEV 120/160

Typ dřeva : ROSTLÉ DŘEVO

Třída provozu : 2 ▼

Je charakterizována vlhkostí materiálu odpovídající teplotě 20°C a relativní vlhkosti okolního vzduchu p řesahujícího 85% pouze po několik týdnů v roce ve třídě provozu 2 nepřesahuje průměrná vlhkost u většiny dřeva jehličnatých dřevin 20%.

Třída pevnosti : C22 ▼ - při výpočtu není použito součinitele k_h pro zvětšení pevnosti dřeva

Charakteristická pevnost v ohybu :

$f_{m,k} = 22$ [Mpa]

Charakteristická pevnost ve smyku :

$f_{v,k} = 2,4$ [Mpa]

Návrhová pevnost v ohybu :

Součinitel vlastnosti materiálu :

Kombinace zatížení
☒ základní ☐ mimořádná

$\gamma_m = 1,3$

Rozhodující je zatížení : Střednědobé ▼

$k_{mod} = 0,8$ - modifikační součinitel pevnosti pro třídy provozu a třídy trvání zatížení

Jestliže se kombinace zatížení skládá ze zatížení příslušejících k různým třídám trvání zatížení má se zvolit hodnota k_{mod} , která odpovídá zatížení s nejkratší dobou trvání, např. pro kombinaci zatížení stálé a krátkodobé se má použít hodnota k_{mod} odpovídající krátkodobému zatížení. (3.1.3)

$f_{m,d} = 13,54$ MPa

Návrhová pevnost ve smyku :

$f_{v,d} = 1,46$ MPa

Geometrie profilu :

	h	x	b
PROFIL	160	x	120
	výška	x	šířka

mm

Průřezové charakteristiky :

$A = 19,20 \cdot 10^3$	mm ²	$I_z = 23,0 \cdot 10^9$	mm ⁴
$I_y = 41,0 \cdot 10^9$	mm ⁴	$W_z = 384,0 \cdot 10^3$	mm ³
$W_y = 512,0 \cdot 10^3$	mm ³		

Vnitřní síly působící na profil:

$M_{sdy} = 5,88$ kNm $V_{sdy} = 0$ kN

$M_{sdz} = 0$ kNm $V_{sdz} = 7,14$ kN

Návrhové ohybové napětí:

$\sigma_{m,y,d} = 11,48$ MPa $\leq 13,54$ MPa VYHOVUJE

$\sigma_{m,z,d} = 0,00$ MPa $\leq 13,54$ MPa VYHOVUJE

$k_m = 0,70$ - pro obdélníkové průřezy

Posouzení napětí v ohybu:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$0,85 \leq 1$$

VYHOVUJE

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$0,59 \leq 1$$

VYHOVUJE

Posouzení napětí ve smyku:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

$$\tau_{vy} = \frac{3 V_{sdy}}{2 b h} = 0,00 \text{ MPa}$$

$$\tau_{vz} = \frac{3 V_{sdz}}{2 b h} = 0,56 \text{ MPa}$$

Dvojosá napjatost ve smyku:

$$\frac{\sqrt{\tau_{vy}^2 + \tau_{vz}^2}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$0,38 \leq 1 \text{ VYHOVUJE}$$

Využití průřezu : 85 %

POSOUZENÍ OHYB A SMYK - VYŠŠÍ STŘECHA - VAZNICE 160/220

Typ dřeva : ROSTLÉ DŘEVO

Třída provozu : 2 ▼

Je charakterizována vlhkostí materiálu odpovídající teplotě 20°C a relativní vlhkosti okolního vzduchu p řesahujícího 85% pouze po několik týdnů v roce ve třídě provozu 2 nepřesahuje průměrná vlhkost u většiny dřeva jehličnatých dřevin 20%.

Třída pevnosti : C22 ▼ - při výpočtu není použito součinitele k_h pro zvětšení pevnosti dřeva

Charakteristická pevnost v ohybu :

$f_{m,k} = 22$ [Mpa]

Charakteristická pevnost ve smyku :

$f_{v,k} = 2,4$ [Mpa]

Návrhová pevnost v ohybu :

Součinitel vlastnosti materiálu :

Kombinace zatížení
☒ základní ☐ mimořádná

$\gamma_m = 1,3$

Rozhodující je zatížení : Střednědobé ▼

$k_{mod} = 0,8$ - modifikační součinitel pevnosti pro třídy provozu a třídy trvání zatížení

Jestliže se kombinace zatížení skládá ze zatížení příslušejících k různým třídám trvání zatížení má se zvolit hodnota k_{mod} , která odpovídá zatížení s nejkratší dobou trvání, např. pro kombinaci zatížení stálé a krátkodobé se má použít hodnota k_{mod} odpovídající krátkodobému zatížení. (3.1.3)

$f_{m,d} = 13,54$ MPa

Návrhová pevnost ve smyku :

$f_{v,d} = 1,46$ MPa

Geometrie profilu :
 h x b
 PROFIL 220 x 160 mm
 výška x šířka

Průřezové charakteristiky :

$A = 35,20 \cdot 10^3$ mm²
 $I_y = 142,0 \cdot 10^9$ mm⁴
 $W_y = 1290,7 \cdot 10^3$ mm³
 $I_z = 75,1 \cdot 10^9$ mm⁴
 $W_z = 938,7 \cdot 10^3$ mm³

Vnitřní síly působící na profil:

$M_{sdy} = 22,7$ kNm $V_{sdy} = 0$ kN
 $M_{sdz} = 0$ kNm $V_{sdz} = 32,3$ kN

Návrhové ohybové napětí:

$\sigma_{m,y,d} = 17,59$ MPa $\leq 13,54$ MPa NEVYHOVUJE
 $\sigma_{m,z,d} = 0,00$ MPa $\leq 13,54$ MPa VYHOVUJE
 $k_m = 0,70$ - pro obdélníkové průřezy

Posouzení napětí v ohybu:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$1,30 \leq 1$$

NEVYHOVUJE

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$0,91 \leq 1$$

VYHOVUJE

Posouzení napětí ve smyku:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

$$\tau_{vy} = \frac{3 V_{sdy}}{2 b h} = 0,00 \text{ MPa}$$

$$\tau_{vz} = \frac{3 V_{sdz}}{2 b h} = 1,38 \text{ MPa}$$

Dvojosá napjatost ve smyku:

$$\frac{\sqrt{\tau_{vy}^2 + \tau_{vz}^2}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$0,94 \leq 1 \text{ VYHOVUJE}$$

NEVYHOVUJE

Využití průřezu : 130 %

POSOUZENÍ OHYB A SMYK - VYŠŠÍ STŘECHA - VAZNÝ TRÁM 150/200

Typ dřeva : ROSTLÉ DŘEVO

Třída provozu : 2 ▼

Je charakterizována vlhkostí materiálu odpovídající teplotě 20°C a relativní vlhkosti okolního vzduchu p řesahujícího 85% pouze po několik týdnů v roce ve třídě provozu 2 nepřesahuje průměrná vlhkost u většiny dřeva jehličnatých dřevin 20%.

Třída pevnosti : C22 ▼ - při výpočtu není použito součinitele k_h pro zvětšení pevnosti dřeva

Charakteristická pevnost v ohybu :

$f_{m,k} = 22$ [Mpa]

Charakteristická pevnost ve smyku :

$f_{v,k} = 2,4$ [Mpa]

Návrhová pevnost v ohybu :

Součinitel vlastnosti materiálu :

Kombinace zatížení
☒ základní ☐ mimořádná

$\gamma_m = 1,3$

Rozhodující je zatížení : Střednědobé ▼

$k_{mod} = 0,8$ - modifikační součinitel pevnosti pro třídy provozu a třídy trvání zatížení

Jestliže se kombinace zatížení skládá ze zatížení příslušejících k různým třídám trvání zatížení má se zvolit hodnota k_{mod} , která odpovídá zatížení s nejkratší dobou trvání, např pro kombinaci zatížení stálé a krátkodobé se má použít hodnota k_{mod} odpovídající krátkodobému zatížení. (3.1.3)

$f_{m,d} = 13,54$ MPa

Návrhová pevnost ve smyku :

$f_{v,d} = 1,46$ MPa

Geometrie profilu :

	h	x	b
PROFIL	200	x	150
	výška	x	šířka

mm

Průřezové charakteristiky :

$A = 30,00 \cdot 10^3$	mm ²	$I_z = 56,3 \cdot 10^9$	mm ⁴
$I_y = 100,0 \cdot 10^9$	mm ⁴	$W_z = 750,0 \cdot 10^3$	mm ³
$W_y = 1000,0 \cdot 10^3$	mm ³		

Vnitřní síly působící na profil:

$M_{sdy} = 58,9$ kNm $V_{sdy} = 0$ kN

$M_{sdz} = 0$ kNm $V_{sdz} = 50,6$ kN

Návrhové ohybové napětí:

$\sigma_{m,y,d} = 58,90$ MPa $\leq 13,54$ MPa NEVYHOVUJE

$\sigma_{m,z,d} = 0,00$ MPa $\leq 13,54$ MPa VYHOVUJE

$k_m = 0,70$ - pro obdélníkové průřezy

Posouzení napětí v ohybu:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{4,35}{13,54} \leq 1$$

NEVYHOVUJE

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$\frac{3,05}{13,54} \leq 1$$

NEVYHOVUJE

Posouzení napětí ve smyku:

$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

$$\tau_{vy} = \frac{3 V_{sdy}}{2 b h} = 0,00 \text{ MPa}$$

$$\tau_{vz} = \frac{3 V_{sdz}}{2 b h} = 2,53 \text{ MPa}$$

Dvojosá napjatost ve smyku:

$$\frac{\sqrt{\tau_{vy}^2 + \tau_{vz}^2}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,73}{2,4} \leq 1$$

NEVYHOVUJE

Využití průřezu : 435 %

POSOUZENÍ - VYŠŠÍ STŘECHA - SLOUPEK 160/ 160

Typ dřeva : ROSTLÉ DŘEVO

Třída provozu : 2

Je charakterizována vlhkostí materiálu odpovídající teplotě 20°C a relativní vlhkosti okolního vzduchu p řesahujícího 85% pouze po několik týdnů v roce ve třídě provozu 2 nepřesahuje průměrná vlhkost u většiny dřeva jehličnatých dřevin 20%.

- při výpočtu není použito součinitele k_h pro zvětšení pevnosti dřeva

Třída pevnosti : C22

Charakteristická pevnost v ohybu :

$f_{m,k} = 22$ [Mpa]

Charakteristická pevnost v tlaku :

$f_{c,0,k} = 20,1$ [Mpa]

Charakteristická pevnost ve smyku :

$f_{v,k} = 2,4$ [Mpa]

Součinitel vlastnosti materiálu :

Kombinace zatížení

☒ základní ☐ mimořádná

$\gamma_m = 1,3$

Rozhodující je zatížení :

Střednědobé

$k_{mod} = 0,8$ - modifikační součinitel pevnosti pro třídy provozu a třídy trvání zatížení

Jestliže se kombinace zatížení skládá ze zatížení příslušejících k různým třídám trvání zatížení má se zvolit hodnota k_{mod} , která odpovídá zatížení

s nejkratší dobou trvání, např pro kombinaci zatížení stálé a krátkodobé se má použít hodnota k_{mod} odpovídající krátkodobému zatížení. (3.1.3)

Délka prutu $L = 2,100$ m

Štíhlostní poměry :

$L_{ef,y} = 1$ 1 2,100 m $\lambda_y = L_{ef,y} \cdot i_y = 45,5$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 0,793$$

$L_{ef,z} = 1$ souč·L= 2,100 m $\lambda_z = L_{ef,z} \cdot i_z = 45,5$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{f_{c,0,k} / E_{0,05}} = 0,793$$

$L_{klop} = 1$ 2,100 m

Geometrie profilu : $h = 160$ mm $x = 160$ mm $b = 160$ mm
PROFIL 160×160 mm
výška x

Průřezové charakteristiky :

$I_y = 54,6 \cdot 10^9$ mm⁴

$A = 25,60 \cdot 10^3$ mm²

- plocha průřezu

$W_y = 682,7 \cdot 10^3$ mm³

$I_z = 54,6 \cdot 10^9$ mm⁴

- moment setrvačnosti

$i_y = 46,2$ mm

$W_z = 682,7 \cdot 10^3$ mm³

- pruřez. modul

$i_z = 46,2$ mm

- poloměr setrvačnosti

Vnitřní síly působící na profil:

$M_{sdy} = 2,5$ kNm

$V_{sdy} = 0$ kN

$N_{sd} = 63,3$ kN

$M_{sdz} = 0$ kNm

$V_{sdz} = 0$ kN

$\beta_c = 3,00$ pro rostlé dřevo

Součinitele vzpěrnosti :

$$k_y = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 1,55$$

$$k_{ey} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,35$$

$$k_z = 0,5(1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = 1,55$$

$$k_{ez} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,35$$

$k_{c,min} = 0,35$

Účinná délka nosníku závislá na podmínkách uložení :

$l_{ef} = 2,10$ m

Krytické napětí v ohybu :

$$\sigma_{merit} = \frac{0,78 \cdot b^2}{h \cdot l_{ef}} \cdot E_{0,05} = 398,17 \text{ Mpa}$$

Poměrná štíhlost v ohybu :

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{merit}}} = 0,235 \text{ Mpa}$$

$$k_{crit} = \begin{cases} 1 & \text{pro } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m} & \text{pro } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} & \text{pro } 1,4 < \lambda_{rel,m} \end{cases} = 1,000$$

Poměr rozpětí k typu nosníku

☒ 1,00 ☐ 0,90 ☐ 0,80 ☐ 0,50

Součinitel v důsledku příčné a torzní nestability :

Návrhová napětí:

$$\begin{aligned}\sigma_{c,0,d} &= 2,47 \text{ MPa} \leq k_{c,min} f_{c,0,d} = 4,28 \text{ MPa} && \text{VYHOVUJE} \\ \sigma_{m,y,d} &= 3,66 \text{ MPa} \leq k_{crit,y} f_{m,y,d} = 13,54 \text{ MPa} && \text{VYHOVUJE} \\ \sigma_{m,z,d} &= 0,00 \text{ MPa} \leq k_{crit,z} f_{m,z,d} = 13,54 \text{ MPa} && \text{VYHOVUJE} \\ k_m &= 0,70 && \text{- pro obdélníkové průřezy}\end{aligned}$$

Posouzení kombinace napětí:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit,y} f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$0,85 \leq 1$$

VYHOVUJE

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{k_{crit,z} f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$0,77 \leq 1$$

VYHOVUJE

Posouzení napětí ve smyku:

$$\begin{aligned}\tau_d &\leq f_{v,d} \\ \tau_{vy} &= \frac{3 V_{sdy}}{2 bh} = 0,00 \text{ MPa} \\ \tau_{vz} &= \frac{3 V_{sdz}}{2 bh} = 0,00 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Dvojosá napjatost ve smyku:

$$\frac{\sqrt{\tau_{vy}^2 + \tau_{vz}^2}}{f_{v,d}} \leq 1$$

$$0,00 \leq 1 \text{ VYHOVUJE}$$

Využití průřezu : 85 %

Kontrola štíhlosti prvku:

ČSN EN 1995-1-1 nepředepisuje žádné mezní hodnoty štíhlosti tlačných prvků. Program přesto provádí výpočet štíhlosti a porovnává je s mezními hodnotami stanovenými ve staré české normě ČSN 73 1401. Toto porovnání nemá vliv na výsledek posouzení prvku a slouží pouze pro informaci uživatele.

Konstrukční prvky

- ☒ Sloupy a podporové stojky
- ☐ Tlačené části vazníků celistvé
- ☐ Tlačené části vazníků členěné a složené
- ☐ Vyztužovač a jejich části

Mezní štíhlost poměr Lamda pro konstrukci

- ☒ Trvalé
- ☐ Dočasné a pomocné

$$\lambda_y = L_{ef,y} \cdot i_y = 45,5 \leq 120$$

Štíhlost vyhovuje

$$\lambda_z = L_{ef,z} \cdot i_z = 45,5 \leq 120$$

Štíhlost vyhovuje

