

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra zpracování dřeva a biomateriálů



Návrh rodinného domu typu dřevostavby panelové konstrukce

14.3 Příloha III. – Statické posouzení vybraných prvků
PŘEKLAD

Autor: Bc. František Ladislav, DiS.

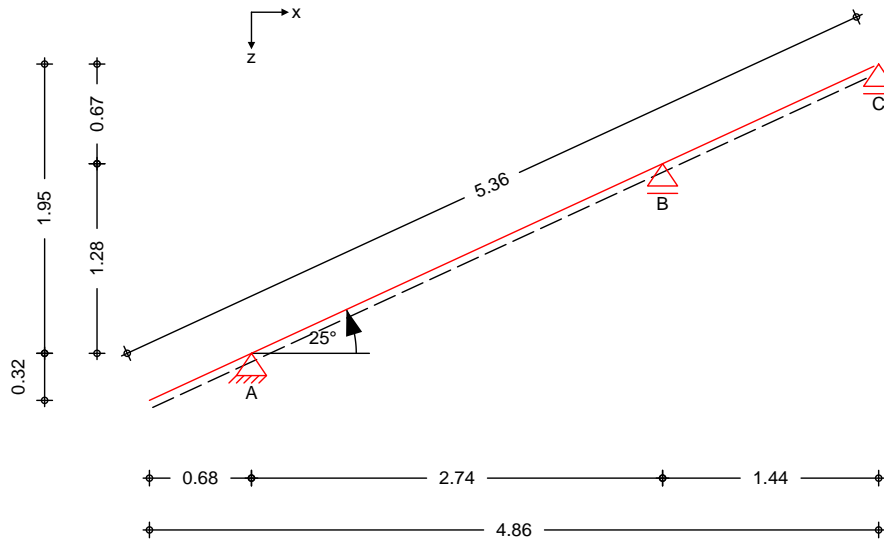
Vedoucí práce: Ing. Přemysl Šedivka, Ph.D.

2021

Pos. 1.1 Krokev

Schéma
 M 1:50

Krokev o dvou polích s krakorcem



Rozměry
 Materiál/Průřez

Pole	l [m]	Materiál	b/h [cm]
Kr	0.68	NH C24	8.0/24.0
1	2.74		
2	1.44		

Podpory

Podpora	x [m]	z [m]	Tuhost [kN/m]	Tuhost [kN/m]
A	0.68	0.32	pevná	pevná
B	3.42	1.59	kloub	kloub
C	4.86	2.27	kloub	kloub

Hloubka osedlání na podpoře t = 3.5 cm

Sklon střechy

Sklon střechy = 25.0 °

Rozteč krokví

Rozteč a = 0.715 m

Zatížení

Zatížení podle ČSN EN 1990 (730002)

Gk

Vlastní tíha

Qk.S

Ostatní stálé zatížení

Sníh

Sníh pro místa do + 1000 m.n.m

Qk.S min/max hodnota

Qk.S.A Tvarový součinitel(i)

Qk.W

Vítr

Zatížení větrem

Qk.W min/max hodnota

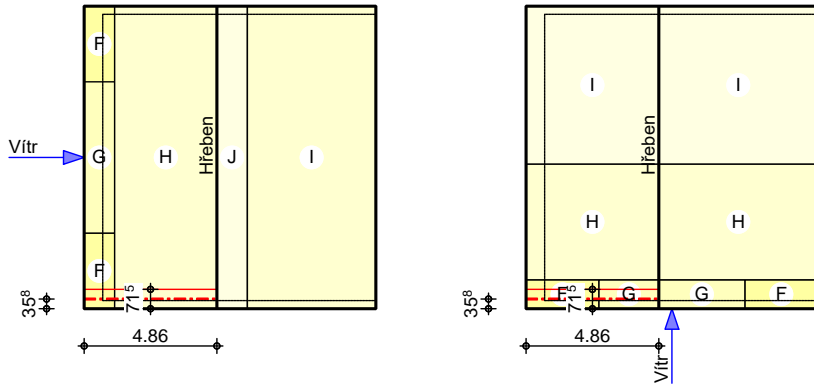
Qk.W.000 Směr větru

Qk.W.090 Směr větru

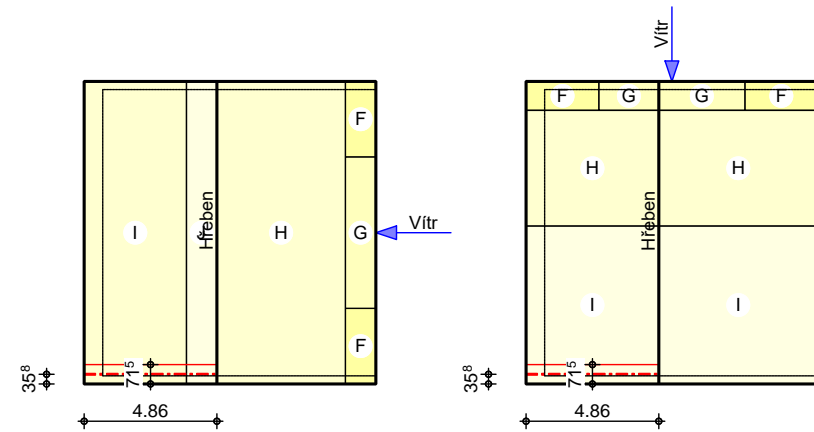
	Qk.W.180	Směr větru	· · ·						
	Qk.W.270	Směr větru	· · ·						
Vítr/Sníh	Stanovení zatížení větrem a sněhem								
Typ střechy	Sedlová střecha, sklon vlevo $l = 25.00^\circ$								
	Sedlová střecha, sklon vpravo $r = 25.00^\circ$								
	Přesah střechy na okapu $\ddot{u}_l = 0.50$ m								
	Přesah střechy na štítu vpředu $\ddot{u}_{Gv} = 0.30$ m								
	Přesah střechy na štítu vzadu $\ddot{u}_{Gh} = 0.30$ m								
Rozměry budovy	Šířka (štít)	B =	9.72	m					
	Délka (okap)	L =	10.57	m					
	Výška (hřeben)	H =	6.97	m					
Poloha prvku	Poloha ve střešní rovině								
	Odstup od štítu	$a_{Ov} =$	0.36	m					
	Šířka vlevo	$L_{Bl} =$	0.36	m					
	Šířka vpravo	$L_{Br} =$	0.36	m					
Geografické údaje	Nadmořská výška	A =	570.00	m.n.m					
Zatížení větrem	manuální zadání středního tlaku větru								
	Zohlednění všech případů dle ČSN,								
	Poznámka 1 - směr větru 0° na okap vlevo								
	Střední tlak větru $q_p = 0.83$ kN/m ²								
	$e_B/10 = 1.12$ m	$e_B/4 = 2.79$ m							
	$e_L/10 = 1.07$ m	$e_L/4 = 2.67$ m							
Vnější tlak	na přesah střechy $A = 3.83$ m ²								
	B.	$C_{pe,0}$	$C_{pe,90}$	$C_{pe,180}$	$C_{pe,270}$	$W_{e,0}$	$W_{e,90}$	$W_{e,180}$	$W_{e,270}$
				[-]				[kN/m ²]	
	D	0.86	0.86		0.86	0.71	0.71		0.71
	E		-0.45	-0.45	-0.45		-0.37	-0.38	-0.37
	F+	0.53		0.32		0.44		0.26	
	F-	-1.06		-1.25		-0.88		-1.04	
	F_{vlevo}		-1.37		-1.37		-1.14		-1.14
	G_{vlevo}		-1.63		-1.63		-1.35		-1.35
	H+	0.33		0.25		0.28		0.20	
	H-	-0.23		-0.28		-0.19		-0.23	
	I	-0.40		-0.40		-0.33		-0.33	
	I_{vlevo}		-0.50		-0.50		-0.42		-0.42
	J	-1.04		-0.74		-0.86		-0.61	
Vnější tlak	pro plochu střechy $A = 10.00$ m ²								
	B.	$C_{pe,0}$	$C_{pe,90}$	$C_{pe,180}$	$C_{pe,270}$	$W_{e,0}$	$W_{e,90}$	$W_{e,180}$	$W_{e,270}$
				[-]				[kN/m ²]	
	D	0.76	0.75		0.75	0.63	0.63		0.63
	E		-0.41	-0.42	-0.41		-0.34	-0.35	-0.34
	F+	0.53		0.32		0.44		0.26	
	F-	-0.63		-0.81		-0.53		-0.67	
	F_{vlevo}		-1.17		-1.17		-0.97		-0.97
	G_{vlevo}		-1.37		-1.37		-1.13		-1.13

B.	C _{pe,0}	C _{pe,90}	C _{pe,180} [-]	C _{pe,270}	W _{e,0}	W _{e,90}	W _{e,180} [kN/m ²]	W _{e,270}
H+	0.33		0.25		0.28		0.20	
H-	-0.23		-0.28		-0.19		-0.23	
I	-0.40		-0.40		-0.33		-0.33	
I _{vlevo}		-0.50		-0.50		-0.42		-0.42
J	-0.88		-0.67		-0.73		-0.55	

M 1:275



M 1:275



Zatížení sněhem

manuální zadání charakt. hodnoty zatížení $S_k = 1.50 \text{ kN/m}^2$

Obr.zatížení	1	S [kN/m ²]
(i)	0.80	1.20

Zatěžovací stavy

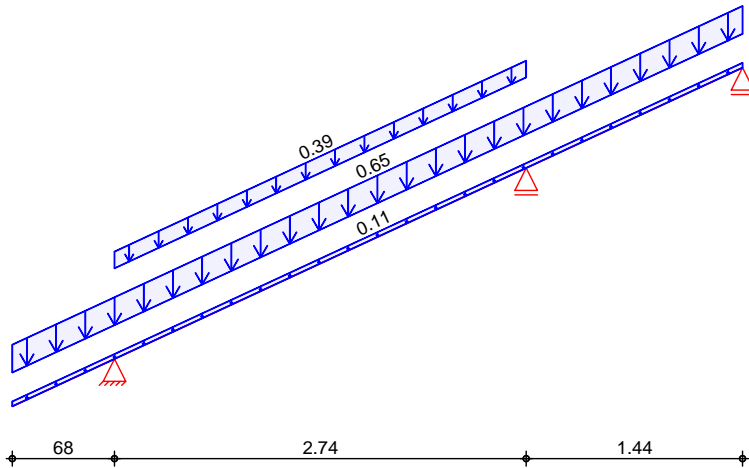
Zatížení na systém

Grafika

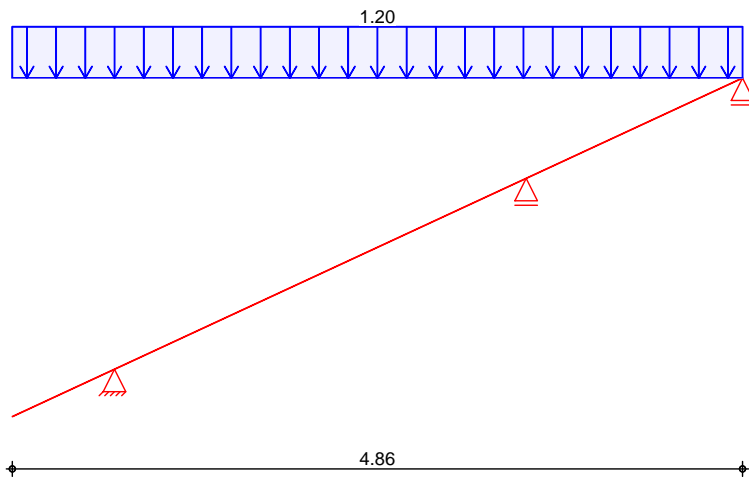
Zobrazení zatěžovacích stavů

Zatížení

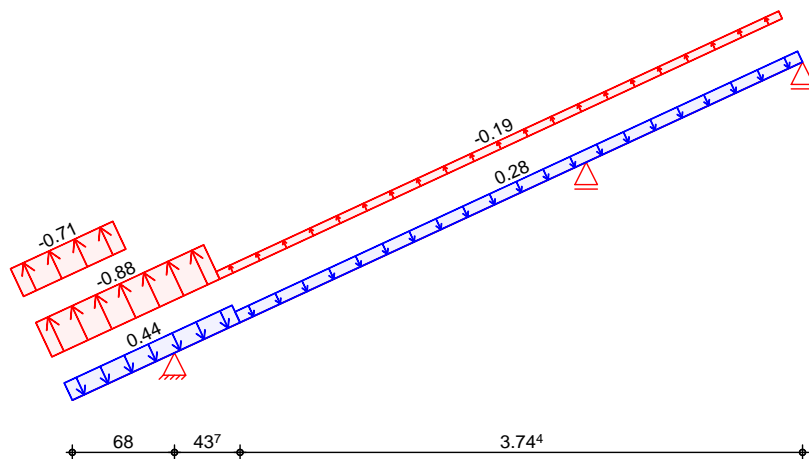
Gk



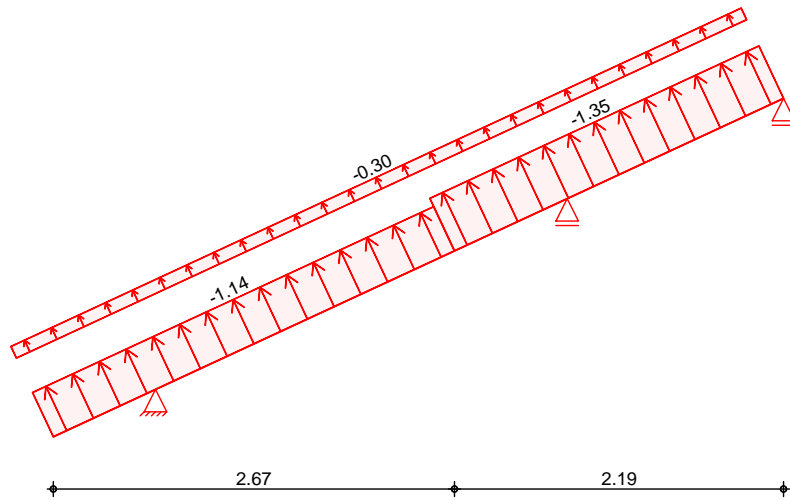
Qk.S.A



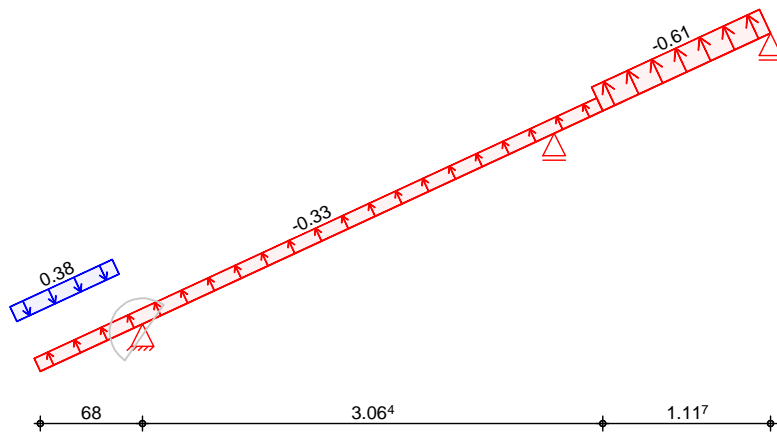
Qk.W.000



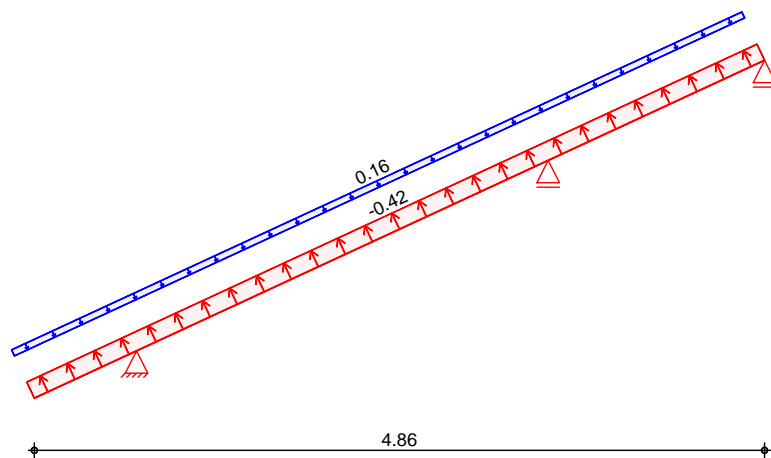
Qk.W.090



Qk.W.180



Qk.W.270



Plošné zatížení
 ve směru osy z
 Zat. Gk

Pole	Směr	Komentář	a [m]	s [m]	Q _a [kN/m ²]	Q _e [kN/m ²]
Kr	vertik.	VI.tíha	0.00	4.86		0.11
Kr	vertik.	Stř. plášť	0.00	4.86		0.65
1	vertik.	Podhled	0.00	2.74		0.39
Zat. Qk.S.A	Kr	vertik. GF	0.00	4.86		1.20
Zat. Qk.W.000	Kr	lokál	0.00	0.68		-0.71
	Kr	lokál	0.00	1.12		0.44
	Kr	lokál	0.00	1.12		-0.88
	1	lokál	0.44	3.74		0.28
	1	lokál	0.44	3.74		-0.19
Zat. Qk.W.090	Kr	lokál	0.00	4.86		-0.30
	Kr	lokál	0.00	2.67		-1.14
	1	lokál	1.99	2.19		-1.35
Zat. Qk.W.180	Kr	lokál	0.00	0.68		0.38
	Kr	lokál	0.00	3.74		-0.33
	2	lokál	0.32	1.12		-0.61
Zat. Qk.W.270	Kr	lokál	0.00	4.86		0.16
	Kr	lokál	0.00	4.86		-0.41

lokál: lokální zatížení kolmo k rovině střechy
 vertik.: vertikální zatížení vzhledem k nosníku
 vertik. GF: vertikální zatížení - půdorysný průmět

Kombinace

Kombinace zatížení dle ČSN EN 1990 (730002)
 Znázornění rozhodujících kombinací

stálé/střednědobé
 kvazi-stálé

Ek	KLED	(* * EW)
2	ku	1.35*Gk +1.50*Qk.S.A
13		1.00*Gk
14	st	1.35*Gk
15	ku	1.35*Gk +1.50*Qk.S.A
23	ku/sk	1.35*Gk +1.50*Qk.W.090
25	ku/sk	1.00*Gk +1.50*Qk.W.090

ku: střednědobé
 st: stálé
 ku/sk: krátkodobé

Vzor zatížení

Kombinace zatížení se vzorem zatížení

Vzor	Zatížení
1	Gk Qk.S.A
2	Gk Qk.W.000
3	Gk Qk.W.090
4	Gk Qk.W.180
5	Gk Qk.W.270

Vyhodnocení

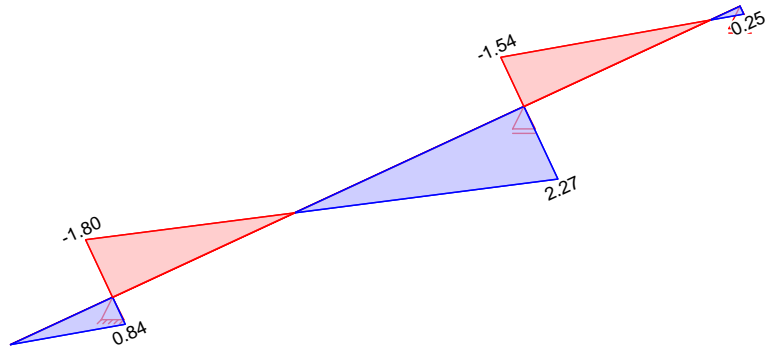
Vyhodnocení vnitřních sil

Grafika

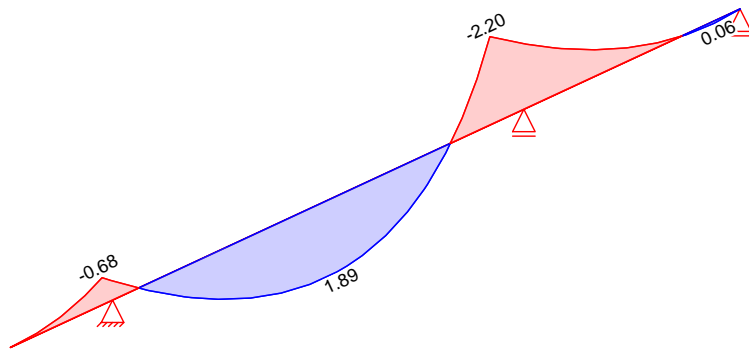
Vnitřní síly (rozhodující)

Komb. 2

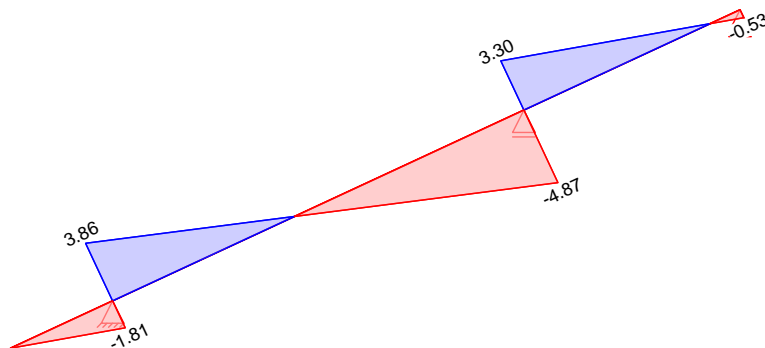
Normálové síly $N_{x,d}$ [kN/m]



Ohybový moment $M_{y,d}$ [kNm/m]



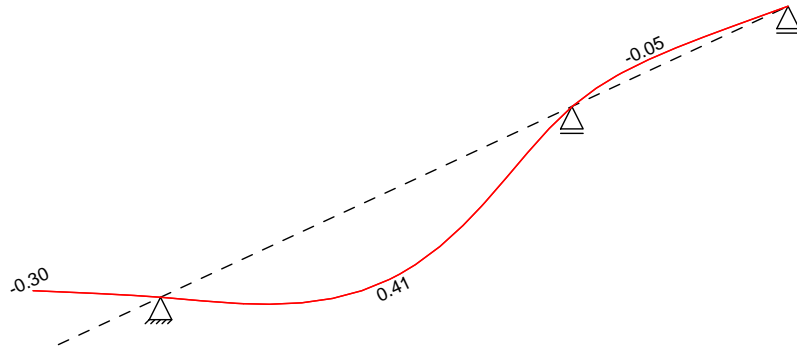
Posouvající síly $V_{z,d}$ [kN/m]



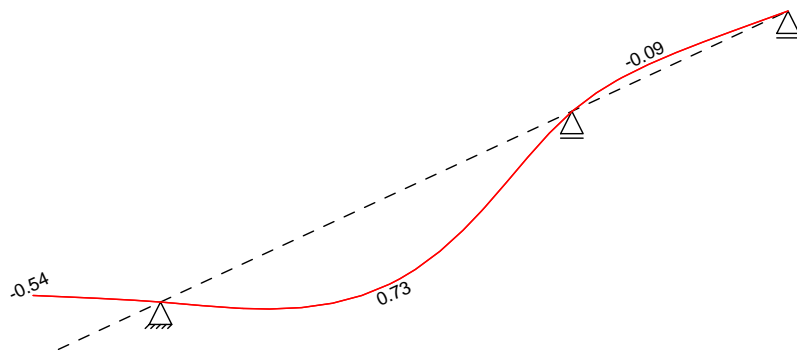
Vyhodnocení Vyhodnocení přetvoření

Grafika Přetvoření (rozhodující)

Komb. 13 (inst) Průhyb $w_{z,d}$ [mm]



Komb. 13 (fin) Průhyb $w_{z,d}$ [mm]



Tabulka

Přetvoření (rozhodující)

	Feld	x [m]	$w_{z,d,min}$ [mm]	$w_{z,d,max}$ [mm]	$w_{x,d,min}$ [mm]	$w_{x,d,max}$ [mm]
Komb. 13 (inst)	Kr	0.00	-0.30 *	-0.30	0.00	0.00
		0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.24	0.40	0.40	0.00	0.00
		1.43	0.41	0.41 *	0.00	0.00
2	3.02	0.00	0.00	0.00	0.00	
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Komb. 13 (fin)	Kr	0.00	-0.54 *	-0.54	0.00	0.00
		0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.24	0.72	0.72	0.00	0.00
		1.43	0.73	0.73 *	0.00	0.00
	2	3.02	0.00	0.00	0.00	0.00
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Feld	X [m]	W _{z,d,min} [mm]	W _{z,d,max} [mm]	W _{x,d,min} [mm]	W _{x,d,max} [mm]
	1.59	0.00	0.00	0.00	0.00

Materiál/Průřez

Materiálové charakteristiky a průřezové veličiny dle ČSN EN 1995-1-1 (731701)

Materiál

Materiál	f _{mk}	f _{t0k}	f _{c0k}	f _{c90k}	f _{vk}	E _{mean}
C24	24.0	14.5	21.0	2.5	4.0	11000

Průřez

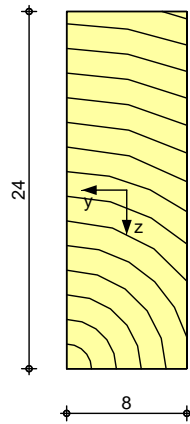
Druh	b [cm]	h [cm]	A [cm ²]	I _y [cm ⁴]
OBD.	8.0	24.0	192	9216

OBD.: Obdélníkový průřez

Grafika

Průřez - graficky [cm]

M 1:5



Třída použití 2

Ověření (MSÚ)

Ověření na mezní stav únosnosti dle ČSN EN 1995-1-1 (731701)

Ohyb

Ověření pevnosti v ohybu

	x [m]	E _k	k _{mod} [-]	N _d M _{yd} [kN,kNm]	σ _d σ _{my,d} [N/mm ²]	f _{0,d} f _{my,d} [N/mm ²]	[-]
Krkorec	<i>(L = 0.75 m, k_{c,y} = 0.98)</i>						
	0.75	2	0.90	0.60 -0.49	0.03 0.63	10.04 16.62	0.04 *
Pole 1	<i>(L = 3.02 m, k_{c,y} = 0.86)</i>						
	3.02	2	0.90	1.62 -1.57	0.08 2.05	10.04 16.62	0.13 *
Pole 2	<i>(L = 1.59 m, k_{c,y} = 0.98)</i>						
	0.00	2	0.90	-1.10 -1.57	0.06 2.05	14.54 16.62	0.13 *

Smyk

Ověření smykové pevnosti

	x [m]	Ek	k _{mod} [-]	V _{z,d} [kN]	^d [N/mm ²]	f _{v,d} [N/mm ²]	[-]
Krakorec	0.75	2	0.90	-1.29	0.20	2.77	0.07 *
Pole 1	3.02	2	0.90	-3.48	0.54	2.77	0.20 *
Pole 2	0.00	2	0.90	2.36	0.37	2.77	0.13 *

Stabilita

Ověření stability (klopení a vzpěr)

Krokve jsou považovány za zajištěné proti klopení (zavětrování střechy).

Vliv stability je zahrnut v ověření.

Jsou zohledněny následující efektivní délky polí.

Efekt. délky

	l [m]	l _{ef,cy} [m]
Krakorec	0.75	1.50
Pole 1	3.02	3.02
Pole 2	1.59	1.59

Ohyb

Ověření pevnosti v ohybu (oslabený průřez v podporách)

	t [cm]	Ek	k _{mod} [-]	N _d M _{yd} [kN,kNm]	^{o,d} _{my,d} [N/mm ²]	f _{0,d} f _{my,d} [N/mm ²]	[-]
Podpora A	3.5	2	0.90	0.60	0.04	10.04	
				-0.49	0.87	16.62	0.06
Podpora B	3.5	2	0.90	1.62	0.10	10.04	
				-1.57	2.81	16.62	0.18
Podpora C	3.5	2	0.90	0.18	0.01	10.04	
				0.00	0.00	16.62	0.00

Smyk

Ověření smykové pevnosti (oslabený průřez v podporách)

	t [cm]	Ek	k _{mod} [-]	V _{z,d} [kN]	^d [N/mm ²]	f _{v,d} [N/mm ²]	[-]
Podpora A	3.5	2	0.90	2.76	0.51	2.77	0.18
Podpora B	3.5	2	0.90	-3.48	0.64	2.77	0.23
Podpora C	3.5	8	1.00	0.59	0.11	3.08	0.04

Ověření (MSP)

Ověření na mezní stav použitelnosti dle ČSN EN 1995-1-1 (731701)

Přetvoření

Ověření přetvoření

	x [m]	Ek	Norm	W _{vorh} [mm]	W _{zul} [mm]	[-]
Pole 1	<i>(L= 3.02 m, TP 2, k_{def} = 0.80)</i>					
	1.41	13	W _{net,fin}	0.7	l/300=	10.1 0.07 *
Pole 2	<i>(L= 1.59 m, TP 2, k_{def} = 0.80)</i>					
	0.00	13	W _{net,fin}	-	l/300=	5.3 0.00 *

Záporné hodnoty průhybu nebyly zohledněny.

Síly v podporách

na každý bm (zatížení větrem C_{pe,10})

Vyhodnocení

stálé/střednědobé

Podpora	$F_{x,d,min}$ [kN/m]	EK	$F_{x,d,max}$ [kN/m]	EK	$F_{z,d,min}$ [kN/m]	EK	$F_{z,d,max}$ [kN/m]	EK
A	-4.44	23	0.77	20	-0.12	25	6.26	15
B					-3.37	25	9.02	15
C					-0.76	25	0.58	15

Souhrn

Souhrn ověření

Ověření (MSÚ)

Ověření na mezní stav únosnosti

Ověření	Pole	x [m]		[-]
Ohyb	Pole 1	3.02	OK	0.13
Smyk	Pole 1	3.02	OK	0.20
Ohyb	Podpora B		OK	0.18
Smyk	Podpora B		OK	0.23

Ověření (MSP)

Ověření na mezní stav použitelnosti

Ověření	Pole	x [m]		[-]
celkový konečný průhyb	Pole 1	1.41	OK	0.07

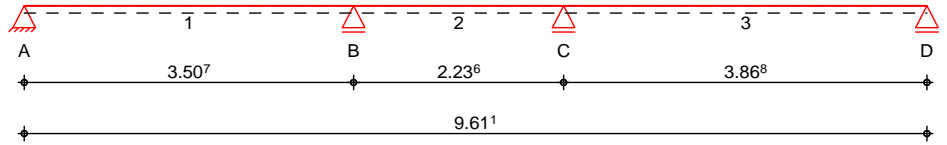
Pos. 2.6

O

Schéma

Spojité nosník o třech polích

M 1:80



Rozměry /
Třídý použití

Pole	l [m]	TP
1	3.51	2
2	2.24	2
3	3.87	2

Nosník je zajištěn proti klopení.

Podpory

Podpora	x [m]	b [cm]	Tuhost [kN/m]	Pootočení [kNm/rad]
A	0.00	18.00	pevná	volné
B	3.51	10.00	kloub	volné
C	5.74	10.00	kloub	volné
D	9.61	18.00	kloub	volné

Materiál

BSH GL24c

Průřez

b/h = 12/32 cm

Zatížení

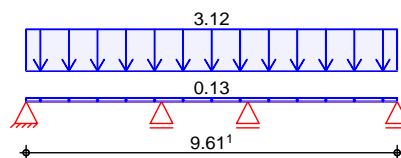
Zatížení na konstrukci

Grafika

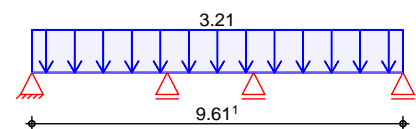
Zobrazení zatěžovacích stavů

Zat. stavy

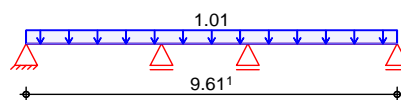
Gk



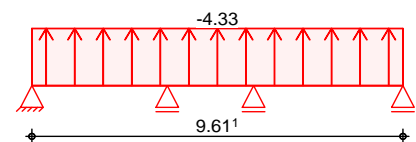
Qk.S.A



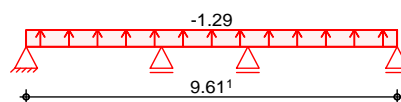
Qk.W.000



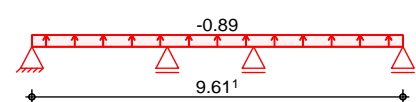
Qk.W.090



Qk.W.180



Qk.W.270



Plošné zatížení
 ve směru osy z

	Pole	Komentář	a [m]	s [m]	Q _{li} [kN/m]	Q _{re} [kN/m]
Zat. Gk	1	vlastní tíha	0.00	9.61		0.13
	(a) 1		0.00	9.61		3.12
Zat.. Qk.S.A	(a) 1		0.00	9.61		3.21
Zat. Qk.W.000	(a) 1		0.00	9.61		1.01
Zat. Qk.W.090	(a) 1		0.00	9.61		-4.33
Zat. Qk.W.180	(a) 1		0.00	9.61		-1.29
Zat. Qk.W.270	(a) 1		0.00	9.61		-0.89

(a) z Pos. '1.1', Podpora 'B'

Kombinace Kombinace zatížení dle ČSN EN 1990 (730002) Znáznornění rozhodujících kombinací

	Ek	KLED	(* *EW)	
stálé/střednědobé	2	ku	1.35*Gk	+1.50*Qk.S.A
krátkodobé	13		1.00*Gk	+1.00*Qk.S.A
	14		1.00*Gk	+1.00*Qk.W.090
kvazi-stálé	15		1.00*Gk	

ku: krátkodobé

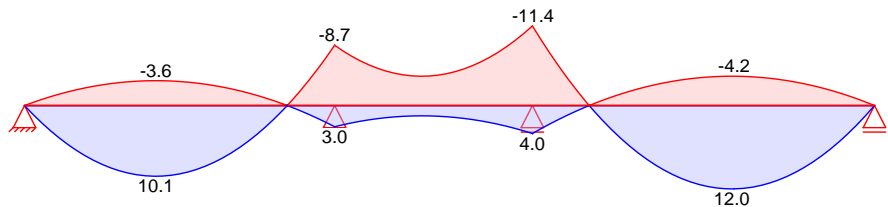
Vzor zatížení Kombinace zatížení se vzorem zatížení

Vzor	Zatížení	
1	Gk	Qk.S.A
2	Gk	Qk.W.000
3	Gk	Qk.W.090
4	Gk	Qk.W.180
5	Gk	Qk.W.270

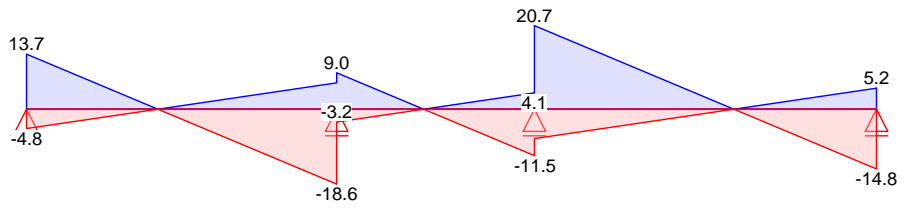
Vyhodnocení Vyhodnocení vnitřní sil

Grafik Vnitřní síly (obálka)

Kombinace Ohybový moment M_{y,d}[kNm]



Posouvající síly $V_{z,d}$ [kN]



Materiál/Průřez

dle ČSN EN 1995-1-1 (731701)

Materiál

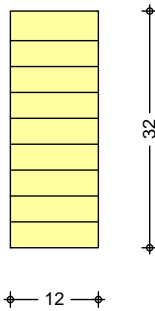
Dřevo	$f_{m,k}$	f_{t0k}	f_{c0k}	f_{c90k}	f_{vk}	E_{0mean}
	[N/mm ²]					
BSH GL24c ^f	24.0	17.0	21.5	2.5	3.5	11000
f: lepené lamelové dřevo						

Průřez

b	h	A	I_y
[cm]	[cm]	[cm ²]	[cm ⁴]
12.0	32.0	384.0	32768.0

Řez
M 1:10

Dřevěný trám



Ověření (MSÚ)

Ověření na mezní stav únosnosti dle ČSN EN 1995-1-1 (731701)

Ohyb

Ověření pevnosti v ohybu

x	E_k	k_{mod}	$M_{y,d}$	m_{d}	$f_{m,d}$		
[m]		[-]	[kNm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[-]	
<i>(L = 3.51 m)</i>							
Pole 1	1.49	2	0.90	10.15	4.96	16.62	0.30 *
<i>(L = 2.24 m)</i>							
Pole 2	2.24	2	0.90	-11.42	5.58	16.62	0.34 *
<i>(L = 3.87 m)</i>							
Pole 3	2.26	2	0.90	11.97	5.84	16.62	0.35 *

Smyk

Ověření smykové pevnosti

x	E_k	k_{mod}	$V_{z,d}$	d	$f_{v,d}$		
[m]		[-]	[kN]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[-]	
Pole 1							
	0.38	2	0.90	10.17	0.56	2.42	0.23
	3.14	2	0.90	-15.19	0.83	2.42	0.34 *
Pole 2							
	0.37	2	0.90	5.64	0.31	2.42	0.13
	1.87	2	0.90	-8.12	0.44	2.42	0.18 *
Pole 3							
	0.37	2	0.90	17.34	0.95	2.42	0.39 *
	3.49	2	0.90	-11.34	0.62	2.42	0.26

Síly v podporách

		Ek	k_{mod} [-]	F_d [kN]	A_{ef} [cm ²]	K_{c90} [-]	c_{90d} [N/mm ²]	f^*_{c90d} [N/mm ²]	[-]
Podpora	A	2	0.90	13.66	252.0	1.00	0.54	1.73	0.31
Podpora	B	2	0.90	27.64	192.0	1.00	1.44	1.73	0.83
Podpora	C	2	0.90	32.27	192.0	1.00	1.68	1.73	0.97
Podpora	D	2	0.90	14.84	252.0	1.00	0.59	1.73	0.34

$$f^*_{c90d}: K_{c90} \cdot f_{c90d}$$

Ověření (MSP)

Ověření na mezní stav použitelnosti dle ČSN EN 1995-1-1 (731701)

Přetvoření

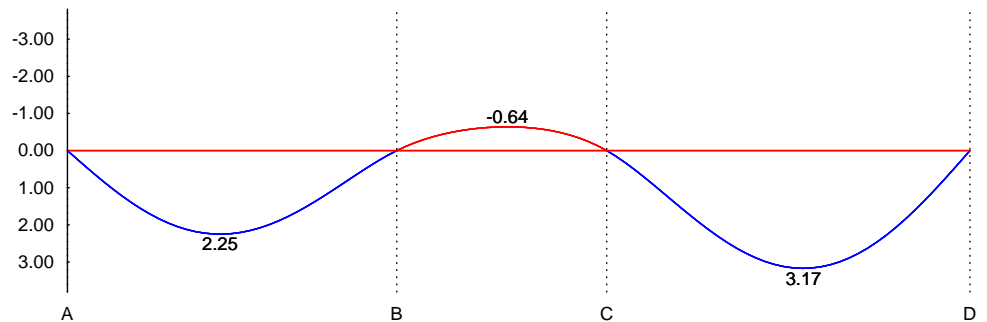
Ověření přetvoření

	x [m]	Ek	Norm	W_{vorh} [mm]	W_{zul} [mm]	[-]
Pole 1	<i>(L = 3.51 m, TP 2, $k_{def} = 0.80$)</i>					
	1.63	13	W_{inst}	2.2	$l/300 =$	11.7 0.19
	1.63	15	$W_{net,fin}$	2.0	$l/300 =$	11.7 0.17
Pole 2	<i>(L = 2.24 m, TP 2, $k_{def} = 0.80$)</i>					
	1.18	14	W_{inst}	0.1	$l/300 =$	7.5 0.01
Pole 3	<i>(L = 3.87 m, TP 2, $k_{def} = 0.80$)</i>					
	2.09	13	W_{inst}	3.2	$l/300 =$	12.9 0.25
	2.09	15	$W_{net,fin}$	2.9	$l/300 =$	12.9 0.22

Záporné hodnoty průhybu nebyly zohledněny.

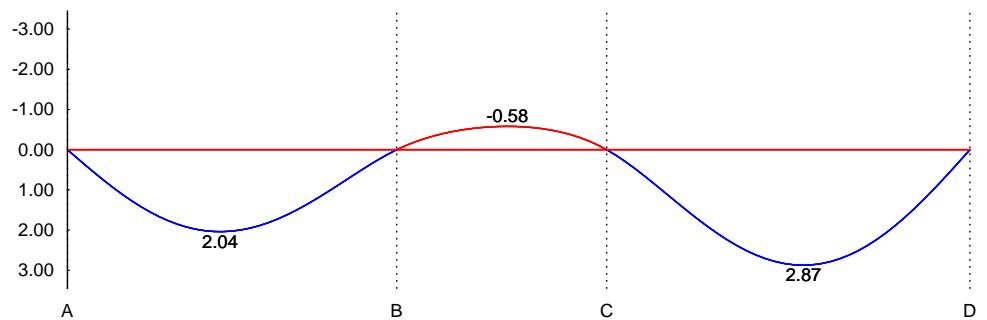
Okamžitý průhyb w_{inst} [mm]

M 1:80



Celkový konečný průhyb $w_{net,fin}$ [mm]

M 1:80



Souhrn

Souhrn ověření

Ověření (MSÚ)

Ověření na mezní stav únosnosti

Ověření	Pole/Podpora	x [m]		[-]
Ohyb	Pole 3	2.26	OK	0.35
Smyk	Pole 3	0.37	OK	0.39
Síly v podoře	Podpora C		OK	0.97

Ověření (MSP)

Ověření na mezní stav použitelnosti

Ověření	Pole	x [m]		[-]
Okamžitý průhyb	Pole 3	2.09	OK	0.25
Celkový konečný průhyb	Pole 3	2.09	OK	0.22