

Posouzení pažící konstrukce

Vstupní data

Projekt

Datum : 22.5.2025

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)
Součinitele EN 1992-1-1 : standardní
Ocelové konstrukce : EN 1993-1-1 (EC3)
Dílčí součinitel únosnosti ocelového průřezu : $\gamma_{M0} = 1,00$
Dřevěné konstrukce : EN 1995-1-1 (EC5)
Dílčí součinitel vlastností dřeva : $\gamma_M = 1,30$
Součinitel vlivu zatížení a vlhkosti (dřevo) : $k_{mod} = 0,50$
Součinitel šířky průřezu ve smyku (dřevo) : $k_{cr} = 0,67$

Výpočet tlaků

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)
Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)
Metoda výpočtu : závislé tlaky
Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe
Modul reakce podloží : standardní
Redukovat modul reakce podloží pro záporové pažení
Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Dočasná návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	

Součinitele redukce odporu (R)			
Dočasná návrhová situace			
Součinitel redukce stability kotvy :	$\gamma_{Ris} =$	1,10 [-]	
Součinitel redukce zemního odporu :	$\gamma_{Re} =$	1,40 [-]	

Kotvy

Metodika posouzení : mezní stavy

Součinitele redukce			
Součinitel spolehlivosti oceli :	$\gamma_s =$	1,35 [-]	
Součinitel redukce na vytržení ze zeminy :	$\gamma_e =$	1,35 [-]	
Součinitel redukce na vytržení ze zálivky :	$\gamma_c =$	1,35 [-]	

Geometrie konstrukce

Délka konstrukce = 6,00 m

Název průřezu : I-průřez : HE 160 B; a = 1,20 m
Spočtený koeficient redukce tlaku pod dnem jámy = 0,62
Plocha průřezu A = 4,52E-03 m²/m
Moment setrvačnosti I = 2,08E-05 m⁴/m

Modul pružnosti

Modul pružnosti ve smyku

Průřezový modul

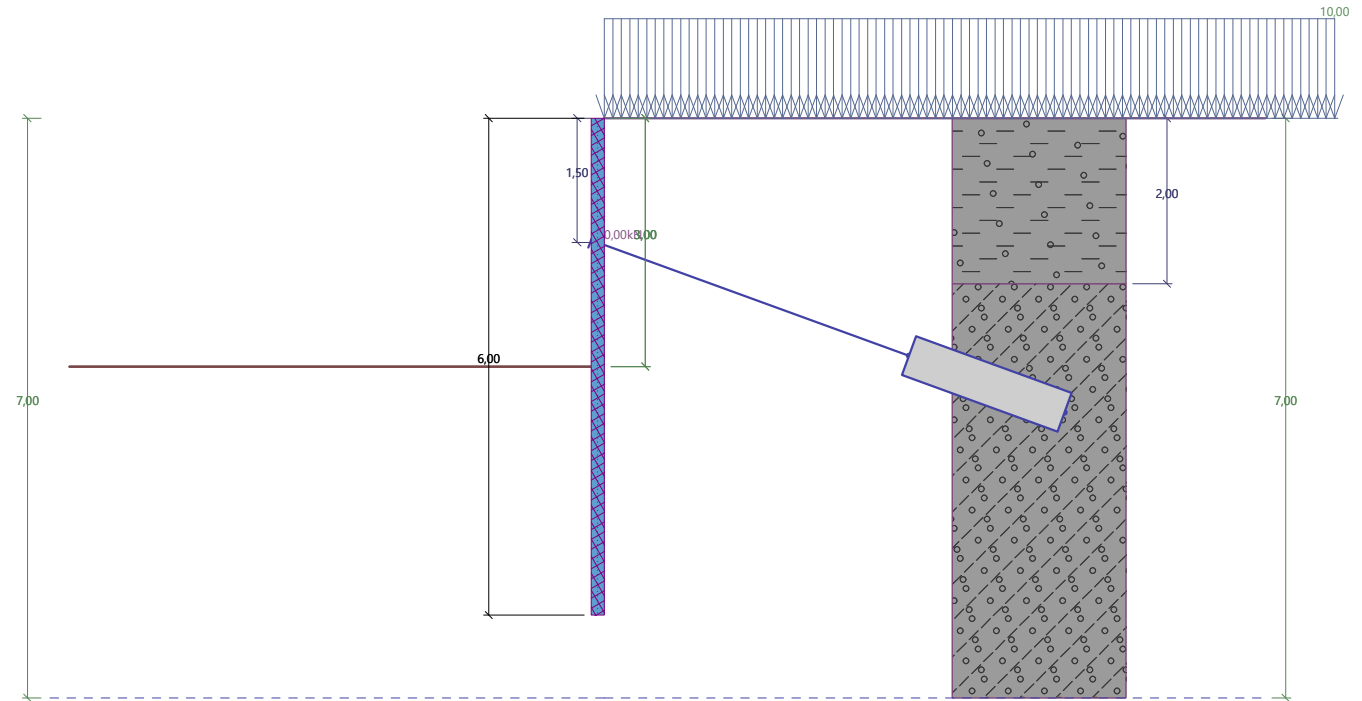
Plastický průřezový modul

$E = 210000,00 \text{ MPa}$

$G = 81000,00 \text{ MPa}$

$W = 2,596\text{E-}04 \text{ m}^3/\text{m}$

$W_{pl} = 2,950\text{E-}04 \text{ m}^3/\text{m}$



Materiál konstrukce

Ocel konstrukční: EN 10210-1 : S 235
Mez kluzu $f_y = 235,00 \text{ MPa}$
Modul pružnosti $E = 210000,00 \text{ MPa}$
Modul pružnosti ve smyku $G = 81000,00 \text{ MPa}$

Modul reakce podloží

Modul reakce podloží počítán podle teorie Schmitt.

Základní parametry zemín - (efektivní napjatost)


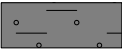
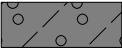

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
2	GT3 (F3-F4, tuhá)		23,00	14,00	18,50	8,50	0,00
3	GT6 (R6/R5)		32,50	8,00	21,00	11,00	0,00
4	GT4 (F1/F2, tuhá)		27,00	7,00	19,50	9,50	0,00

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Základní parametry zemín - (totální napjatost)

Číslo	Název	Vzorek	c_u [kPa]	a [kPa]	γ [kN/m ³]
1	GT0 (F3, F5, F2)		10,00	0,00	18,50

Parametry zemin pro výpočet modulu reakce podloží (Schmitt)

Číslo	Název	Vzorek	ν [-]	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]
1	GT0 (F3, F5, F2)		0,40	-	2,00
2	GT3 (F3-F4, tuhá)		0,35	-	5,00
3	GT6 (R6/R5)		0,35	-	20,00
4	GT4 (F1/F2, tuhá)		0,35	-	7,00

Parametry zemin

GT0 (F3, F5, F2)

Objemová tíha : $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : totální
 Soudržnost zeminy : $c_u = 10,00 \text{ kPa}$
 Přílnavost kce-zemina : $a = 0,00 \text{ kPa}$
 Zemina : nesoudržná
 Modul přetvárnosti : $E_{def} = 2,00 \text{ MPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,40$

GT3 (F3-F4, tuhá)

Objemová tíha : $\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : efektivní
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 23,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 14,00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 0,00^\circ$
 Zemina : nesoudržná
 Modul přetvárnosti : $E_{def} = 5,00 \text{ MPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,35$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 18,50 \text{ kN/m}^3$

GT6 (R6/R5)

Objemová tíha : $\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : efektivní
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 32,50^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 8,00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 0,00^\circ$
 Zemina : nesoudržná
 Modul přetvárnosti : $E_{def} = 20,00 \text{ MPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,35$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

GT4 (F1/F2, tuhá)

Objemová tíha : $\gamma = 19,50 \text{ kN/m}^3$
 Napjatost : efektivní
 Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 27,00^\circ$
 Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 7,00 \text{ kPa}$
 Třecí úhel kce-zemina : $\delta = 0,00^\circ$
 Zemina : nesoudržná
 Modul přetvárnosti : $E_{def} = 7,00 \text{ MPa}$
 Poissonovo číslo : $\nu = 0,35$
 Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 19,50 \text{ kN/m}^3$

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	2,00	0,00 .. 2,00	GT4 (F1/F2, tuhá)	
2	-	2,00 .. ∞	GT6 (R6/R5)	

Hloubení

Zemina před stěnou je odebrána do hloubky 3,00 m.

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 7,00 m
Hladina podzemní vody před konstrukcí je v hloubce 7,00 m
Podloží u paty konstrukce je nepropustné.

Zadaná plošná přetížení

Číslo	Přetížení		Působ.	Vel.1 [kN/m ²]	Vel.2 [kN/m ²]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
	nové	změna						
1	Ano		proměnné	10,00				na terénu

Zadané kotvy

Číslo	Nová kotva	Hloubka z [m]	Název	Dopnutí	Síla F [kN]
1	Ano	1,50	VSL zemní kotva Y1030H32R-R		40,00

Seznam nových kotev

VSL zemní kotva Y1030H32R-R

Typ kotvy : tyčová předpínací

Výrobní řada : VSL zemní kotva

Hloubka : z = 1,50 m

Volná délka : l = 4,00 m

Délka kořene : l_k = 2,00 m

Sklon : α = 20,00 °

Vzd. mezi : b = 2,40 m

Plocha průřezu : A = 804,00 mm²

Modul pružnosti : E = 200000,00 MPa

Předpínací síla : F = 40,00 kN

Výpočtová pevnost materiálu : f_u = 1030,00 MPa

Únosnost na vytržení ze zeminy : počítat z efektivní napjatosti

Průměr kořene : d = 500,0 mm

Únosnost na vytržení ze zálivky : počítat z parametrů betonu

Norma betonu : EN 1992-1-1 (EC2)

Pevnost betonu v tlaku : f_{ck} = 25,00 MPa

Součinitel soudržnosti : η₁ = 0,70

Celkové nastavení výpočtu

Počet dělení stěny na konečné prvky = 100

Vlastní výpočet mezních tlaků : redukovat podle nastavení

Minimální dimenzační tlak je uvažován hodnotou σ_{a,min} = 0,20σ_z

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : dočasná

Výsledky výpočtu

Průběhy tlaků na konstrukci (před a za stěnou)

Hloubka [m]	Ta,p [kPa]	Tk,p [kPa]	Tp,p [kPa]	Ta,z [kPa]	Tk,z [kPa]	Tp,z [kPa]
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.46	16.53
0.66	0.00	0.00	0.00	2.57	12.47	41.59
1.17	0.00	0.00	0.00	5.63	17.93	61.10
2.00	0.00	0.00	0.00	13.82	26.75	92.62
2.00	0.00	0.00	0.00	8.51	22.67	117.16
3.00	0.00	0.00	0.00	17.04	32.39	168.83
3.00	0.00	-0.00	-13.08	10.51	19.97	104.12
4.39	0.00	-8.32	-57.33	17.82	28.29	148.36
6.00	-8.48	-17.98	-108.66	26.30	37.95	199.70

Průběhy modulu reakce podloží a vnitřních sil po konstrukci

Hloubka [m]	kh,p [MN/m ³]	kh,z [MN/m ³]	Deformace [mm]	Tlak [kPa]	Pos.síla [kN/m]	Moment [kNm/m]
0.00	0.00	0.00	-2.38	0.00	0.00	0.00
0.30	0.00	0.00	-2.21	1.17	-0.18	0.02
0.60	0.00	0.00	-2.03	2.34	-0.70	0.14
0.90	0.00	0.00	-1.86	4.01	-1.64	0.48
1.20	0.00	0.00	-1.70	5.91	-3.12	1.18
1.50	0.00	0.00	-1.56	8.88	-5.33	2.42
1.50	0.00	0.00	-1.56	8.88	10.33	2.42
1.80	0.00	0.00	-1.46	11.85	7.22	-0.23
2.10	0.00	0.00	-1.35	9.36	3.71	-1.84
2.40	0.00	0.00	-1.21	11.92	0.51	-2.49
2.70	0.00	0.00	-1.02	14.48	-3.45	-2.07
3.00	0.00	0.00	-0.79	17.01	-8.11	-0.38
3.00	0.00	0.00	-0.79	-2.68	-8.17	-0.31
3.30	0.00	0.00	-0.55	-10.55	-6.21	1.87
3.60	80.86	0.00	-0.35	-18.48	-1.81	3.13
3.90	80.86	0.00	-0.21	-7.51	1.96	3.02
4.20	80.86	0.00	-0.14	-1.49	3.20	2.20
4.50	80.86	80.86	-0.11	2.89	2.95	1.24
4.80	80.86	80.86	-0.10	3.81	1.87	0.51
5.10	80.86	80.86	-0.11	2.92	0.84	0.11
5.40	80.86	80.86	-0.11	1.57	0.16	-0.03
5.70	80.86	80.86	-0.12	0.26	-0.11	-0.03
6.00	80.86	80.86	-0.13	-1.00	0.00	-0.00

Maximální posouvající síla = 10,33 kN/m

Maximální moment = 3,22 kNm/m

Maximální deformace = 2,4 mm

Síly v kotvách

Číslo	Hloubka [m]	Deformace [mm]	Síla v kotvě [kN]
1	1,50	-1,6	40,00

Vnitřní stabilita jednotlivých kotev - mezivýsledek

$E_A = 31,98 \text{ kN/m}$ $\delta = 25,19^\circ$

Hloubka teoretické paty pod dnem jámy $H_0 = 0,54$ m

Řada kotev	E_{A1} [kN/m]	δ_1 [°]	G [kN/m]	C [kN/m]	θ [°]	Započítané řady kotev	Q [kN/m]	F [kN/m]	FK_{MAX} [kN]
1	32,78	47,57	318,91	37,68	4,02		295,19	197,07	472,97

Posouzení vnitřní stability jednotlivých kotev

Číslo	Síla v kotvě [kN]	Max.příp.síla v kotvě [kN]	Posouzení
1	40,00	429,98	Vyhovuje

Rozhodující řada kotev : 1

Max. dovolená síla $F_{max} = 429,98$ kN > 40,00 kN = F_{zad}

Celkové posouzení vnitřní stability VYHOVUJE

Dimenzace čís. 1

Průběhy vnitřních sil po konstrukci

	Def. min [mm]	Def. max [mm]	Pos. síla min. [kN/m]	Pos. síla max [kN/m]	Moment min. [kNm/m]	Moment max. [kNm/m]
0.00	-2.38	-2.38	0.00	0.00	0.00	0.00
0.30	-2.21	-2.21	-0.18	-0.18	0.02	0.02
0.60	-2.03	-2.03	-0.70	-0.70	0.14	0.14
0.90	-1.86	-1.86	-1.64	-1.64	0.48	0.48
1.20	-1.70	-1.70	-3.12	-3.12	1.18	1.18
1.50	-1.56	-1.56	-5.33	-5.33	2.42	2.42
1.50	-1.56	-1.56	10.33	10.33	2.42	2.42
1.80	-1.46	-1.46	7.22	7.22	-0.23	-0.23
2.10	-1.35	-1.35	3.71	3.71	-1.84	-1.84
2.40	-1.21	-1.21	0.51	0.51	-2.49	-2.49
2.70	-1.02	-1.02	-3.45	-3.45	-2.07	-2.07
3.00	-0.79	-0.79	-8.11	-8.11	-0.38	-0.38
3.00	-0.79	-0.79	-8.17	-8.17	-0.31	-0.31
3.30	-0.55	-0.55	-6.21	-6.21	1.87	1.87
3.60	-0.35	-0.35	-1.81	-1.81	3.13	3.13
3.90	-0.21	-0.21	1.96	1.96	3.02	3.02
4.20	-0.14	-0.14	3.20	3.20	2.20	2.20
4.50	-0.11	-0.11	2.95	2.95	1.24	1.24
4.80	-0.10	-0.10	1.87	1.87	0.51	0.51
5.10	-0.11	-0.11	0.84	0.84	0.11	0.11
5.40	-0.11	-0.11	0.16	0.16	-0.03	-0.03
5.70	-0.12	-0.12	-0.11	-0.11	-0.03	-0.03
6.00	-0.13	-0.13	0.00	0.00	-0.00	-0.00

Maximální hodnoty deformací a vnitřních sil

Maximální deformace = -2,4 mm
Minimální deformace = -0,1 mm
Maximální ohybový moment = 3,22 kNm/m
Minimální ohybový moment = -2,50 kNm/m
Maximální posouvající síla = 10,33 kN/m

Posouzení ocelového průřezu podle EN 1993-1-1

Pro výpočet uvažovány všechny fáze budování.

Výpočtový součinitel namáhání průřezu = 1,00

Dimenzační síly na 1 I-profil

$M_{\max} = 3,87 \text{ kNm}; \quad Q = 0,12 \text{ kN}$
 $Q_{\max} = 12,39 \text{ kN}; \quad M = 2,91 \text{ kNm}$

Posouzení max. momentu $M_{\max} + Q$:

Posouzení ohybu:

$M_{\max}/M_{c,Rd} = 0,053 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení smyku:

$Q/V_{c,Rd} = 0,001 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení rovinné napjatosti:

Normálové napětí $\sigma_{x,Ed} = 10,39 \text{ MPa}$

Smykové napětí $\tau_{Ed} = 0,09 \text{ MPa}$

Posudek: $(\sigma_{x,Ed}/(f_y/Y_{M0}))^2 + 3*(\tau_{Ed}/(f_y/Y_{M0}))^2 = 0,002 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení max. posouvající síly $Q_{\max} + M$:

Posouzení ohybu:

$M/M_{c,Rd} = 0,040 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení smyku:

$Q_{\max}/V_{c,Rd} = 0,081 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení rovinné napjatosti:

Normálové napětí $\sigma_{x,Ed} = 7,82 \text{ MPa}$

Smykové napětí $\tau_{Ed} = 9,50 \text{ MPa}$

Posudek: $(\sigma_{x,Ed}/(f_y/Y_{M0}))^2 + 3*(\tau_{Ed}/(f_y/Y_{M0}))^2 = 0,006 \leq 1$ **Vyhovuje**

Průřez VYHOVUJE

Posouzení pažin č. 1

Vstupní data

Dřevo : C16 - jehličnaté

Typ průřezu : obdélník $b \times h = 100,0 \times 100,0 \text{ mm}$

Typ zatížení : obdélník

Posouzení dřevěného průřezu podle EN 1995-1-1

Pro výpočet uvažovány všechny fáze budování.

Výpočtový součinitel namáhání průřezu = 1,00

Posouzení tlaku a ohybu

$N = 0,00 \text{ kN}; \quad M = 0,31 \text{ kNm}$

Normálové napětí v tlaku $\sigma_{c,0,d} = 0,00 \text{ MPa}$

Normálové napětí v ohybu $\sigma_{m,d} = 1,84 \text{ MPa}$

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,d}/f_{m,d} = 0,299 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení smyku

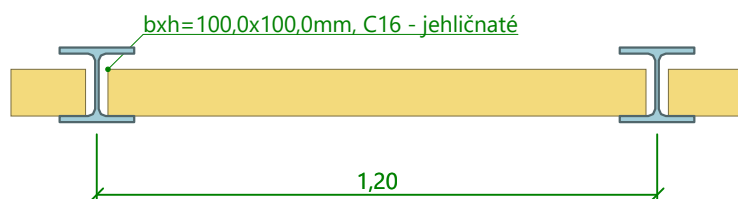
$Q_{\max} = 1,02 \text{ kN}$

Smykové napětí $\tau_d = 0,15 \text{ MPa}$

$\tau_d/k_{cr}/f_{v,d} = 0,186 \leq 1$ **Vyhovuje**

Průřez VYHOVUJE

Schéma pažiny



Posouzení převázky č. 1

Vstupní data

Ocel konstrukční: EN 10210-1 : S 235

Průřez : 2 x U(UPN) 120

Natočení α : natočení podle kotvy

Typ nosníku : prostý

Typ zatížení : bodové

Vzdálenost podpor : 1,20 m

Posouzení ocelového průřezu podle EN 1993-1-1

Pro výpočet uvažovány všechny fáze budování.

Výpočtový součinitel namáhání průřezu = 1,00

Dimenzační síly na 1 složený profil

$M_{\max} = 12,00 \text{ kNm}$; $Q = 20,00 \text{ kN}$

$Q_{\max} = 20,00 \text{ kN}$; $M = 12,00 \text{ kNm}$

Posouzení max. momentu $M_{\max} + Q$:

Posouzení ohybu:

$M_{\max}/M_{c,Rd} = 0,421 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení smyku:

$Q/V_{c,Rd} = 0,105 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení rovinné napjatosti:

Normálové napětí $\sigma_{x,Ed} = 84,07 \text{ MPa}$

Smykové napětí $\tau_{Ed} = 10,78 \text{ MPa}$

Posudek: $(\sigma_{x,Ed}/(f_y/Y_{M0}))^2 + 3*(\tau_{Ed}/(f_y/Y_{M0}))^2 = 0,134 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení max. posouvající síly $Q_{\max} + M$:

Posouzení ohybu:

$M/M_{c,Rd} = 0,421 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení smyku:

$Q_{\max}/V_{c,Rd} = 0,105 \leq 1$ **Vyhovuje**

Posouzení rovinné napjatosti:

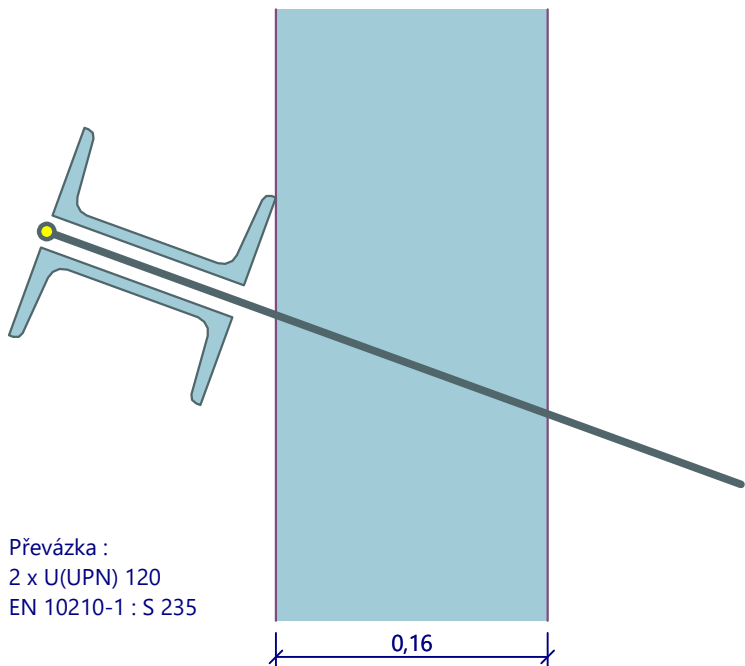
Normálové napětí $\sigma_{x,Ed} = 84,07 \text{ MPa}$

Smykové napětí $\tau_{Ed} = 10,78 \text{ MPa}$

Posudek: $(\sigma_{x,Ed}/(f_y/Y_{M0}))^2 + 3*(\tau_{Ed}/(f_y/Y_{M0}))^2 = 0,134 \leq 1$ **Vyhovuje**

Průřez VYHOVUJE

Schéma převázky



Celkové posouzení únosnosti kotev

Kotva	Fáze	Hloubka z [m]	Maximální síla F [kN]	Přetržení kotvy R _t [kN]	Vytržení ze zeminy R _e [kN]	Vytržení ze zálivky R _c [kN]	Posouzení
1	1	1,50	40,00	613,42	95,49	149,73	Vyhovuje (41,89 %)

Maximálně využita je kotva č. 1. (Fáze 1; z = 1,50 m)
Využití je 41,89 %

Únosnost kotev VYHOVUJE