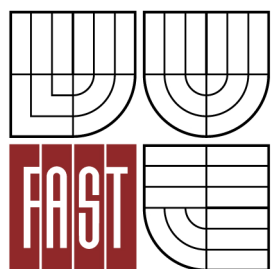




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

POSOUZENÍ EXISTUJÍCÍ KONSTRUKCE

THE ASSESSMENT OF EXISTING STRUCTURE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

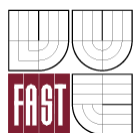
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

LENKA POSPÍŠILOVÁ

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. LADISLAV KLUSÁČEK, CSc.

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Lenka Pospíšilová
Název	Posouzení existující konstrukce
Vedoucí bakalářské práce	doc. Ing. Ladislav Klusáček, CSc.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2012
Datum odevzdání bakalářské práce	24. 5. 2013
V Brně dne 30. 11. 2012	

.....
prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

- 1) ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí
- 2) ČSN ISO 13822 (73 0038) Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí
- 3) Schéma konstrukce a její diagnostika
- 4) Specifikace mostového jeřábu

Zásady pro vypracování

- 1) Vytvoření prutového modelu konstrukce
- 2) Analýza vnitřních sil
- 3) Metoda vzpěra-táhlo pro krátkou konzolu
- 4) Stanovení nosnosti konstrukce vyčíslením hmotnosti břemene jeřábu

Požadované výstupy:

A) Textová část

A1) Technická zpráva

A2) Průvodní zpráva statickým výpočtem

B) Netextová část (resp. Přílohy textové části)

B1) Použité podklady,

B2) Statický výpočet,

B3) Přehledná grafická dokumentace získaných výsledků

B4) Výkresová dokumentace řešeného mostu v rozsahu dle vedoucího práce

Předepsané přílohy

.....
doc. Ing. Ladislav Klusáček, CSc.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKTY A KLÍČOVÁ SLOVA

Abstrakt

Cílem tohoto dokumentu je posouzení existující železobetonové skeletové konstrukce jednopodlažní haly.

V této práci je postupně proveden statický výpočet a posouzení jednotlivých nosných prvků železobetonové konstrukce. Důležitým aspektem při stanovování zatížení bylo plánované osazení mostového jeřábu s větší nosností. Hlavním podkladem pro posouzení existující konstrukce byl stavebně-technický průzkum, z jehož výsledků byly stanoveny vstupní výpočtové parametry.

Cílem práce bylo posoudit, zda je možno při stávajícím technickém stavu konstrukce osadit v budoucnu mostový jeřáb o vyšší požadované nosnosti, případně navrhnout taková technická opatření, která by toto umožňovala.

Klíčová slova

mostový jeřáb, kombinace zatížení, mezní stav únosnosti, ohybová výztuž, smyková výztuž

Abstract

This document aims to assess existing reinforced concrete construction of single-storey hall.

There is gradually made static calculation and made judgment on individual supporting elements of reinforced concrete construction. There was very important aspect of assessment load. That aspect was to calculate with planned installation of a new overhead crane with greater capacity. The main basis for the assessment of existing construction was building-technical survey, the results of which were determined input parameters calculation.

The aim of the study was to assess whether it is possible at the current technical state of the construction fitted in the future of higher overhead crane capacity required, or propose such technical measures that would allow this.

Keywords

overhead crane, combinations of load, the ultimate limit state, flexural reinforcement, shear reinforcement

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

POSPÍŠILOVÁ, Lenka. *Posouzení existující konstrukce*. Brno, 2013. 69 s., 31 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce doc. Ing. Ladislav Klusáček, CSc.

PROHLÁŠENÍ

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24.5.2013

.....
podpis autora
Lenka Pospíšilová

PODĚKOVÁNÍ

Úvodem bych chtěla poděkovat za cenné rady, věcné připomínky a odborné vedení při zpracování bakalářské práce, zejména, panu doc. Ing. Ladislavu Klusáčkovi, CSc., který byl vedoucím této bakalářské práce.

PRŮVODNÍ ZPRÁVA

Strana 1

Obsah statického výpočtu

Strana 4

Na začátku je stručně charakterizován konstrukční systém haly a použité materiály jednotlivých nosných prvků.

Strana 5

Úvodem výpočtu jeřábové dráhy jsou vybrané technické parametry dvounosníkového mostového jeřábu ITECO – ABUS s nosností 15t.

Strana 6 – 10

Výpočet stálého a proměnného zatížení jeřábové dráhy. Proměnné zatížení je tady dvounosníkový mostový jeřáb. Složky proměnného zatížení jsou tedy veškeré síly způsobené pohybem jeřábu po jeřábové dráze.

Strana 10

Vyjádření dynamických účinků zatížení jeřábové dráhy pomocí dynamických součinitelů.

Strana 11 – 12

Schematické obrázky skupin zatížení jeřábové dráhy. Stanovení sil zatížení jeřábové dráhy včetně dynamických součinitelů.

Strana 13 – 14

Základní rozměry průvlatku. Stanovení materiálových charakteristik průvlatku: druh a pevnost betonu, druhy a pevnosti oceli.

Strana 14 – 16

Výpočet zatížení průvlatku. Zatížení na průvlak je stálé a proměnné. Proměnné zatížení je způsobeno pohybem jeřábu. Proto je důležité volit takové postavení jeřábu na průvlaku, aby byly stanoveny maximální hodnoty vnitřních sil v rozhodujícím řezu. Všechny hodnoty zatížení jsou charakteristické.

Strana 16

Souhrn zatěžovacích stavů průvlatku.

Strana 17

Kombinace zatěžovacích stavů. Vnitřní síly pro dané kombinace zatěžovacích stavů.

Strana 18 – 21

Mezní stav únosnosti – ohyb. Stanovení únosnosti ohybové výztuže průvlatku. Posouzení.

Strana 21 – 23

Mezní stav únosnosti – smyk. Stanovení únosnosti smykové výztuže průvlatku. Posouzení včetně konstrukčních zásad navrhování smykové výztuže.

Strana 24 – 25

Krátká konzola ze sloupu. Schematický obrázek modelu vzpěra – táhlo. Určení materiálových charakteristik krátké konzoly: druh a pevnost betonu, druh a pevnosti oceli.

Strana 25 – 27

Vstupní údaje pro výpočet únosnosti krátké konzoly. Výpočet únosnosti hlavní nosné výztuže krátké konzoly i ortogonální výztuže. Řešení pomocí modelu vzpěra – táhlo.

Strana 28

Geometrie průřezu sloupu a základní rozměry. Stanovení materiálových charakteristik sloupu: druh a pevnost betonu, druh a pevnost oceli.

Strana 29

Vyčíslení geometrických imperfekcí. Při výpočtu sloupu je třeba uvažovat s nepříznivými účinky možných odchylek v geometrii konstrukce a v umístění zatížení. Proto je třeba stanovit geometrické imperfekce.

Strana 30 – 33

Stanovení a výpočet zatížení: stálé zatížení a proměnné zatížení. Proměnné zatížení na sloup jsou účinky od pohybu jeřábu, účinky od zatížení sněhem a větrem.

Strana 34 – 37

Zatěžovací stavy sloupu.

Strana 38 – 42

Kombinace zatížení. Výpis vnitřních sil od jednotlivých zatěžovacích stavů a následně výpočet kombinací vnitřních sil – ruční ověření hodnot získaných z programu Scia Engineer. Nejprve jsou stanoveny vnitřní síly a spočítány kombinace při zatížení větším zatížením na levý sloup. Poté je vyčíslení vnitřních sil a kombinací při zatížení větším zatížením na pravý sloup.

Strana 43 – 49

Posouzení sloupu. Stanovení únosnosti sloupu pomocí interakčního diagramu.

Strana 50

Geometrie základové patky. Stanovení materiálových charakteristik základové patky: druh a pevnost betonu. Charakteristika základové půdy.

Strana 51

Posouzení základové patky na ohyb a protlačení.

Strana 52 – 53

Posouzení únosnosti základové spáry.

Strana 54 – 55

Návrh zvýšení únosnosti průvlaku. Základní rozměry stávajícího i nově navrženého průřezu průvlaku. Stanovení materiálových charakteristik stávajícího i nového průvlaku: druh a pevnost betonu, druh a pevnost oceli.

Strana 56 – 58

Posouzení zpevnění průvlaku na MSÚ – ohyb.

Strana 59 – 60

Posouzení zpevnění průvlaku na MSÚ – smyk.

OBSAH STATICKÉHO VÝPOČTU

1	ZÁKLADNÍ PARAMETRY	4
1.1	Konstrukční systém	4
1.2	Použité materiály	4
2	JEŘÁBOVÁ DRÁHA	5
2.1	Parametry jeřábu.....	5
2.2	Zatížení jeřábové dráhy.....	5
2.2.1	Stálé zatížení.....	6
2.2.2	Proměnné zatížení – zatížení jeřábem.....	6
3	PRŮVLAK JEŘÁBOVÉ DRÁHY	13
3.1	Geometrie	13
3.2	Materiálové charakteristiky.....	13
3.3	Zatížení	14
3.3.1	Stálé zatížení.....	14
3.3.2	Proměnné zatížení od jeřábu.....	15
3.4	Zatěžovací stavy	16
3.5	Kombinace zatěžovacích stavů	16
3.6	Vnitřní síly pro dané kombinace	17
3.7	Posouzení průvlaku – MSÚ	18
3.7.1	Posouzení průvlaku na ohyb	18
3.7.2	Posouzení průvlaku na smyk	21
4	KRÁTKÁ KONZOLA	24
4.1	Geometrie	24
4.2	Materiálové charakteristiky.....	24
4.3	Posouzení	25
4.3.1	Posouzení hlavní nosné výztuže	25
4.3.2	Posouzení ortogonální výztuže	26
5	SLOUP	28
5.1	Geometrie sloupu	28
5.2	Materiálové charakteristiky.....	28
5.3	Geometrické imperfekce.....	29

5.4	Zatížení sloupu	30
5.4.1	Stálé zatížení.....	30
5.4.2	Proměnné zatížení.....	31
5.5	Zatěžovací stavy	34
5.5.1	Podélný směr	34
5.5.2	Příčný směr	34
5.6	Kombinace, vnitřní síly	38
5.6.1	Kombinace zatížení – větší zatížení na levý sloup.....	39
5.6.2	Kombinace zatížení – větší zatížení na pravý sloup	41
5.7	Posouzení sloupu – interakční diagram	43
5.7.1	Bod 0.....	44
5.7.2	Bod 1.....	44
5.7.3	Bod 2.....	45
5.7.4	Bod Z	46
5.7.5	Bod 3.....	47
5.7.6	Bod 4.....	48
5.7.7	Bod 5.....	48
Bod 5 -	působíště tahové síly leží v těžišti výztuže č.1 a č.2.....	48
5.7.8	Posouzení únosnosti sloupu	49
6	ZÁKLADOVÁ PATKA	50
6.1	Geometrie	50
6.2	Materiálové charakteristiky	50
6.3	Posouzení patky	51
6.3.1	Posouzení na ohyb	51
6.3.2	Posouzení únosnosti základové spáry	52
6.3.3	Posouzení protlačení	53
7	NÁVRH ZVÝŠENÍ ÚNOSNOTI PRŮVLAKU	54
7.1	Geometrie	54
7.1.1	Stávající geometrie	54
7.1.2	Navrhovaná geometrie	54
7.2	Materiálové charakteristiky	55
7.3	Návrh a posouzení PRŮVLAKU – MSÚ	56
7.3.1	Posouzení průvlaku na ohyb	56
7.3.2	Posouzení průvlaku na smyk	59
	ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA.....	61
	POUŽITÁ LITERATURA	62
	SEZNAM TABULEK	63
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	64

SEZNAM PŘÍLOH.....	69
--------------------	----

1 ZÁKLADNÍ PARAMETRY

1.1 KONSTRUKČNÍ SYSTÉM

Stávající jednopodlažní hala má obdélníkový tvar o půdorysných rozměrech 150,5 x 18,7 m a je zastřešena plochou střechou se sklonem 5°. Skeletový nosný systém je tvořen železobetonovými sloupy uloženými na patkách z prostého betonu a rozmístěnými v rastru po 6-ti metrech. Střešní konstrukce je tvořena betonovými vazníky uloženými v hlavě sloupů. Ve výšce 6,5m je na sloupy přes těleso krátké konzoly uložen železobetonový průvlak. Na průvlaku jsou umístěny ocelové kolejnice a pojíždějící mostový jeřáb. Stávající jeřábová dráha je nedostačující, proto je nutné posoudit nosné prvky na zatížení mostovým jeřábem s nosností 15t.

1.2 POUŽITÉ MATERIÁLY

Pro posouzení stávající konstrukce je zcela zásadní, jaký druh materiálu byl pro výstavbu použit a jaké vlastnosti tento materiál vykazuje. Jelikož na různé prvky konstrukce působí jiné zatížení, je výhodné tomu přizpůsobit druh použitého materiálu, a proto má každý prvek jiný typ materiálu. V následující kapitole jsou uvedeny použité druhy materiálu pro jednotlivé prvky konstrukce.

Beton

Průvlak: C 30/37 – pevnost betonu
c = 20 mm – krytí výztuže

Sloup: C 35/45 – pevnost betonu
c = 30 mm – krytí výztuže

Konzola: C 35/45 – pevnost betonu
c = 30 mm – krytí výztuže

Ocel

Průvlak: 10425V – pevnost oceli
10216E – pevnost oceli

Sloup: 10425V – pevnost oceli

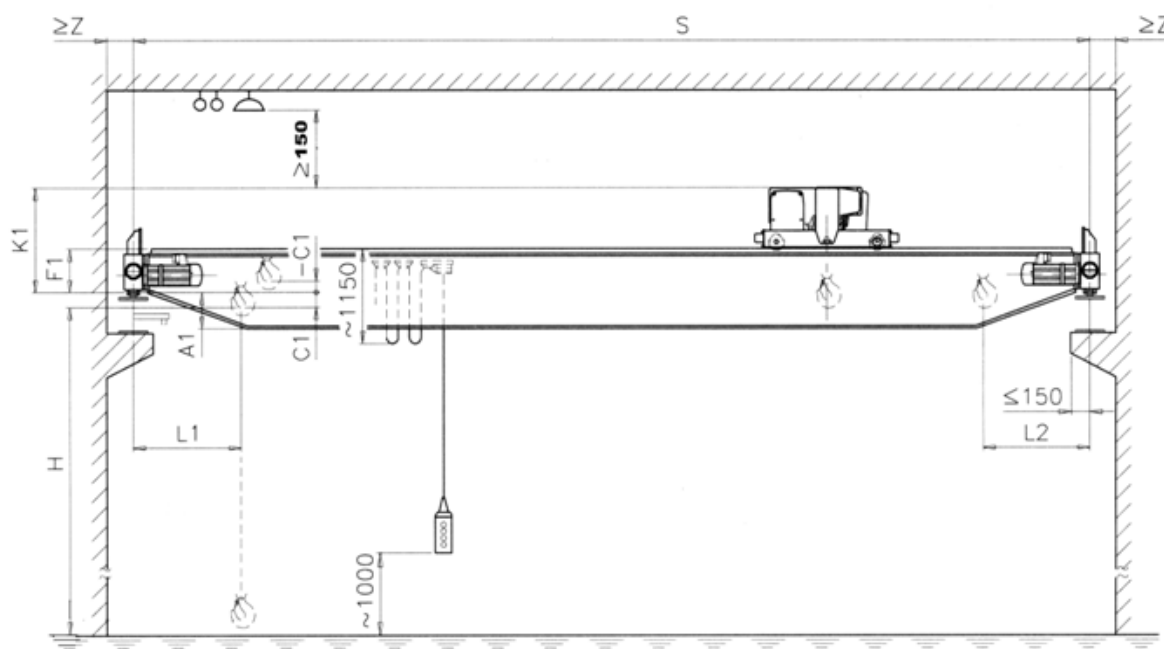
Konzola: 10425V – pevnost oceli
10216E – pevnost oceli

2 JEŘÁBOVÁ DRÁHA

Ve stávajícím zájmovém objektu by měl být pro provoz používán nový mostový jeřáb, zde jsou uvedeny jeho vybrané geometrické a technické parametry důležité pro další výpočet. Celý technický list je uveden jako Příloha B.

2.1 PARAMETRY JEŘÁBU

Následující obrázek schematicky zobrazuje mostový jeřáb, se kterým je ve statickém výpočtu uvažováno.



V tabulce jsou uvedeny technické a geometrické parametry použité pro výpočet zatížení od jeřábové dráhy.

Tab. 2.1 Vybrané technické parametry

MOSTOVÝ JEŘÁB ABUS ZLK 15 000 kg x 16 500 mm		
nosnost	15	t
rozpětí	16 500	mm
maximální kolový tlak $R_{\max}$	98,3	kN
minimální kolový tlak $R_{\min}$	21,1	kN
hmotnost	8280	Kg
rozvor kol R	2 900	mm

2.2 ZATÍŽENÍ JEŘÁBOVÉ DRÁHY

Jeřábová dráha vyvozuje dva typy zatížení. Zatížení stálé, působící rovnoměrně po celou dobu, a proměnné, které působí při provozu, a tedy pohybu, jeřábu.

2.2.1 Stálé zatížení

- Kolejnice jeřábové dráhy: $g_{0k1} = 0,22 \text{ kN.m}^{-1}$
- Hlavní nosník (průvlak) jeřábové dráhy: $g_{0k2} = b * h * \gamma$
 $g_{0k2} = 0,48 * 0,72 * 25$
 $g_{0k2} = 8,64 \text{ kN.m}^{-1}$

Celkové stálé charakteristické zatížení:

$$g_{0k} = \sum g_{0ki} \quad [\text{kN.m}^{-1}]$$

$$g_{0k} = 0,22 + 8,64$$

$$g_{0k} = 8,86 \quad \text{kN.m}^{-1}$$

kde g_{0ki} ... charakteristické stálé zatížení od jednotlivých prvků jeřábové dráhy [kN.m⁻¹]

g_{0k} ... charakteristické stálé zatížení [kN.m⁻¹]

γ ... objemová tíha [kN.m⁻³]

2.2.2 Proměnné zatížení – zatížení jeřábem

Statické složky zatížení jeřábem

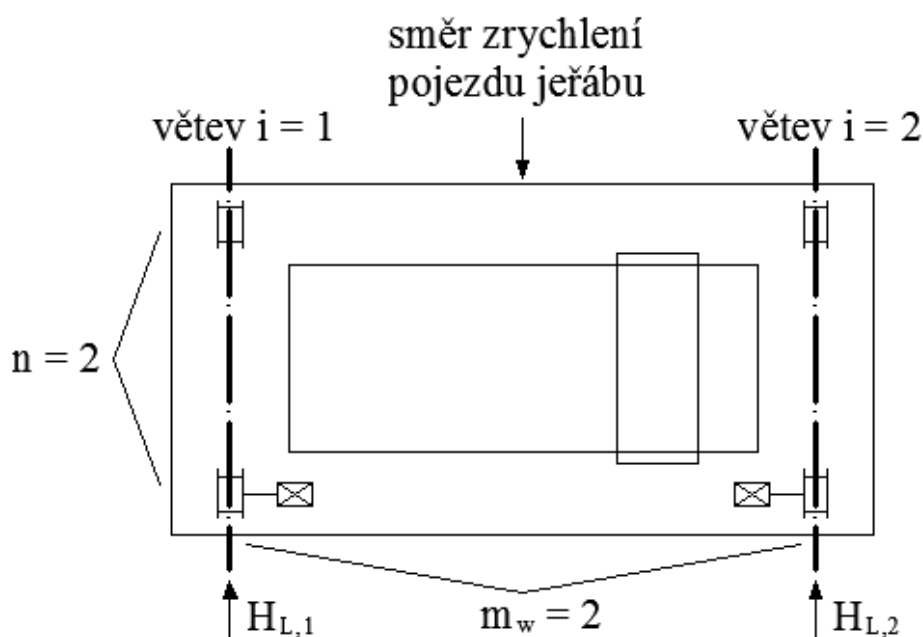
- Svislé síly od kol jeřábu včetně břemene:

Z technického listu od výrobce uvedeného jako příloha B, byly stanoveny hodnoty kolových tlaků:

$$R_{\max} = 98,3 \text{ kN} \quad - \quad \text{maximální kolový tlak}$$

$$R_{\min} = 21,1 \text{ kN} \quad - \quad \text{minimální kolový tlak}$$

- Podélné vodorovné síly H_{Li} od zrychlení mostu jeřábu



Výpočet:

$$K = \mu * m_w * R_{\min} \quad [\text{kN}]$$

kde: $K \dots$ hnací síla [kN]

$\mu = 0,2 \dots$ součinitel tření pro kombinaci materiálu OCEL-OCEL [-]

$m_w = 2 \dots$ počet pohonů jednotlivých kol [-]

$$K = 0,2 * 2 * 21,1$$

$$\underline{K = 8,44 \text{ kN}}$$

$$H_{L,i} = H_{L1} = H_{L2} = K / n_r \quad [\text{kN}]$$

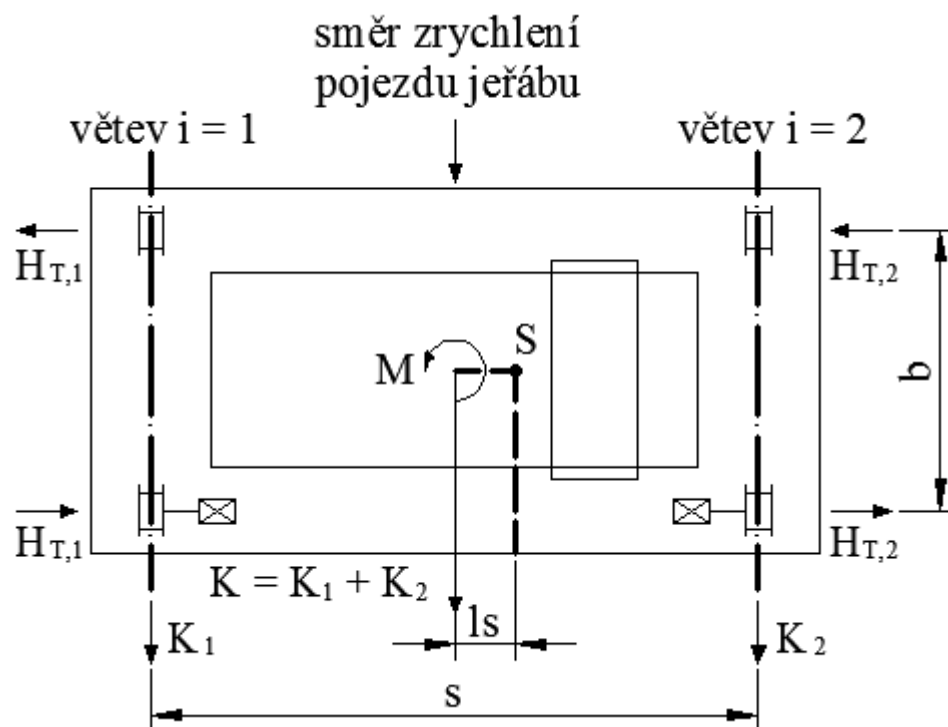
$$H_{L1} = H_{L2} = 8,44 / 2$$

$$\underline{H_{L1} = H_{L2} = 4,22 \text{ kN}}$$

kde: $H_{L,i} \dots$ síla v podélném směru [kN]

$n_r \dots$ počet větví jeřábové dráhy [-]

- Příčné vodorovné síly $H_{T,i}$ od zrychlení mostu jeřábu



Výpočet:

$$H_{T,i} = \xi_i * M / R \quad [\text{kN}]$$

kde: $\xi_i \dots$ podíl vzdálenosti jeřábu od osy jeřábové kolejnice a rozpětí jeřábu [-]

$M \dots$ statický moment hnací síly vzhledem k těžišti jeřábu [kNm]

$R \dots$ rozvor kol [mm]

$$\xi_1 = \frac{\sum Q_{r,\max}}{\sum Q_r} \quad [-]$$

$\sum Q_r \dots$ součet svislých zatížení od kol zatíženého jeřábu na obou větvích jeřábové dráhy [kN]

$\sum Q_{r,\max} \dots$ součet maximálních svislých zatížení od kol zatíženého jeřábu na jedné větvi jeřábové dráhy [kN]

$$\sum Q_{r,\max} = n * R_{\max} \quad [\text{kN}]$$

kde: $n \dots$ počet dvojic kol [-]

$$\sum Q_{r,\max} = 2 * 98,3$$

$$\underline{\sum Q_{r,\max} = 196,6 \text{ kN}}$$

$$\sum Q_r = n * (R_{\max} + R_{\min}) \quad [\text{kN}]$$

$$\sum Q_r = 2 * (98,3 + 21,1)$$

$$\underline{\sum Q_r = 238,8 \text{ kN}}$$

$$\xi_1 = 196,6 / 238,8$$

$$\underline{\xi_1 = 0,823}$$

$$\xi_2 = 1 - \xi_1 \quad [-]$$

$$\xi_2 = 1 - 0,823$$

$$\underline{\xi_2 = 0,177}$$

$$M = K * l_s \quad [\text{kNm}]$$

kde: $l_s \dots$ vychýlení těžiště zatíženého jeřábu od poloviny jeho rozpětí [m]

$$l_s = (\xi_1 - 0,5) * s \quad [\text{m}]$$

$$l_s = (0,823 - 0,5) * 16,5$$

$$\underline{l_s = 5,33 \text{ m}}$$

$$M = 8,44 * 5,33$$

$$\underline{M = 44,985 \text{ kNm}}$$

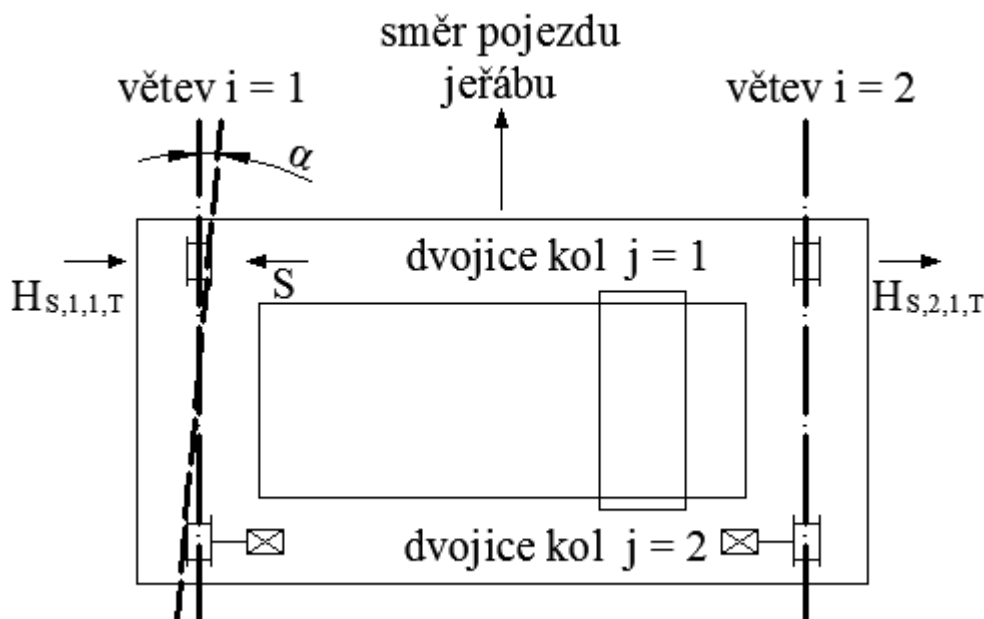
$$H_{T,1} = 0,177 * 44,985 / 2,9$$

$$\underline{H_{T,1} = 2,746 \text{ kN}}$$

$$H_{T,2} = 0,823 * 44,985 / 2,9$$

$$\underline{H_{T,2} = 12,766 \text{ kN}}$$

- **Síly od příčiení mostu jeřábu**



- o Vodorovné síly $H_{s,i,j,k}$ od kol jeřábu:

Výpočet:

$$H_{s,i,j,k} = f * \lambda_{s,i,j,k} * \Sigma Q_r \quad [\text{kN}]$$

kde: $f \dots$ součinitel reakcí při příčiení $[-]$
 $\lambda_{s,i,j,k} \dots$ součinitel síly (od kola) $[-]$
index $i \dots$ větev jeřábové dráhy
 $j \dots$ dvojice kol
 $k \dots$ směr síly

$f =$ dle úhlu příčiení α

$$\alpha = 0,015 \text{ rad}$$

$$f = 0,3 * (1 - e^{(-250\alpha)})$$

$$\underline{f = 0,293}$$

Při vedení jeřábu na dráze stačí vypočítat jen nenulové složky sil od kol $H_{s,1,1,T}$ a $H_{s,2,1,T}$

$$\lambda_{s,1,1,T} = \frac{\xi_2}{n} * (1 - \frac{e_1}{n}) = \frac{\xi_2}{n} \quad [-]$$

$$\lambda_{s,2,1,T} = \frac{\xi_1}{n} * (1 - \frac{e_1}{n}) = \frac{\xi_1}{n} \quad [-]$$

kde: $e_1 \dots$ vodící prostředky na kolech jsou nákolky $\Rightarrow e_1 = 0 \quad [-]$

$$\lambda_{s,1,1,T} = 0,177 / 2$$

$$\lambda_{s,2,1,T} = 0,823 / 2$$

$$\lambda_{S,1,1,T} = 0,0885$$

$$\lambda_{S,2,1,T} = 0,4115$$

$$H_{S,1,1,T} = f * \lambda_{S,1,1,T} * \Sigma Q_r \quad [\text{kN}]$$

$$H_{S,2,1,T} = f * \lambda_{S,2,1,T} * \Sigma Q_r \quad [\text{kN}]$$

$$H_{S,1,1,T} = 0,293 * 0,0885 * 238,8$$

$$H_{S,2,1,T} = 0,293 * 0,4115 * 238,8$$

$$\underline{H_{S,1,1,T} = 6,19 \text{ kN}}$$

$$\underline{H_{S,2,1,T} = 28,79 \text{ kN}}$$

- o Síla od vodícího prostředku způsobená přičením jeřábu:

Výpočet:

$$S = f * \lambda_S * \Sigma Q_r \quad [\text{kN}]$$

kde: $S \dots$ síla od vodícího prostředku při přičení $[\text{kN}]$

$\lambda_S \dots$ součinitel síly (od vodícího prostředku) $[-]$

$$f = 0,3$$

$$\lambda_S = 1 - \frac{\sum e_j}{nh} = 1 - \frac{1}{n} \quad [-]$$

$$\lambda_S = 1 - 1 / 2$$

$$\underline{\lambda_S = 0,5}$$

$$S = 0,3 * 0,5 * 238,8$$

$$\underline{S = 35,82 \text{ kN}}$$

Výpočet dynamických součinitelů

Vysvětlivky:

$\varphi_1 \dots$ součinitel vibrací konstrukce jeřábu při zvednutí zatížení kladkostroje ze země $[-]$

$\varphi_4 \dots$ součinitel dynamických účinků vznikající při pojezdu na jeřábové dráze $[-]$

$\varphi_5 \dots$ dynamické účinky vyvolané hnacími silami $[-]$

$$\varphi_1 = 1,1$$

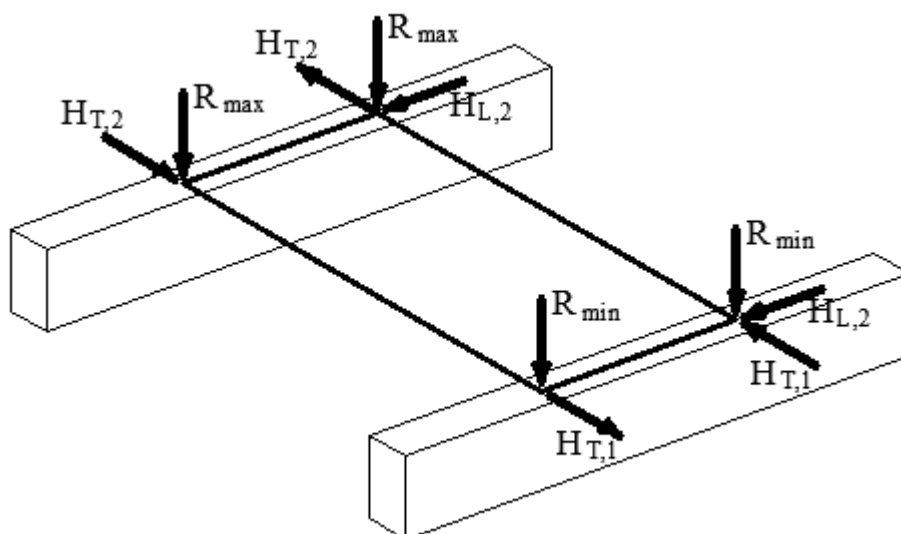
$$\varphi_4 = 1,0$$

$$\varphi_5 = 1,5$$

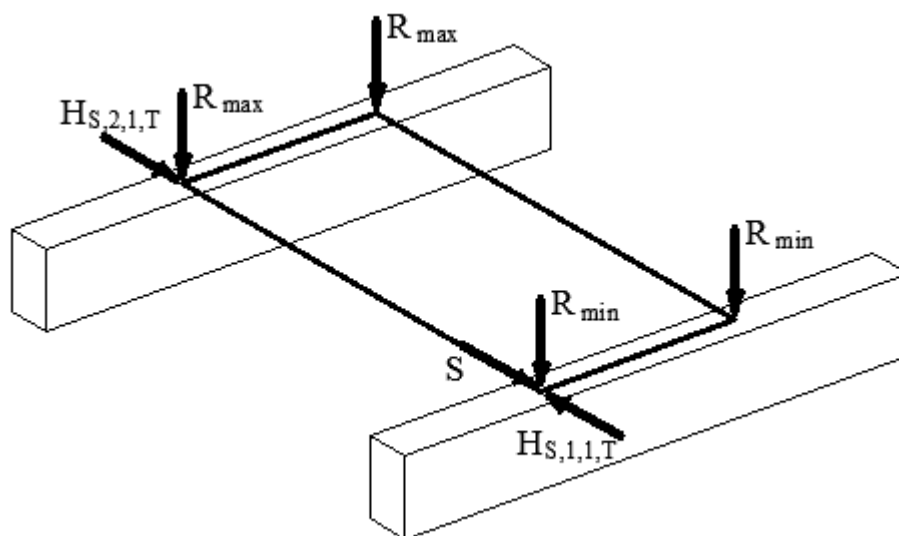
Výpočet :

Mezní stav únosnosti, dále jen „MSÚ“:

Skupina zatížení 1 (Jeřáb zdvihající břemeno):



Skupina zatížení 2 (Zatížený vzpříčený jeřáb pohybující se po dráze):

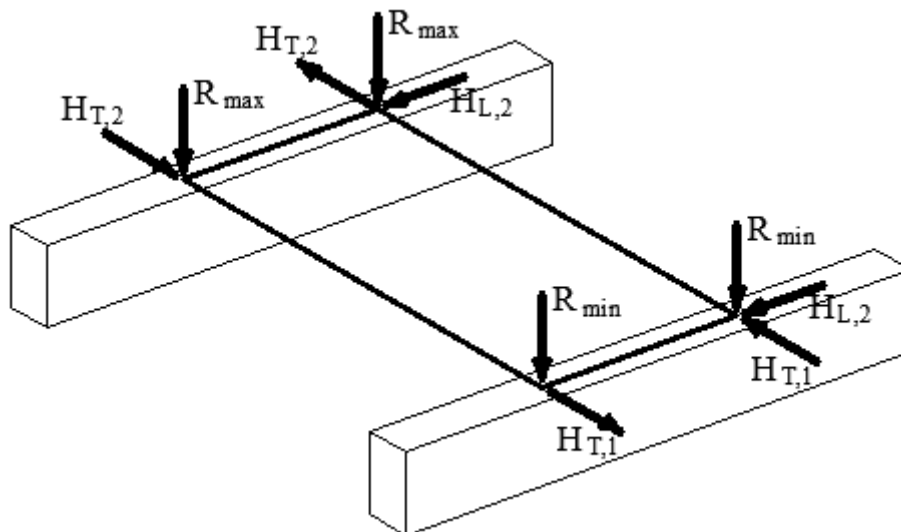


Tab. 2.2 Použití dynamických součinitelů pro různé skupiny zatížení

ZATÍŽENÍ	OZNAČENÍ	Skup.zatížení 1	Skup.zatížení 2
Svislé	$R_{min} ; R_{max}$	φ_1	φ_1
Zrychlení mostu jeřábu	$H_L ; H_T$	φ_5	-
Příčení mostu jeřábu	$H_S ; S$	-	φ_2

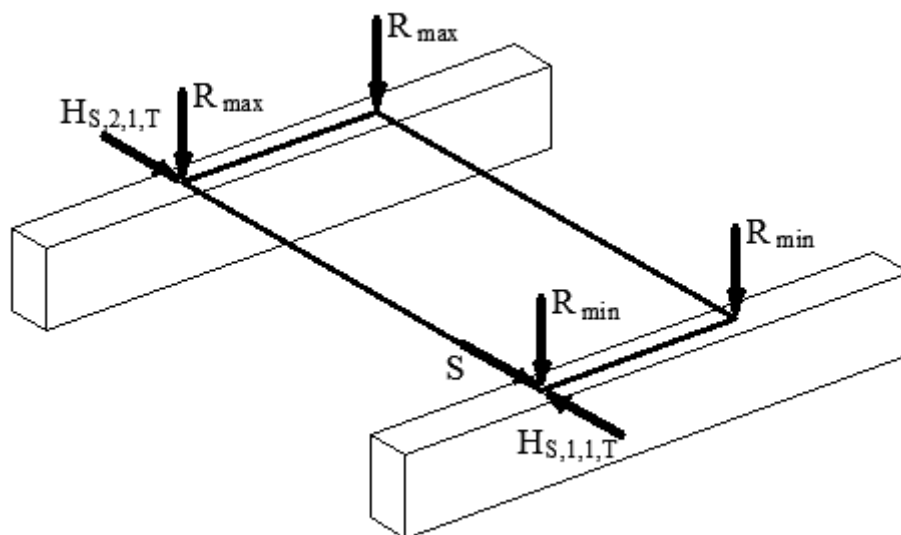
Tab. 2.3 Hodnoty sil vypočtené pro skupinu zatížení 1

	$R_{\max}$	$R_{\min}$	H_{L1}	H_{T1}	H_{T2}
Síla [kN]	108,13	23,21	6,33	4,12	19,15



Tab. 2.4 Hodnoty sil vypočtené pro skupinu zatížení 2

	$R_{\max}$	$R_{\min}$	S	$H_{S,1,1,T}$	$H_{S,2,1,T}$
Síla [kN]	108,13	23,21	35,82	6,19	28,79

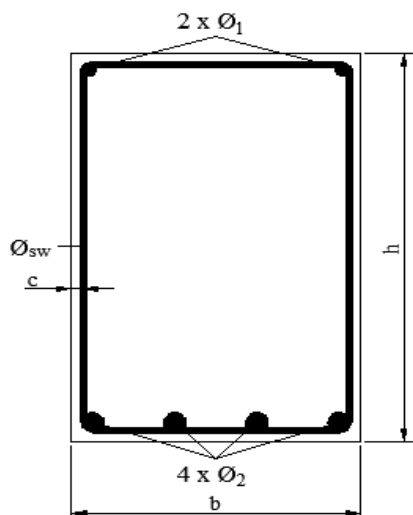


3 PRŮVLAK JEŘÁBOVÉ DRÁHY

Tato kapitola je věnována stanovení účinků zatížení jeřábové dráhy na vodorovný průvlak jeřábové dráhy uložený na krátkých konzolách sloupů. Je zde také stanovena ohybová a smyková únosnost průvlaku. Závěrem celé kapitoly je posouzení průvlaku na MSÚ.

3.1 GEOMETRIE

Podkladem pro stanovení geometrie průvlaku byl stavebně-technický průzkum stávající konstrukce.



Tab. 3.1 Získané parametry průvlaku

b =	480	mm
h =	720	mm
l =	6000	mm
$\phi_1 =$	10	mm
$\phi_2 =$	16	mm
$\phi_{sw} =$	6	mm
$c_{sw} =$	20	mm

3.2 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

BETON: C 30/37

$$f_{ck} = 30 \quad \text{MPa}$$

$$\underline{f_{ctm} = 2,9} \quad \text{MPa}$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} * \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \quad [\text{MPa}]$$

kde: f_{ck} ... charakteristická pevnost betonu v tlaku [MPa]

f_{cd} ... návrhová pevnost betonu v tlaku [MPa]

f_{ctm} ... střední pevnost betonu v tahu [MPa]

α_{cc} ... součinitel uvažující dlouhodobé účinky na tlakovou pevnost betonu a nepříznivé účinky ze způsobu zatížení [-]

γ_c ... součinitel spolehlivosti betonu [-]

$$f_{cd} = 1 * 30 / 1,5$$

$$\underline{f_{cd} = 20 \text{ MPa}}$$

OCEL: 10 425V

$$f_{yk} = 420 \quad \text{MPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s \quad [\text{MPa}]$$

kde: f_{yk} ... charakteristická mez kluzu oceli [MPa] f_{yd} ... návrhová mez kluzu oceli [MPa] γ_s ... součinitel spolehlivosti výztuže [-]

$$f_{yd} = 420 / 1,15$$

$$\underline{\underline{f_{yd} = 365,217 \text{ MPa}}}$$

10 216E

$$f_{ywk} = 210 \quad \text{MPa}$$

$$f_{ywd} = f_{ywk} / \gamma_s \quad [\text{MPa}]$$

kde: f_{ywk} ... charakteristická mez kluzu oceli třímku [MPa] f_{ywd} ... návrhová mez kluzu oceli třmínku [MPa] γ_s ... součinitel spolehlivosti výztuže [-]

$$f_{ywd} = 210 / 1,15$$

$$\underline{\underline{f_{ywd} = 182,609 \text{ MPa}}}$$

3.3 ZATÍŽENÍ

V této kapitole je stanoveno zatížení působící na průvlak. Zatížení na průvlak je stálé a proměnné. Proměnné zatížení je způsobeno pohybem jeřábu. Proto je důležité volit takové postavení jeřábu na průvlaku, aby byly stanoveny maximální hodnoty vnitřních sil v rozhodujícím řezu. Všechny hodnoty zatížení jsou charakteristické.

3.3.1 Stálé zatížení

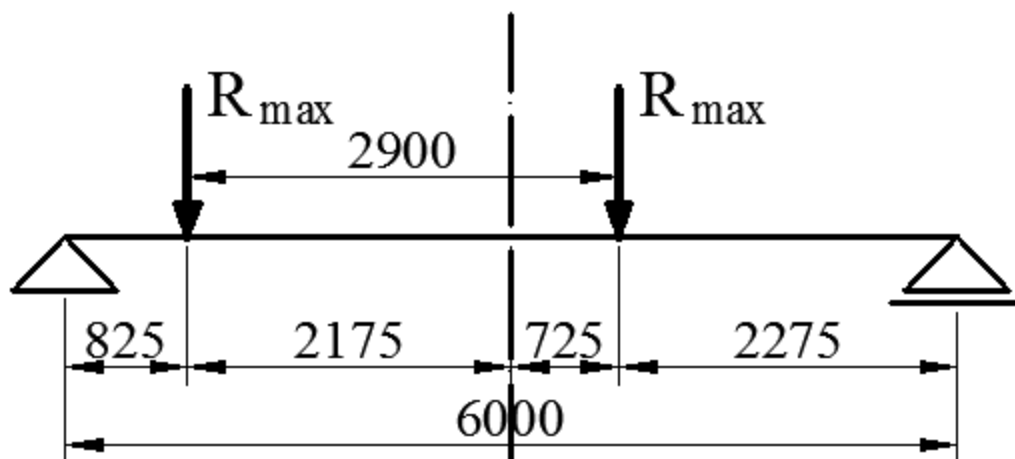
Jako stálé zatížení je uvažováno zatížení vlastní tíhou průvlaku a také vlastní tíhou kolejnice jeřábové dráhy.

- Vlastní tíha průvlaku:

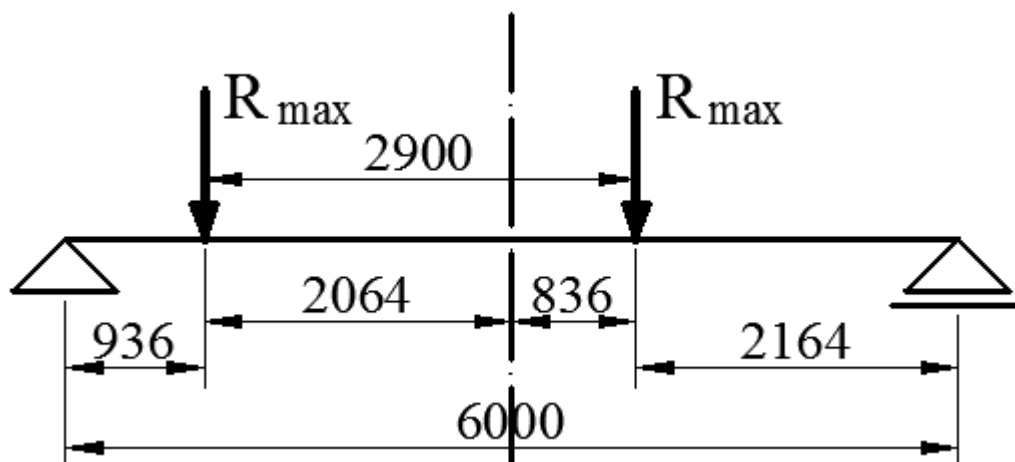
$$g_k = 8,86 \text{ kN.m}^{-1} \text{ (viz. 2.2.1)}$$

3.3.2 Proměnné zatížení od jeřábu

- Postavení jeřábu vyvolující maximální moment, dále „max M“

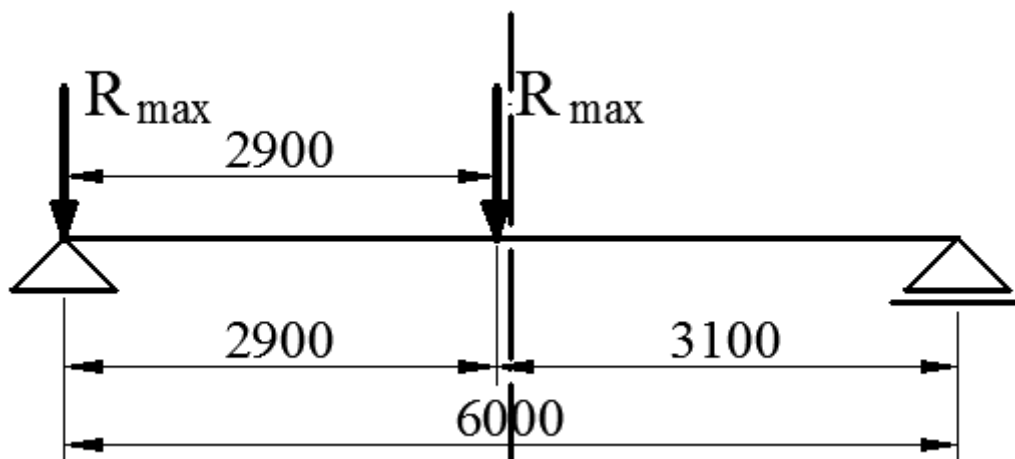


- Postavení jeřábu vyvolující maximální posouvající sílu, dále „max V“

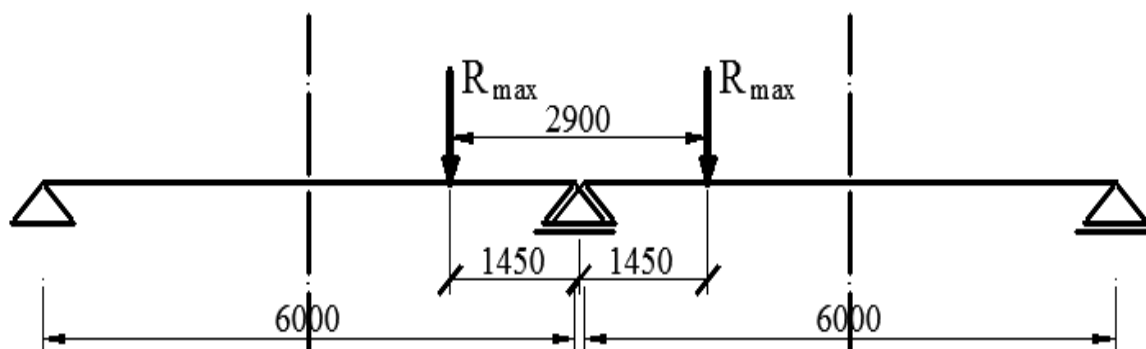


- Postavení jeřábu vyvolující maximální reakci v podpoře, dále „max R“
 - o maximální reakci lze získat při dvou různých postavení jeřábu, jelikož průvlaky nepůsobí jako spojitý nosník, ale jsou staticky řešeny jako prosté nosníky uložené na konzolách, přičemž v jednom poli je vždy jeden nosník

Postavení „max R“ č.1



Postavení „max R“ č.2



3.4 ZATĚŽOVACÍ STAVY

V následující tabulce jsou seřazeny zatěžovací stavy, které byly použité pro sestavení kombinací.

Tab. 3.2 Použité zatěžovací stavy

LC1	Vlastní tíha
LC2	Ostatní stálé
LC3	max M
LC4	max V
LC5	max R

3.5 KOMBINACE ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ

Zde jsou sestaveny kombinace zatěžovacích stavů pro mezní stav únosnosti (dále „MSÚ“), které mohou na průvlaku nastat.

Vysvětlivky:

γ_G ... součinitel pro stálé zatížení ($\gamma_G = 1,35$) [-]

γ_Q ... součinitel pro proměnné zatížení ($\gamma_G = 1,50$) [-]

- Kombinace CO1:

$$CO1 = LC1 * \gamma_G + LC2 * \gamma_G + LC3 * \gamma_Q$$

- Kombinace CO2:

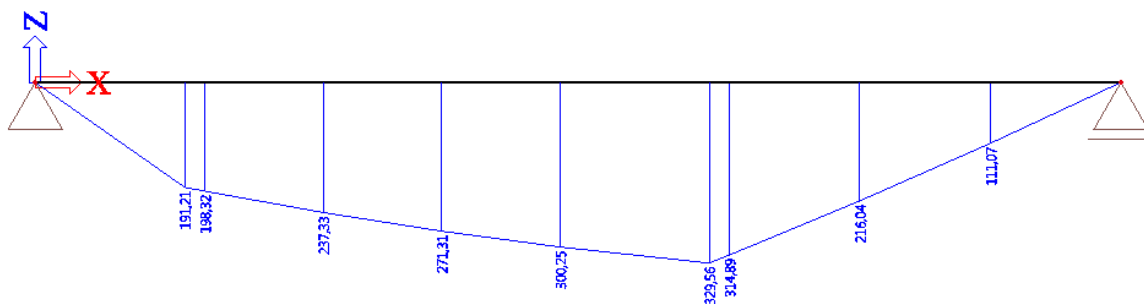
$$CO2 = LC1 * \gamma_G + LC2 * \gamma_G + LC4 * \gamma_Q$$

- Kombinace CO3:

$$CO3 = LC1 * \gamma_G + LC2 * \gamma_G + LC5 * \gamma_Q$$

3.6 VNITŘNÍ SÍLY PRO DANÉ KOMBINACE

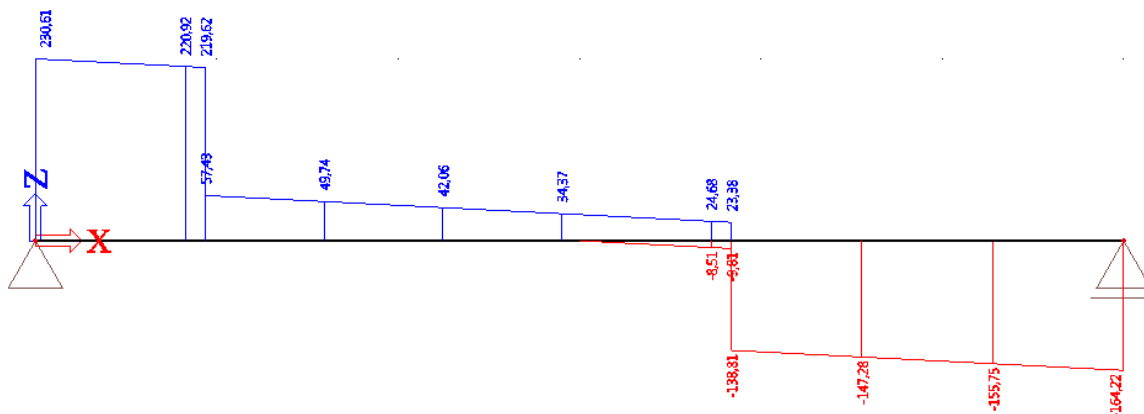
CO1: Průběh ohybového momentu při postavení „max M“



CO3: Maximální reakce při postavení „max R“



CO2: Průběh posouvajících sil při postavení „max V“



Tab. 3.3 Vnitřní síly v průvlaku pro dané kombinace

	R [kN]	V [kN]	M [kNm]
CO1	237,28	-131,51	330,52
CO2	231,27	219,62	210,71
CO3	281,88	119,02	0,00

3.7 POSOUZENÍ PRŮVLAKU – MSÚ

V následující kapitole je zaměřena pozornost na posouzení mezního stavu únosnosti na ohyb a smyk. Výpočet je pro přehlednost rozdělen do dvou podkapitol na ohyb a smyk.

3.7.1 Posouzení průvlaku na ohyb

Vstupní údaje:

- $f_{yd} = 365,217 \text{ MPa}$
- $f_{cd} = 20 \text{ MPa}$
- $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$
- Výztuž: $\phi_2 = 16\text{mm}$

$$4 * \phi_2 \Rightarrow \underline{A_s = 8,0425 * 10^{-4} \text{ m}^2}$$

kde: $A_s \dots$ Plocha výztuže $[\text{m}^2]$

- Krytí výztuže: $c_{sl} = c + \phi_{sw} \quad [\text{mm}]$

kde: $c_{sl} \dots$ vzdálenost povrchu podélné výztuže od povrchu betonu $[\text{mm}]$

$\phi_{sw} \dots$ průměr třmínku $[\text{mm}]$

$c \dots$ krytí výztuže $[\text{mm}]$

$$c_{sl} = 20 + 6$$

$$\underline{c_{sl} = 26 \text{ mm}}$$

Kontrola vyztužení:

- Minimální plocha výztuže:

$$A_{s,min} \geq \max \left\{ \frac{0,26 * f_{ctm} * b * d}{f_{yk}}; 0,0013 * b * d \right\}$$

kde: $A_{s,min} \dots$ minimální plocha výztuže $[\text{m}^2]$

$d \dots$ vzdálenost těžiště výztuže od horního líce tlačeného betonu $[\text{mm}]$

$b \dots$ šířka průřezu $[\text{mm}]$

$$d = h - (c + \phi_{sw} + 0,5 * \phi_2)$$

kde: $h \dots$ výška průřezu $[\text{mm}]$

$$d = 720 - (20 + 6 + 0,5 * 16)$$

$$\underline{d = 686 \text{ mm}}$$

$$A_{s,min} = \max\left\{\frac{0,26 * 2,9 * 0,48 * 0,686}{420}; 0,0013 * 0,48 * 0,686\right\}$$

$$A_{s,min} = \max\{5,911 * 10^{-5}; 4,281 * 10^{-5}\}$$

$$\underline{A_{s,min} = 5,911 * 10^{-5} m^2}$$

$$A_s > A_{s,min}$$

$$\underline{8,043 * 10^{-5}} > \underline{5,911 * 10^{-5}} m^2 \Rightarrow \underline{\text{Vyhovuje}}$$

- Maximální plocha výztuže:

$$A_{s,max} = 0,04 * A_c \quad [m^2]$$

kde: A_c ... Plocha průřezu $[m^2]$

$A_{s,max}$ Maximální plocha výztuže $[m^2]$

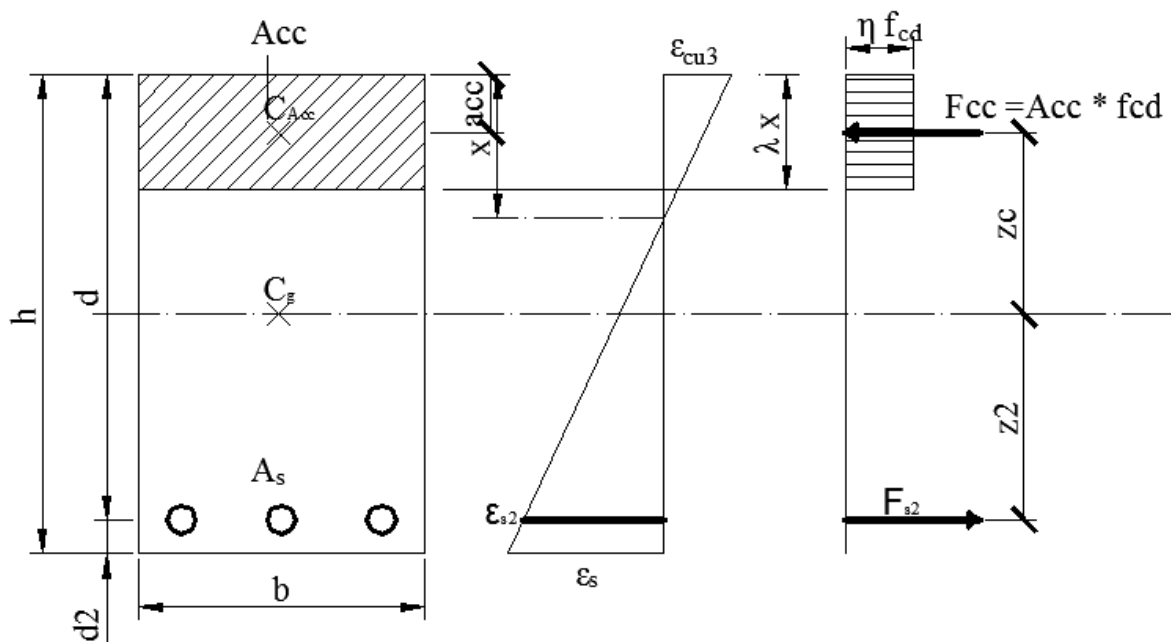
$$A_{s,max} = 0,04 * 0,48 * 0,72$$

$$\underline{A_{s,max} = 1382,40 * 10^{-5} m^2}$$

$$A_s < A_{s,max}$$

$$\underline{8,043 * 10^{-5}} < \underline{1382,40 * 10^{-5}} m^2 \Rightarrow \underline{\text{Vyhovuje}}$$

Posouzení ohybové výztuže:



Výpočet:

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} \quad [\text{m}]$$

kde: x ... vzdálenost neutrálné osy od horního průřezu [m]
 λ ... součinitel definující účinnou výšku tlačené oblasti [-]
 η ... součinitel definující účinnou pevnost [-]

$$x = \frac{8,0425 \cdot 10^{-4} \cdot 365,217}{0,48 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 20}$$

$$x = 0,0382 \text{ m}$$

$$\xi = \frac{x}{d} \quad [-]$$

kde: ξ ... vztažná výška tlačené zóny betonu [-]

$$\xi = \frac{0,0035}{0,686}$$

$$\xi = 0,0558$$

$$\xi_{\text{bal},1} = \frac{\varepsilon_{\text{cu}3}}{\varepsilon_{\text{cu}3} + \varepsilon_{\text{yd}}} \quad [-]$$

kde: $\xi_{\text{bal},1}$... mezní vztažná výška tlačené zóny betonu [-]
 $\varepsilon_{\text{cu}3}$.. mezní přetvoření betonu v tlaku [%]
 ε_{yd} .. návrhové poměrné přetvoření oceli při maximální napětí [%]

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yk}}{E_s} \quad [\%]$$

kde: E_s ... sečnový modul pružnosti betonu [MPa]

$$\xi_{bal,1} = \frac{0,0035}{0,0035 + 0,00183}$$

$$\xi_{bal,1} = 0,657$$

posouzení:

$$\xi < \xi_{bal,1}$$

0,0558 < 0,657 => **Výztuž naplno využita**

$$z = d - 0,5 * \lambda * x \quad [m]$$

kde: z ... rameno vnitřních sil [m]

$$z = 0,686 - 0,5 * 0,8 * 0,0382$$

$$z = 0,6707 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = A_s * f_{yd} * z \quad [kNm]$$

$$M_{Rd} = 8,0425 * 10^{-4} * 365,217 * 10^3 * 0,6707$$

$$M_{Rd} = 197,0 \text{ kNm}$$

posouzení:

$$M_{Rd} > M_{Ed}$$

$$197,0 < 330,52 \text{ kNm} \quad \Rightarrow \text{Ohybová výztuž průvlaku nevyhovuje}$$

3.7.2 Posouzení průvlaku na smyk

Vstupní údaje:

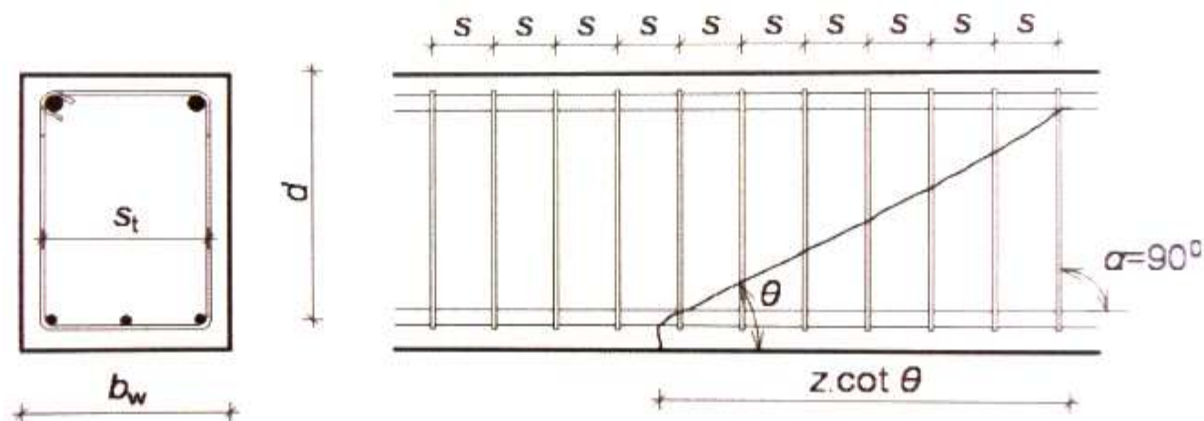
- $f_{ywk} = 182,609 \text{ MPa}$
- Výztuž:

$$\text{dvoustřížné třmínky 10216E } \phi 6 / 300 \text{ mm} \Rightarrow A_{sw} = 5,65487 * 10^{-5} \quad [m^2]$$

kde: A_{sw} ... Plocha třmínkové výztuže [m²]

- Volba úhlu tlakových diagonál θ – výztuž s největší možnou vzdáleností: $\cotg\theta = 2,5$

Posouzení smykové výztuže:



Výpočet:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} * z * f_{ywd} * \cot \theta \quad [\text{kN}]$$

kde: $V_{Rd,s}$.. návrhová hodnota únosnosti smykové výztuže v šikmé trhlíně [kN]

$$V_{Rd,s} = \frac{0,565487 * 10^{-4}}{0,3} * 0,6707 * 182,609 * 10^3 * 2,5$$

$$\underline{V_{Rd,s} = 57,715 \text{ kN}}$$

posouzení:

$$V_{Rd,s} > V_{Ed}$$

kde V_{Ed} .. návrhová hodnota posouvající síly v posuzovaném průřezu [kN]

$$\underline{57,715 < 219,62 \text{ kN}} \Rightarrow \underline{\text{Stávající smyková výztuž nevyhovuje}}$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} * b * z * v * \frac{f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta} \quad [\text{kN}]$$

kde: $V_{Rd,max}$... návrhová hodnota únosnosti tlakových diagonál [kN]

α_{cw} ... součinitel, kterým se zohledňuje stav napětí v tlačném pásu [-]

v ... redukční součinitel pevnosti betonu při porušení smykem [-]

$$v = 0,6 * (1 - f_{ck} / 250)$$

$$v = 0,6 * (1 - 30/250)$$

$$v = 0,528$$

$$V_{Rd,max} = 1 * 0,48 * 0,6707 * 0,528 * \frac{20 * 10^3}{2,5 + 0,4}$$

$$\underline{V_{Rd,max} = 1172,3 \text{ kN}}$$

$$V_{Rd,max} > V_{Ed}$$

$$\underline{1172,3 > 219,62 \text{ kN}} \Rightarrow \underline{\text{Vyhovuje}}$$

Kontrola vyztužení:

- Stupeň smykového vyztužení:

Výpočet:

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b * s * \sin \alpha} \geq \rho_{w,min}$$

kde:	ρ_w ...	stávající stupeň vyztužení	[-]
	$\rho_{w,min}$	minimální stupeň vyztužení	[-]
	α ...	úhel, který svírají třmínky s osou průvlaku	[°]
	s ...	osová vzdálenost třmínků v podélném směru	[m]

$$\rho_w = \frac{5,65487 * 10^{-5}}{0,48 * 0,3 * 1}$$

$$\rho_w = 3,92699 * 10^{-4}$$

$$\rho_{w,min} = \frac{0,08 * f_{ck}^{0,5}}{f_{yk}}$$

$$\rho_{w,min} = \frac{0,08 * \sqrt{30}}{210}$$

$$\rho_{w,min} = 20,8656 * 10^{-4}$$

$$\rho_w > \rho_{w,min}$$

$$3,92699 * 10^{-4} < 20,8656 * 10^{-4} \Rightarrow \text{Nevyhovuje}$$

- Vzdálenost třmínků:

Výpočet:

$$s \leq s_{max}$$

kde:	s_{max} ...	maximální vzdálenost třmínků	[m]
	s ...	vzdálenost třmínků	[m]

$$s_{max} = \text{MIN} \{0,75d; 0,4m\}$$

$$s_{max} = \text{MIN} \{0,75 * 0,6707; 0,4m\}$$

$$s_{max} = \text{MIN} \{0,5; 0,4m\}$$

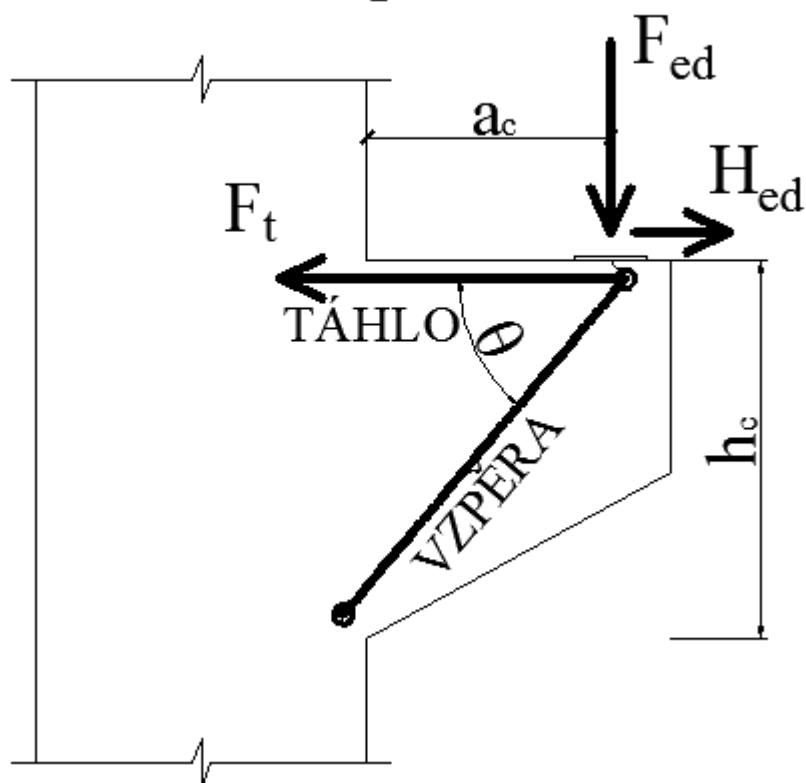
$$s_{max} = 0,4 \text{ m}$$

$$0,3 < 0,4 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

4 KRÁTKÁ KONZOLA

4.1 GEOMETRIE

Model vzpěra - táhlo



$$a_c = 0,4 \text{ m} ; h_c = 0,8 \text{ m}$$

Geometrická podmínka:

- $\frac{1}{2} h_c \leq a_c \leq h_c$

$$0,5 * 0,8 \leq 0,4 \leq 0,8 = 0,4 \leq 0,4 \leq 0,8$$

=> podmínka je splněna,

jedná se o krátkou konzolu

4.2 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

BETON: C 35/45

$$f_{ck} = 35 \quad \text{MPa}$$

$$\underline{f_{ctm} = 2,9} \quad \text{MPa};$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} * \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \quad [\text{MPa}]$$

$$f_{cd} = 1 * 35 / 1,5$$

$$\underline{f_{cd} = 23,3 \text{ MPa}}$$

- krytí výztuže: $c = 30 \text{ mm}$

OCEL: 10 425V

$$f_{yk} = 420 \quad \text{MPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s \quad [\text{MPa}]$$

$$f_{yd} = 420 / 1,15$$

$$\mathbf{f_{yd} = 365,217 \text{ MPa}}$$

10 216E

$$f_{ywk} = 210 \quad \text{MPa}$$

$$f_{ywd} = f_{ywk} / \gamma_s \quad [\text{MPa}]$$

$$f_{ywd} = 210 / 1,15$$

$$\mathbf{f_{ywd} = 182,609 \text{ MPa}}$$

- podélná výztuž: 10 425V
- vodorovné třmínky: 10 425V
- svislé třmínky: 10 216E

4.3 POSOUZENÍ

Vstupní údaje:

- Síly působící na konzolu:
 - o $F_{ed} = 281,88 \text{ kN}$
 - o $H_{ed} = 0,2 * F_{Ed} \quad [\text{kN}]$
 - o $H_{ed} = 0,2 * 281,88$
 - o $H_{ed} = 56,38 \text{ kN}$
- Hlavní nosná výztuž:
 $5\phi 16 \text{ mm} ; A_s = 10,0531 * 10^{-4} \text{ m}^2$
- Svislé třmínky:
 $3\phi 10 \text{ mm} ; A_{swv} = 4,7124 * 10^{-4} \text{ m}^2$
- Vodorovné třmínky:
 $5\phi 10 \text{ mm} ; A_{swh} = 7,8540 * 10^{-4} \text{ m}^2$

4.3.1 Posouzení hlavní nosné výztuže

Výpočet:

$$M_{ed} = F_{ed} * a_c + H_{ed} * h_c \quad [\text{kNm}]$$

$$M_{ed} = 281,88 * 0,4 + 56,38 * 0,8$$

$$\mathbf{M_{ed} = 157,86 \text{ kNm}}$$

$$M_{Rd} = F_t * h_c \quad [\text{kNm}]$$

$$M_{Rd} = A_s * f_{yd} * h_c \quad [\text{kNm}]$$

$$M_{Rd} = 10,0531 * 10^{-4} * 365217 * 0,8$$

$$\underline{M_{Rd} = 293,73 \text{ kNm}}$$

$$M_{Rd} > M_{Ed}$$

$$\underline{293,73 > 157,86 \text{ kNm}} \quad \Rightarrow \quad \underline{\text{Hlavní nosná výztuž vyhovuje}}$$

4.3.2 Posouzení ortogonální výztuže

- Redukovaná posouvající síla βF_{ed} :

$$\beta F_{ed} = \beta * F_{ed} \quad [\text{kN}]$$

$$\beta F_{ed} = 0,25 * 281,88$$

$$\underline{\beta F_{ed} = 70,47 \text{ kN}}$$

- Síla v betonové vzpěře :

$$F_c = F_{ed} / \sin \theta \quad [\text{kN}]$$

kde: θ ... sklon vzpěry $[\text{°}]$

$$F_c = 281,88 / \sin 61,1$$

$$\underline{F_c = 321,98 \text{ kN}}$$

- Příčný tah betonové vzpěry:

$$2T = 0,5 * (1 - 0,7 * a_c / h_c) * F_c \quad [\text{kN}]$$

$$2T = 0,5 * (1 - 0,7 * 0,4/0,8) * 321,98$$

$$\underline{2T = 104,64 \text{ kN}}$$

- Svislá složka příčného tahu:

$$T_v = 2T * \cos \theta \quad [\text{kN}]$$

$$T_v = 104,64 * \cos 61,1$$

$$\underline{T_v = 50,57 \text{ kN}}$$

- Vodorovná složka příčného tahu:

$$T_h = 2T * \sin \theta \quad [\text{kN}]$$

$$T_h = 104,64 * \sin 61,1$$

$$\underline{T_h = 91,61 \text{ kN}}$$

Svislá výztuž se posuzuje na hodnotu $\text{MAX}(\beta F_{ed}; T_v) = 70,47 \text{ kN}$.

$$A_{s, \text{req}} = \beta F_{ed} / f_{yd} \quad [\text{m}^2]$$

$$A_{s, \text{req}} = 70,47 / (182,609 * 10^3)$$

$$\underline{A_{s, \text{req}} = 3,8591 * 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$A_{\text{swv}} > A_{s, \text{req}}$$

$$\underline{4,7124 * 10^{-4} > 3,8591 * 10^{-4} \text{ m}^2} \quad \Rightarrow \quad \underline{\text{Svislá výztuž vyhovuje}}$$

Vodorovná výztuž se posuzuje na hodnotu T_h :

$$A_{s,req} = T_h / f_{yd} \quad [m^2]$$

$$A_{s,req} = 91,61 / (365,217 * 10^3)$$

$$\underline{A_{s,req} = 2,5084 * 10^{-4} m^2}$$

$$A_{swv} > A_{s,req}$$

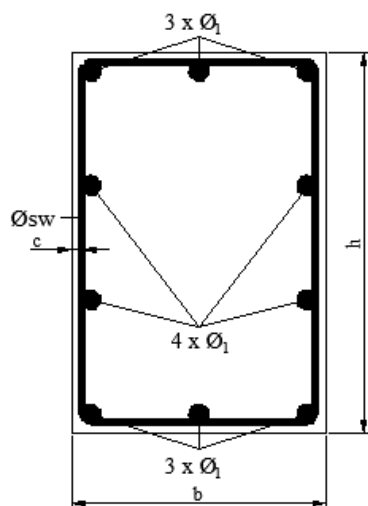
$$\underline{7,8540 * 10^{-4} > 2,5084 * 10^{-4} m^2} \quad => \quad \underline{\textbf{Vodorovná výztuž vyhovuje}}$$

5 SLOUP

Sloup je prvek nosného systému konstrukce, který přenáší zatížení ze střešní konstrukce i z krátké konzoly do základové patky. Stanovení jeho únosnosti pro dané kombinace zatížení se provedou pomocí interakčního diagramu.

5.1 GEOMETRIE SLOUPU

Stavební rozměry sloupu a parametry výztuže byly zjištěny stavebně technickým průzkumem a je zde uveden jeho souhrn v následující tabulce.



Tab. 5.1 Geometrie sloupu

b =	500	mm
h =	700	mm
$\phi_{sl} =$	26	mm
$\phi_{sw} =$	10	mm
c =	30	mm

5.2 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

BETON: C 35/45

$$f_{ck} = 35 \quad \text{MPa}$$

$$\underline{f_{ctm} = 2,9} \quad \text{MPa}$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} * \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \quad [\text{MPa}]$$

$$f_{cd} = 1 * 35 / 1,5$$

$$\underline{f_{cd} = 23,3 \text{ MPa}}$$

OCEL: 10 425V

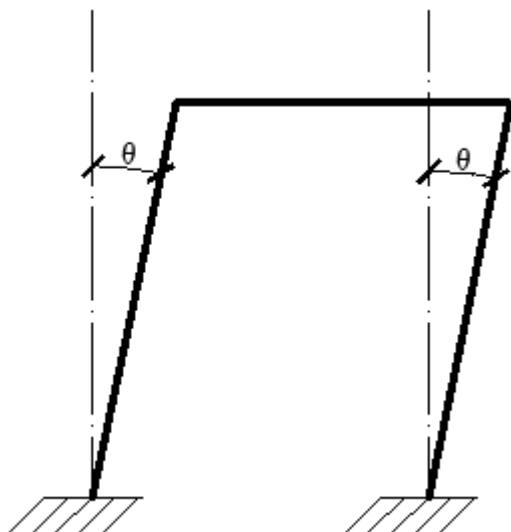
$$f_{yk} = 420 \quad \text{MPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s \quad [\text{MPa}]$$

$$f_{yd} = 420 / 1,15$$

$$\underline{f_{yd} = 365,217 \text{ MPa}}$$

5.3 GEOMETRICKÉ IMPERFEKCE



Vyčíslení geometrických imperfekcí. Při výpočtu je třeba uvažovat s nepříznivými účinky možných odchylek v geometrii konstrukce a v umístění zatížení. Proto je třeba uvažovat geometrické imperfekce.

Výpočet:

$$\theta_i = \theta_0 * \alpha_h * \alpha_m \quad [^\circ]$$

kde: θ_i ...úhel odklonu od svislice $[^\circ]$

θ_0 ...základní hodnota udaná v NP, doporučená hodnota 1/200 platí v ČR

α_h ...redukční součinitel pro délku nebo výšku $[-]$

α_m ...redukční součinitel pro počet prvků $[-]$

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{l}}; \frac{2}{3} \leq \alpha_h \leq 1 \quad [-]$$

kde: l ... výška konstrukce $[m]$

$$\alpha_h = 2 / \sqrt{8}$$

$$\underline{\alpha_h = 0,707}$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 * (1 + 1/m)} \quad [-]$$

kde: m ... počet svislých prvků přispívajících k celkovému účinku

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 * (1 + 1/1)}$$

$$\underline{\alpha_m = 1,0}$$

$$\theta_i = 1 / 200 * 0,707 * 1,0$$

$$\underline{\theta_i = 0,203^\circ}$$

Vypočtené geometrické imperfekce popsané úhlem odklonu od svislice jsou zahrnuty i v rámovém modelu konstrukce modelovaném v programu Scia Engineer.

5.4 ZATÍŽENÍ SLOUPU

5.4.1 Stálé zatížení

Vlastní tíha:

- Sloup:

$$g_{0k1} = b * h * \gamma \quad [\text{kN.m}^{-1}]$$

kde: $b \dots$ šířka průřezu sloupu $[\text{m}]$

$h \dots$ výška průřezu sloupu $[\text{m}]$

$$g_{0k} = 0,5 * 0,7 * 25$$

$$\underline{g_{0k} = 8,75 \text{ kN.m}^{-1}}$$

- Vazník:

$$g_{0k2} = b * h * \gamma [\text{kN.m}^{-1}]$$

kde: $b \dots$ šířka průřezu vazníku $[\text{m}]$

$h \dots$ výška průřezu vazníku $[\text{m}]$

$$g_{0k2} = 0,3 * 0,6 * 25$$

$$\underline{g_{0k2} = 4,50 \text{ kN.m}^{-1}}$$

Ostatní stálé:

- Střešní konstrukce:

$$G_{1k1} = t * B * s/2 * \gamma \quad [\text{kN}]$$

kde: $G_{1k1} \dots$ Síla působící na sloup od stálého zatížení $[\text{kN}]$

$t \dots$ tloušťka střešního pláště $[\text{m}]$

$B \dots$ zatěžovací šířka sloupu $[\text{m}]$

$s \dots$ osová vzdálenost sloupů v příčném směru $[\text{m}]$

$\gamma \dots$ objemová tíha střešní konstrukce $[\text{kN.m}^{-3}]$

$$G_{1k1} = 0,06 * 6 * 18/2 * 25$$

$$\underline{G_{1k1} = 81 \text{ kN}}$$

- Průvlak:

$$G_{1k2} = B * g_{0k}$$

$$G_{1k2} = 6 * 8,86$$

$$\underline{G_{1k2} = 53,16 \text{ kN}}$$

5.4.2 Proměnné zatížení

Jeřáb:

- Reakce vyvozeny od svislých sil $R_{\max}$ a $R_{\min}$ při postavení jeřábu „max R“:

$$R_{k,\max} = \frac{R_{\max} * l + R_{\max} * (l - R)}{l} \quad [\text{kN}]$$

kde: $R_{k,\max}$... maximální reakce [kN]

R ... rozvor kol jeřábu [kN]

$$R_{k,\max} = \frac{108,13 * 6 + 108,13 * (6 - 2,9)}{6} \quad [\text{kN}]$$

$$\underline{R_{k,\max} = 164,0 \text{ kN}}$$

$$R_{k,\min} = \frac{R_{\min} * l + R_{\min} * (l - R)}{l} \quad [\text{kN}]$$

kde: $R_{k,\min}$... minimální reakce [kN]

$$R_{k,\min} = \frac{23,21 * 6 + 23,21 * (6 - 2,9)}{6} \quad [\text{kN}]$$

$$\underline{R_{k,\min} = 35,20 \text{ kN}}$$

- Podélné síly od pohybu mostu jeřábu:

$$\underline{H_L = 6,33 \text{ kN}}$$

- Příčné síly od pohybu mostu jeřábu:

$$\underline{H_{T1} = 4,119 \text{ kN}} \quad \underline{H_{T2} = 19,149 \text{ kN}}$$

- Příčné síly od přičení mostu jeřábu:

$$\underline{H_S = 28,79 \text{ kN}}$$

Sníh:

- Sněhová oblast: I. $\Rightarrow s_k = 0,7$ [kN.m⁻²]

kde: s_k ... normové zatížení sněhem dle sněhové oblasti [kN.m⁻²]

- Typ krajiny: normální $\Rightarrow c_e = 1,0$; $c_t = 1,0$ [-]

kde: c_e ... součinitel expozice [-]

c_t ... součinitel tepla [-]

- Sklon střechy: $\alpha = 5^\circ$ $\Rightarrow \mu = 0,8$ [-]

kde: μ ... součinitel tvaru střechy [-]

Výpočet:

$$s = s_k * c_e * c_t * \mu \quad [\text{kN.m}^{-2}]$$

kde: s ... charakteristické zatížení sněhem [kN.m⁻²]

$$s = 0,7 * 1,0 * 1,0 * 0,8$$

$$s = 0,56 \text{ kN.m}^{-2}$$

$$S = s * B * s/2 \quad [\text{kN.m}^{-2}]$$

kde: S ... síla vyvozená od zatížení sněhem $[\text{kN.m}^{-2}]$

$$S = 0,56 * 6 * 18/2$$

$$S = 30,24 \text{ kN}$$

Vítr:

- Základní rychlost větru V_b :

$$\text{Větrná oblast: I.} \Rightarrow v_b = 2,25 \text{ m.s}^{-1}; c_{dir} = 1,0; c_s = 1,0$$

kde: v_b ... charakteristická hodnota 10-ti min stř. rychlosti větru $[\text{m.s}^{-1}]$

c_{dir} ... směrový součinitel $[-]$

c_s ... součinitel ročního období $[-]$

$$V_b = v_b * c_{dir} * c_s \quad [\text{m.s}^{-1}]$$

$$V_b = 2,25 * 1,0 * 1,0$$

$$V_b = 22,5 \text{ m.s}^{-1}$$

- Referenční výška Z_e :

$$\text{Je-li } h < b \Rightarrow Z_e = h$$

kde: b ... čelní šířka pozemní stavby $[\text{m}]$

h ... výška konstrukce $[\text{m}]$

$$b = 18 \text{ m}; h = 8 \text{ m} \Rightarrow \underline{Z_e = 8 \text{ m}}$$

- Kategorie terénu:

$$\text{kategorie: III.} \Rightarrow z_0 = 0,3 \text{ m}; z_{min} = 5,0 \text{ m}$$

kde: z_0 ...

z_{min} ..

- Charakteristická střední rychlost větru:

Výpočet:

$$v_m(z) = c_r(z) * c_0(z) * V_b$$

kde: $v_m(z)$... střední rychlost větru ve výšce z nad zemí $[\text{m.s}^{-1}]$

$c_r(z)$... součinitel drsnosti terénu $[-]$

$c_0(z)$... součinitel orografie – tvaru terénu $[-]$

$$c_r(z) = k_r * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad [-]$$

kde: k_r ... drsnost terénu $[-]$

$$k_r = 0,19 * \left(\frac{Z_0}{Z_{0,i}} \right)^{0,07}$$

$$Z_{0,1} \dots$$

$$k_r = 0,19 * \left(\frac{0,3}{0,3} \right)^{0,07}$$

$$\underline{k_r = 0,19}$$

$$c_r(z) = 0,19 * \ln\left(\frac{8}{0,3}\right)$$

$$\underline{c_r(z) = 0,624}$$

$$v_m(z) = 0,624 * 1,0 * 22,5$$

$$\underline{v_m(z) = 14,04 \text{ m.s}^{-1}}$$

- Charakteristický maximální dynamický tlak:

Výpočet:

$$q_p(z) = c_e(z) * q_b$$

kde: $q_p(z) \dots$ nejvyšší hodnota tlaku větru [Pa]

$c_e(z) \dots$ součinitel expozice [-]

$q_b \dots$ základní hodnota tlaku větru [Pa]

$$q_b = 0,5 * \rho_v * V_b^2 \quad [\text{Pa}]$$

kde: $\rho_v \dots$ objemová hmotnost vzduchu [kg.m⁻³]

$$q_b = 0,5 * 1,25 * 22,5^2$$

$$\underline{q_b = 316,41 \text{ Pa}}$$

$$c_e(z) = 1,7$$

$$q_p(z) = 1,7 * 316,41$$

$$\underline{q_p(z) = 537,89 \text{ Pa}}$$

Sání: $c_{pe,10,s} = -1,2$

kde: $c_{pe,10,s} \dots$ součinitel vnějšího tlaku – sání [-]

Tlak: $c_{pe,10,t} = 0,8$

kde: $c_{pe,10,t} \dots$ součinitel vnějšího tlaku – tlak [-]

$$w_{e,s} = c_{pe,10,s} * q_p(z) \quad [\text{kN.m}^{-2}]$$

kde: $w_{e,s} \dots$ zatížení větrem – sání [kN.m⁻²]

$$w_{e,s} = -1,2 * 0,53789$$

$$\underline{w_{e,s} = -0,645 \text{ kN.m}^{-2}}$$

$$w_{e,t} = c_{pe,10,t} * q_p(z) \quad [\text{kN.m}^{-2}]$$

$w_{e,t} \dots$ zatížení větrem – sání [kN.m⁻²]

$$w_{e,t} = 0,8 * 0,53789$$

$$\underline{w_{e,t} = 0,430 \text{ kN.m}^{-2}}$$

$$w_L = (w_{e,s} + w_{e,t}) * B \quad [\text{kN.m}^{-1}]$$

kde: $w_L \dots$ zatížení větrem zleva $[\text{kN.m}^{-1}]$

$$w_L = (0,645 + 0,430) * 6$$

$$\underline{w_L = 6,45 \text{ kN.m}^{-1}}$$

$$w_P = (w_{e,s} + w_{e,t}) * B \quad [\text{kN.m}^{-1}]$$

kde: $w_L \dots$ zatížení větrem zleva $[\text{kN.m}^{-1}]$

$$w_P = (0,645 + 0,430) * 6$$

$$\underline{w_P = 6,45 \text{ kN.m}^{-1}}$$

5.5 ZATĚŽOVACÍ STAVY

5.5.1 Podélný směr

- Podélná síla od pohybu jeřábu:

$$\underline{H_L = 6,33 \text{ kN}}$$

Průvlaky nepůsobí jako spojitý nosník, ale jsou staticky řešeny jako prosté nosníky uložené na krátkých konzolách, účinek síly H_L se tak přenáší do všech sloupů. Na jedné straně haly je 25 sloupů. Když se síla H_L podělí počtem sloupů, dostaneme velmi malou sílu, kterou lze zanedbat. Síla H_L se proto neuvažuje.

=> **PODÉLNÝ SMĚR LZE ZANEDBAT**

5.5.2 Příčný směr

Tab. 5.2 Vytvořené zatěžovací stavy pro podélný směr

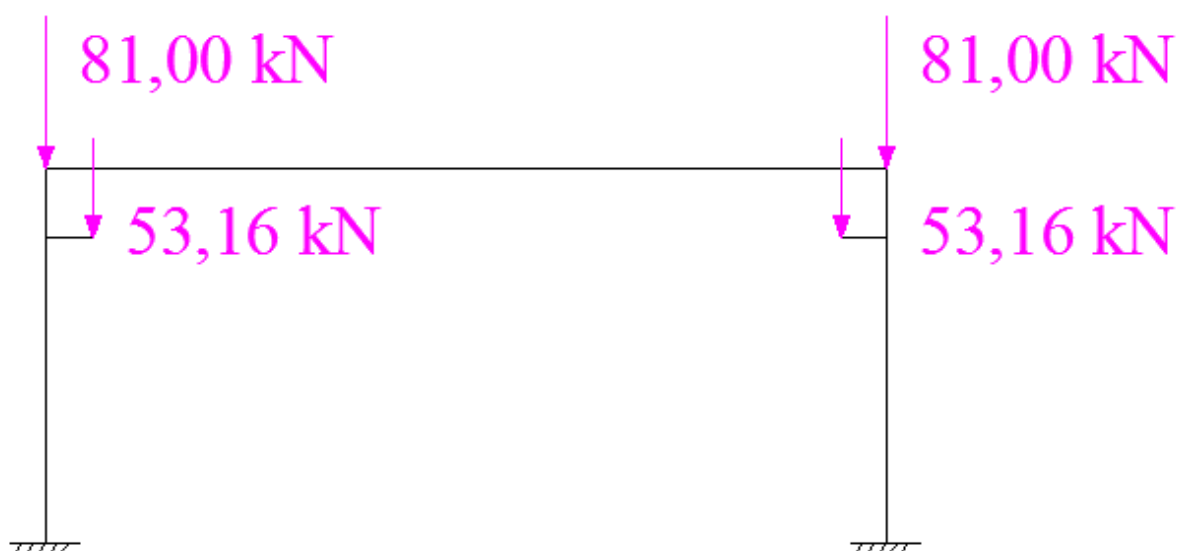
LC1	Vlastní tíha
LC2	Ostatní stálé
LC3	jeřáb, svislá reakce od $R_{\min}$ a $R_{\max}$
LC4	jeřáb, příčná síla H_T – záporný směr
LC5	jeřáb, příčná síla H_T – kladný směr
LC6	jeřáb, příčná síla S
LC7	sníh
LC8	vítr zleva
LC9	vítr zprava

Na následujících třech stranách jsou na obrázcích uvedeny zatěžovací stavy, kdy větší zatížení od proměnného zatížení jeřábem působí na levý sloup. Pro působení většího zatížení na pravý sloup to vypadá obdobně, ale síly od působení jeřábu jsou opačně.

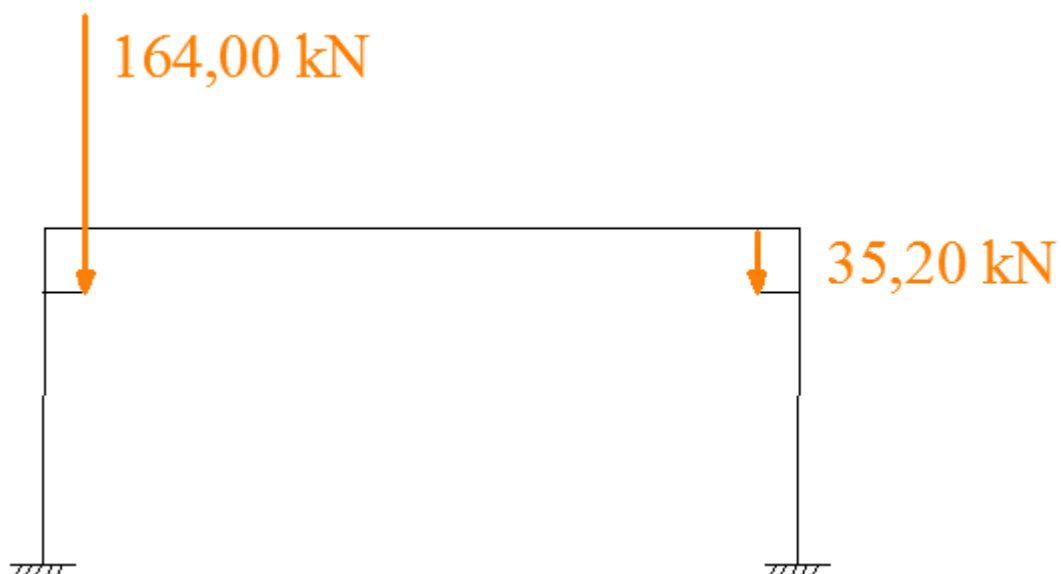
Zatěžovací stav LC1 – vlastní tíha:



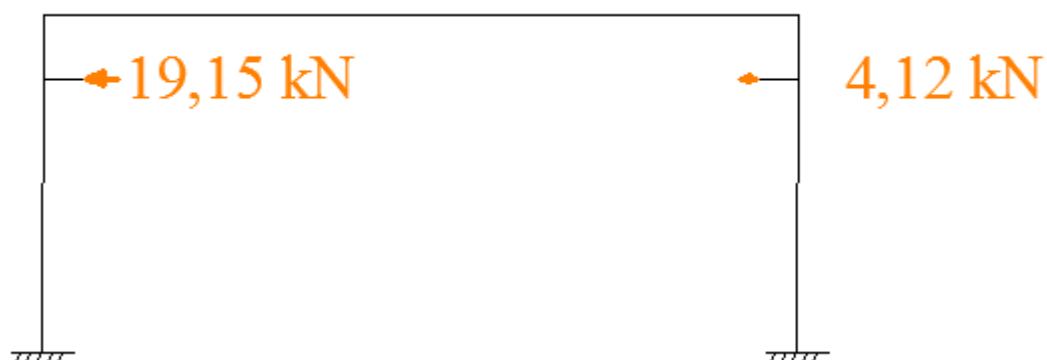
Zatěžovací stav LC2 – ostatní stálé:



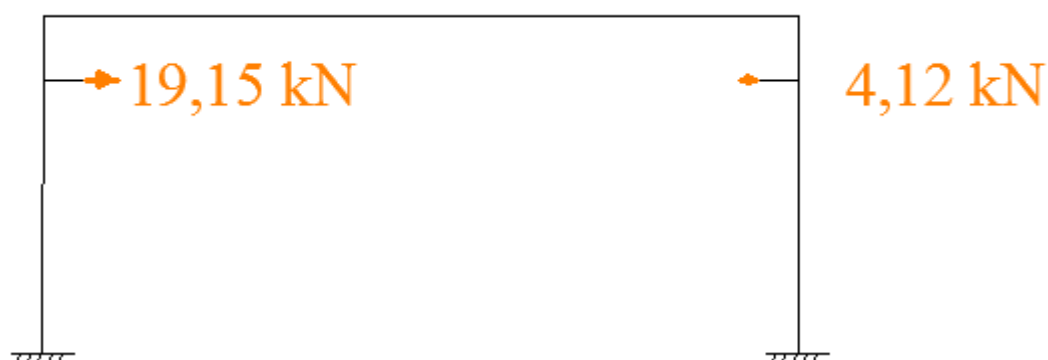
Zatěžovací stav LC3 – jeřáb, svislá reakce od R_{min} a R_{max} :



Zatěžovací stav LC4 – jeřáb, příčná síla H_T – záporný směr:



Zatěžovací stav LC5 – jeřáb, příčná síla H_T – záporný směr:



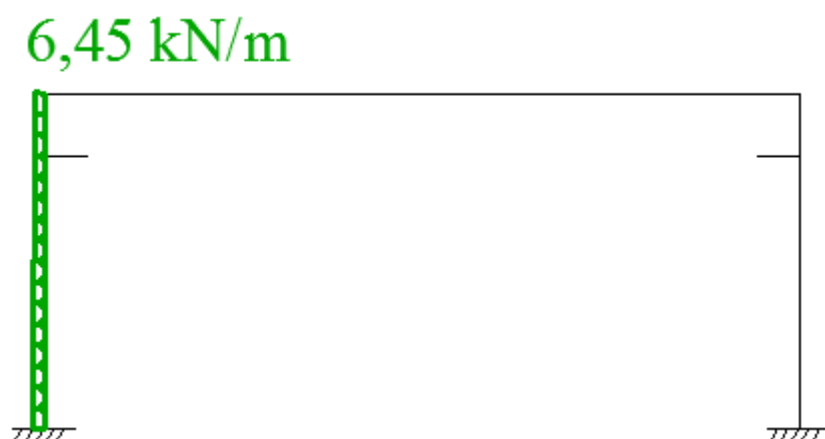
Zatěžovací stav LC6 – jeřáb, příčná síla S:



Zatěžovací stav LC7 – sníh:



Zatěžovací stav LC8 – vítr zprava:



Zatěžovací stav LC9 – vítr zleva:



5.6 KOMBINACE, VNITŘNÍ SÍLY

Pro stanovení návrhového zatížení pro MSÚ je v EN 1990 čl. 6.4.3.2 předepsána následující rovnice jako rovnice 6.10 (Zich,2010):

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Pro stanovení maximálních návrhových vnitřních sil v posuzovaném průřezu se používá rovnice 6.10a a 6.10b. Uvažuje se s méně příznivou hodnotou.

Rovnice 6.10a (Zich,2010):

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Rovnice 6.10b (Zich,2010):

$$\sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Rozhodující rovnicí pro stanovení maximálních návrhových vnitřních sil v posuzovaném průřezu bude dále uvažováno pouze s rovnicí 6.10a.

Následně lze tedy rovnici 6.10a napsat pro níže prováděné kombinace takto:

$$\sum \gamma_G G_i + \sum \gamma_Q Q_{j,i} + \gamma_Q \psi_0 Q_s + \gamma_Q \psi_0 Q_v$$

kde:	γ_G ...	součinitel pro stálé zatížení ($\gamma_G = 1,35$)	[-]
	γ_Q ...	součinitel pro proměnné zatížení ($\gamma_Q = 1,50$)	[-]
	ψ_0 ...	kombinační součinitel pro snížení pravděpodobnosti současného výskytu několika nezávislých proměnných zatížení v plné výši	[-]
	G_i ...	charakteristická hodnota stálého zatížení	[kNm]
	$Q_{j,i}$...	charakteristická hodnota proměnného zatížení jeřábem	[kNm]
	Q_s ...	charakteristická hodnota proměnného zatížení sněhem	[kNm]
	Q_v ...	charakteristická hodnota proměnného zatížení větrem	[kNm]

5.6.1 Kombinace zatížení – větší zatížení na levý sloup

Tab. 5.3 Charakteristické hodnoty vnitřních sil od jednotlivých zatěžovacích stavů

ZS	levý sloup			pravý sloup		
	N [kN]	V [kN]	M [kNm]	N [kN]	V [kN]	M [kNm]
LC1	-116,74	-0,25	-0,73	-116,74	1,06	-3,74
LC2	-134,19	-8,76	17,76	-134,13	9,68	-24,53
LC3	-164,06	-16,86	-26,43	-35,14	17,54	-105,26
LC4	-0,05	-14,28	77,82	-0,03	-8,98	64,04
LC5	0,05	14,28	-77,82	0,03	8,98	-64,06
LC6	-0,08	-24,22	125,57	-0,04	-11,60	92,81
LC7	-30,24	0,10	-0,85	-30,24	0,10	-0,85
LC8	-0,04	41,95	-129,18	0,03	9,65	-77,22
LC9	-0,03	-9,65	77,22	0,04	-41,95	129,18

Použité kombinace – levý sloup:

- **CO1 (max N):**

$$\max N = \gamma_G * (LC1 + LC2) + \gamma_Q * (LC3 + LC6) + \gamma_G * \psi_0 * LC7 + \gamma_G * \psi_0 * LC8$$

$$\max N = 1,35 * (-116,74 - 134,19) + 1,5 * (-164,06 - 0,08) + 1,5 * 0,5 * (-30,24) + 1,5 * 0,6 * (-0,04)$$

$$\max N = -607,68 \text{ kN} ; \text{ odpovídající síly : } V = -35,95 \text{ kN} ; M = 54,8 \text{ kNm}$$

- **CO2 (max M):**

$$\max M = \gamma_G * (LC1 + LC2) + \gamma_Q * (LC3 + LC5) + \gamma_G * \psi_0 * LC7 + \gamma_G * \psi_0 * LC8$$

$$\max M = 1,35 * (-0,73 + 17,76) + 1,5 * (-26,43 - 77,82) + 1,5 * 0,5 * (-0,85) + 1,5 * 0,6 * (-129,18)$$

$$\max M = -250,29 \text{ kNm} ; \text{ odpovídající síly : } V = -21,80 \text{ kN} ; N = -607,49 \text{ kN}$$

Použité kombinace – pravý sloup:

- **CO1 (max N):**

$$\max N = \gamma_G * (LC1 + LC2) + \gamma_Q * (LC3 + LC6) + \gamma_G * \psi_0 * LC7 + \gamma_G * \psi_0 * LC8$$

$$\max N = 1,35 * (-116,74 - 134,13) + 1,5 * (-35,14 - 0,04) + 1,5 * 0,5 * (-30,24) + 1,5 * 0,6 * (0,03)$$

$$\max N = -414,10 \text{ kN} ; \text{ odpovídající síly : } V = 32,17 \text{ kN} ; M = -126,98 \text{ kNm}$$

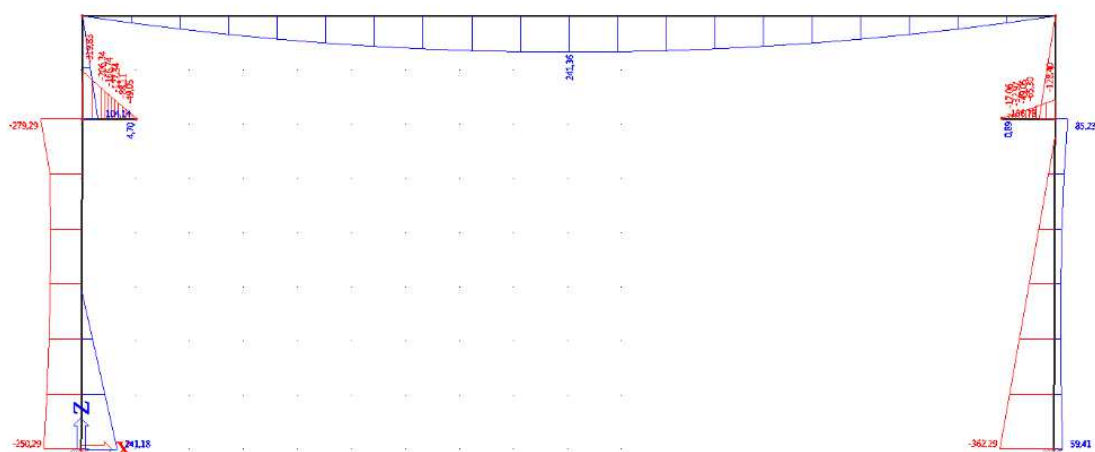
- **CO2 (max M):**

$$\max M = \gamma_G * (LC1 + LC2) + \gamma_Q * (LC3 + LC5) + \gamma_G * \psi_0 * LC7 + \gamma_G * \psi_0 * LC8$$

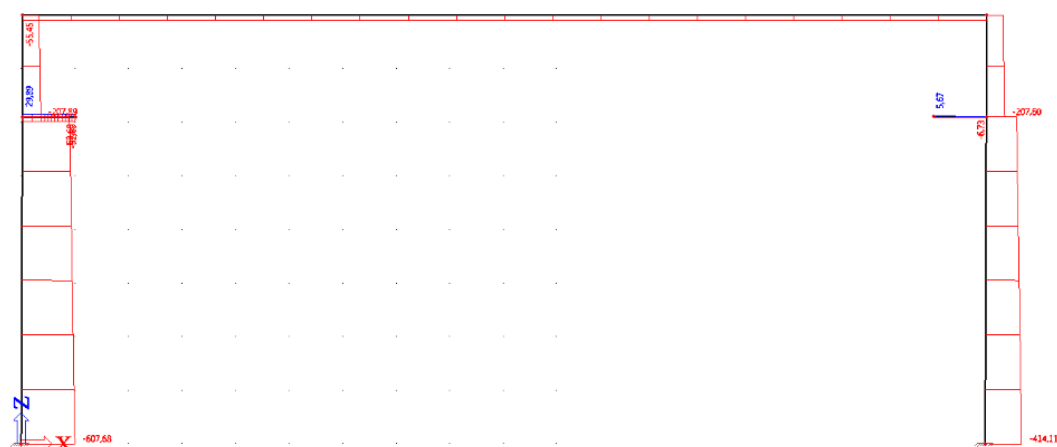
$$\max M = 1,35 * (-3,74 - 24,53) + 1,5 * (-105,26 - 64,06) + 1,5 * 0,5 * (-0,85) + 1,5 * 0,6 * (-77,22)$$

$$\max M = -362,28 \text{ kNm} ; \text{ odpovídající síly : } V = 63,04 \text{ kN} ; N = -414,00 \text{ kN}$$

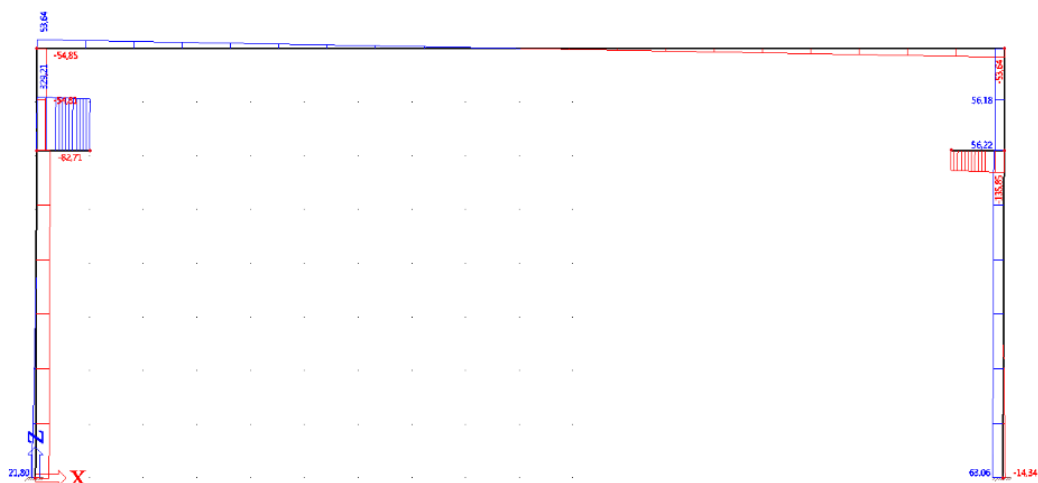
Kombinace zatížení – momenty:



Kombinace zatížení – posouvající síly:



Kombinace zatížení – normálové síly:



5.6.2 Kombinace zatížení – větší zatížení na pravý sloup

Tab. 5.4 Charakteristické hodnoty vnitřních sil od jednotlivých zatěžovacích stavů

ZS	levý sloup			pravý sloup		
	N [kN]	V [kN]	M [kNm]	N [kN]	V [kN]	M [kNm]
LC1	-116,74	-0,25	-0,73	-116,74	1,06	-3,74
LC2	-134,19	-8,76	17,76	-134,13	9,68	-24,53
LC3	-35,26	-17,01	101,49	-163,94	17,70	21,84
LC4	-0,03	-9,00	64,16	-0,05	-14,27	77,84
LC5	0,03	9,00	-64,16	0,05	14,27	-77,84
LC6	0,04	11,62	-93,00	0,08	24,19	-125,65
LC7	-30,24	0,10	-0,85	-30,24	0,10	-0,85
LC8	-0,04	41,95	-129,18	0,03	9,65	-77,22
LC9	-0,03	-9,65	77,22	0,04	-41,95	129,18

Použité kombinace – levý sloup:

- **CO1 (max N):**

$$\max N = \gamma_G * (LC1 + LC2) + \gamma_Q * (LC3 + LC4) + \gamma_G * \psi_0 * LC7 + \gamma_G * \psi_0 * LC8$$

$$\max N = 1,35 * (-116,74 - 134,19) + 1,5 * (-35,26 - 0,03) + 1,5 * 0,5 * (-30,24) + 1,5 * 0,6 * (-0,04)$$

$$\max N = -414,41 \text{ kN} ; \text{ odpovídající síly : } V = -13,35 \text{ kN} ; M = 154,57 \text{ kNm}$$

- **CO2 (max M):**

$$\max M = \gamma_G * (LC1 + LC2) + \gamma_Q * (LC3 + LC4) + \gamma_G * \psi_0 * LC9$$

$$\max M = 1,35 * (-0,73 + 17,76) + 1,5 * (101,49 + 64,16) + 1,5 * 0,6 * (77,22)$$

$$\max M = 340,96 \text{ kNm} ; \text{ odpovídající síly : } V = -59,86 \text{ kN} ; N = -391,72 \text{ kN}$$

Použité kombinace – pravý sloup:

- **CO1 (max N):**

$$\max N = \gamma_G * (LC1 + LC2) + \gamma_Q * (LC3 + LC4) + \gamma_G * \psi_0 * LC7 + \gamma_G * \psi_0 * LC8$$

$$\max N = 1,35 * (-116,74 - 134,13) + 1,5 * (-163,94 - 0,05) + 1,5 * 0,5 * (-30,24) + 1,5 * 0,6 * (0,03)$$

$$\max N = -607,31 \text{ kN} ; \text{ odpovídající síly : } V = 28,40 \text{ kN} ; M = 41,22 \text{ kNm}$$

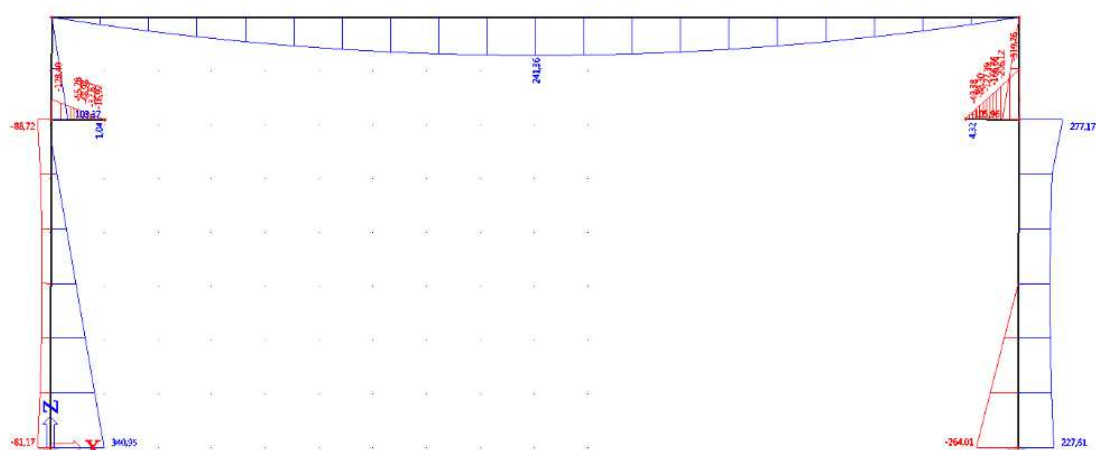
- **CO2 (max M):**

$$\max M = \gamma_G * (LC1 + LC2) + \gamma_Q * (LC3 + LC6) + \gamma_G * \psi_0 * LC7 + \gamma_G * \psi_0 * LC8$$

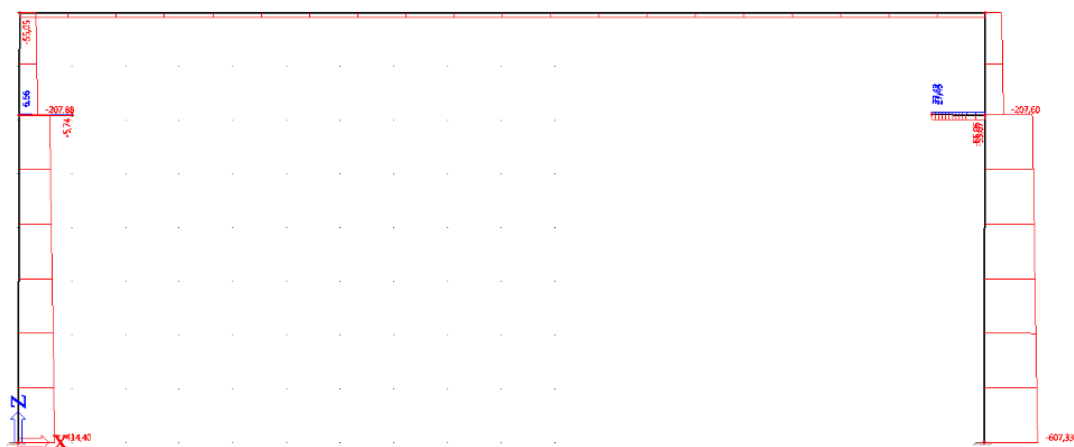
$$\max M = 1,35 * (-3,74 - 24,53) + 1,5 * (21,84 - 125,65) + 1,5 * 0,5 * (-0,85) + 1,5 * 0,6 * (-77,22)$$

$$\max M = -264,02 \text{ kNm} ; \text{ odpovídající síly : } V = 86,09 \text{ kN} ; N = -607,12 \text{ kN}$$

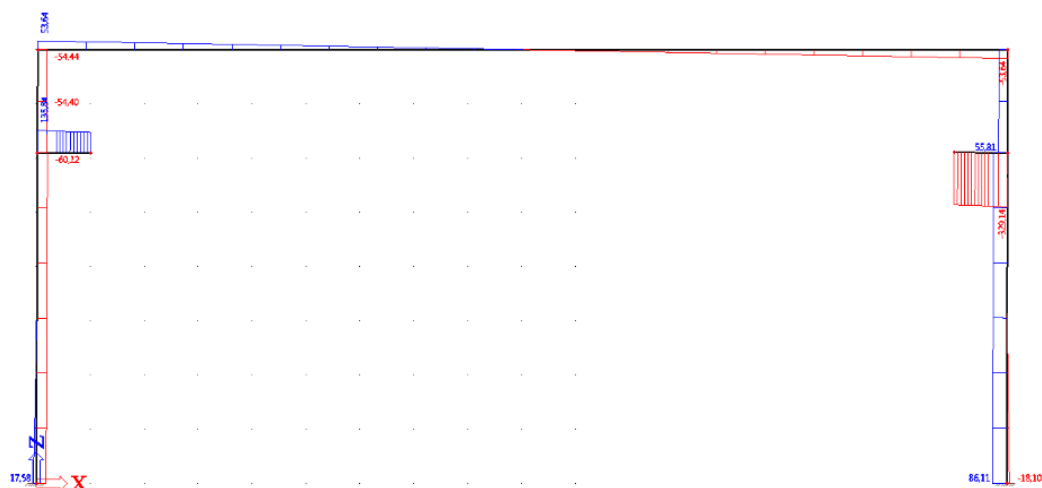
Kombinace zatížení – momenty:



Kombinace zatížení – posouvající síla:



Kombinace zatížení – normálová síla:



5.7 POSOUZENÍ SLOUPU – INTERAKČNÍ DIAGRAM

Posouzení únosnosti sloupu proběhlo pomocí interakčního diagramu, jeho následující body jsou uvedeny níže.

$$e_0 = h / 30 \quad [\text{mm}]$$

kde: $e_0 \dots$ excentricita vyjadřující vliv nehomogenity průřezu [mm]
 $h \dots$ výška průřezu ve směru namáhání ohybovým momentem,
popř. možného vybočení tlačného prutu [mm]

$$e_0 = 700 / 30$$

$$\underline{e_0 = 23,3 \text{ mm}}$$

(pozn. pokud je hodnota e_0 větší než 20 mm uvažuje se s vyšší hodnotou)

$$d_2 = d_1 = c + \phi_{sw} + \phi_{sl} * 0,5 \quad [\text{m}]$$

kde: $d_i \dots$ vzdálenost těžiště výztuže od horního líce tlačného betonu [m]

$$d_2 = d_1 = 0,03 + 0,01 + 26 * 0,5$$

$$\underline{d_2 = d_1 = 0,053 \text{ m}}$$

$$z_2 = z_1 = h / 2 - d_i \quad [\text{m}]$$

kde: $z_i \dots$ rameno vnitřních sil [m]

$$z_2 = z_1 = 0,700 / 2 - 0,053$$

$$\underline{z_2 = z_1 = 0,297 \text{ m}}$$

$$d = h - d_1 \quad [\text{m}]$$

$$d = 0,7 - 0,053$$

$$\underline{d = 0,647 \text{ m}}$$

$$F_{s1} = F_{s2} = A_{s1} * \sigma_s \quad [\text{kN}]$$

kde : $F_{s1} \dots$ síla od výztuže 1 [kN]

$F_{s2} \dots$ síla od výztuže 2 [kN]

$A_{si} \dots$ plocha jednotlivé výztuže [m²]

$\sigma_s \dots$ napětí ve výztuži [MPa]

$$A_{s1} = A_{s2} = 3 * S \phi_{sl,1} \quad [\text{m}^2]$$

$$A_{s1} = A_{s2} = 3 * \frac{\pi * \Phi^2}{4} [\text{m}^2]$$

$$A_{s1} = A_{s2} = 3 * \frac{\pi * 0,026^2}{4}$$

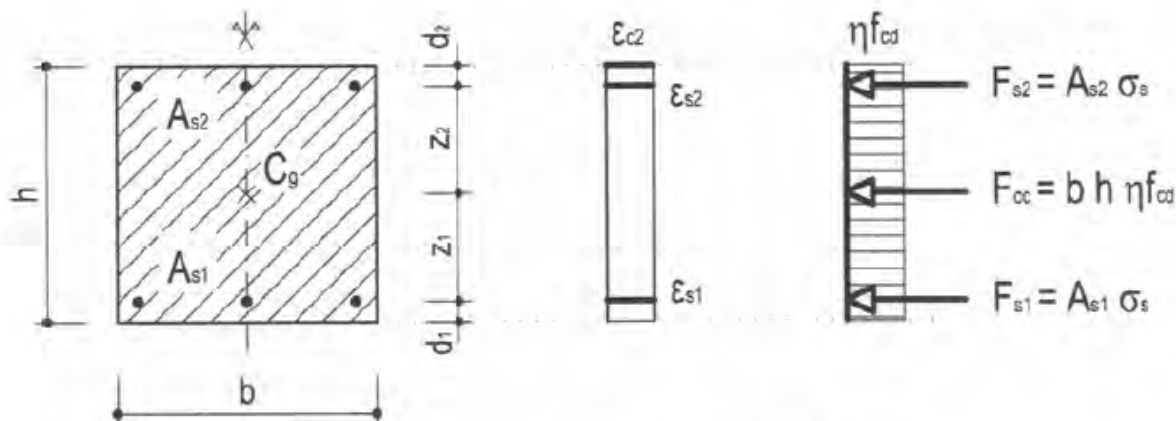
$$A_{s1} = A_{s2} = 15,928 * 10^{-4} \quad \text{m}^2$$

$$F_{s1} = F_{s2} = 15,928 * 10^{-4} * 365,218 * 10^3$$

$$\underline{F_{s1} = F_{s2} = 581,71 \text{ kN}}$$

5.7.1 Bod 0

Bod 0 – Prostý tlak – neutrálná osa leží mimo průřez a celý průřez je tlačенý
přetvoření oceli je rovno přetvoření betonu



$$N_{Rd0} = F_{cc} + F_{s1} + F_{s2} \quad [\text{kN}]$$

kde: F_{cc} ... síla od tlačенého betonu $[\text{kN}]$

$$F_{cc} = A_{cc} * f_{cd} \quad [\text{kN}]$$

$$F_{cc} = 0,5 * 0,7 * 23,3 * 10^3$$

$$F_{cc} = -8\,155 \text{ kN}$$

$$\epsilon_{s1} = \epsilon_{s2} = \epsilon_{cu3} = 0,35\% > \epsilon_{yd} = 0,183\% \Rightarrow \text{výztuž plně využita}$$

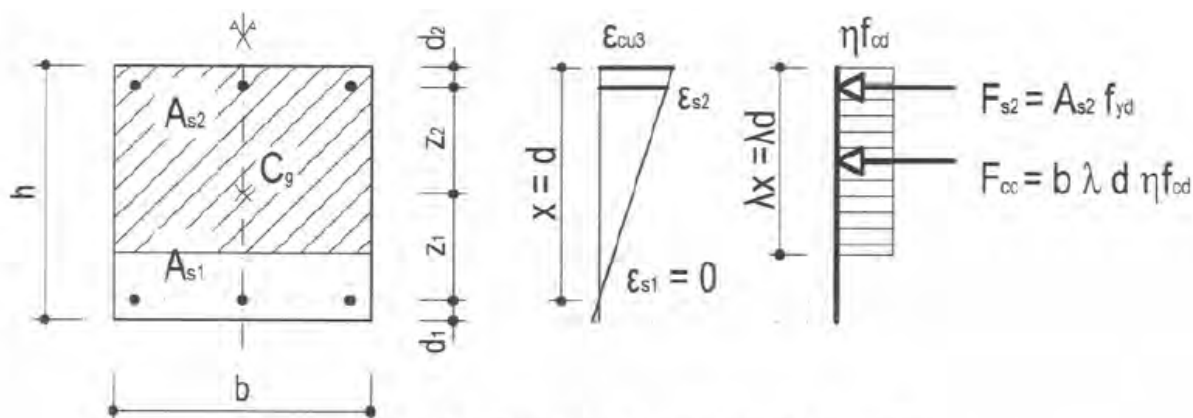
$$N_{Rd0} = -8\,155 + (-581,71)$$

$$N_{Rd0} = -9\,330,09 \text{ kN}$$

$$M_{Rd0} = 0 \text{ kNm}$$

5.7.2 Bod 1

Bod 1 - neutrálná osa prochází těžištěm výztuže č.2



$$N_{Rd1} = F_{cc} + F_{s1} \quad [\text{kN}]$$

$$F_{cc} = \lambda * x * b * \eta * f_{cd} \quad [\text{kN}]$$

$$F_{cc} = \lambda * (h - d_2) * b * \eta * f_{cd} \quad [\text{kN}]$$

$$F_{cc} = 0,8 * (0,7 - 0,053) * 0,5 * 1 * 23\,333 \quad [\text{kN}]$$

$$F_{cc} = -6\,038,67 \text{ kN}$$

$$d = h - d_2 \quad [\text{m}]$$

$$d = 0,7 - 0,053$$

$$d = 0,647 \text{ m}$$

$$\xi_{bal,2} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} - \varepsilon_{yd}} \quad [-]$$

$$\xi_{bal,2} = \frac{0,0035}{0,0035 - 0,00183}$$

$$\xi_{bal,2} = 2,091$$

$$\xi_{bal,2} * d_2 = 2,091 * 0,053 = 0,111 \text{ m} < 0,647 \quad \Rightarrow \text{výztuž plně využita}$$

$$N_{Rd1} = -6038,67 - 581,71$$

$$N_{Rd1} = -6\,620,38 \text{ kN}$$

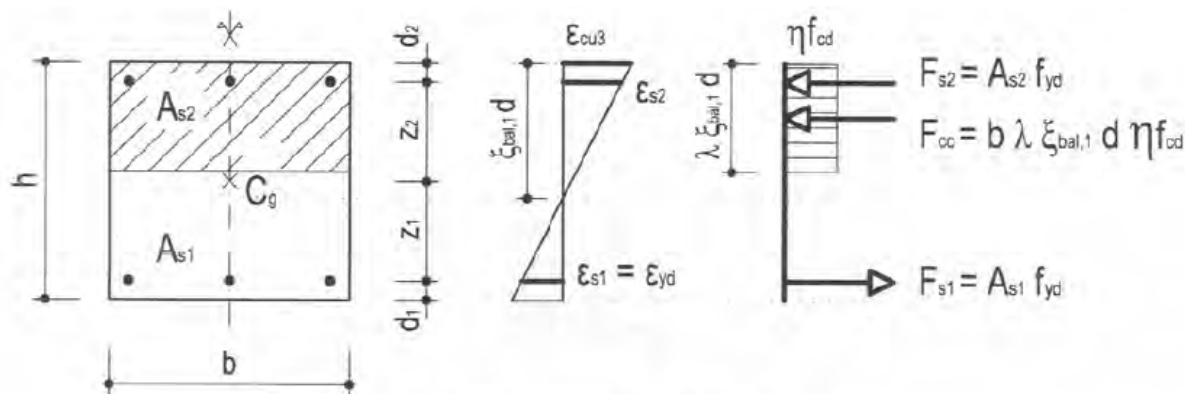
$$M_{Rd1} = F_{cc} * (h/2 - (h - d_2) * \lambda / 2) + F_{s1} * (h/2 - d_1) \quad [\text{kNm}]$$

$$M_{Rd1} = 6038,67 * (0,7 / 2 - (0,7 - 0,053) * 0,8 * 0,5) + 581,71 * (0,7 / 2 - 0,053)$$

$$M_{Rd1} = 723,50 \text{ kNm}$$

5.7.3 Bod 2

Bod 2 - neutrální osa je v poloze právě kdy je naplno využitelná výztuž č.2 ($\varepsilon_{s2} = \varepsilon_{yd}$)



$$N_{Rd2} = F_{cc} + F_{s1} - F_{s2} \quad [\text{kN}]$$

$$F_{cc} = \lambda * \xi_{bal,1} * d * b * \eta * f_{cd} \quad [\text{kN}]$$

$$d = h - d_2 \quad [\text{m}]$$

$$d = 0,7 - 0,053$$

$$d = 0,647 \text{ m}$$

$$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}} \quad [-]$$

$$\xi_{bal,1} = \frac{0,0035}{0,0035 + 0,00183}$$

$$\xi_{bal,1} = 0,657$$

$$\xi_{bal,2} = \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} - \epsilon_{yd}} \quad [-]$$

$$\xi_{bal,2} = \frac{0,0035}{0,0035 - 0,00183}$$

$$\xi_{bal,2} = 2,091$$

$$\xi_{bal,1} * d = 0,657 * 0,647 = 0,425 \text{ m} > \xi_{bal,2} * d_2 = 2,091 * 0,053 = 0,111 \text{ m}$$

=> výztuž plně využita

$$F_{cc} = 0,8 * 0,657 * 0,47 * 0,5 * 1 * 23\,333$$

$$F_{cc} = -3967,40 \text{ kN}$$

$$\mathbf{N_{Rd2} = -3967,40 \text{ kN}}$$

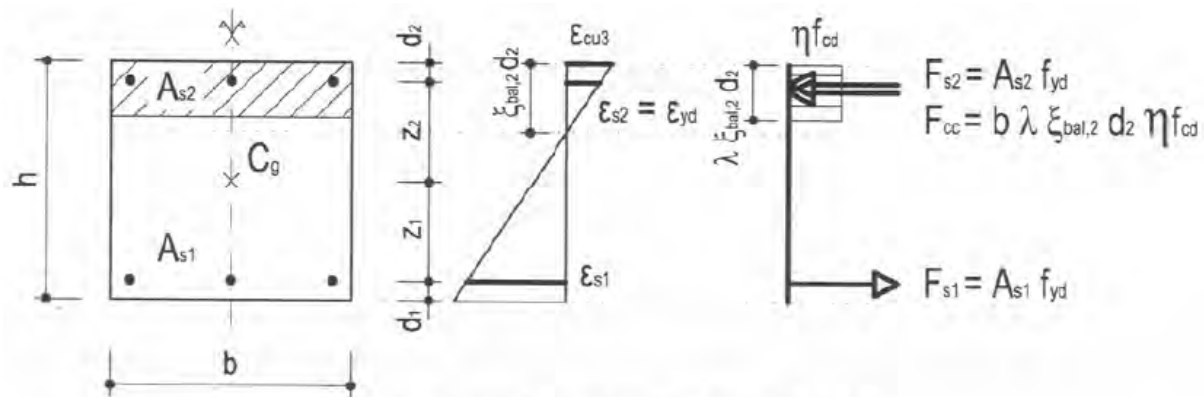
$$M_{Rd2} = F_{s1} * z_1 + F_{s2} * z_2 + F_{cc} * (h - \lambda * \xi_{bal,1} * d) \quad [\text{kNm}]$$

$$M_{Rd2} = 581,71 * 0,297 + 581,71 * 0,297 + 3967,40 * (0,7 - 0,8 * 0,657 * 0,647)$$

$$\mathbf{M_{Rd2} = 1059,55 \text{ kNm}}$$

5.7.4 Bod Z

Bod Z - neutrální osa je v takové poloze, v níž je ještě započitatelná výztuž č.1 ($\epsilon_{s1} = \epsilon_{yd}$)



$$N_{RdZ} = F_{cc} + F_{s1} - F_{s2} \quad [\text{kN}]$$

$$x = d_1 * \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} - \epsilon_{yd}} \quad [\text{m}]$$

$$x = 0,053 * \frac{0,0035}{0,0035 - 0,00183}$$

$$\mathbf{x = 0,111 \text{ m}}$$

$$N_{RdZ} = \lambda * b * x * f_{cd} - 581,71 + 581,71$$

$$N_{RdZ} = 0,8 * 0,5 * 0,111 * 23333$$

$$\underline{N_{RdZ} = - 1034,30 \text{ kN}}$$

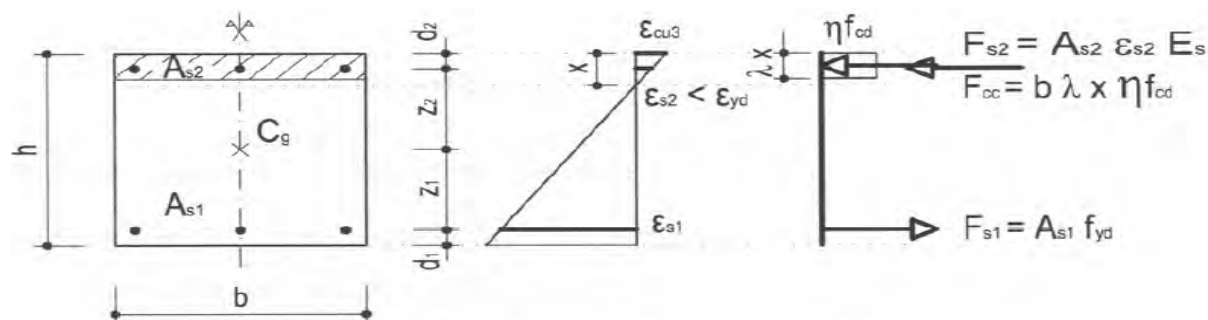
$$M_{RdZ} = F_{s1} * z_1 + F_{s2} * z_2 + \lambda * b * x * f_{cd} * (h/2 - \lambda * x * 0,5)$$

$$M_{RdZ} = 581,71 * 0,297 + 581,71 * 0,297 + 1034,30 * (0,7/2 - 0,8 * 0,5 * 0,111)$$

$$\underline{M_{RdZ} = 661,52 \text{ kN}}$$

5.7.5 Bod 3

Bod 3 - neutrální osa je v takové poloze, že se jedná o namáhání prostým ohybem, to znamená, že plocha tlaceného betonu je taková, aby vyvodila sílu odpovídající síle z výztuže č.2, výztuž č.1 není dostatečně přetvořená, aby mohla být započítána.



$$N_{Rd3} = F_{cc} - F_{s2} \quad [\text{kN}]$$

$$F_{cc} = b * \lambda * x * f_{cd} \quad [\text{kN}]$$

$$x = 0,0623 \text{ m} - \text{řešení nalezeno v MS Excel pomocí hledání řešení}$$

$$F_{cc} = 0,5 * 0,8 * 0,0623 * 23\,333$$

$$\underline{F_{cc} = 581,71 \text{ kN}}$$

$$\underline{N_{Rd3} = 0 \text{ kN}}$$

$$M_{Rd3} = F_{cc} * a_{cc} + F_{s2} * z_2 \quad [\text{kNm}]$$

$$\epsilon_{s1} = \epsilon_{cu3} - \frac{\epsilon_{cu3}}{x} * d_1$$

$$\epsilon_{s1} = 0,0035 - \frac{0,0035}{0,0623} * 0,053$$

$$\epsilon_{s1} = 0,052 \% < \epsilon_{yd} \Rightarrow \text{nezapočitatelná výztuž}$$

$$\epsilon_{s2} = \frac{\epsilon_{cu3}}{x} * (h - x - d_2)$$

$$\epsilon_{s2} = \frac{0,0035}{0,0623} * (0,7 - 0,0623 - 0,053)$$

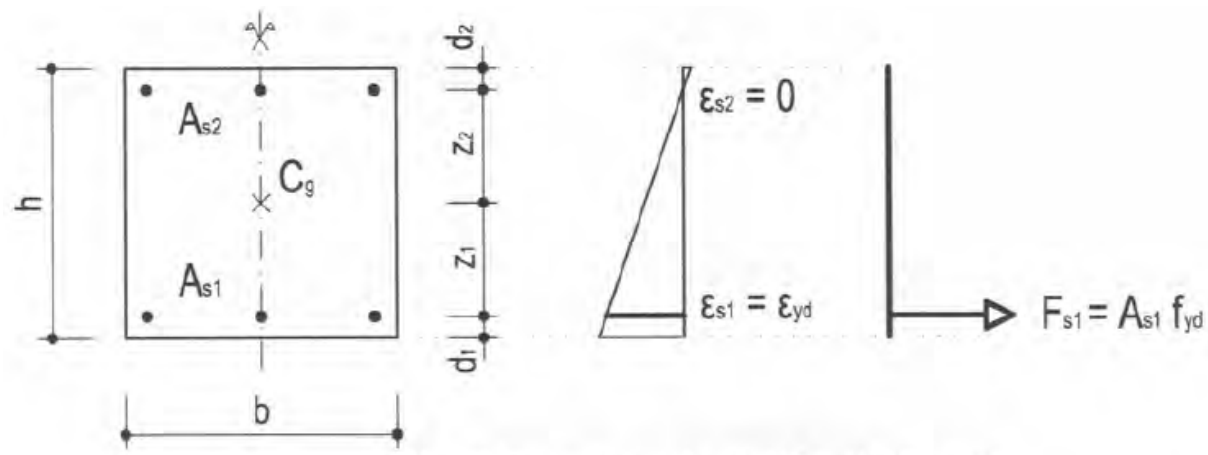
$$\epsilon_{s2} = 3,28 \% > \epsilon_{yd} \Rightarrow \text{výztuž plně využita}$$

$$M_{Rd3} = 581,71 * (0,7/2 - 0,0623 * 0,8 * 0,5) + 581,71 * 0,297$$

$$\underline{M_{Rd3} = 361,87 \text{ kNm}}$$

5.7.6 Bod 4

Bod 4 - neutrální osa prochází těžištěm výztuže č.1, tlačný beton nepůsobí



$$N_{Rd4} = F_{s2} \quad [\text{kN}]$$

$$\underline{N_{Rd4} = 581,71 \text{ kN}}$$

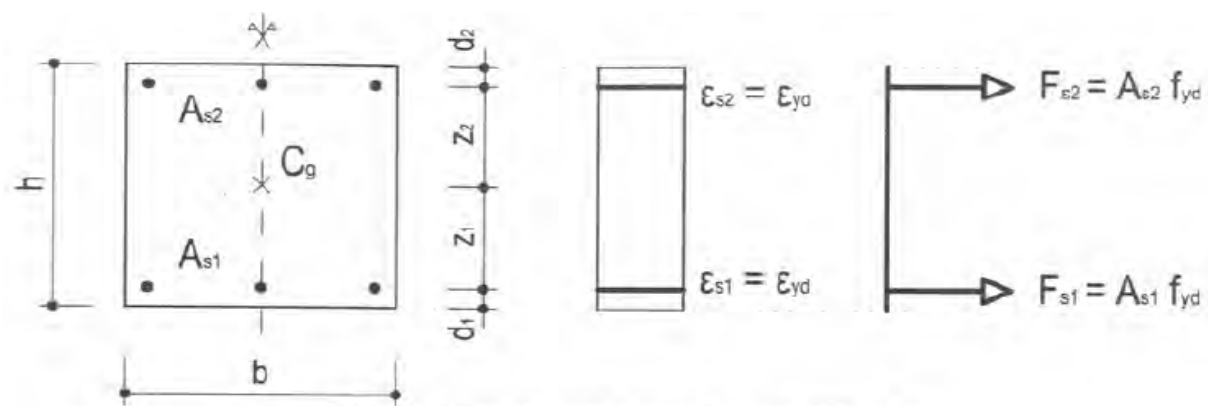
$$M_{Rd4} = F_{s2} \cdot z_2 \quad [\text{kNm}]$$

$$M_{Rd4} = 581,71 \cdot 0,297$$

$$\underline{M_{Rd4} = 172,77 \text{ kNm}}$$

5.7.7 Bod 5

Bod 5 - působí tahové síly leží v těžišti výztuže č.1 a č.2



$$N_{Rd5} = F_{s2} + F_{s1} \quad [\text{kN}]$$

$$\epsilon_{s1} = \epsilon_{s2} = \epsilon_{yd} \Rightarrow \text{výztuž plně využita}$$

$$N_{Rd5} = 581,71 + 581,71$$

$$\underline{N_{Rd5} = 1163,43 \text{ kN}}$$

$$\underline{M_{Rd5} = 0 \text{ kN}}$$

5.7.8 Posouzení únosnosti sloupu

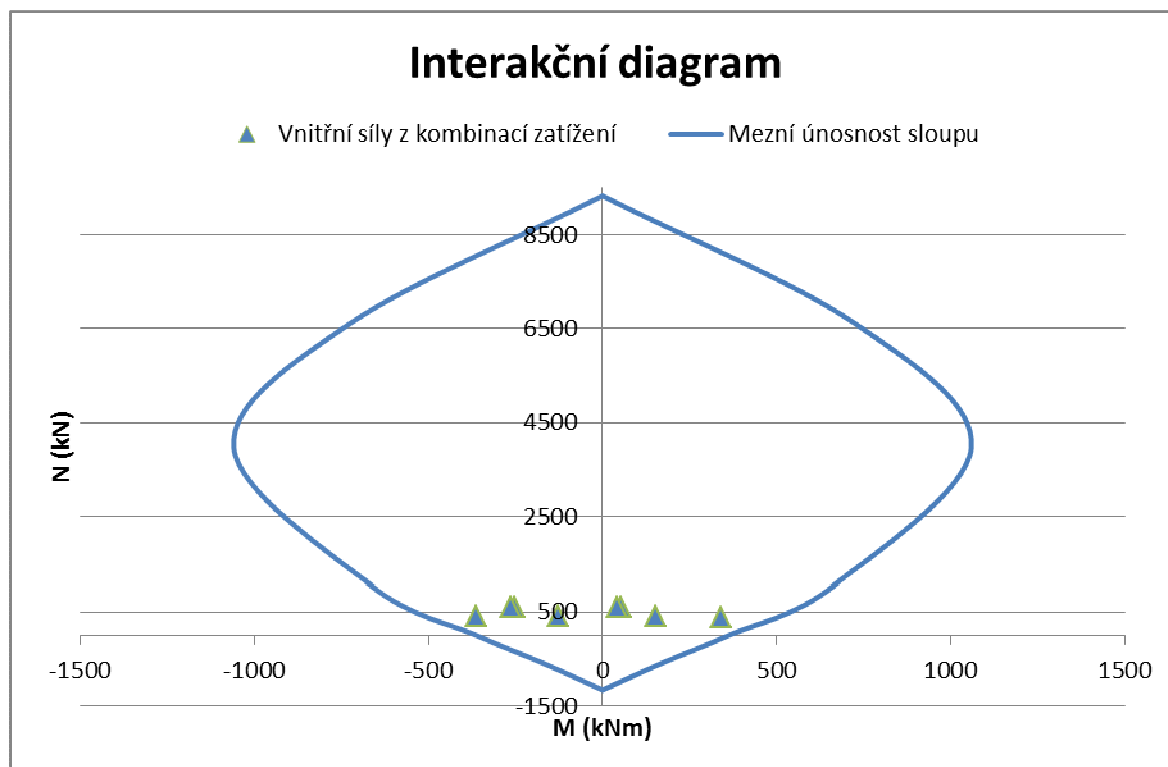
Tab. 5.5 Vnitřní síly od kombinací zatížení – větší zatížení levý sloup

Kombinace	levý sloup		pravý sloup	
	M [kNm]	N [kN]	M [kNm]	N [kN]
CO1	54,80	-607,68	-126,98	-414,10
CO2	-250,29	-607,49	-362,28	-414,00

Tab. 5.6 Vnitřní síly od kombinací zatížení – větší zatížení pravý sloup

Kombinace	levý sloup		pravý sloup	
	M [kNm]	N [kN]	M [kNm]	N [kN]
CO1	154,57	-414,41	41,22	-607,31
CO2	340,96	-391,72	-264,02	-607,12

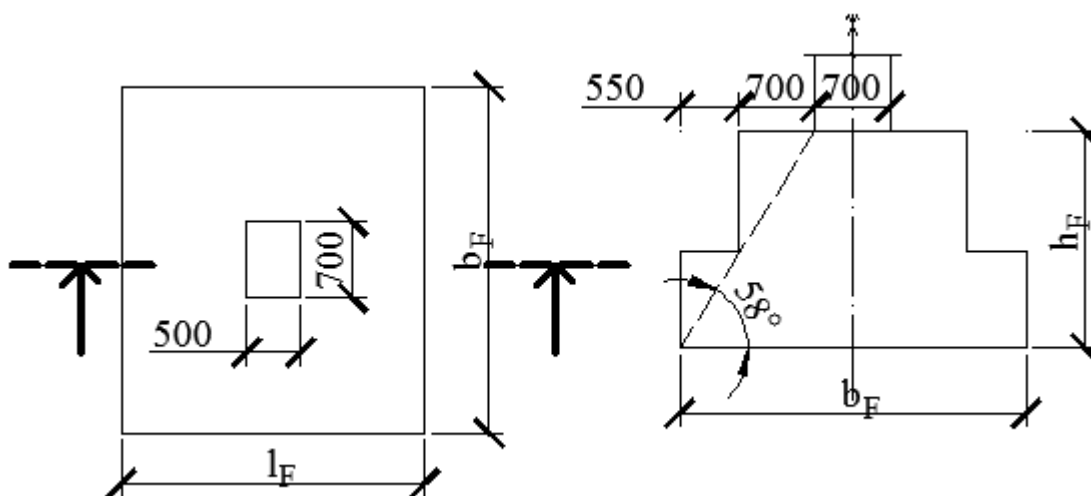
Graf 5.1 Interakční diagram s vyznačením kombinací vnitřních sil



Jak je patrné z uvedeného grafu, sloup vyhoví na všechny stanovené kombinace.

6 ZÁKLADOVÁ PATKA

6.1 GEOMETRIE



Tab. 6.1 Rozměry základové patky

$l_F =$	2800	mm
$b_F =$	3200	mm
$h_F =$	2000	mm

6.2 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

BETON: patka je z prostého betonu
odhad pevnosti betonu C 12/15

$$f_{ctk0,05} = 1,1 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = \alpha_{cc,pl} * \frac{f_{ctk0,05}}{\gamma_c} \quad [\text{MPa}]$$

kde: $f_{ctk0,05} \dots$ charakteristická pevnost betonu v tahu [MPa]

$f_{ctd} \dots$ návrhová pevnost betonu v tahu [MPa]

$$f_{ctd} = 1 * 1,1 / 1,5$$

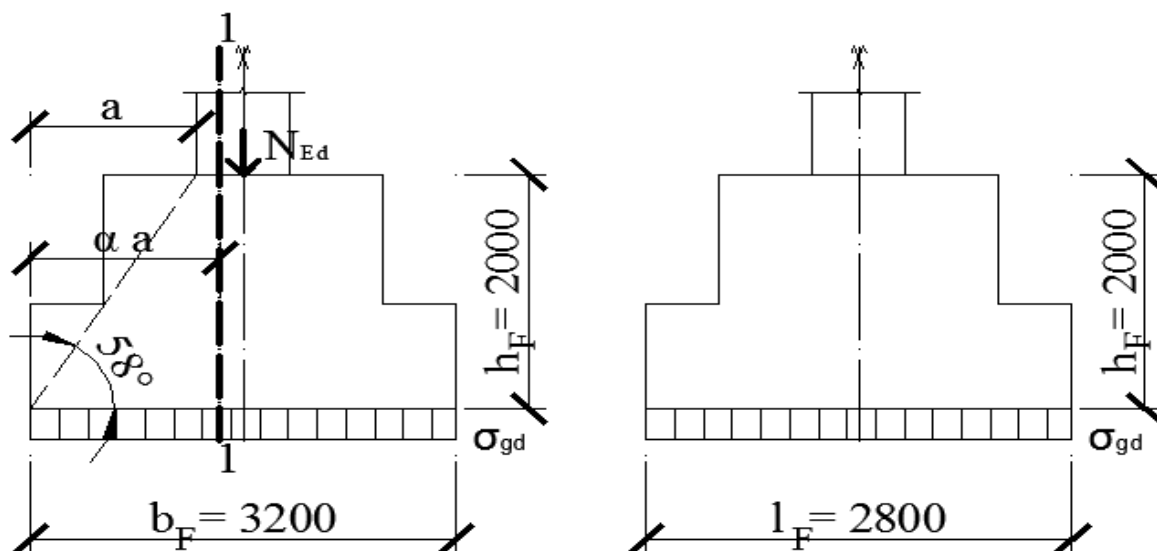
$$\underline{f_{ctd} = 0,733 \text{ MPa}}$$

- Stavebně-technickým průzkumem byl zjištěn typ zeminy v základové spáře, tato zemina byla klasifikována jako R5 – břidlice jílovitá, tmavošedá, velmi zvětralá, úlomkovitě až roubíkovitě rozpadavá, laminovaně, vrstevnatá; viz. zadávací dokumentace stavebně-technického průzkumu

6.3 POSOUZENÍ PATKY

6.3.1 Posouzení na ohyb

Zjednodušeně si lze představit, že odstupek základové patky působí jako konzola vetknutá v teoretickém řezu 1 – 1 (viz. obr.), zatížená ze spodu návrhovou hodnotou normálového napětí v základové spáře $\sigma_{gd} = N_{Ed} / (b_F * l_F)$ (Procházka, 2010)



Výpočet:

$$a = 1,25 \text{ m}$$

$$\alpha * a = a + 0,176a$$

$$\alpha * a = 1,25 + 1,25 * 0,176$$

$$\alpha * a = 1,47 \text{ m}$$

$$e = M_{Ed} / N_{Ed} \quad [\text{m}]$$

$$\sigma_{gd} = \frac{N_{Ed}}{(b_F - 2 * e) * l_F} \quad [\text{kPa}]$$

$$M_{Ed} = \frac{1}{2} * \sigma_{gd} * l_F * (\alpha * a) \quad [\text{kNm}]$$

$$M_{Rd} = \alpha_h * f_{ctd} * \frac{1}{6} * l_F * h_F^2 \quad [\text{kNm}]$$

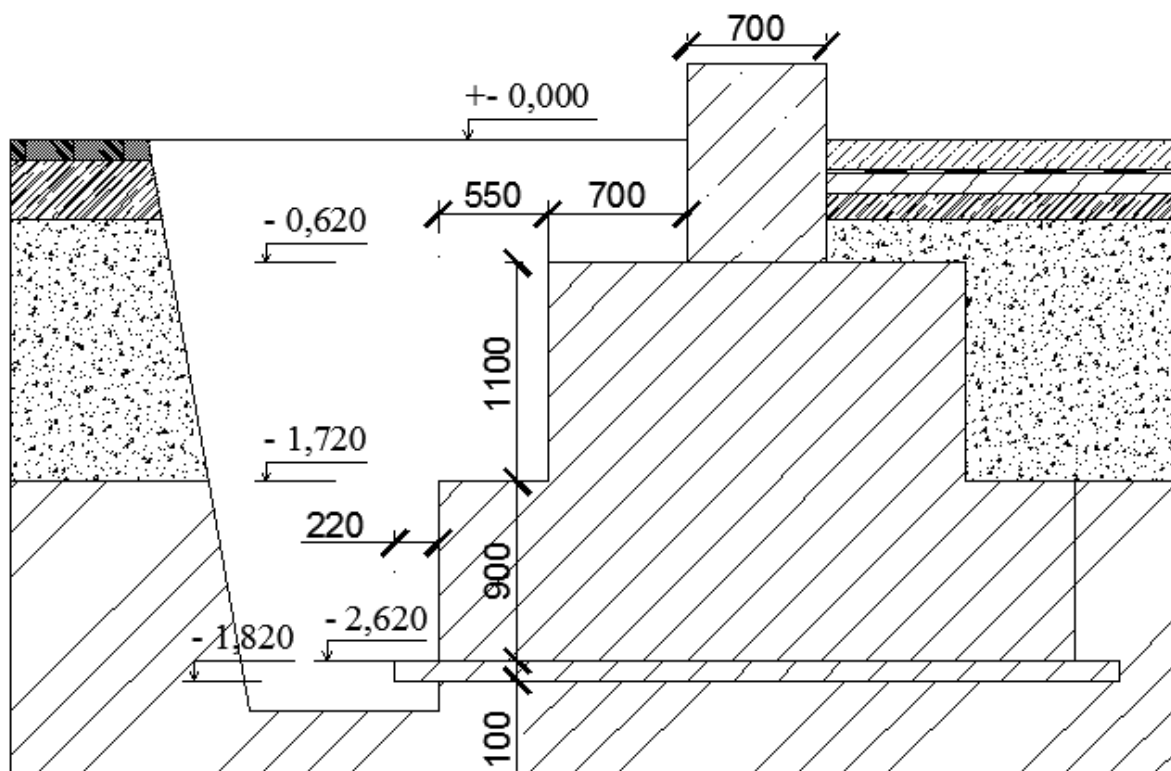
$$M_{Rd} = 1,0 * 733 * \frac{1}{6} * 2,8 * 2^2$$

$$\underline{M_{Rd} = 1368,27 \text{ kNm}}$$

Tab. 6.2 Výpočet ohybového momentu působícího ve vetknutí konzoly

N [kN]	-607,68	-607,49	-414,10	-414,00	-414,41	-391,72	-607,31	-607,12
M [kNm]	54,80	-250,29	-126,98	-362,28	154,57	340,96	41,22	-264,02
e [m]	0,090	0,412	0,307	0,875	0,373	0,870	0,068	0,435
σ_{yd} [kPa]	71,87	91,31	57,17	101,98	60,31	95,88	70,78	93,05
M_{Ed} [kNm]	147,91	187,92	117,66	209,88	124,12	197,31	145,67	191,50

6.3.2 Posouzení únosnosti základové spáry



Výpočet:

$$Z_{Ed,max} = G_k * \gamma_G + Q_k * \gamma_Q \quad [kN]$$

$$Z_{Ed,min} = G_k \quad [kN]$$

kde: $Z_{Ed,max}$... přetížení základové spáry stálým a proměnným zatížením [kN]
 $Z_{Ed,min}$... přetížení základové spáry stálým zatížením [kN]

Tab. 6.3 Výpočet zatížení na základovou spáru

Stálé zatížení		t [m]	š [m]	l [m]	γ [kN.m ⁻³]	G_{ki} [kN]
podlaha	drátkobeton	0,2	1,25	2,8	25	17,50
	izolace	0,02	1,25	2,8	2,5	0,18
	podkladní beton	0,1	1,25	2,8	24	8,40
zemina		V =	9,89	m ³	20	197,80
podkladní beton		0,1	3,2	2,8	24	21,50
tíha patky		V =	11,99	m ³	24	287,76
Celkové stálé zatížení :					$\Sigma G_{ki} =$	533,15
Proměnné zatížení	$q_d = 7,5$	kN.m ⁻²	S=4,31	m ²	$Q_{ki} =$	32,29

$$Z_{Ed,max} = 533,15 * 1,35 + 32,29 * 1,5$$

$$Z_{Ed,max} = 768,17 \text{ kN}$$

$$Z_{Ed,min} = 533,14 \text{ kN}$$

$$\text{a) } N'_{Ed} = Z_{Ed,max} + N_{ed} \quad [\text{kN}]$$

$$\text{b) } N'_{Ed} = Z_{Ed,min} + N_{ed} \quad [\text{kN}]$$

kde: $N'_{Ed} \dots$ celková normálová síla působící na základovou spáru $[\text{kN}]$

$$M'_{Ed} = N'_{Ed} * h_F + M_{Ed} \quad [\text{kNm}]$$

kde: $M'_{Ed} \dots$ celkový moment působící na základovou spáru $[\text{kNm}]$

$$e = M / N \quad [\text{m}]$$

kde: $e \dots$ excentricita vzniklá při působení kombinace normálové síly a ohybového momentu $[\text{m}]$

$$A_{cr} = I_F * (b_F - 2 * e) \quad [\text{m}^2]$$

kde: $A_{cr} \dots$ účinná plocha základové patky působící na základovou spáru $[\text{m}^2]$

$$\sigma_z = N'_{Ed} / A_{cr} \quad [\text{kPa}]$$

kde: $\sigma_z \dots$ napětí v základové spáře $[\text{kPa}]$

$R_d > \sigma_z \Rightarrow$ posouzení velikostí napětí v základové spáře s maximálním dovolým napětím stanoveným dle typu horniny

$$S_{rd} = \text{tg } \varphi * N'_{Ed} \quad [\text{kN}]$$

kde: $S_{rd} \dots$ maximální síla bránící posunu $[\text{kN}]$

$\varphi \dots$ úhel vnitřního tření $[\text{°}]$

Tab. 6.4 Posouzení únosnosti základové spáry

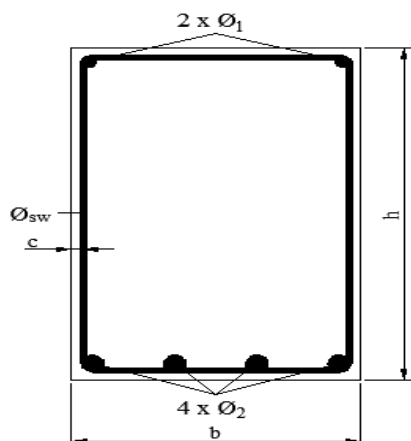
kombinace			Ned	Med	Ved	Zd,max	Zd,min	Ned´	Med´	e	Acr	σ _z	Rd	Posunutí	Stabilita
			[kN]	[kNm]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[m]	[m ²]	[kPa]	[kPa]	Srd [kN]
Větší zatížení levý sloup	Levý sloup	C01	-607,68	54,80	-35,95	-768,17	-533,15	-1375,85		0,012	8,89	154,8	250	963,38	1,07
								-1140,83	-17,1	0,015	8,88	128,5	250	798,82	1,07
	C02							-1375,66		0,214	7,76	177,2	250	963,25	1,07
		-607,49	-250,29	-21,80	-768,17	-533,15	-1140,64	-293,89	0,258	7,52	151,7	250	798,68	1,07	
	Pravý sloup	C01	-414,10	-126,98	32,17	-768,17	-533,15	-1182,27		0,053	8,66	136,5	250	827,83	1,07
								-947,25	-62,64	0,066	8,59	110,3	250	663,27	1,07
Větší zatížení pravý sloup	Levý sloup	C02	-414,00	-362,28	63,04	-768,17	-533,15	-1182,17		0,200	7,84	150,8	250	827,76	1,07
								-947,15	-236,2	0,249	7,56	125,2	250	663,20	1,07
	C01							-1182,58		0,108	8,35	141,6	250	828,05	1,07
		-414,41	154,57	-13,35	-768,17	-533,15	-947,56	127,87	0,135	8,20	115,5	250	663,49	1,07	
	C02							-1159,89		0,191	7,89	147,0	250	812,16	1,07
		-391,72	340,96	-59,86	-768,17	-533,15	-924,87	221,24	0,239	7,62	121,4	250	647,60	1,07	
Větší zatížení levý sloup	Pravý sloup	C01	-607,31	41,22	28,40	-768,17	-533,15	-1375,48		0,071	8,56	160,7	250	963,12	1,07
								-1140,46	98,02	0,086	8,48	134,5	250	798,56	1,07
	C02							-1375,29		0,067	8,59	160,2	250	962,99	1,07
		-607,12	-264,02	86,09	-768,17	-533,15	-1140,27	-91,84	0,081	8,51	134,0	250	798,43	1,07	
	C01							-1182,27		0,053	8,66	136,5	250	827,83	1,07
								-947,25	-62,64	0,066	8,59	110,3	250	663,27	1,07
Větší zatížení pravý sloup	Levý sloup	C02	-414,00	-362,28	63,04	-768,17	-533,15	-1182,17		0,200	7,84	150,8	250	827,76	1,07
								-947,15	-236,2	0,249	7,56	125,2	250	663,20	1,07
	C01							-1182,58		0,108	8,35	141,6	250	828,05	1,07
		-414,41	154,57	-13,35	-768,17	-533,15	-947,56	127,87	0,135	8,20	115,5	250	663,49	1,07	
	C02							-1159,89		0,191	7,89	147,0	250	812,16	1,07
		-391,72	340,96	-59,86	-768,17	-533,15	-924,87	221,24	0,239	7,62	121,4	250	647,60	1,07	
Větší zatížení levý sloup	Pravý sloup	C01	-607,31	41,22	28,40	-768,17	-533,15	-1375,48		0,071	8,56	160,7	250	963,12	1,07
								-1140,46	98,02	0,086	8,48	134,5	250	798,56	1,07
	C02							-1375,29		0,067	8,59	160,2	250	962,99	1,07
		-607,12	-264,02	86,09	-768,17	-533,15	-1140,27	-91,84	0,081	8,51	134,0	250	798,43	1,07	
	C01							-1182,27		0,053	8,66	136,5	250	827,83	1,07
								-947,25	-62,64	0,066	8,59	110,3	250	663,27	1,07
Větší zatížení pravý sloup	Levý sloup	C02	-414,00	-362,28	63,04	-768,17	-533,15	-1182,17		0,200	7,84	150,8	250	827,76	1,07
								-947,15	-236,2	0,249	7,56	125,2	250	663,20	1,07
	C01							-1182,58		0,108	8,35	141,6	250	828,05	1,07
		-414,41	154,57	-13,35	-768,17	-533,15	-947,56	127,87	0,135	8,20	115,5	250	663,49	1,07	
	C02							-1159,89		0,191	7,89	147,0	250	812,16	1,07
		-391,72	340,96	-59,86	-768,17	-533,15	-924,87	221,24	0,239	7,62	121,4	250	647,60	1,07	

7 NÁVRH ZVÝŠENÍ ÚNOSNOTI PRŮVLAKU

Jelikož stávající průvlak pro plánované použití dvounosníkového mostového jeřábu ABUS ZLK 15 000t x 16 500 mm nevyhovuje, je potřeba, aby byla zvýšena jeho únosnost. Návrhu zvýšení únosnosti průvlaku bude věnována tato kapitola.

7.1 GEOMETRIE

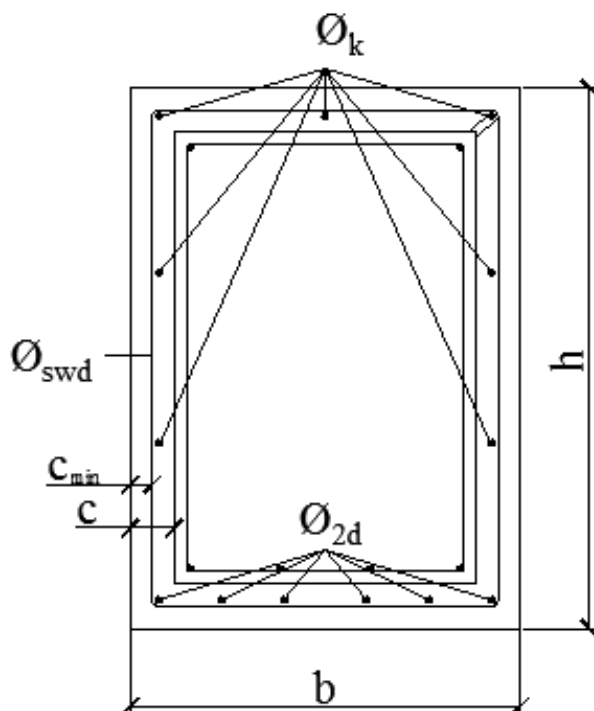
7.1.1 Stávající geometrie



$b =$	480	mm
$h =$	720	mm
$l =$	6000	mm
$\phi_1 =$	10	mm
$\phi_2 =$	16	mm
$\phi_{sw} =$	6	mm
$c =$	20	mm

7.1.2 Navrhovaná geometrie

V rámci zvýšení únosnosti na smyk a ohyb bude ke stávajícímu průvlaku přidáno po obvodu v každém místě 70 mm betonu, v němž bude osazena podélná a třmínková výztuž. Navrhovanou geometrii nejlépe vystihuje následující obrázek.



Tab. 7.1 Nové parametry průvlaku

$b =$	620	mm	šířka nového průřezu
$h =$	860	mm	výška nového průřezu
$\phi_k =$	10	mm	konstrukční výztuž
$\phi_{2d} =$	10	mm	podélná výztuž
$\phi_{sw\ d} =$	10	mm	smyková výztuž
$c =$	70	mm	vrstva přidaného betonu
$c_{min} =$	30	mm	krytí třmínkové výztuže

7.2 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

BETON: *C 30/37*

$$f_{ck} = 30 \quad \text{MPa}$$

$$\mathbf{f_{ctm} = 2,9 \quad \text{MPa}}$$

$$f_{cd} = 1 * 30 / 1,5$$

$$\mathbf{f_{cd} = 20 \text{ MPa}}$$

OCEL: *B 420B*

$$f_{yk} = 420 \quad \text{MPa}$$

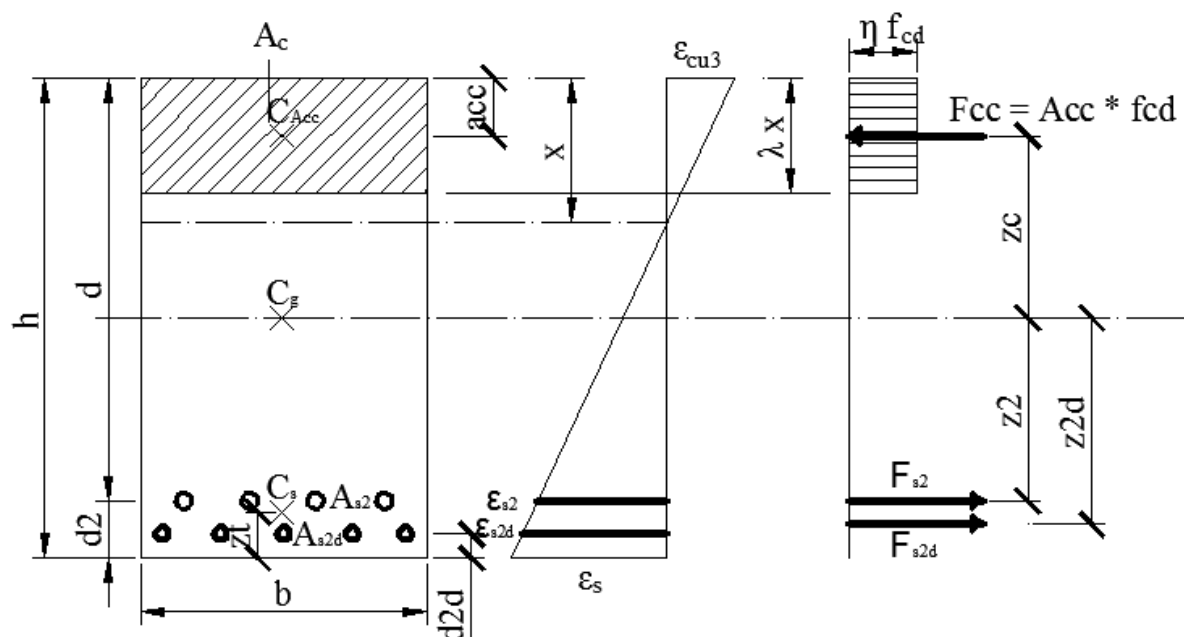
$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s \quad [\text{MPa}]$$

$$f_{yd} = 420 / 1,15$$

$$\mathbf{f_{yd} = 365,217 \text{ MPa}}$$

7.3 NÁVRH A POSOUZENÍ PRŮVLAKU – MSÚ

7.3.1 Posouzení průvlaku na ohyb



Návrh: hlavní podélná ohybová výztuž 5 ϕ 10 mm ; konstrukční výztuž ϕ 10 mm

Posouzení:

Výpočet:

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} \quad [\text{m}]$$

$$A_s = 6 \cdot \phi_{2d} + 4 \cdot \phi_2 \quad [\text{m}^2]$$

$$A_s = 6 \cdot \frac{\pi \cdot \Phi_{2d}^2}{4} + 4 \cdot \frac{\pi \cdot \Phi_2^2}{4}$$

$$A_s = 6 \cdot \frac{\pi \cdot 0,01^2}{4} + 4 \cdot \frac{\pi \cdot 0,016^2}{4}$$

$$A_s = 12,7549 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$x = \frac{12,7549 \cdot 10^{-4} \cdot 365,217}{0,62 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 20}$$

$$x = 0,04696 \text{ m}$$

$$\xi = \frac{x}{(h - z_t)} \quad [-]$$

$$z_t = \frac{A_{s2d} \cdot d_{2d} + A_{s2} \cdot d_2}{A_s} \quad [\text{m}]$$

kde: $z_t \dots$ vzdálenost těžiště tažené výztuže od spodního líce betonu [m]

$$z_t = \frac{4,712 \cdot 10^{-4} \cdot 0,045 + 8,043 \cdot 10^{-4} \cdot 0,104}{12,7549 \cdot 10^{-4}}$$

$$z_t = 0,0822 \text{ m}$$

$$\xi = \frac{0,04696}{0,86 - 0,0822}$$

$$\xi = 0,0604$$

$$\xi_{\text{bal},1} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}} \quad [-]$$

$$\xi_{\text{bal},1} = \frac{0,0035}{0,0035 + 0,00183}$$

$$\xi_{\text{bal},1} = 0,657$$

posouzení:

$$\xi < \xi_{\text{bal},1}$$

$$0,0604 < 0,657 \Rightarrow \text{Výztuž naplno využita}$$

$$z = h - z_t - 0,5 \cdot \lambda \cdot x \quad [\text{m}]$$

$$z = 0,86 - 0,0822 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,04696$$

$$z = 0,7590 \text{ m}$$

$$M_{\text{Rd}} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z \quad [\text{kNm}]$$

$$M_{\text{Rd}} = 12,7549 \cdot 10^{-4} \cdot 365,217 \cdot 10^3 \cdot 0,7590$$

$$M_{\text{Rd}} = 353,57 \text{ kNm}$$

posouzení:

$$M_{\text{Rd}} > M_{\text{Ed}}$$

$$M_{\text{Ed}} = M_{\text{Ed}0} + M_{\text{Ed}1} \quad [\text{kNm}]$$

kde: $M_{\text{Ed}0} \dots$ hodnota maximálního návrhového momentu stanovená v kapitole 3.6

$M_{\text{Ed}1} \dots$ návrhová hodnota momentu od vlastní tíhy přidaného materiálu průvlaku

$$M_{\text{Ed}1} = 1/8 \cdot (A_n - A_s) \cdot \gamma \cdot l^2 \quad [\text{kNm}]$$

kde: $A_n \dots$ celková plocha průřezu po zesílení $[\text{m}^2]$

$A_s \dots$ plocha stávajícího průřezu $[\text{m}^2]$

$$M_{\text{Ed}1} = 1/8 \cdot (0,62 \cdot 0,86 - 0,48 \cdot 0,72) \cdot 25 \cdot 6^2$$

$$M_{\text{Ed}1} = 21,11 \text{ kNm}$$

$$M_{\text{Ed}} = 330,52 + 21,11$$

$$M_{\text{Ed}} = 351,63 \text{ kNm}$$

$$353,57 > 351,63 \text{ kNm} \Rightarrow \text{Ohybová výztuž průvlaku vyhovuje}$$

Kontrola vyztužení:

- Minimální plocha výztuže:

$$A_{s,min} \geq \max\left\{\frac{0,26 * f_{ctm} * b * d}{f_{yk}}; 0,0013 * b * d\right\}$$

$$d = h - z_t \quad [mm]$$

$$d = 720 - 82,2$$

$$\underline{d = 637,8 \text{ mm}}$$

$$A_{s,min} = \max\left\{\frac{0,26 * 2,9 * 0,62 * 0,6378}{420}; 0,0013 * 0,62 * 0,6378\right\}$$

$$A_{s,min} = \max\{7,099 * 10^{-4}; 5,1407 * 10^{-4}\}$$

$$\underline{A_{s,min} = 5,1407 * 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$A_s > A_{s,min}$$

$$\underline{12,7549 * 10^{-4}} > \underline{5,1407 * 10^{-4}} \text{ m}^2 \Rightarrow \underline{\text{Vyhovuje}}$$

- Maximální plocha výztuže:

$$A_{s,max} = 0,04 * A_c \quad [m^2]$$

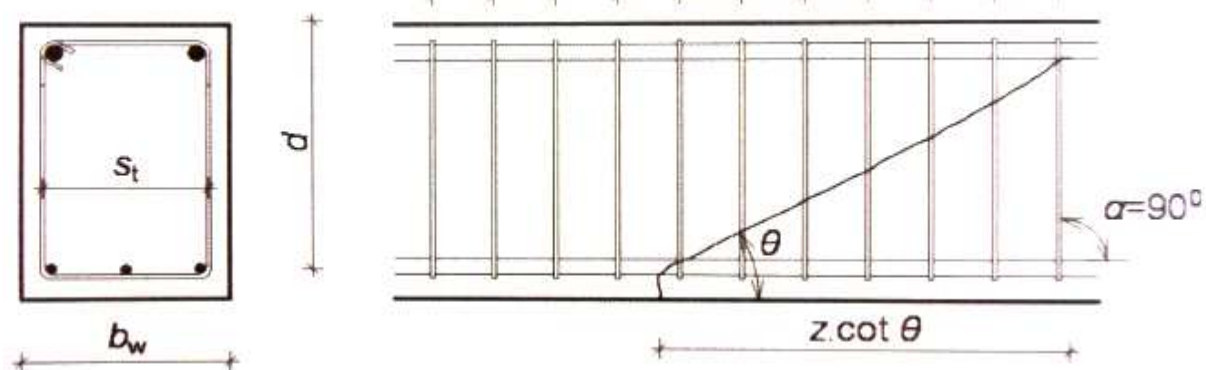
$$A_{s,max} = 0,04 * 0,62 * 0,86$$

$$\underline{A_{s,max} = 213,28 * 10^{-4} \text{ m}^2}$$

$$A_s < A_{s,max}$$

$$\underline{12,7549 * 10^{-4}} < \underline{231,28 * 10^{-4}} \text{ m}^2 \Rightarrow \underline{\text{Vyhovuje}}$$

7.3.2 Posouzení průvlaku na smyk



Návrh: $\varnothing 10$ po 150 mm

Posouzení:

Vstupní údaje:

- $f_{yd} = 365,217 \text{ MPa}$
- Výztuž:
třmínky B 420B $\varnothing 10 / 150 \text{ mm} \Rightarrow A_{sw} = 1,5708 * 10^{-4} \text{ [m}^2\text{]}$
- Volba úhlu tlakových diagonál θ – výztuž s největší možnou vzdáleností - $\cot g = 1,0$

Posouzení smykové výztuže:

Výpočet:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} * z * f_{ywd} * \cot g \theta \quad [\text{kN}]$$

$$V_{Rd,s} = \frac{1,5708 * 10^{-4}}{0,15} * 0,79622 * 365,217 * 10^3 * 1,0$$

$$V_{Rd,s} = 304,43 \text{ kN}$$

posouzení:

$$V_{Rd,s} > V_{Ed}$$

$$304,43 < 219,62 \text{ kN} \Rightarrow \text{Navrhovaná smyková výztuž vyhoví}$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} * b * z * v * \frac{f_{cd}}{\cot g \theta + \tan \theta} [\text{kN}]$$

$$v = 0,6 * (1 - f_{ck} / 250)$$

$$v = 0,6 * (1 - 30/250)$$

$$v = 0,528$$

$$V_{Rd,max} = 1 * 0,62 * 0,796 * 0,528 * \frac{20 * 10^3}{1 + 1}$$

$$\underline{V_{Rd,max} = 2605,79 \text{ kN}}$$

$$V_{Rd,max} > V_{Ed}$$

$$\underline{2605,79 > 219,62 \text{ kN}}$$

=> **Vyhovuje**

Kontrola vyztužení:

- Stupeň smykového vyztužení:

Výpočet:

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b * s * \sin \alpha} \geq \rho_{w,min}$$

$$\rho_w = \frac{1,5708 * 10^{-4}}{0,62 * 0,15 * 1}$$

$$\rho_w = \underline{16,8903 * 10^{-4}}$$

$$\rho_{w,min} = \frac{0,08 * f_{ck}^{0,5}}{f_{yk}}$$

$$\rho_{w,min} = \frac{0,08 * \sqrt{30}}{420}$$

$$\rho_{w,min} = \underline{20,8656 * 10^{-4}}$$

$$\rho_w > \rho_{w,min}$$

$$\underline{16,8903 * 10^{-4} < 20,8656 * 10^{-4}}$$

=> **Vyhovuje**

- Vzdálenost třmínků:

Výpočet:

$$s \leq s_{max}$$

$$s_{max} = \text{MIN} \{0,75d ; 0,4m\}$$

$$s_{max} = \text{MIN} \{0,75 * 0,6378 ; 0,4m\}$$

$$s_{max} = \text{MIN} \{0,48 ; 0,4m\}$$

$$\underline{s_{max} = 0,4 \text{ m}}$$

$$\underline{0,15 < 0,4}$$

=> **Vyhovuje**

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA

Statickým výpočtem byla stanovena únosnost železobetonových a betonových nosných prvků skeletové konstrukce jednopodlažní haly. Stávající objekt bylo potřeba posoudit na veškeré účinky zatížení, především na přetížení jeřábové dráhy novým dvounosníkovým mostovým jeřábem ITECO – ABUS s nosností 15t, specifikovaný požadavky investora. Podkladem pro stanovení základní geometrie, vlastností a vyztužení jednotlivých prvků byl stavebně-technický průzkum stávajícího stavu konstrukce a geologické podmínky v základové spáře.

Výpočtem průvlaku jeřábové dráhy bylo zjištěno, že množství stávající výztuže, ohybové i smykové, je velmi nedostačující. Ohybová výztuž by dokázala odolat 60-ti procentům požadovaného zatížení, smyková výztuž pouze 26-ti procentům. Pro možnost plánovaného použití mostového jeřábu ITECO – ABUS s nosností 15t bylo navrženo ztužení nosníku jeřábové dráhy – průvlaku. Bude nutné zpevnit průvlak konstrukční, ohybovou, a především smykovou výztuží. Všechna výztuž byla navržena z oceli pevnosti B420B, profilu 10mm. Ke spodnímu líci stávajícího průvlaku bude přiloženo 6 prutů, po stranách a nahoře bude dohromady 7 prutů výztuže. Po celé délce rozpětí průvlaku jsou navrženy dvoustřížné třmínky. Následně se provede obetonování pomocí stříkaného betonu SB 80 C35/45 tak, aby minimální krytí třmínkové výztuže bylo 30mm a celková vrstva přidaného betonu 70 mm, viz. přílohy.

Únosnost krátké konzoly ze sloupu, počítaná dle modelu vzpěra-táhlo, je dostačující. Ke stanovení vnitřních sil ve sloupu byl vytvořen prutový model rámu v programu Scia Engineer. Výpočet únosnosti sloupu byl poté proveden pomocí interakčního diagramu, který prokázal únosnost pro všechny stanovené kombinace zatížení. Dvoustupňová základová patka z prostého betonu je dostatečně masivní. Při namáhání ohybem patka vyhoví, posouzení na protlačení nebylo nutné provést. Únosnost základové spáry je dostačující.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] PROCHÁZKA, J., J. ŠMEJKAL, J.L. VÍTEK a J. VAŠKOVÁ. *Navrhování betonových konstrukcí: Příručka k ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-2*. 1.vydání. PRAHA, 2010. Technická knižnice. ISBN 978-80-87438-03-9.
- [2] ZICH A KOL., M.. *Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódů*. Brno: Dashöfer, 2010, 145 s. ISBN 978-80-86897-38-7.
- [3] PILGR, Milan. *Kovové konstrukce: Výpočet jeřábové dráhy pro mostové jeřáby podle ČSN EN 1991-3 a ČSN EN 1993-6*. BRNO: CERM, 2012. ISBN 978-807-2048-076.
- [4] Mostové jeřáby ABUS: Katalog mostových jeřábů ABUS. ITECO S.R.O. *Zdvíhací technika Iteco* [online]. [cit. 2013-05-23]. Dostupné z: <http://www.iteco.cz/files/ckeditor/Soubory/jeřaby-mostove.pdf>
- [5] ČSN ISO 13822 (730038). *Zásady navrhování konstrukcí - Hodnocení existujících konstrukcí*. srpen 2005.
- [6] ČSN EN 1990 (ČSN 73 0002). *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*, Praha: ČNI, 2004.
- [7] ČSN EN 1991-1-1 (73 0035). *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí: Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: ČNI, 2004.
- [8] ČSN EN 1991-1-3 (73 0035). *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí: Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem*. Praha: ČNI, 2005, Z1 10/2006.
- [9] ČSN EN 1991-1-4 (73 0035). *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí: Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem*. Praha: ČNI, 2007, Oprava 1 9/2008.
- [10] ČSN EN 1991-3. *Zatížení konstrukcí: Část 3: Obecná zatížení – Zatížení od jeřábů a strojního vybavení*. Praha: ČNI 1/2008.
- [11] ČSN EN 1992-1-1: *Navrhování betonových konstrukcí – Obecně – Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní a inženýrské stavby*. Praha: ČNI 11/2006. Oprava 1 7/2009.

SEZNAM TABULEK

Tab. 2.1 Vybrané technické parametry	5
Tab. 2.2 Použití dynamických součinitelů pro různé skupiny zatížení	11
Tab. 2.3 Hodnoty sil vypočtené pro skupinu zatížení 1	12
Tab. 2.4 Hodnoty sil vypočtené pro skupinu zatížení 2	12
Tab. 3.1 Získané parametry průvlaku	13
Tab. 3.2 Použité zatěžovací stavy	16
Tab. 3.3 Vnitřní síly v průvlaku pro dané kombinace	18
Tab. 5.1 Geometrie sloupu	28
Tab. 5.2 Vytvořené zatěžovací stavy pro podélný směr	34
Tab. 5.3 Charakteristické hodnoty vnitřních sil od jednotlivých zatěžovacích stavů	39
Tab. 5.4 Charakteristické hodnoty vnitřních sil od jednotlivých zatěžovacích stavů	41
Tab. 5.5 Vnitřní síly od kombinací zatížení – větší zatížení levý sloup	49
Tab. 5.6 Vnitřní síly od kombinací zatížení – větší zatížení pravý sloup	49
Tab. 6.1 Rozměry základové patky	50
Tab. 6.2 Výpočet ohybového momentu působícího ve vetknutí konzoly	51
Tab. 6.3 Výpočet zatížení na základovou spáru	52
Tab. 6.4 Posouzení únosnosti základové spáry	53
Tab. 7.1 Nové parametry průvlaku	55

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ν ...	redukční součinitel pevnosti betonu při porušení smykem	[-]
ϕ_i ...	průměr jednotlivé podélné výztuže	[mm]
ϕ_k ...	průměr konstrukční výztuže	[mm]
ϕ_{sl} ...	průměr podélné výztuže	[mm]
ϕ_{sw} ...	průměr třmínku	[mm]
$2T$...	příčný tah betonové vzpěry	[kN]
A_c ...	plocha průřezu	[m ²]
A_c ...	plocha stávajícího průřezu	[m ²]
A_{cr} ...	účinná plocha základové patky působící na základovou spáru	[m ²]
A_n ...	celková plocha průřezu po zesílení	[m ²]
A_s ...	plocha výztuže	[m ²]
$A_{s,max}$	maximální plocha výztuže	[m ²]
$A_{s,min}$..	minimální plocha výztuže	[m ²]
$A_{s,req}$..	minimální požadovaná plocha výztuže	[m ²]
A_{si} ...	plocha jednotlivé výztuže	[m ²]
A_{sw} ...	Plocha třmínkové výztuže	[m ²]
b ..	šířka průřezu sloupu	[m]
b ...	čelní šířka pozemní stavby	[m]
b ...	šířka průřezu vazníku	[m]
b ...	šířka průřezu	[mm]
B ...	zatěžovací šířka sloupu	[m]
c	krytí výztuže	[mm]
$c_0(z)$..	součinitel orografie – tvaru terénu	[-]
c_{dir} ...	směrový součinitel	[-]
c_e ...	součinitel expozice	[-]
$c_e(z)$..	součinitel expozice	[-]
CO ..	kombinace zatížení	
$c_{pe,10,s}$	součinitel vnějšího tlaku – sání	[-]
$c_{pe,10,t}$	součinitel vnějšího tlaku – tlak	[-]
$c_t(z)$...	součinitel drsnosti terénu	[-]
c_s ...	součinitel ročního období	[-]
c_{sl} ...	vzdálenost povrchu podélné výztuže od povrchu betonu	[mm]

c_t ...	součinitel tepla	[-]
d ...	vzdálenost těžiště výztuže od horního líce tlačeného betonu	[mm]
d_i ...	vzdálenost těžiště výztuže od horního líce tlačeného betonu	[m]
e ...	excentricita vzniklá při působení kombinace normálové síly a ohybového momentu	[m]
e_0 ...	excentricita vyjadřující vliv nehomogenity průřezu	[mm]
E_s ...	sečnový modul pružnosti betonu	[MPa]
f ...	součinitel reakcí při přičení	[-]
F_c ...	síla v betonové vzpěře	[kN]
F_{cc} ...	síla od tlačeného betonu	[kN]
f_{cd} ...	návrhová pevnost betonu v tlaku	[MPa]
f_{ck} ...	charakteristická pevnost betonu v tlaku	[MPa]
f_{ctd} ...	návrhová pevnost betonu v tahu	[MPa]
$f_{ctk0,05}$...	charakteristická pevnost betonu v tahu	[MPa]
f_{ctm} ...	střední pevnost betonu v tahu	[MPa]
F_{s1} ...	síla od výztuže 1	[kN]
F_{s2} ...	síla od výztuže 2	[kN]
f_{yd} ...	návrhová mez kluzu oceli	[MPa]
f_{yk} ...	charakteristická mez kluzu oceli	[MPa]
f_{ywd} ...	návrhová mez kluzu oceli třmínku	[MPa]
f_{ywk} ...	charakteristická mez kluzu oceli třmínku	[MPa]
g_{0k} ...	charakteristické stálé zatížení	[kN.m ⁻¹]
g_{0ki} ...	charakteristické stálé zatížení od jednotlivých prvků jeřábové dráhy	[kN.m ⁻¹]
G_{1k1} ...	Síla působící na sloup od stálého zatížení	[kN]
G_i ...	charakteristická hodnota stálého zatížení	[kNm]
h ...	výška konstrukce	[m]
h ...	výška průřezu sloupu	[m]
h ...	výška průřezu vazníku	[m]
h ...	výška průřezu ve směru namáhání ohybovým momentem. popř. možného vybočení tlačeného prutu	[mm]
h ...	výška průřezu	[mm]
$H_{L,i}$...	síla v podélném směru	[kN]
index i ...	větev jeřábové dráhy	
j ...	dvojice kol	
k ...	směr síly	

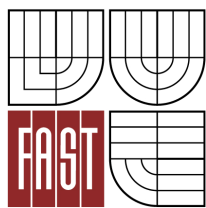
K ...	hnací síla	[kN]
k_r ...	drsnot terénu	[-]
l ...	výška konstrukce	[m]
LC...	zatěžovací stav	
l_s ...	vychýlení těžiště zatíženého jeřábu od poloviny jeho rozpětí	[m]
m ...	počet svislých prvků přispívajících k celkovému účinku	
M ...	statický moment hnací síly vzhledem k těžišti jeřábu	[kNm]
M'_{Ed} ...	celkový moment působící na základovou spáru	[kNm]
M_{Ed0} ...	hodnota maximálního návrhového momentu stanovená v kapitole 3.6	[kNm]
M_{Ed1} ...	návrhová hodnota momentu od vlastní tíhy přidaného materiálu průvlaku	[kNm]
m_w ...	počet pohonů jednotlivých kol	[-]
n ...	počet dvojic kol	[-]
N'_{Ed} ...	celková normálová síla působící na základovou spáru	[kN]
n_r ...	počet větví jeřábové dráhy	[-]
q_b ...	základní hodnota tlaku větru	[Pa]
$Q_{j,i}$...	charakteristická hodnota proměnného zatížení jeřábem	[kNm]
$q_p(z)$..	nejvyšší hodnota tlaku větru	[Pa]
Q_s ...	charakteristická hodnota proměnného zatížení sněhem	[kNm]
Q_v ...	charakteristická hodnota proměnného zatížení větrem	[kNm]
R ...	rozvor kol	[mm]
$R_{k,max}$	maximální reakce	[kN]
$R_{k,min}$	minimální reakce	[kN]
R_{max} ...	maximální kolový tlak	[kN]
R_{min} ...	minimální kolový tlak	[kN]
s ...	osová vzdálenost třmínků v podélném směru	[m]
s ...	charakteristické zatížení sněhem	[kN.m ⁻²]
s ...	osová vzdálenost sloupů v příčném směru	[m]
S ...	síla od vodícího prostředku při přičení	[kN]
S ...	síla vyvozená od zatížení sněhem	[kN.m ⁻²]
s ...	vzdálenost třmínků	[m]
s_k ...	normové zatížení sněhem dle sněhové oblasti	[kN.m ⁻²]
s_{max} ...	maximální vzdálenost třmínků	[m]
S_{rd} ...	maximální síla bránící posunu	[kN]
t ...	tloušťka střešního pláště	[m]
T_h ...	vodorovná složka příčného tahu	[kN]

T_v ...	svislá složka příčného tahu	[kN]
v_b ...	charakteristická hodnota 10-ti min stř. rychlosti větru	[m.s ⁻¹]
V_{Ed} ..	návrhová hodnota posouvající síly v posuzovaném průřezu	[kN]
$v_m(z)$	střední rychlost větru ve výšce z nad zemí	[m.s ⁻¹]
$V_{Rd,max}$	návrhová hodnota únosnosti tlakových diagonál	[kN]
$V_{Rd,s}$..	návrhová hodnota únosnosti smykové výztuže v šikmé trhlině	[kN]
$w_{e,s}$...	zatížení větrem – sání	[kN.m ⁻²]
$w_{e,t}$...	zatížení větrem – sání	[kN.m ⁻²]
w_L ...	zatížení větrem zleva	[kN.m ⁻¹]
w_L ...	zatížení větrem zleva	[kN.m ⁻¹]
x ...	vzdálenost neutrálné osy od líce průřezu	[m]
z ...	rameno vnitřních sil	[m]
z_i ...	rameno vnitřních sil	[m]
z_t ...	vzdálenost těžiště tažené výztuže od spodního líce betonu	[m]
α ...	úhel, který svírají třmínky s osou průvlaku	[°]
α_{cc} ...	součinitel uvažující dlouhodobé účinky na tlakovou pevnost betonu a nepříznivé účinky ze způsobu zatížení	[-]
α_{cw} ...	součinitel, kterým se zohledňuje stav napětí v tlačeném pásu	[-]
α_h ...	redukční součinitel pro délku nebo výšku	[-]
α_m ...	redukční součinitel pro počet prvků	[-]
βF_{Ed} ..	redukovaná posouvající síla	[kN]
γ ...	objemová tíha	[kN.m ⁻³]
γ ...	objemová tíha střešní konstrukce	[kN.m ⁻³]
γ_c ...	součinitel spolehlivosti betonu	[-]
γ_G ...	součinitel pro stálé zatížení ($\gamma_G = 1,35$)	[-]
γ_Q ...	součinitel pro proměnné zatížení ($\gamma_G = 1,50$)	[-]
γ_s ...	součinitel spolehlivosti výztuže	[-]
ε_{cu3} ..	mezní přetvoření betonu v tlaku	[%]
ε_{yd} ..	návrhové poměrné přetvoření oceli při maximální napětí	[%]
η ...	součinitel definující účinnou pevnost	[-]
θ_0 ...	základní hodnota udaná v NP, doporučená hodnota 1/200 platí v ČR	
θ_i ...	úhel odklonu od svislice	[°]
λ ...	součinitel definující účinnou výšku tlačené oblasti	[-]
λ_s ...	součinitel síly (od vodícího prostředku)	[-]
$\lambda_{s,i,j,k}$..	součinitel síly (od kola)	[-]

μ ...	součinitel tření pro kombinaci materiálu OCEL-OCEL	[-]
μ ...	součinitel tvaru střechy	[-]
ξ ...	vztažná výška tlačené zóny betonu	[-]
$\xi_{bal,1}$...	mezní vztažná výška tlačené zóny betonu	[-]
$\xi_{bal,2}$...	mezní vztažná výška tlačené zóny betonu	[-]
ξ_i ...	podíl vzdálenosti jeřábu od osy jeřábové kolejnice a rozpětí jeřábu	[-]
ρ_v ...	objemová hmotnost vzduchu	[kg·m ⁻³]
ρ_w ...	stávající stupeň vyztužení	[-]
$\rho_{w,min}$	minimální stupeň vyztužení	[-]
ΣQ_r ...	součet svislých zatížení od kol zatíženého jeřábu na obou větvích jeřábové dráhy	[kN]
$\Sigma Q_{r,max}$	součet maximálních svislých zatížení od kol zatíženého jeřábu na jedné větvi jeřábové dráhy	[kN]
σ_s ...	napětí ve výztuži	[MPa]
σ_z ...	napětí v základové spáře	[kPa]
φ ...	úhel vnitřního tření	[°]
φ_1 ...	součinitel vibrací konstrukce jeřábu při zvednutí zatížení kladkostroje ze země	[-]
φ_5 ...	dynamické účinky vyvolané hnacími silami	[-]
φ_n ...	dynamické účinky vznikající při pojezdu na jeřábové dráze	[-]
ψ_0 ...	kombinační součinitel pro snížení pravděpodobnosti současného výskytu několika nezávislých proměnných zatížení v plné výši	[-]

SEZNAM PŘÍLOH

- A. Stavebně-technický průzkum
- B. Technická specifikace jeřábu
- C. Vnitřní síly od jednotlivých LC – výstupy z programu Scia Engineer
- D. Půdorys M 1:100
- E. Příčný řez M 1:100
- F. Výkres výztuže pro zesílení průvlaku M 1:20



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce doc. Ing. Ladislav Klusáček, CSc.

Autor práce Lenka Pospíšilová

Škola Vysoké učení technické v Brně

Fakulta Stavební

Ústav Ústav betonových a zděných konstrukcí

Studijní obor 3647R013 Konstrukce a dopravní stavby

Studijní program B3607 Stavební inženýrství

Název práce Posouzení existující konstrukce

Název práce v anglickém jazyce The assessment of existing structure

Typ práce Bakalářská práce

Přidělovaný titul Bc.

Jazyk práce Čeština

Datový formát elektronické verze pdf

Anotace práce Cílem tohoto dokumentu je posouzení existující železobetonové skeletové konstrukce jednopodlažní haly. V této práci je postupně proveden statický výpočet a posouzení jednotlivých nosných prvků železobetonové konstrukce. Důležitým aspektem při stanovování zatížení bylo plánované osazení mostového jeřábu s větší nosností. Hlavním podkladem pro posouzení existující konstrukce byl stavebně-technický průzkum, z jehož výsledků byly stanoveny vstupní výpočtové parametry. Cílem práce bylo posoudit, zda je možno při stávajícím technickém stavu konstrukce osadit v budoucnu mostový jeřáb o vyšší požadované nosnosti, případně navrhnout taková technická opatření, která by toto umožňovala.

Anotace práce v anglickém jazyce This document aims to assess existing reinforced concrete construction of single-storey hall. There is gradually made static calculation and made judgment on individual supporting elements of reinforced concrete construction. There was very

important aspect of assesment load. That aspect was to calculate with planned instalation of a new overhead crane with greater capacity. The main basis for the assessment of existing construction was building-technical survey, the results of which were determined input parameters calculation. The aim of the study was to assess whether it is possible at the current technical state of the construction fitted in the future of higher overhead crane capacity required, or propose such technical measures that would allow this.

Klíčová slova mostový jeřáb, kombinace zatížení, mezní stav únosnosti, ohybová výztuž, smyková výztuž

Klíčová slova v anglickém jazyce overhead crane, combinations of load, the ultimate limit state, flexural reinforcement, shear reinforcement

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 24.5.2013

.....
podpis autora
Lenka Pospíšilová