Změna č.	Text změny – odůvodnění	Datum	Podpis

Souřadný systém: JTSK
Výškový systém: B.p.v.

D

Vypracoval:	Zodp. projektant:	HIP:	Techn. kontrola:
ING.LUDĚK OBERHOFNER	ING.LUDĚK OBERHOFNER	ING.JAN PROCHÁZKA	ING.JAN PROCHÁZKA
podpis:	podpis:	podpis:	podpis:

Obec: LOKET
Kraj: KARLOVARSKÝ

Investor: KARLOVARSKÝ KRAJ, Závodní 353/88, 36006 Karlovy Vary

Objednatel: KARLOVARSKÝ KRAJ, Závodní 353/88, 36006 Karlovy Vary

Zakázka:

LÁVKA PŘES ŘEKU OHŘI VE SVATOŠŠKÝCH SKALÁCH

Název přílohy:

STATICKÝ VÝPOČET

Zhotovitel:

PONTIKA s.r.o.
IČO 26342669
Sportovní 4
360 09 Karlovy Vary
tel. 353 228 240
pontika@pontika.cz

Č. zakázky:	2018–22
Datum:	7/2019
Formát:	
Měřítko:	
Stupeň PD:	PDPS
Číslo přílohy: D17	Souprava:

Obsah:

1. Technická zpráva statického výpočtu

2. Přehledné výkresy mostu

3. Údaje z IG průzkumu

4. Stanovení zatížení

5. Vstupní data výpočtových modelů

6. Přehled vnitřních sil – globální model

7. Posouzení ocelových prvků

8. Posouzení mikropilot

9. Posouzení horninových kotev

10. Posouzení dřevěných prvků mostovky

1. Identifikační údaje mostu

1.1. Stavba:	Lávka přes řeku Ohři ve Svatošských skalách
1.2. Název mostu:	Lávka přes řeku Ohři ve Svatošských skalách
1.3. Katastrální území:	Hory u Jenišova (658383), Údolí u Lokte (686531)
Obec:	Hory, Loket
1.4. Kraj:	Karlovarský
1.5. Objednatel:	Karlovarský kraj IČO: 70891168, DIČ: CZ70891168 Závodní 353/88, 360 06 Karlovy Vary
1.6. Projektant:	PONTIKA s.r.o., Sportovní 4, 360 09 Karlovy Vary tel. 353 228 240, e-mail: pontika@pontika.cz zodpovědný projektant: Ing.Luděk Oberhofner, číslo autorizace 0300923
1.7. Pozemní komunikace:	cyklostezka Ohře č.6
1.8. Přemosť. překážka:	řeka Ohře , ř.km 184,458
1.9. Úhel křížení:	~90°

2. Geotechnické podmínky

Pro účely PD byl proveden inženýrsko-geologický průzkum. Byly provedeny dva jádrové J1 a J2 do hloubky 7,5 resp. 7,0m. Oběma provedenými vrty J1 a J2 byly zastiženy do hloubky 2,0 – 2,1 m zemní násypy Y vytvořené z místních hlinitopíščitých holocénních náplavů řazených dle ČSN 73 6133 do tříd S3 S-F, S4 SM až G4 GM, makroskopicky téměř nerozlišitelných od náplavů v přirozeném uložení. Z těchto materiálů byl na levém břehu vybudován násep komunikace k bývalému mostu přes Ohři a na prvém břehu sloužily k vyrovnání terénu břehu. Hlouběji do 6,5 m ověřil vrt J1 polozaoblený štěrk, s valouny do průměru 10 cm. Štěrk je zahliněný, místy v drobných polohách řádově cm až hlinitý, od hloubky 3,7 m zvodnělý, řazený do třídy G3 G-F. Vrt J2 zastihl pod násypy jemnozrnné hlinitopíščité holocénní náplavy o mocnosti 2,3 m, které jako celek je řadíme do třídy S4 SM. Ojediněle je však možno rozeznat náznak zvrstvení tvořený centimetrovými vrstvičkami slabě zahliněného písku nebo drobnozrnného štěrku. V hloubkovém intervalu 4,4 až 5,9 m ověřil vrt zvodnělý hlinitý štěrk G4 GM se zaoblenými valouny až do průměru vrtu.

Oba vrty byly ukončeny v eluviu drobnozrnné muskoviticko-biotitické kaolinizované žuly. Původní struktura horniny byla prakticky setřena zvětráním a mechanickým porušením vrtnou technikou.

Podzemní voda byla provedenými vrty J1 a J2 naražena 3,3 a 2,7 m pod úrovní terénu v prostředí fluviálních náplavů. Po 5 hod. se ustálila 3,7 (J1) a 3,5 (J2) m p. t., čili v úrovni 376,9 a 377,1 m n. m. Podzemní a povrchová voda zde jsou v úzké hydraulické spojitosti, hladina podzemní vody proto dynamicky reaguje na stav povrchové vody Ohře. To je zřejmé z naměřených hodnot, kdy hladina v obou vrtech zhruba odpovídá hladině ve vodoteči. Hladina mělké freatické zvodně je volná a v podstatě kopíruje terén, čili se mírně svažuje ke korytu řeky, do něhož se kolektor odvodňuje. V případě vyšších stavů povrchové vody bude kolektor naopak napájen vodou z Ohře a hladina tak bude dosahovat

do vyšší úrovně.

Podle terénního měření kvalitativních parametrů podzemní vody je možno konstatovat, že voda je v obou vrtech studená (8 až 9°C), slabě mineralizovaná (konduktivita 25 až 27 mS/m), s nízkým obsahem volného CO2 (0 dílků Haertlova testu, tj. pod 116 mg/l). Do mělkého kolektoru se zde neodvodňují proplyněné termominerální vody, které jsou v oblasti předmětem zvýšené ochrany.

Dle laboratorního rozboru vody z vrtu T2 situovaného ve stejném geologickém prostředí zhruba 1300 m severně je možno předpokládat, že podzemní voda je velmi mírně kyselá (pH 6,3), se zvýšenou koncentrací agresivního CO2 (77,1 mg/l). Podle ČSN EN 206-1 odpovídá voda stupni agresivity na beton XA2. Vzhledem k periodické dotaci kolektoru povrchovou vodou Ohře se bude chemizmus podzemní vody v průběhu roku měnit.

Výsledky průzkumu včetně geotechnických charakteristik zemin jsou shrnuty v závěrečné zprávě geologického úkolu [18].

3. Popis konstrukce mostu

3.1 Založení a spodní stavba

Založení opěr je hlubinné na mikropilotách průměru 108x16 délky cca 8,5-9,0m. Piloty budou prováděny ze dna stavebních jam. Kotevní bloky zpětných lan budou přikotveny proti účinkům vodorovných sil trvalými zemními pramencovými kotvami.

Opěry 10 a 20 jsou masivní železobetonové s krátkými rovnoběžnými křídly. Ocelové pylony jsou vetknuty do opěr. Tvoří je svařovaný ocelový polorám složený ze dvou svislých stojek kruhového průřezu a vodorovné příčle.

Železobetonové kotevní bloky zpětných lan jsou tvořeny na každém břehu společným základem a dvěma dříky, které vyčnívají částečně nad terén.

Na pravém břehu navazují na opěru 20 oboustranně krátké opěrné zdi nutné z prostorových důvodů (přístřešek restaurace vlevo, přístup do řeky vpravo).

3.2 Nosná lana, závěsy

Nosná lana jsou zavěšena ve dvou svislých rovinách. V každé rovině se lano skládá ze tří samostatných lanových úseků. Krajní zpětná lana jsou zakotvena do kotevních bloků a pylonů, střední lana jsou pnuta mezi pylony. Předpokládá se použití uzavřených vinutých lan se třemi vrstvami uzavřených drátů podle ČSN EN 12385-10 s antikorozní úpravou. Lana mezi pylony jsou na obou koncích opatřena zalitými vidlicovými koncovkami, připojení na kotevní body je přes styčníkový plech a čep. Zpětná lana jsou na konci u kotevního bloku opatřena koncovkou umožňující předepnutí lana.

Táhlo závěsu je z kruhové oceli Ø20mm (staticky by postačovalo 16 mm, to ale nemá dostatečnou robustnost proti vandalům) a je doplněno spojkou pro možnost větší rektifikace. Oba konce táhla jsou opatřeny vidlicovou koncovkou s kontramatkou. Závěs musí umožňovat rektifikaci (min. cca ±44mm).

Nosná konstrukce je stabilizována ve svislé rovině předpjatými lany jmenovitého průměru 40mm. Lana jsou vedena ve svislých rovinách, sledují niveletu lávky, v půdorysu jsou přímá. Na příčnících jsou lana uchycena do lanových svorek, zakotvena jsou na čelech opěr.

3.3 Nosná konstrukce

Niveleta lávky má obloukový tvar s poloměrem zakružovacího oblouku R=242m a sklonem tečen 8,3% (1:12).

Nosná konstrukce lávky je ocelová z válcovaných profilů. Je tvořena podélníky, příčníky a vodorovným zavětrováním. Konstrukce je podélně dělena na montážní díly délky 5,0m. Montážní styk je navržen jako třecí šroubovaný spoj s příložkami. Jednotlivé montážní díly jsou dále příčně dělené (montážní styky příčníku) z důvodu jednodušší přepravy na staveniště.

Konstrukce je zavěšena na konzolách příčníků. Na opěrách je nosná konstrukce uložena na ocelová čepová ložiska.

3.4 Mostovka

Mostovka je dřevěná. Podélníky z hranolů (modřín, třída C24 ČSN EN 338) jsou uloženy, kotveny a stykovány na příčníku. Pochozí vrstva je z příčně uložených dubových fošen tl. 60mm (třída D35 ČSN EN 338) ukládaných s mezerou 10-20 mm a připevněných do podélníků.

4. Statický výpočet

4.1 Zatížení

Pro statické posouzení bylo uvažováno zatížení podle norem [8], [9] , [10] a [11] v hodnotách:

Zatížení dopravou:

- pro lokální účinky (L≤10m)- model zatížení 4 : q_{fk}=5kN/m2
- po globální účinky (celá lávka, pole) : qfk=3,5 kN/m2
  (qfk=2+120/(L+30) , čl. 5.3.2.1 normy [9])
- zatížení servisním vozidlem do 3,5 t , v tomto případě vozidlem ZZS. Charakteristiky stanoveny dle TP vozidla [17]

Zatížení větrem – uvažuji statické zatížení větrem ve směru kolmo na osu lávky.

Zatížení teplotními vlivy – uvažuji konstantní změnu teploty podle [11].

4.2 Materiály do výpočtového modelu

Nosné lana – uzavřená spirálová ocelová lana, E=160±10 Gpa

Závěsy – kruhová ocel S460N, E=210 Gpa

Pylon, mostovka: konstrukční ocel (S235,S355), E=210GPa

Dřevěné podélníky – hraněné řezivo (modřín), třída C24 podle EN 338

Fošny mostovky – hraněné řezivo (dub), třída D30 podle EN 338

4.3 Globální výpočetní model

Globální výpočetní model slouží pro určení sil v lanech, závěsech, pylonech a mostovce a pro určení reakcí . Výpočet je proveden metodou konečných prvků v programu Nexis, model je prostorový prutový. Při výpočtu je uvažována geometrická nelinearita (II.řád - velké deformace).

4.4 Posouzení mikropilot

Pro určení zatížení mikropilot byl sestaven stěnodeskový model opěry s pružně podepřenými prutovými prvky (pilotami). Model byl zatížen reakcemi vrchní stavby.

4.5 Posouzení dřevěných prvků

Dřevěné prvky byly posouzeny na model zatížení 4 ČSN EN 1991-2 (5kN/m2) a zatížení servisním vozidlem.

4.6 Posouzení ocelových prvků

Při posuzování stabilility ohýbaných prvků (klopení) byl pro určení kritického momentu použit program LT Beam [2].

5. Výpočetní pomůcky

[1] Programový systém NEXIS 3.100.15, SCIA CZ, s.r.o., licenční smlouva č. LS91/2003

[2] Program LT Beam (CTICM, Francie)

[3) Tabulkový kalkulátor Excel

6. Soupis použité literatury, norem

[4] ČSN EN 12385-10 Ocelová drátěná lana, část 10 : Spirálová lana pro všeobecné konstr. účely

[5] ČSN EN 1993-1-1 Navrhování ocelových konstrukcí, Obecná pravidla a pravidla pro pozem. stavby

[6] ČSN EN 1993-1-11 Navrhování ocelových konstrukcí- navrhování ocelových tažených prvků

[7] ČSN EN 1995-1 Navrhování dřevěných konstrukcí

[8] ČSN EN 1991-1-1 Obecná zatížení

[9] ČSN EN 1991-2 Zatížení mostů silniční dopravou

[10] ČSN EN 1991-1-4 Zatížení větrem

[11] ČSN EN 1991-1-5 Zatížení teplotou

[12] ČSN EN 338 – Konstrukční dřevo, třídy pevnosti

[13] Navrhování dřevěných konstrukcí, příručka k ČSN EN 1995-1
(ČKAIT, Kuklík, Kuklíková, 2010)

[14] Navrhování ocelových konstrukcí, příručka k ČSN EN 1993-1-1 a ČSN EN 1993-1-8
(ČKAIT, kolektiv autorů, 2009)

[15] Navrhování základových a pažících konstrukcí, příručka k ČSN EN 1997
(ČKAIT, Jan Masopust, 2012)

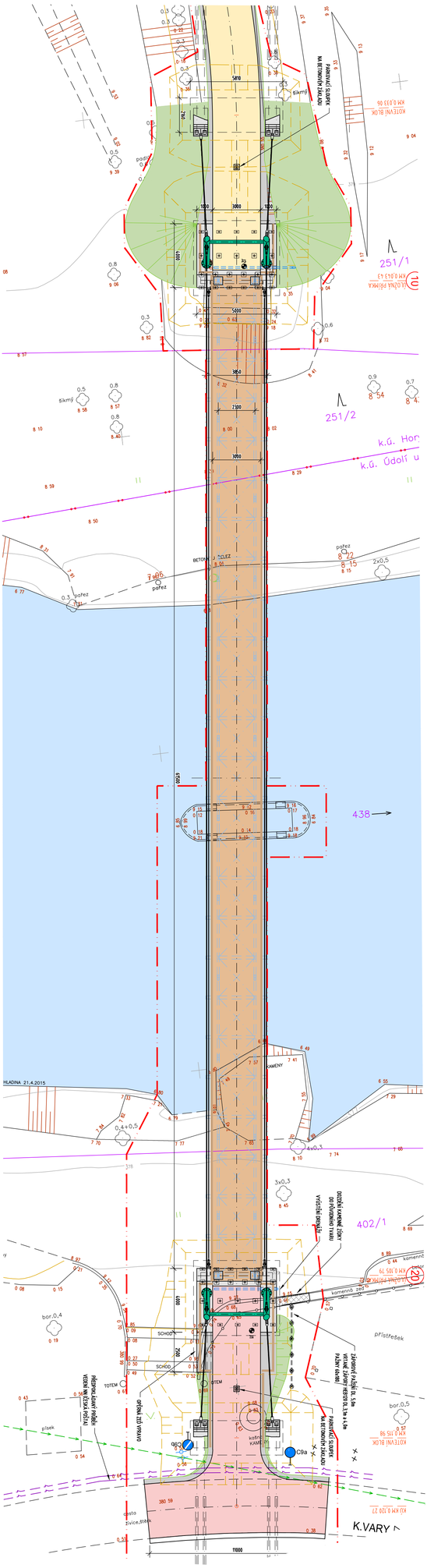
[16] Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí, příručka k ČSN EN 1994-1-1
(ČKAIT, Jiří Studnička, 2009)

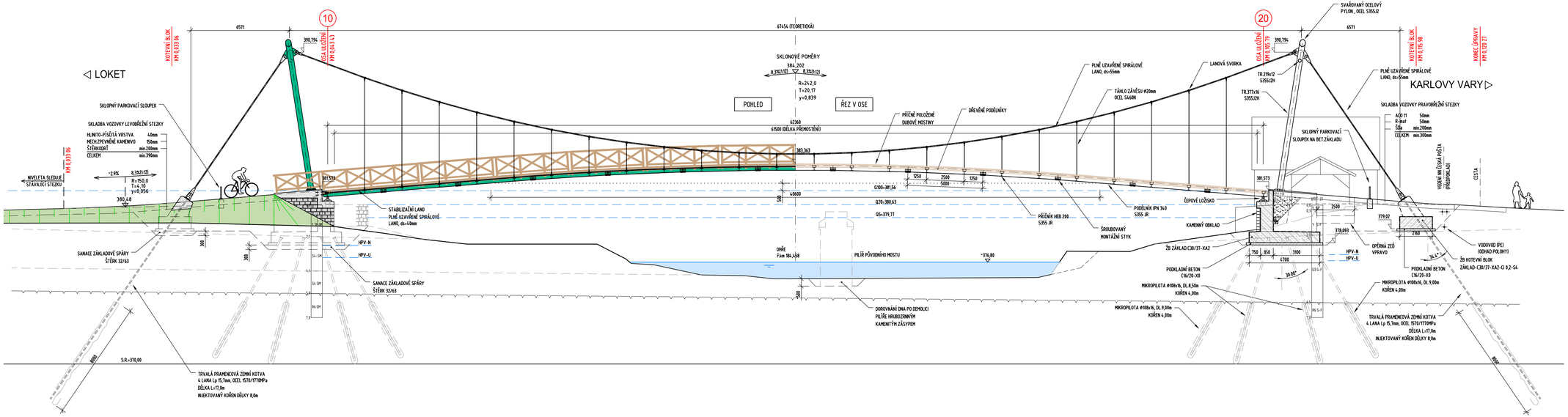
7. Podklady

[17] Technické průkazy vozidel ZZS Karlovarského kraje

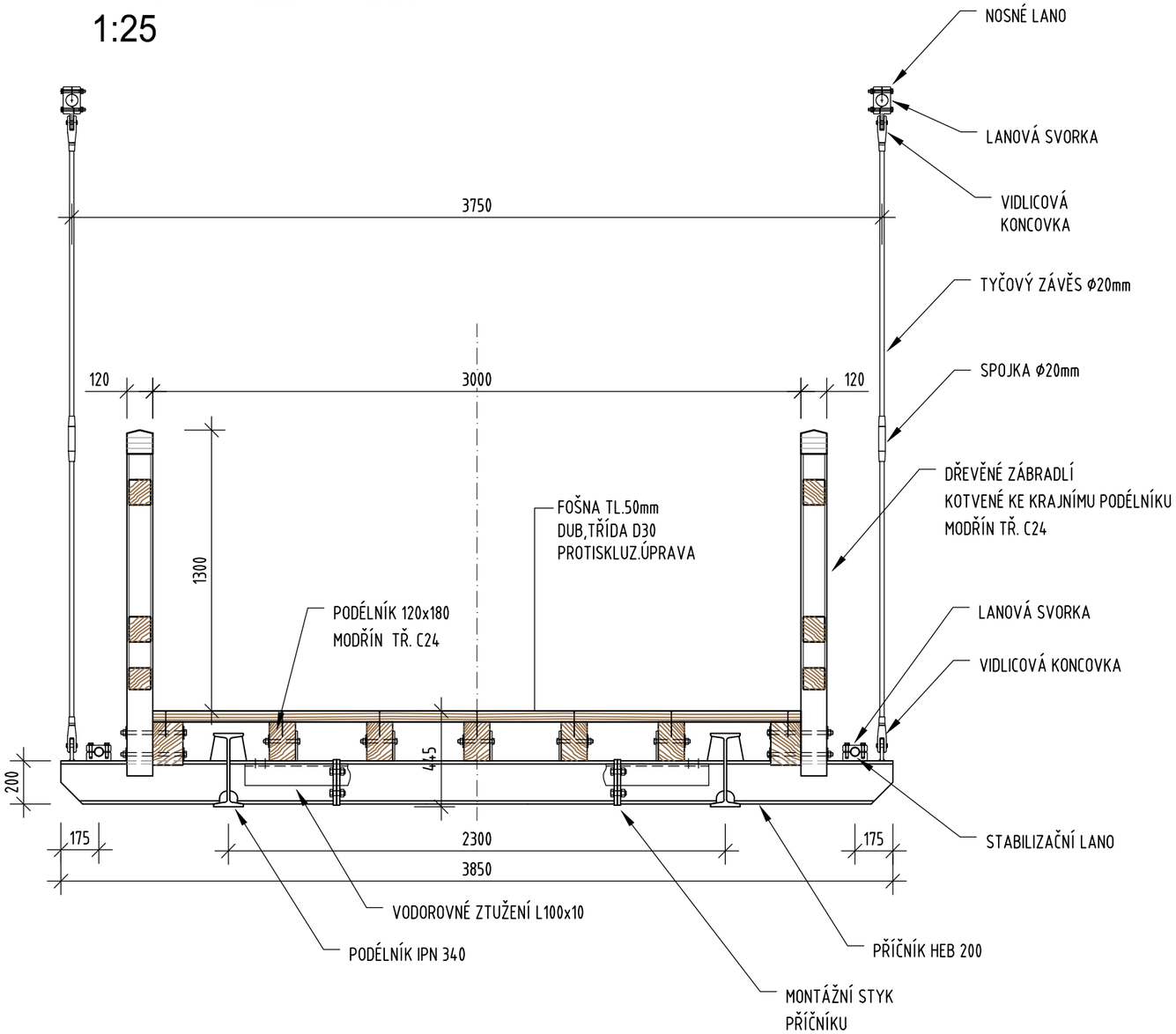
[18] Závěrečná zpráva geologického úkolu „Osada Pionýrské-lávka přes Ohři, 18100
(Mgr.Martin Šteřík, 2018)

Karlovy Vary, 10/2018 Ing. Luděk Oberhofner


251/1
251/2
k.ú. Hor
k.ú. Údolí u
438
402/1
HLADINA 21.4.2015
K.VARY


◁ LOKET
KARLOVY VARY ▷
KOTEVNÍ BLOK
KM 0,033 96
OSA LIŠ.LOŽENÍ
KM 0,063 53
10
20
6571
674,54 (TEORETICKÁ)
390,796
SKLONOVÉ POMĚRY
384,202
8,392(1:12)
R=24,2,0
T=20,17
y=0,839
POHLED
ŘEZ V OSE
62360
61500 (DÉLKA PŘEMOSTĚNÍ)
383,363
SVAŘOVANÝ OCELOVÝ PYLON, OCEL S355J2
PLNĚ UZAVŘENÉ SPIRÁLOVÉ LANO, ds=55mm
LANOVÁ SVORKA
TÁHLO ZÁVĚSU Ø20mm OCEL S460N
TR.219x12 S355J2H
TR.377x16 S355J2H
PŘÍČNÉ POLOŽENÉ DUBOVÉ MOSTINY
DŘEVĚNÉ PODÉLNÍKY
SKLOPNÝ PARKOVACÍ SLOUPEK
SKLADBA VOZOVKY LEVOBŘEŽNÍ STEZKY
HLINITO-PÍSČITÁ VRSTVA 40mm
MECH.ZPEVNĚNÉ KAMENIVO 150mm
ŠTĚRKODRŤ min.200mm
CELKEM min.390mm
NIVELETA SLEDUJE STÁVAJÍCÍ STEZKU
-2,9%
8,392(1:12)
R=150,0
T=4,10
y=0,056
380,48
391,519
STABILIZAČNÍ LANO
PLNĚ UZAVŘENÉ SPIRÁLOVÉ LANO, ds=40mm
SANACE ZÁKLADOVÉ SPÁRY ŠTĚRK 32/63
HPV-N
HPV-U
ORÁČ
Jkm 184,658
PILÍŘ PŮVODNÍHO MOSTU
-376,80
DOROVNÁNÍ DNA PO DEMOLICI PILÍŘE HRUBOZRNNÝM KAMENITÝM ZÁSYPEM
S.R.=370,00
TRVALÁ PRAMENCOVÁ ZEMNÍ KOTVA
4 LANA Lp 15,7mm, OCEL 1570/1770MPa
DÉLKA L=17,0m
INJEKTOVANÝ KOŘEN DÉLKY 8,0m
0100=381,56
0210=380,63
05=379,77
PODÉLNÍK IPN 340 S355 JR
PŘÍČNÍK HEB 200 S355 JR
ŠROUBOVANÝ MONTÁŽNÍ STYK
ČEPOVÉ LOŽISKO
KAMENNÝ OBKLAD
ŽB ZÁKLAD C30/37-XA2
PODKLADNÍ BETON C16/20-X0
MIKROPILOTA Ø108x16, DL 8,50m KOŘEN 4,00m
MIKROPILOTA Ø108x16, DL 9,00m KOŘEN 4,00m
391,573
379,02
379,083
OPĚRNÁ ZEĎ VPRAVO
VODOVOD (PE) (ODHAD POLOHY)
ŽB KOTEVNÍ BLOK ZÁKLAD-C30/37-XA2-C1 0,2-S4
MIKROPILOTA Ø108x16, DL 9,00m KOŘEN 4,00m
TRVALÁ PRAMENCOVÁ ZEMNÍ KOTVA
4 LANA Lp 15,7mm, OCEL 1570/1770MPa
DÉLKA L=17,0m
INJEKTOVANÝ KOŘEN DÉLKY 8,0m
VEŘEJNÁ INŽENÝRSKÁ PŘÍPOJKA
CESTA

PŘÍČNÝ ŘEZ V POLI
1:25



PONTIKA
PONTIKA s.r.o.
IČO 26342669
Sportovní 4
360 09 Karlovy Vary
tel. 353 228 240
pontika@pontika.cz

Údaje z IG průzkumu

předmětem zvýšené ochrany. Prosté podzemní vody vytvářejí drobné zvodně s volnou hladinou na bázi zvětralin a v zóně přípovrchového rozvolnění puklin.

Průlinově-puklinová a hlouběji jen puklinová propustnost je v oblasti charakterizována spíš nízkým koeficientem transmisivity (dle hydrogeologické mapy z r. 1997 je T v rozmezí $3{,}8 \times 10^{-6}$ - $1{,}1 \times 10^{-4}$ m^2/s) a nízkou specifickou vydatností zdrojů (cca 0,01 až 0,1 l/s/m).

Z hlediska odtoku podzemních vod leží lokalita v území se středním dlouhodobým specifickým odtokem podzemní vody stupně IV, který činí cca 2–3 $l/s/km^2$.

2 PROVEDENÉ PRÁCE

Práce probíhaly podle schváleného projektu a v souladu s podmínkami závazného stanoviska ČIL. Místa vrtů byla v terénu vytyčena za přítomnosti objednavatele.

Technické práce provedla dne 27.3.2019 firma Kadleček. Hloubeno bylo soupravou UGB 50M, technologií rotačně jádrového vrtání o průměru 156 mm bez použití výplachu. Oba vrty byly hloubeny do navrtání krystalinického podloží. Vrt J1 byl proveden do hloubky 7,5 m, vrt J2 pak do hloubky 7,0 m. Projektované hloubky 15 m tak nebylo dosaženo.

Práce probíhaly za přítomnosti odpovědného inženýrského geologa a hydrogeologa. Po ukončení terénních prací byla průzkumná díla likvidována prostým záhozem.

Získané vrtné jádro bylo makroskopicky posouzeno, zdokumentováno a zatříděno dle ČSN 73 6133. Primární dokumentace byla pomocí účelového software upravena do grafické podoby a je uvedena v příloze 3. Byla též pořízena fotodokumentace vrtného jádra (příloha 4). Odběr vzorků zemin nebyl požadován.

Ve všech průzkumných dílech bylo sledováno chování podzemní vody, výsledky jsou komentovány v kapitole 3.3. Průběžně byla měřena konduktivita, teplota podzemní vody a Haertlovým testem zjišťován obsah volného oxidu uhličitého. Ustálená hladina byla měřena hladinoměrem se zvukovou a světelnou signalizací cca 5 hodin po odvrtání. Vzorek vody na laboratorní stanovení agresivity na betonové konstrukce se nepodařilo odebrat, neboť vrtné stvoly se v úrovni ustálené hladiny zavalily.

Vrty byly situačně zaměřeny pomocí GPS a vyneseny do dodané situace, odkud byly pak odečteny nadmořské výšky.

Na základě geologických profilů vrtů byl zkonstruován schematický geologický řez reprezentující geologickou stavbu na lokalitě (příloha 2).

3 VÝSLEDKY PROVEDENÝCH PRACÍ

3.1 Inženýrskogeologické poměry staveniště

Oběma provedenými vrty J1 a J2 byly zastiženy do hloubky 2,0 – 2,1 m zemní násypy Y vytvořené z místních hlinitopísčitých holocénních náplavů řazených dle ČSN 73 6133 do tříd S3 S-F, S4 SM až G4 GM, makroskopicky téměř nerozlišitelných od náplavů v přirozeném uložení. Z těchto materiálů byl na levém břehu vybudován násep komunikace k bývalému mostu přes Ohři a na prvém břehu sloužily k vyrovnání terénu břehu.

Hlouběji do 6,5 m ověřil vrt J1 polozaoblený štěrk, s valouny do průměru 10 cm. Štěrk je zahliněný, místy v drobných polohách řádově cm až hlinitý, od hloubky 3,7 m zvodnělý, řazený do třídy G3 G-F.

Vrt J2 zastihl pod násypy jemnozrnné hlinitopísčité holocénní náplavy o mocnosti 2,3 m, které jako celek je řadíme do třídy S4 SM. Ojediněle je však možno rozeznat náznak zvrstvení tvořený centimetrovými vrstvičkami slabě zahliněného písku nebo drobnozrnného štěrku. V hloubkovém intervalu 4,4 až 5,9 m ověřil vrt zvodnělý hlinitý štěrk G4 GM se zaoblenými valouny až do průměru vrtu.

Oba vrty byly ukončeny v eluviu drobnozrnné muskoviticko-biotitické kaolinizované žuly. Původní struktura horniny byla prakticky setřena zvětráním a mechanickým porušením vrtnou technikou.

3.2 Geotechnické vlastnosti zastižených zemin

V následujících odstavcích uvádíme charakteristiky jednotlivých kvazihomogenních prostředí ověřených v rámci provedeného průzkumu na základě makroskopické dokumentace a prostorového uspořádání. Z materiálů zastižených provedenými vrty byly vyčleněny čtyři polohy s následujícími vlastnostmi:

Navážky (Y) – jsou tvořeny převážně hlinitým pískem charakteru třídy S4 SM s lokálními polohami štěrku či štěrkové příměsi. Jsou převážně slabě propustné, namrzavé. Únosnost těchto materiálů je poměrně nízká. Vzhledem k obsahu jemných šupinek slídy a možnému obsahu organického detritu je nutno očekávat jejich zvýšenou stlačitelnost a problematickou zhutnitelnost. Těžitelnost spadá dle ČSN 73 3050 do tříd 2 až 3, dle ČSN 73 6133 do třídy I - zvládnutelné běžnými mechanismy. K plošnému zakládání i do násypů a podloží komunikací jsou bez zvláštních opatření nevhodné.

Holocénní náplavy S4 SM - jsou tvořeny převážně hlinitým jemnozrnným pískem, lokálně s drobnými polohami drobného štěrku nebo slabě zahliněného písku. Je nutno počítat s přítomností drobných šupinek slídy a organického detritu. Propustnost hlinitých písků je slabá, v místech drobných průběžných štěrkových vrstviček však bude výrazně vyšší. Jde o materiály namrzavé, značně stlačitelné a obtížně zhutnitelné. Jako základová půda pro plošné zakládání, podloží komunikací a do násypů jsou bez technických opatření málo vhodné až nevhodné. Těžitelnost spadá dle ČSN 73 3050 do třídy 2 až 3, dle ČSN 73 6133 do třídy I - zvládnutelné běžnými mechanismy.

Kvartérní štěrkovité zeminy (G3 G-F, G4 GM) – jsou do násypů a přímého podloží komunikací vhodné až podmínečně vhodné. Podmínky použitelnosti závisí na pevnosti a tvaru klastického podílu, plasticitě a konzistenci mezerní hmoty. Jsou středně propustné a mírně namrzavé až namrzavé. Jejich únosnost je poměrně dobrá, závislá na ulehlosti a konzistenci mezerní hmoty. Těžitelnost spadá dle ČSN 73 3050 do tříd 2-3, dle ČSN 73 6133 do třídy I - zvládnutelné běžnými mechanismy.

Rozložené žuly (R6 – S-F, GM) – jde o zcela rozložené (kaolinizované) žuly nabývající charakteru hlinitých písků až hlinitých drobnozrnných štěrků. Nelze vyloučit přetrvání puklinové propustnosti. Jejich geomechanické vlastnosti jsou obdobné jako vlastnosti jejich kvartérních ekvivalentů či mírně příznivější. Těžitelnost spadá dle ČSN 73 3050 do třídy 3, dle ČSN 73 6133 do třídy I - zvládnutelné běžnými mechanismy.

V následující tabulce uvádíme orientační hodnoty geotechnických charakteristik dokumentovaných materiálů. Jsou stanoveny pro výše charakterizovaná kvazihomogenní

prostředí, která graficky interpretujeme formou řezů v příloze 2. Charakteristiky byly stanoveny jako odvozené na základě indexových vlastností na základě makroskopického popisu. Vycházejí především ze směrných normových charakteristik zrušené ČSN 73 1001.

Tabulka 4. Orientační geotechnické charakteristiky zastižených základových půd

Základová půda dle ČSN 73 1001	ν	β	γ [kN.m^{-3}]	E_{def} [MPa]	c_{ef} [kPa]	φ_{ef} [°]	m	R_{dt} [kPa]
Navážky Y (SM)	-	-	-	-	-	-	-	100-150
Holocénní náplavy S4	0,35	0,62	18,0	5	0-10	28-30		100-175
Kvartérní štěrkovité zeminy G3, G4	0,30	0,74	19,0-19,5	60-80	0-8	30-35	0,3	250
Rozložené žuly (R6) S-F, GM	0,35-0,40	-	18,1-18,5	12-15	-	-	0,4	175-250

Vysvětlivky:

ν	Poissonovo číslo	m	opravný součinitel přitížení
γ	objemová tíha	c_{ef}	soudržnost efektivní
β	převodní součinitel	φ_{ef}	úhel vnitřního tření efektivní
E_{def}	modul přetvárnosti	R_d	orientační výpočtová únosnost
R_d	orientační výpočtová únosnost (pro šíři základu 0,5 m a hloubku 1,0 m u nesoudržných zemin)		

3.3 Podzemní voda

Podzemní voda byla provedenými vrty J1 a J2 naražena 3,3 a 2,7 m pod úrovní terénu v prostředí fluviálních náplavů. Po 5 hod. se ustálila 3,7 (J1) a 3,5 (J2) m p. t., čili v úrovni 376,9 a 377,1 m n. m. Podzemní a povrchová voda zde jsou v úzké hydraulické spojitosti, hladina podzemní vody proto dynamicky reaguje na stav povrchové vody Ohře. To je zřejmé z naměřených hodnot, kdy hladina v obou vrtech zhruba odpovídá hladině ve vodoteči. Hladina mělké freatické zvodně je volná a v podstatě kopíruje terén, čili se mírně svažuje ke korytu řeky, do něhož se kolektor odvodňuje. V případě vyšších stavů povrchové vody bude kolektor naopak napájen vodou z Ohře a hladina tak bude dosahovat do vyšší úrovně.

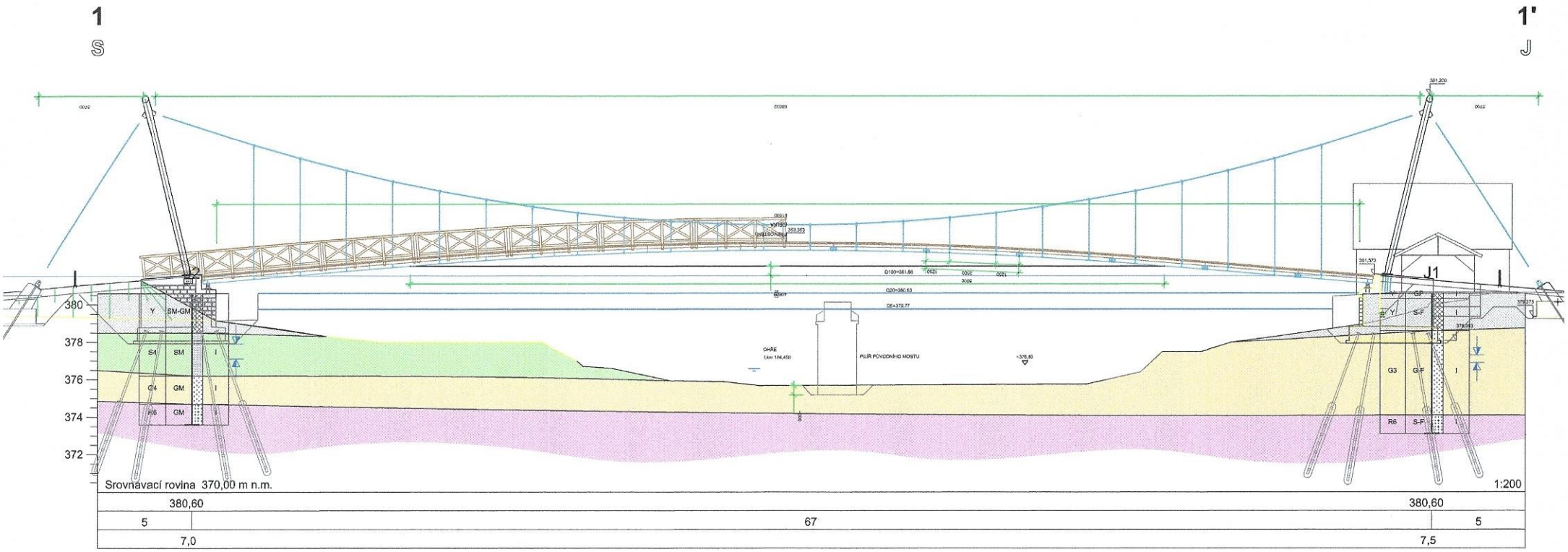
Podle terénního měření kvalitativních parametrů podzemní vody je možno konstatovat, že voda je v obou vrtech studená (8 až 9°C), slabě mineralizovaná (konduktivita 25 až 27 mS/m), s nízkým obsahem volného CO_2 (0 dílků Haertlova testu, tj. pod 116 mg/l). Do mělkého kolektoru se zde neodvodňují proplyněné termominerální vody, které jsou v oblasti předmětem zvýšené ochrany.

Dle laboratorního rozboru vody z vrtu T2 situovaného ve stejném geologickém prostředí zhruba 1 300 m severně je možno předpokládat, že podzemní voda je velmi mírně kyselá (pH 6,3), se zvýšenou koncentrací agresivního CO_2 (77,1 mg/l). Podle ČSN EN 206-1 odpovídá voda stupni agresivity na beton XA2. Vzhledem k periodické dotaci kolektoru povrchovou vodou Ohře se bude chemizmus podzemní vody v průběhu roku měnit.

4 ZÁVĚR

Provedenými průzkumnými pracemi, jejichž počet, rozmístění i hloubka respektovala zadání objednavatele, byla ověřena mocnost a kvalita kvartérních pokryvů na plánovaném staveništi a charakter krystalinického podloží. Zároveň byly získány základní údaje o hydrogeologických poměrech lokality.

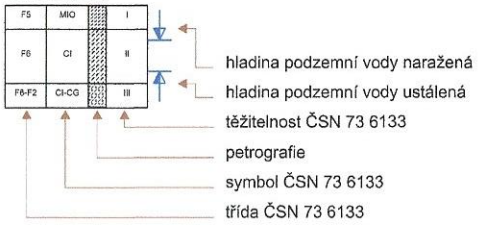
Základové poměry na staveništi je nutno vlivem přítomnosti značné mocnosti násypových zemin označit za složité. Způsob založení nebyl v době provádění průzkumných prací známý. Plánovaný objekt je nutno označit jako náročnou konstrukci.



Vysvětlivky:

- navážky (Y)
- holocénní náplavy (S4 SM)
- kvartérní štěrkovité zeminy (G3 G-F, G4 GM)
- rozložené žuly (R6 S-F, GM)

vrtná kolonka



Karlovy Vary	Úkol: Osada Pionýrské - lávka přes Ohři 18 100		
Název: Schematický geologický řez			
Zpracovali: Věra Matějková, Mgr. Martin Štěřík			
Měřítko: výšky: 1 : 200, délky: 1 : 200	Datum: 29. 3. 2019	Příloha: 2	

5/5

Karlovy Vary	Úkol: Osada Pionýrské - lávka přes Ohři	Geologický profil	Příloha č.: 3/1
		J1	Měřítko: 1 : 50
Číslo úkolu: 18 100		Kat. území: Údolí u Lokte	Okres: Karlovy Vary
Y: 855 178,70		X: 1 014 296,60	Z: 380,60
Druh díla: vrt strojní		Způsob hloubení: jádrový	Souprava: UGB 50M
Datum započetí: 27.03.2019		Počáteční průměr: 156 mm	Hladina naražená: 3,30 m / 377,30 m n.m.
Datum ukončení: 27.03.2019		Konečný průměr: 156 mm	Hladina ustálená: 3,70 m / 376,90 m n.m.
Odpov. geolog: V. Matějková		Dokumentoval: V. Matějková	Vrtná firma: Kadleček

Hloubka v m	Mocnost v m	Přijatý profil		Petrografický popis	Stratigrafie	Vzorkování	ČSN 73 61 33	ČSN 73 61 33 třída	ČSN 73 61 33 symbol
0,30	0,30		003	**Násyp** - štěrk žlutošedý tříděný			I	Y	GP
2,00	1,70		003	**Písek** rezavošedý, zahliněný, slídnatý, s příměsí křemenného polozaobleného štěrku do prům. 8 cm (pravděpodobně dobře ulehlý násyp místního materiálu), poloha o mocnosti 0,30 m těsně nad bází má světlejší odstín a může se jednat o původní náplav			I	Y	S-F
6,50	4,50		032	**Štěrk** světle hnědý, zahliněný, lokálně silně zahliněný, s valouny do 10 cm	Kvartér		I	G3	G-F
7,50	1,00		050	**Žula** šedá, místy slabě narezlá, drobnozrnná, slabě kaolinizovaná, zcela zvětralá (eluvium?), v úseku 7,0 - 7,5 m ztráta jádra- rozvrtáno	Krystalinikum		I	R6	S-F

Vrt ukončen v hloubce 7,5 m.

Karlovy Vary	Úkol: Osada Pionýrské - lávka přes Ohři	Geologický profil J2	Příloha č.: 3/2 Měřítko: 1 : 50
Číslo úkolu:	18 100	Kat. území: Hory u Jenišova	Okres: Karlovy Vary
Y:	855 171,10	X: 1 014 230,30	Z: 380,60
Druh díla:	vrt strojní	Způsob hloubení: jádrový	Souprava: UGB 50M
Datum započetí:	27.03.2019	Počáteční průměr: 156 mm	Hladina naražená: 2,70 m / 377,90 m n.m.
Datum ukončení:	27.03.2019	Konečný průměr: 156 mm	Hladina ustálená: 3,50 m / 377,10 m n.m.
Odpov. geolog:	V. Matějková	Dokumentoval: V. Matějková	Vrtná firma: Kadleček

Hloubka v m	Mocnost v m	Přijatý profil		Petrografický popis	Stratigrafie	Vzorkování	ČSN 73 61 33	ČSN 73 61 33 třída	ČSN 73 61 33 symbol
2,10	2,10		003	**Násyp** - písek hnědý, hlinitý, až drobnozrnný štěrk do prům. 2 cm			I	Y	SM-GM
4,40	2,30		023	**Náplav** charakteru velmi jemnozrnného hlinitého slídnatého písku rezavohnědý, při bazi šedý, lokálně s příměsí drobného štěrku, místy s drobnými polohami drobnozrnného písku a patrného zvrstvení			I	S4	SM
5,90	1,50		032	**Štěrk** hlinitý šedý, s valouny až do průměru vrtu	Kvartér		I	G4	GM
7,00	1,10		050	**Žula** šedá, drobnozrnná, slabě kaolinizovaná, zcela rozložená, charakteru hlinitého drobnozrnného štěrku, zrna křemene do 1 cm (eluvium?)	Krystalinikum		I	R6	GM

Vrt ukončen v hloubce 7 m.

Stanovení zatížení lávky

Stálá zatížení - vlastní váha

č.	popis	g_k [kN/m]		$\gamma_{G,sup}$	g_d [kN/m]
1	podélník IPE 360	0,571 . 2 =	1,14	1,35	1,54
2	příčník HEB 200 (61,3 kg/m'), à 2,5 m L = 3,85 m	$\frac{0,613 \cdot 3,85}{2,5}$ =	0,944	1,35	1,274
3	vodorovné ztužení L80 x 8 (9,63 kg/m')	$\frac{0,0963 \cdot 3,39 \cdot 2}{2,5}$ =	0,26	1,35	0,35
4	styč. plech, spoj. mat. (odhad 5 kg/m')	0,05		1,35	0,068
5	závěs ϕ20, vidl. konc. (2x), stř. délka L = 2,84	$\frac{2,84 \cdot 2,47 \cdot 2 + 4 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{2,5}$ =			
	koncovka: ~1,0 kg	= 8,8 kg/m' =	0,088 kN	1,35	0,119
	klena: ~2,0 kg				

Akce: Lávka přes řeku Ohři ve Svatošských skalách

Statický výpočet DUSP, 10/2018

PONTIKA

PONTIKA s.r.o.
IČO: 26342669
Sportovní 4
360 09 Karlovy Vary
tel. 353 228 240
pontika@pontika.cz

č.	popis	g_k [kN/m]	γ_G, typ	g_d [kN/m]
6	lano jm. průměr 45 mm, A = 1340 mm²	2 . 0,112 = 0,224	1,35	0,302
celkem vl. váha		2,71 kN/m		3,65 kN/m

PONTIKA

PONTIKA s.r.o.
IČO 26342669
Sportovní 4
360 09 Karlovy Vary
tel. 353 228 240
pontika@pontika.cz

Ostatní stálé zatížení

č.	popis		g_k	$\gamma_{G,sup}$	g_d
7	mostovka – tvrdý dub tl. 50 mm $L = 3{,}0$ m $\rho = 640$ kg/m³	$1 \cdot 0{,}05 \cdot 6{,}4 =$	0,96	1,35	1,30
8	mostovka – vnitřní podélný 120 x 180, $\rho = 420$ kg/m³	$5 \cdot 0{,}12 \cdot 0{,}18 \cdot 4{,}2 =$	0,45	1,35	0,61
8	mostovka – krajní podélný 140 x 200, $\rho = 420$ kg/m³	$2 \cdot 0{,}14 \cdot 0{,}2 \cdot 4{,}2 =$	0,24	1,35	0,32
9	kotvení podélníků plech, šrouby	$\frac{0{,}150}{2{,}5} =$	0,06	1,35	0,08
10	zábradlí (obě strany)				
	sloupek : $\frac{1{,}49 \cdot 0{,}12 \cdot 0{,}12 \cdot 4{,}2 \cdot 8}{5} =$	0,144			
	h. madlo : $0{,}11 \cdot 0{,}12 \cdot 4{,}2 \cdot 2 =$	0,111			
	madlo dole : $0{,}1 \cdot 0{,}1 \cdot 4{,}2 \cdot 2 =$	0,084			
	kříže : $\frac{0{,}1 \cdot 0{,}1 \cdot 4{,}2 \cdot 1{,}71 \cdot 4}{1{,}465} =$	0,2	= 0,56	1,35	0,76
	šrouby, spoj. mat.	0,02			

Akce: Lávka přes řeku Ohři ve Svatošských skalách

Statický výpočet DUSP, 10/2018

PONTIKA s.r.o.
IČO 26342669
Sportovní 4
360 09 Karlovy Vary
tel. 353 228 240
pontika@pontika.cz

Strana: 4/3

Číslo zakázky: 2018-22

Celkem ostatní stálé:

$g_k = 2{,}27\ kN/m'$

$g_d = 3{,}06\ kN/m'$

Proměnné zatížení

pro posouzení (přídatné) profilu nosného lana uvažuji pouze rovnoměrné zatížení q_{fk}

Podle čl. 5.3.2.1, odst. (2) ČSN EN 1991-2:

$q_{fk} = 2 + 120/(L+30)\ kN/m^2$

$2{,}5\ kN/m^2 \leq q_{fk} \leq 5{,}0\ kN/m^2$

kde L – zatěžovací délka

$L = 63{,}10\ m$

$q_{fk} = 2 + \frac{120}{63{,}1+30} = 3{,}3\ kN/m^2$

Uvažuji $\underline{q_{fk} = 3{,}5\ kN/m^2}$

$\gamma_Q = 1{,}35$

$q_k = q_{fk} \cdot \bar{s} = 3{,}5 \cdot 3 = \underline{10{,}5\ kN/m'}$

Základní kombinace pro určení průhybu lana:

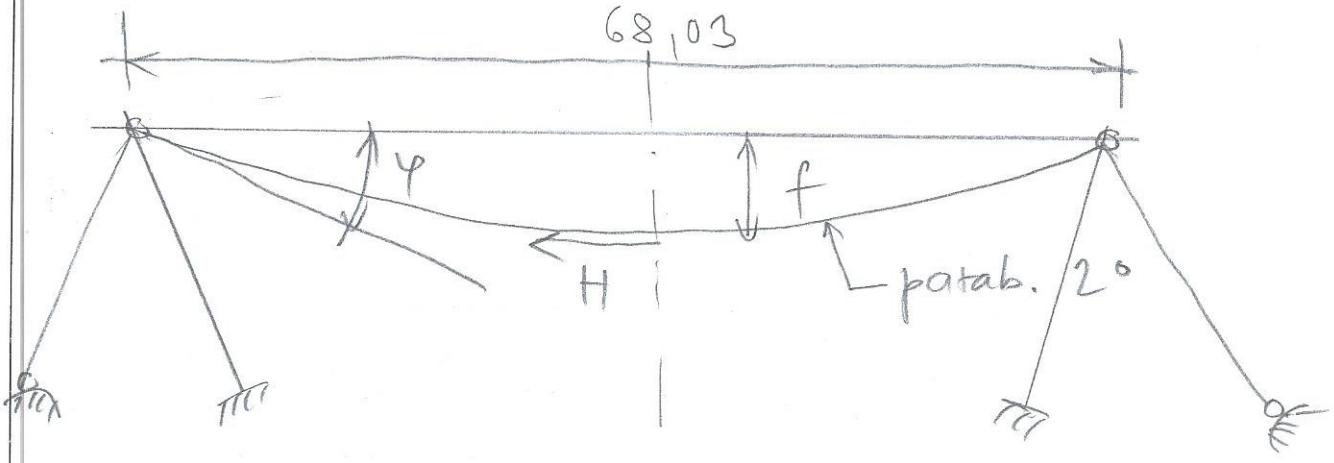
$$p_d = \xi \cdot \gamma_{G,sup} \cdot G_{k,sup} + \gamma_Q \cdot Q_{k,1}$$

$$p_d = 0{,}85 \cdot 1{,}35 \cdot (2{,}71 + 2{,}27) + 1{,}35 \cdot 10{,}5 =$$

$$= 5{,}71 + 14{,}18 = 19{,}9 \text{ kN/m} \doteq \underline{\underline{20 \text{ kN/m}}}$$

(pro 2 lana v příčném řezu)

Schema zakřiveného lana



$f = 5{,}945\ m$

$\varphi = 17{,}7°$

$$\max H = \frac{p_d \cdot L^2}{8 \cdot f} = \frac{20 \cdot 68{,}03^2}{8 \cdot 5{,}945} = 1946\ kN$$

(2 lana)

max osová síla v laně:

$$S_1 = H \cdot \frac{1}{\cos\varphi} \cdot \frac{1}{2} =$$

$$= 1946 \cdot \frac{1}{0{,}953} \cdot \frac{1}{2} = \underline{1021\ kN}$$

$> 1013\ kN = F_{Rd}$

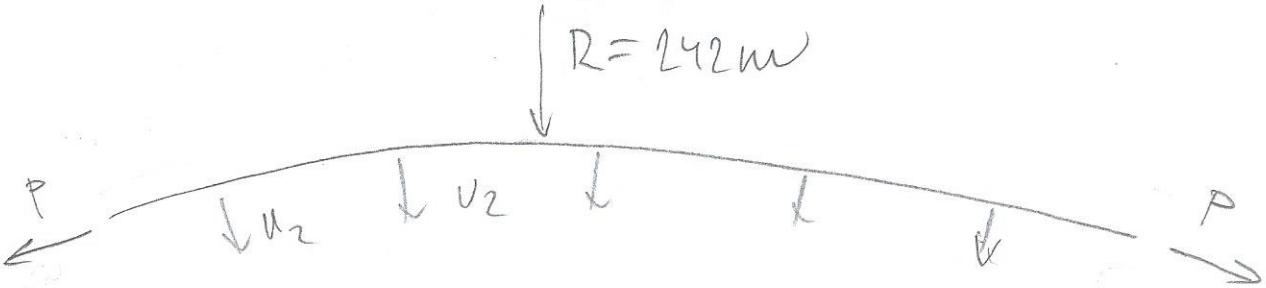
⇒ je třeba zvětšit průměr lana

volím lano $d_s = 45\ mm$

($A_m = 1340\ mm^2$, $F_{Rd} = 1287\ kN$

– viz str. stat. výpočtu)

Schema stabilizačního lana



Lano umístěno ve svislé rovině ⇒
⇒ pouze tlak u_2

Lano je ve skutečnosti polygon

$$v_2 = P \cdot \frac{1}{r} = P \cdot \frac{1}{242} = \underline{P \cdot 0{,}0041 \ [kN/m']}$$

síla na 1 příčník: (1 lano)

$$V_2 = u_2 \cdot L = 0{,}0041 P \cdot 2{,}5 = \underline{0{,}0103 P \ [kN]}$$

Závěs	Tíha lana	Tíha závěsu	Vidlice	Lan. svorka	Tíha příčníku	Podélníky ocelové	Mostovka-podélníky	Mostovka-mostiny	Zábradlí	zavětrování	Přípoje mostovky, styk příčníku	Zatížení závěsů celkem	Zatížení 1 závěsu
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kN]
1	91,5	32,1	4	12	236,0	285,5	191,1	288,0	140,0	80,0	42,0	**1402**	**7,0**
2	57,8	27,6	4	12	236,0	285,5	191,1	288,0	140,0	80,0	42,0	**1364**	**6,8**
3	57,5	23,4	4	12	236,0	285,5	191,1	288,0	140,0	80,0	42,0	**1359**	**6,8**
4	57,1	19,5	4	12	236,0	285,5	191,1	288,0	140,0	80,0	42,0	**1355**	**6,8**
5	56,9	16,0	4	12	236,0	285,5	191,1	288,0	140,0	80,0	42,0	**1352**	**6,8**
6	56,8	12,9	4	12	236,0	285,5	191,1	288,0	140,0	80,0	42,0	**1348**	**6,7**
7	56,4	10,2	4	12	236,0	285,5	191,1	288,0	140,0	80,0	42,0	**1345**	**6,7**
8	56,2	7,0	4	12	236,0	285,5	191,1	288,0	140,0	80,0	42,0	**1342**	**6,7**
9	56,2	6,2	4	12	236,0	285,5	191,1	288,0	140,0	80,0	42,0	**1341**	**6,7**
10	56,1	4,8	4	12	236,0	285,5	191,1	288,0	140,0	80,0	42,0	**1340**	**6,7**
11	56,0	4,0	4	12	236,0	285,5	191,1	288,0	140,0	80,0	42,0	**1339**	**6,7**
12	56,0	3,5	4	12	236,0	285,5	191,1	288,0	140,0	80,0	42,0	**1338**	**6,7**

Návrhová únosnost nosných lan

ČSN EN 1993-1-11

podmínka: $\frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} \leq 1$

F_{Ed} – návrhová hodnota síly

F_{Rd} – — " — únosnosti v tahu

$F_{Rd} = \min\left\{\frac{F_{uk}}{1{,}5 \cdot \gamma_R} ; \frac{F_k}{\gamma_R}\right\}$ $\gamma_R = 1{,}0$

Lano $d_s = 45$ mm, 2 vrstvy uzavřených drátů, tř. pevnosti 1570 MPa, ČSN 12385-10

$d_s = 45$ mm

$A_m = 1340$ mm^2

$F_{uk} = 1930$ kN (char. hodnota síly při přetržení)

F_k není třeba pro uzavřená spirál. lana kontrolovat ($F_k > \frac{F_{uk}}{1{,}5}$ – pozn. 2) normy)

$F_{Rd} = \frac{F_{uk}}{1{,}5 \gamma_R} = \frac{1930}{1{,}5 \cdot 1{,}0} = \underline{1287 \text{ kN}}$

Proměnná zatížení – zatížení dopravou

chodci

čl. 5.3.2.1, ČSN EN 1991-2, odst. 2)

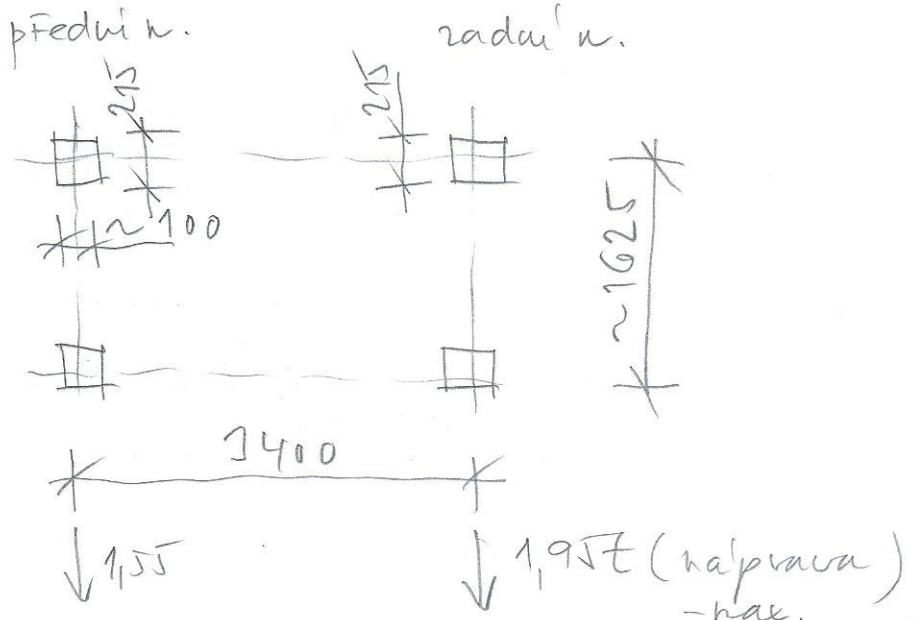
- pro lok. účinky ($L \leq 10{,}0$ m) uvažuji model zatížení 4 – $q_{fk} = 5$ kN/m²
  (souvislý hustý proud lidí)
- pro globální účinky (zatížení celé lávky / případně části lávky) uvažuji rovnoměrné zatížení podle vzorce:
  $q_{fk} = 2 + 120/(L+30)$ [kN/m²]
  viz str. – $q_{fk} = 1{,}5$ kN/m²

Soustředěné zatížení dle čl. 5.3.2.2 se neuvažuje, protože je stanoveno obslužné vozidlo.

Charakteristiky vozidla (sanitní vůz) stanovey dle TP vozidla:

1. VW transporter, typ CXE
   rozvor: 3,4 m
   nejvyšší povolená hmotnost: 3,5 t
   nejvyšší povolená hmotnost na nápravu: 1,75 / 1,95 t
   rozchod: 1622 / 1628 mm
   pneu.: 215/60 R17 (obě nápravy)

Schema vozidla:

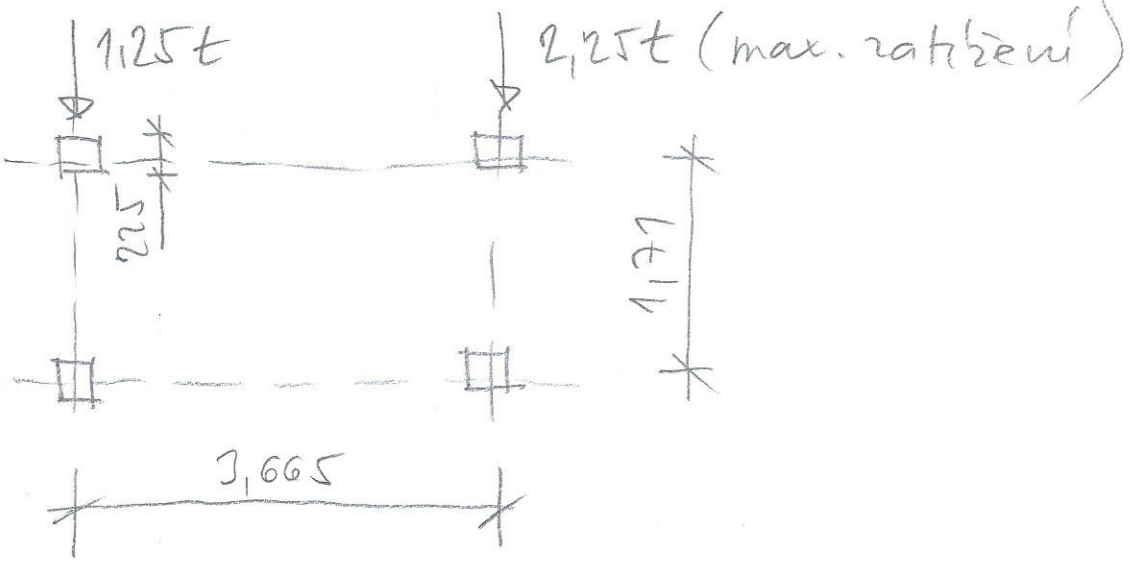


Rozmesené zatížení zadního kola pro lokální účinky:

$$q_k = \frac{1{,}95 \cdot 10}{2} \cdot \frac{1}{(0{,}215 \cdot 0{,}1)} = \underline{453{,}5\ kN/m^2}$$

(2) Mercedes Benz, LNMD235OE
typ 651.955
rozvor: 3,665 m
rozchod: 1710/1716
nejvyšší povolená hm. hmotnost: 3,5 t
— " — na nápravu: 1,8/2,25
pneu: 225/75 R16

Schema vozidla:



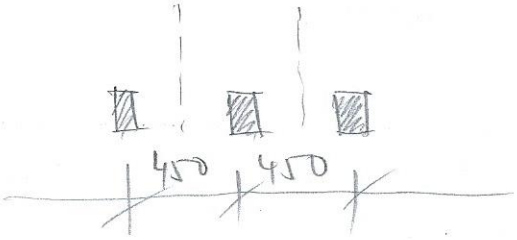
Roznesené zatížení zadního kola pro lokální účinky:

$$q_k = \frac{2{,}25 \cdot 10}{2} \cdot \frac{1}{0{,}225 \cdot 0{,}1^{*)}} = \underline{500\ kN/m^2}$$

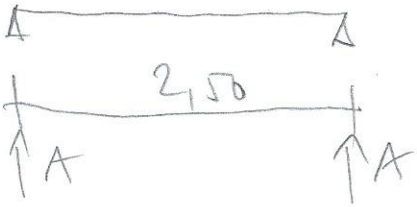
*) odhad šířky dosedací plochy kola

Zatížení podélníků mostovky

vnitřní podélník



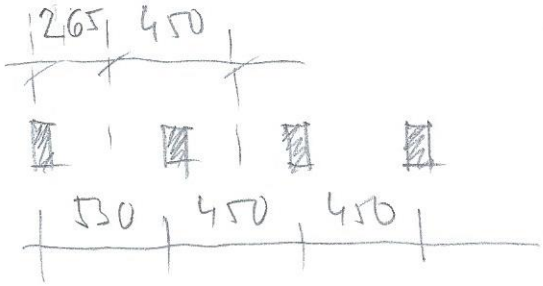
L = 2,5 m



$q_{fk} = 5\ kN/m^2$: $A = \frac{0,45 \cdot 5 \cdot 2,5}{2} = 2,81\ kN$

$q_{fk} = 3,5\ kN/m^2$: $A = \frac{0,45 \cdot 3,5 \cdot 2,5}{2} = 1,97\ kN$

krajní podélník

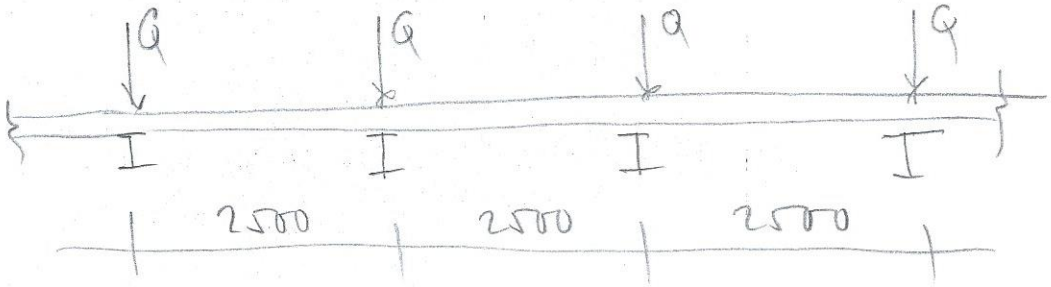


$q_{fk} = 5\ kN/m^2$: $A = \frac{0,265 \cdot 5 \cdot 2,5}{2} = 1,66\ kN$

$q_{fk} = 3,5\ kN/m^2$: $A = \frac{0,265 \cdot 3,5 \cdot 2,5}{2} = 1,16\ kN$

Zatížení na příčník – 2D model

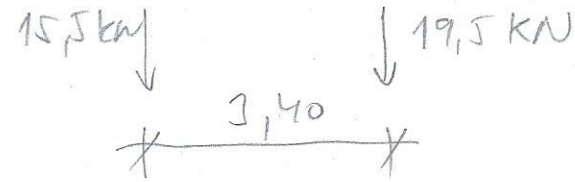
a) chodci



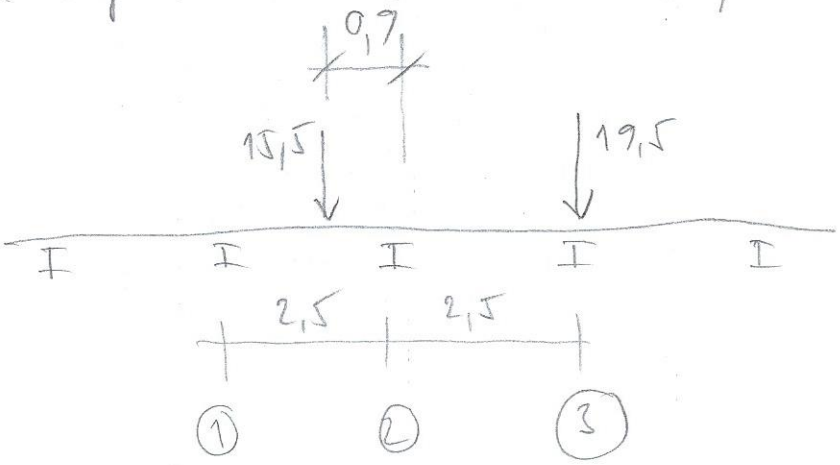
$q_{fk} = 5\ kN/m^2$: $Q = 5 \cdot 3 \cdot 2{,}5 = \underline{37{,}5\ kN}$

$q_{fk} = 3{,}5\ kN/m^2$: $Q = 3{,}5 \cdot 3 \cdot 2{,}5 = \underline{26{,}3\ kN}$

b) servisní vozidlo (1)



zadní náprava umístím nad příčník



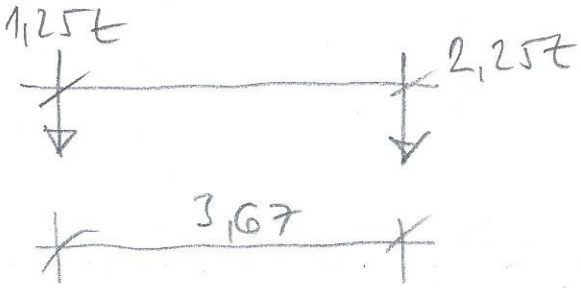
(1) $A = 15{,}5 \cdot \frac{0{,}9}{2{,}5} = \underline{5{,}6\ kN}$

(2) $A = 15{,}5 \cdot \frac{1{,}6}{2{,}5} = \underline{9{,}9\ kN}$

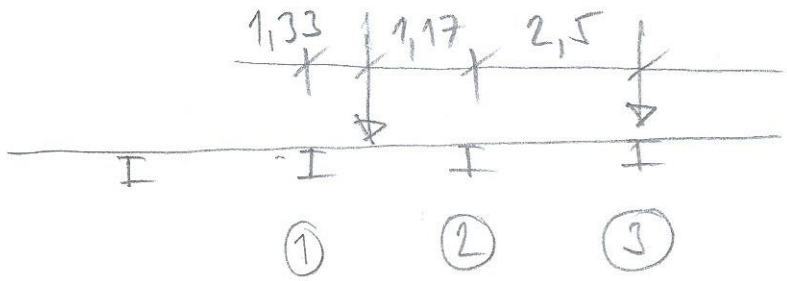
(3) $A = \underline{19{,}5\ kN}$

$\Big\}\ 35\ kN$

c) servisní vozidlo (2)



Zadní nápravu umístím nad příčník



(1) $A = 12{,}5 \cdot \frac{1{,}17}{2{,}5} = \underline{5{,}85\ kN}$

(2) $A = 12{,}5 \cdot \frac{1{,}33}{2{,}5} = \underline{6{,}65\ kN}$

(3) $A = \underline{22{,}5\ kN}$

35 kN

Rozvos ve délku příčníku $L = 2{,}30\ m$

(1) $q_k = \frac{5{,}85}{2{,}3} = \underline{2{,}54\ kN/m'}$

(2) $q_k = \frac{6{,}65}{2{,}3} = \underline{2{,}89\ kN/m'}$

(3) $q_k = \frac{22{,}5}{2{,}3} = \underline{9{,}78\ kN/m'}$

Vodorovné síly

$$\max \begin{Bmatrix} 10\% \text{ celk. zatížení } q_{fk} \\ 60\% \; Q_{serv} \end{Bmatrix}$$

$q_{fk} = 3{,}5 \; kN/m^2$ $L = 63{,}10 \, m$ (zatěž. délka)

$Q_{flk} = 0{,}1 \cdot 3 \cdot 3{,}5 \cdot 63{,}10 = \underline{66{,}3 \; kN}$

$Q_{fek} = 0{,}6 \cdot 35 = 21 \; kN$

Síla $Q_{fek} = 66{,}3$ kN bude použita pro posouzení kotvích, pro posouzení NK bude zanedbána.

Zatížení větrem (statické)

Uvažuji pouze síly ve směru osy X, t. zn. kolmo na osu mostu

Podle [ ], kap. 8.1 lze sílu stanovit:

$F_w = \frac{1}{2}\rho \cdot v_b^2 \cdot c \cdot A_{ref,x}$

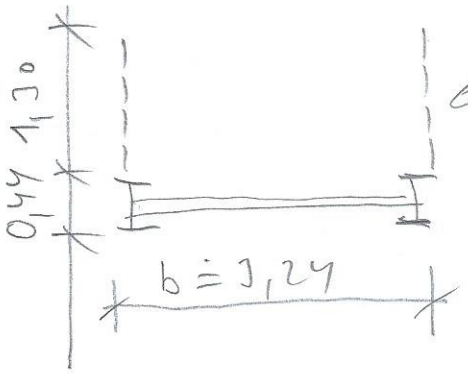
$\rho = 1{,}25\ kg/m^3$

pro oblast II podle tab. 4.1: $v_{b,0} = 25\ m/s$

$c_{dir} = c_{season} = 1{,}0 \Rightarrow v_b = 25\ m/s$

$c = c_e \cdot c_{fx}$

$c_{fx} = c_{fx,0}$ (souč. síly)



– podélné zábradlí

$d_{tot} = 0{,}44 + 0{,}3\ ^{*)} = 0{,}74\ m$

*) 0,3 – podélné zábradlí

$\frac{b}{d_{tot}} = \frac{1{,}24}{0{,}74} = 4{,}4 \Rightarrow c_{fx,0} = 1{,}30$

součinitel expozice c_e

pro $z \doteq 6{,}5\ m \rightarrow$ z tab. 4.4 pro kategorii terénu III:

$c_e(z_e) = 1{,}409$

Potom: $c = c_{fx} \cdot c_e = 1{,}3 \cdot 1{,}409 = \underline{1{,}83}$

Referenční plocha:

$A_{ref,x} = L \cdot d_{tot}$ $L = 1{,}0\,m$

$d_{tot} = 0{,}74\,m$

$F_w = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot A_{ref,x}$

$F_w = \frac{1}{2} \cdot 1{,}25 \cdot 25^2 \cdot 1{,}83 \cdot 0{,}74 = 529\,N = \underline{0{,}53\,kN/m'}$

Síly ve směru Z (svislé) neuvažuji.

Zatížení teplotou – ČSN EN 1991-1-5

$$\left.\begin{aligned} T_{e,min} &= T_{min} - 3\,°C \\ T_{e,max} &= T_{max} + 16\,°C \end{aligned}\right\} \text{N.A.2.4}$$

$$\left.\begin{aligned} T_{min} &= -30{,}1 \div -32\,°C \\ T_{max} &= 36{,}1 \div 38\,°C \end{aligned}\right\} \begin{matrix}\text{N.A.1} \\ \text{N.A.2}\end{matrix}$$

potom:

$$T_{e,min} = -31 - 3 = -34\,°C$$

$$T_{e,max} = +37 + 16 = +53\,°C$$

Char. hodnoty max a min rozsahu rovnoměrné složky teploty:

$$\Delta T_{n,con} = T_0 - T_{e,min} \quad ; \; T_0 = 10\,°C$$

$$\Delta T_{n,exp} = T_{e,max} - T_0$$

$$\Delta T_{n,con} = 10 - (-34) = \underline{44\,°C} \text{ (pro zkrácení)}$$

$$\Delta T_{n,exp} = 53 - 10 = \underline{43\,°C} \text{ (pro prodloužení)}$$

Návrhové hodnoty zatížení

a) stálá zatížení – vl. váha NK
– mostovka + příslušenství

b) hlavní proměnné zatížení

c) vedlejší proměnná zatížení
– zatížení větrem

Součinitele zatížení

$\gamma_{G,sup} = 1{,}35$ (nepříznivý účinek)
$\gamma_{G,sup} = 1{,}0$ (příznivý účinek)
$\gamma_Q = 1{,}35$ (chodci)
$\gamma_Q = 1{,}50$ (další proměnná zatížení)
$\xi = 0{,}85$

Základní kombinační předpis

tab. A 2.4(B), ČSN EN 1990/A1

6.10b

$$\xi \cdot \gamma_{Gj,sup} \cdot G_{kj,sup} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Sestavy zatížení dopravou

sestava	svislé síly
gr1	rovnoměrné qfk
gr2	obslužné vozidlo Qserv

Vodorovné síly pro výpočet NK zanedbávám, použití je pouze pro posouzení ložisek (čepová ložiska)

Doporučené hodnoty součinitelů ψ pro lávy pro chodce:

zatížení	značka	ψ_0	ψ_1	ψ_2
doprava	gr1	0,4	0,4	0
doprava	gr2	0	0	0
doprava	Qfwk	0	0	0
vítr	Fwk	0,3	0,2	0
teplota		0,6	0,6	0,5
sníh	Qsn,k	0,8	—	0
stavenišní	Qc	1,0	—	1,0

Doporučenou hodnotu ψ_0 pro teplotu lze ve většině případů snížit až na nulu pro MS EQU, STR a GEO

Materiály do modelu konstrukce

1) nosné lano – uzavřené pramenné lano se dvěma vrstvami uzavřených drátů

jm. průměr: $d_s = 45\,mm$

jm. kovový průřez: $A_m = 1140\,mm^2$

náhradní průřez do modelu konstrukce:

$$r = \sqrt{\frac{A_m}{\pi}} = \sqrt{\frac{1140}{\pi}} = \underline{20{,}7\,mm}$$

modul pružnosti: $E = 160 \pm 10\,GPa$

2) závěsy – ocel S460N ($f_y = 460\,MPa$)

$E = 210\,000\,MPa$

3) pylon, nosníky: ocel (S 235, S 355)

$E = 210\,000\,MPa$

Zatížení do modelu

Mostovka

zatížení příčníku

- podélník 140 x 200 – 2 ks

$0{,}14 \cdot 0{,}2 \cdot 2{,}5 \cdot 4{,}2 \cdot 2 = 0{,}59$

- podélník 140 x 180 – 5 ks

$0{,}14 \cdot 0{,}18 \cdot 2{,}5 \cdot 4{,}2 \cdot 5 = 1{,}32$

- mostky 150 x 60 – 16 ks

$0{,}15 \cdot 0{,}06 \cdot 3 \cdot 6{,}4 \cdot 16 = 2{,}77$

celkem $G = 4{,}68$ kN

rozdělím rovnoměrně na délku 3,0 m

$\rightarrow q_k = \frac{4{,}68}{3} = \underline{1{,}56 \text{ kN/m}'}$

krajní příčník – zatížení polovičním

stycníkové plechy mostovky

$G = 0{,}028 \cdot 7 = 0{,}2\ kN$ – zanedbá se

Zábradlí

1 strana: $q_k = 0{,}28\ kN/m'$

síla na příčník: $Q_k = 0{,}28 \cdot 2{,}5 = 0{,}7\ kN$

Nahodilé - chodci

$q_k = 3{,}5\ kN/m^2$

zatížení příčníku (na dílku 3,0 m)

$q_k = \frac{3{,}5 \cdot 3 \cdot 2{,}5}{3} = \underline{8{,}75\ kN/m'}$

krajní příčník: $q_k = \frac{8{,}75}{2} = \underline{4{,}4\ kN/m'}$

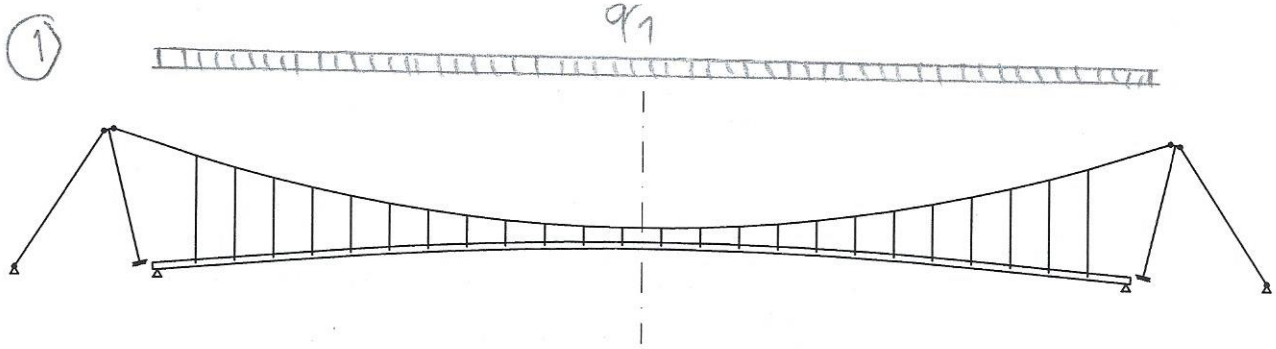
$q_k = 5\ kN/m^2$

zatížení příčníku (na dílku 3,0 m)

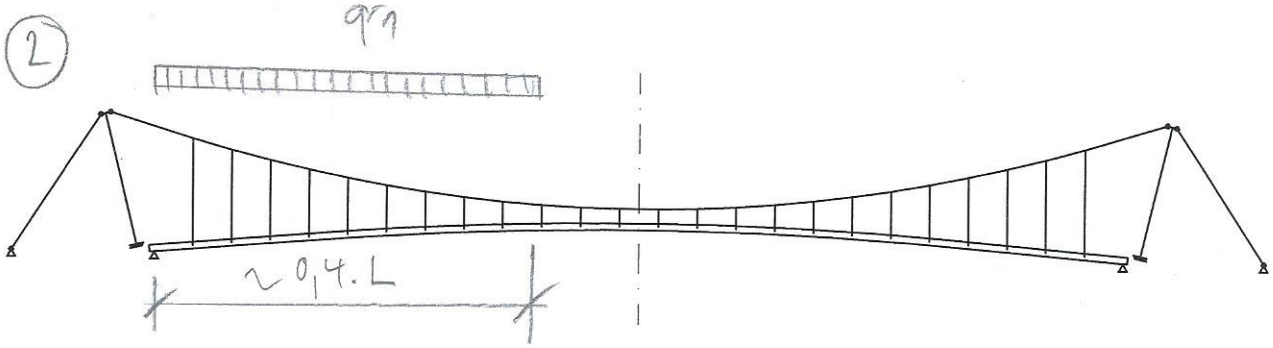
$q_k = \frac{5 \cdot 3 \cdot 2{,}5}{3} = \underline{12{,}5\ kN/m'}$

Rozmístění rovnoměrného zatížení.

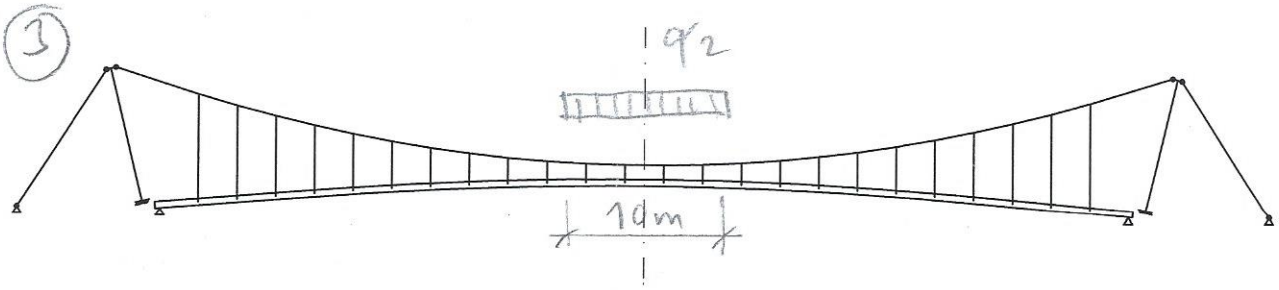
1



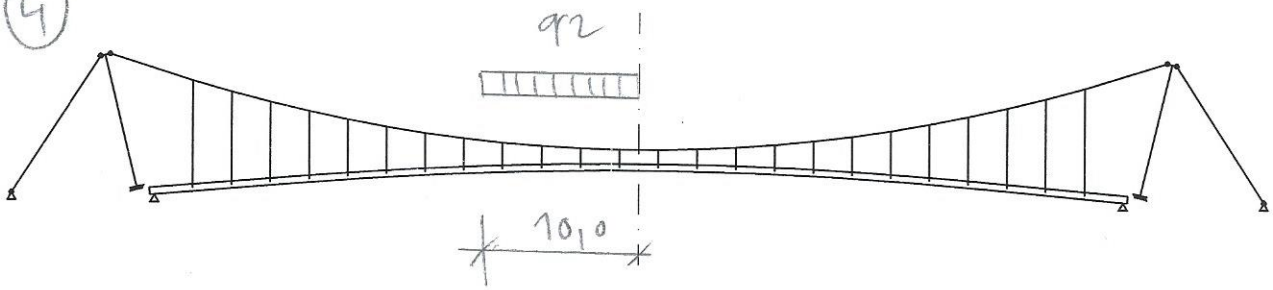
2



3



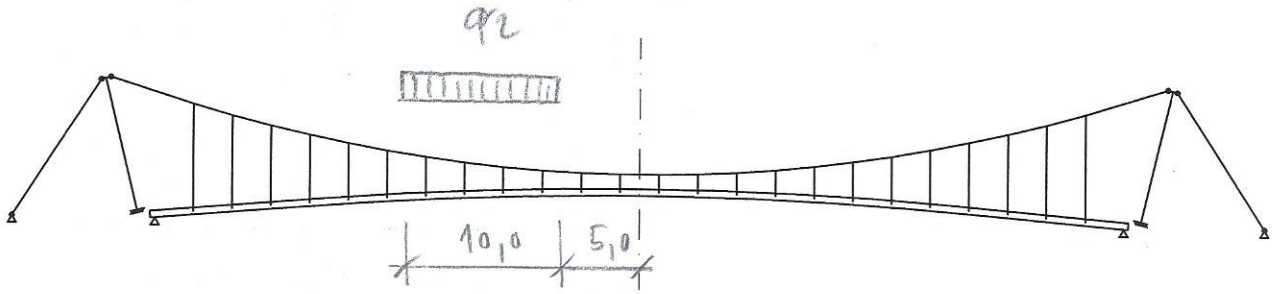
4



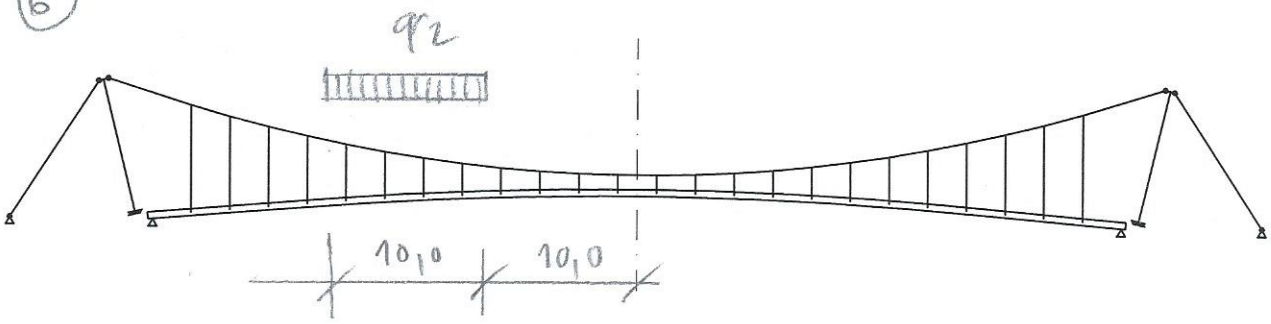
$q_{1,k} = 3,5\ kN/m^2$

$q_{2,k} = 5,0\ kN/m^2$

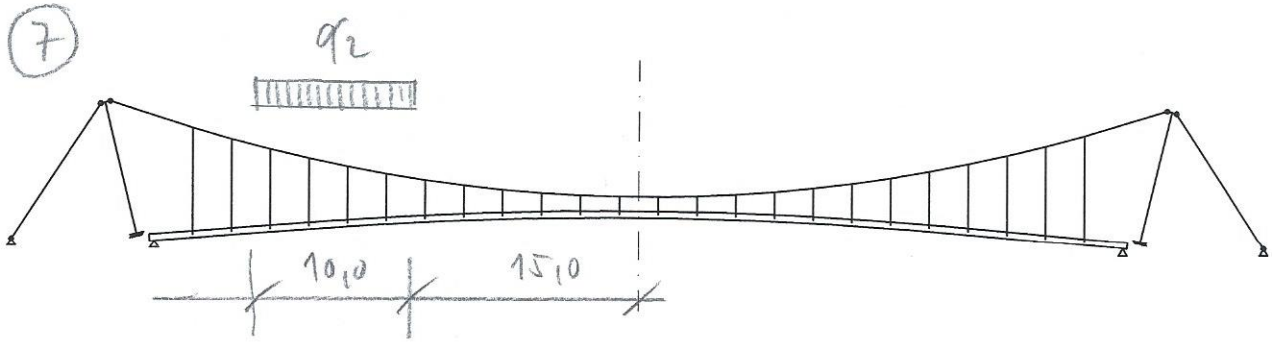
(5)



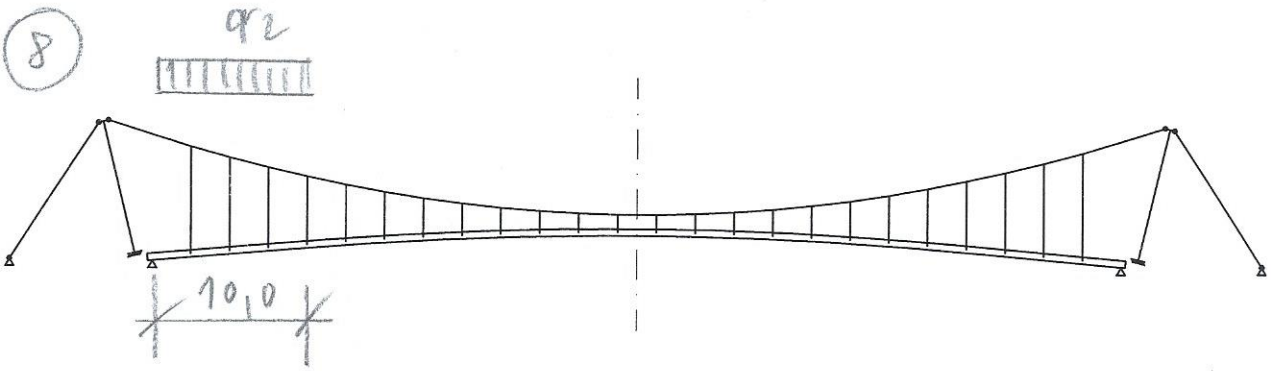
(6)



(7)



(8)

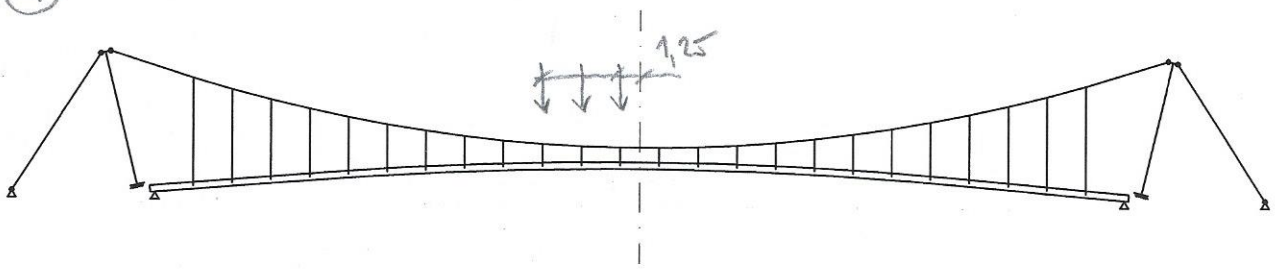


$q_{1,k} = 3{,}5\ kN/m^2$

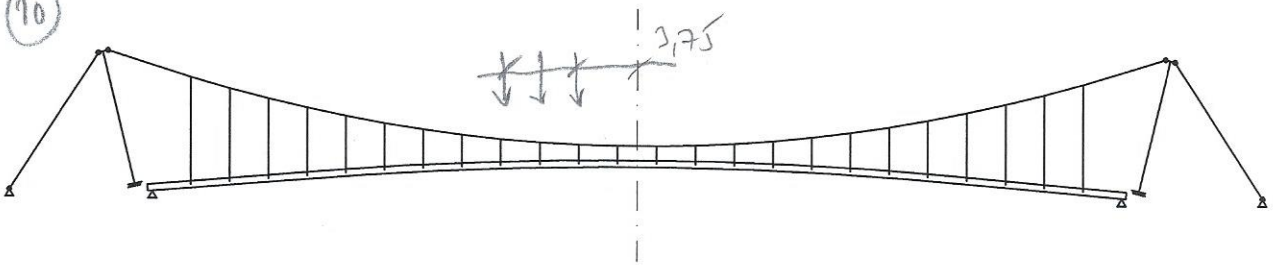
$q_{2,k} = 5{,}0\ kN/m^2$

Polohy servisního vozidla
(zatíženy vždy 3 příčníky – viz str.)

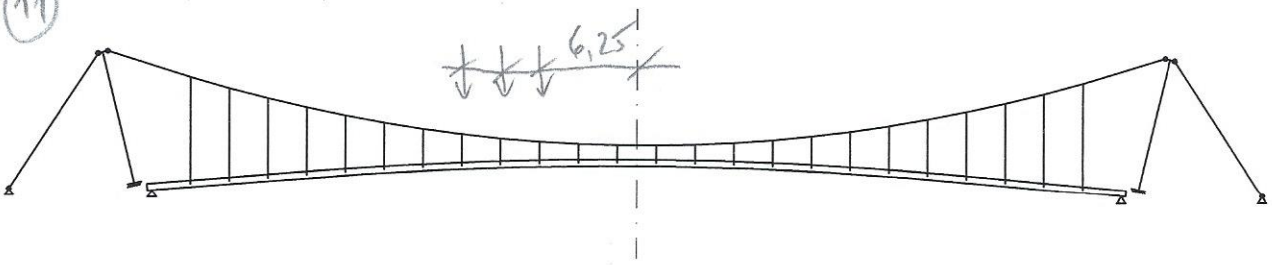
(9)



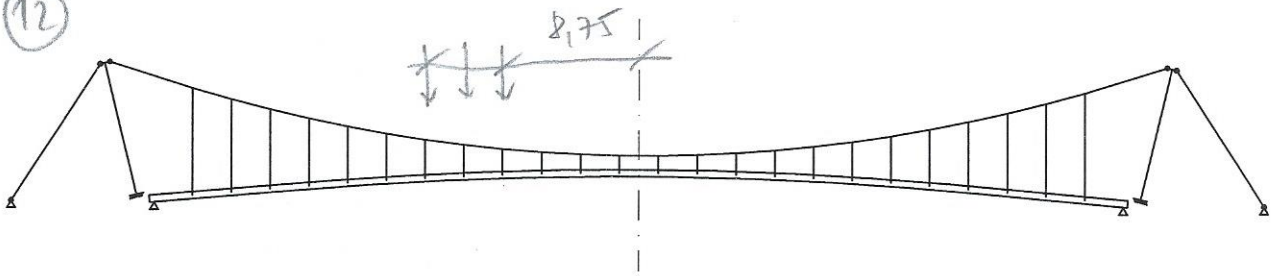
(10)



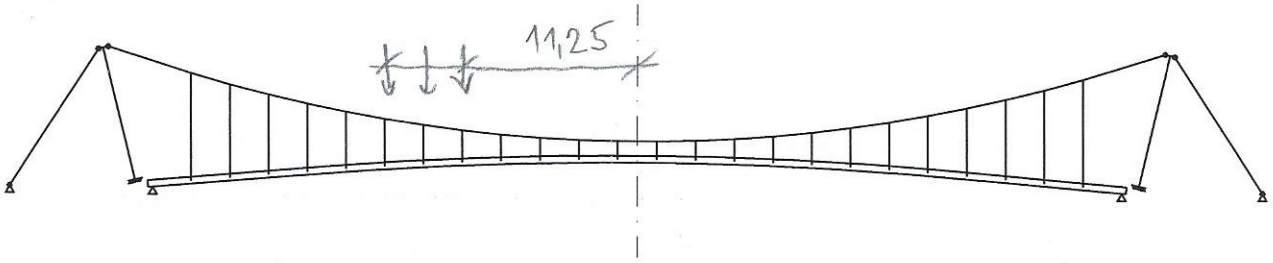
(11)



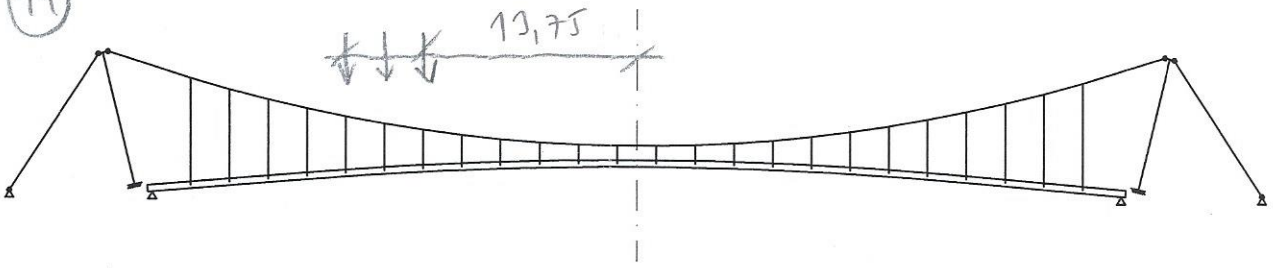
(12)



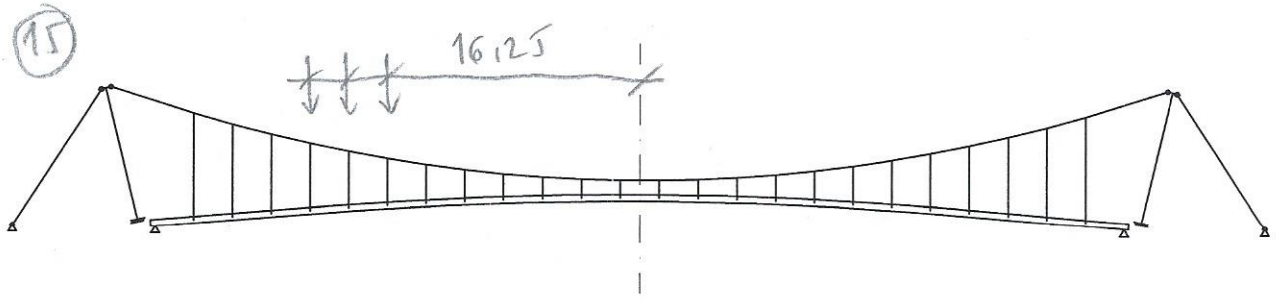
13



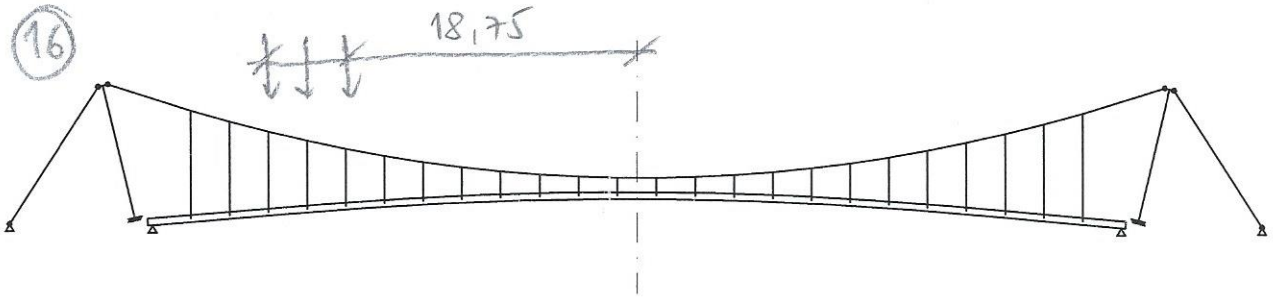
14



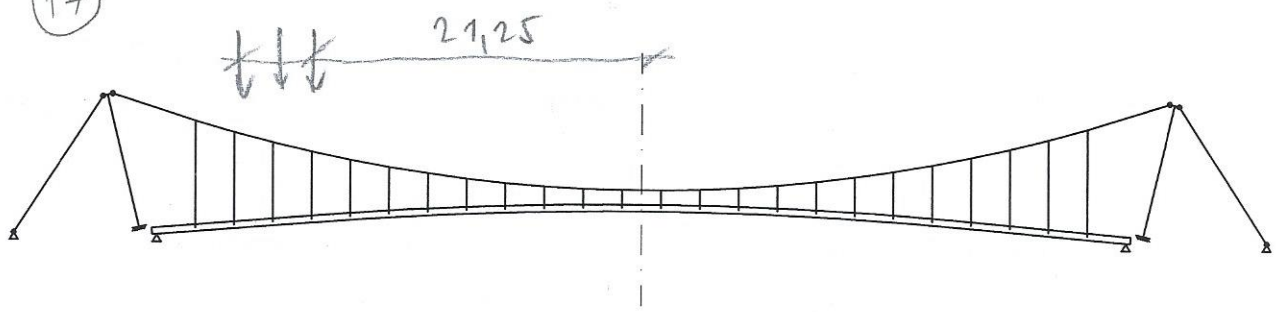
15



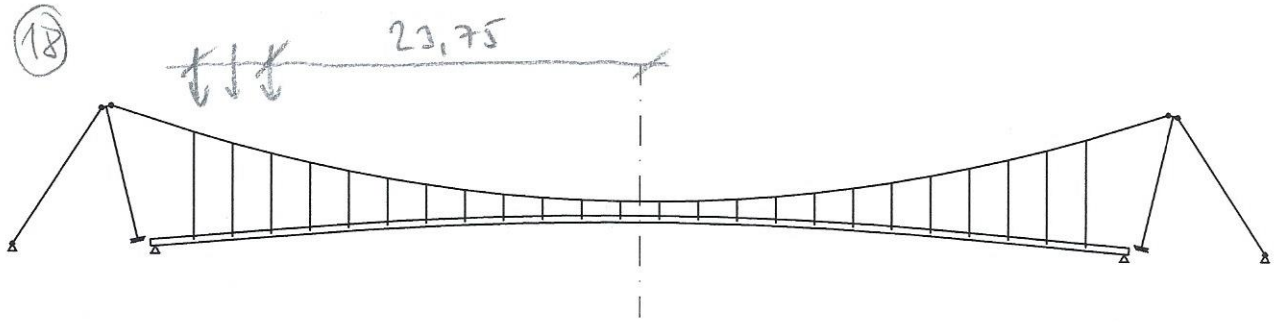
16



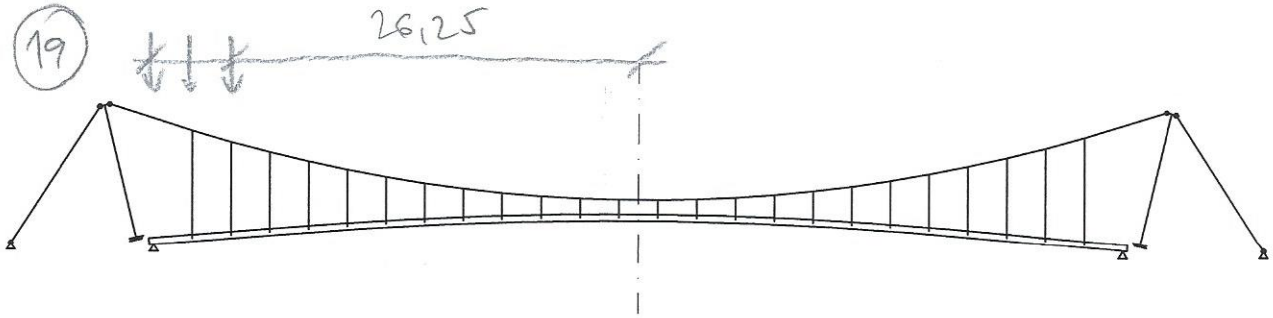
17

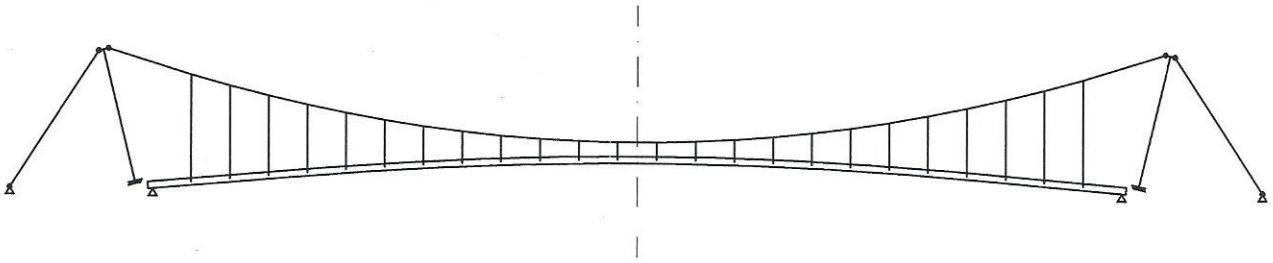


18



19





Prvek	Nelinaeární kombinace NC1						Extrémní nelineární kombinace						Souč.zatížení		Návrhové hodnoty					
	N	Vy	Vz	Mx	My	Mz	N	Vy	Vz	Mx	My	Mz	γG	γQ	N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
stojka pylonu	-564,0	1,2	-1,0	0,0	1,2	3,5	-1 137,0	2,6	-0,2	0,0	44,0	9,6	1,15	1,35	**-1422,2**	**3,3**	**-0,1**	**0,0**	**59,2**	**12,3**
podélníky	-27,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	-709,0	0,0	25,0	0,0	-0,4	0,0	1,15	1,35	**-951,8**	**0,0**	**33,5**	**0,0**	**-0,5**	**0,0**
podélníky	-27,0	0,0	-1,0	0,0	2,0	0,0	-187,0	1,0	1,7	0,0	153,0	1,0	1,15	1,35	**-247,1**	**1,4**	**2,5**	**0,0**	**206,2**	**1,4**
příčníky-vnitřní část	4,8	0,0	-1,0	0,0	5,0	0,0	-63,0	0,0	4,0	0,0	20,0	-0,5	1,15	1,35	**-86,0**	**0,0**	**5,6**	**0,0**	**26,0**	**-0,7**
příčníky-konzoly	0,0	0,0	-4,4	0,0	4,0	0,0	0,0	-26,0	-6,0	-0,8	5,4	-18,4	1,15	1,35	**0,0**	**-35,1**	**-7,2**	**-1,1**	**6,5**	**-24,8**
zavětrování	-8,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-92,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,15	1,35	**-122,5**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**
závěsy	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,15	1,35	**36,4**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**
nosná lana	387,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	792,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,15	1,35	**991,8**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**
zpětná lana	492,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1 004,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,15	1,35	**1257,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**
příčel pylonu	18,1	0,0	-1,1	0,0	-2,0	0,3	25,3	0,6	-7,3	2,7	-13,8	-1,4	1,15	1,35	**30,5**	**0,8**	**-9,6**	**3,6**	**-18,2**	**-2,0**

Poznámky:

1) Součinitele ψ byly zahrnuty do extrémní kombinace, zohledněna byla i velikost součinitele γ

Stojka pylonu, průřez ve vetknutí do opěry, charakt.hodnoty

Vnitřní síly na prutu(ech). Globální extrém

Nelineární výpočet, počáteční napětí, lokální nelinearity, II. řád
Skupina prutů :120
Skupina nelineárních kombinací :13

prut	pr.č.	nel. k.	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
120	24	13	8.904	**-1137.16**	2.69	-0.23	-0.00	**43.99**	**9.55**
			0.000	-1124.62	2.17	6.56	**-0.00**	4.82	**-15.25**

Nelineární výpočet, počáteční napětí, lokální nelinearity, II. řád
Skupina prutů :120
Skupina nelineárních kombinací :1

prut	pr.č.	nel. k.	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
120	24	1	8.904	**-563.48**	1.17	-1.01	-0.00	1.19	**3.50**
			0.000	-550.95	1.03	1.12	**-0.00**	0.65	**-6.88**
			4.749	-557.63	1.21	-0.01	-0.00	**3.35**	-1.49

Podélníky

Vnitřní síly na prutu(ech). Globální extrém

Nelineární výpočet, počáteční napětí, lokální nelinearity, II. řád
Skupina prutů :29/30,147/148,339/414
Skupina nelineárních kombinací :1/16

prut	pr.č.	nel. k.	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
341	6	10	2.500	**507.41**	0.00	-0.45	0.00	3.47	-0.01
413		11	0.000	**-709.12**	-0.01	24.99	0.01	-0.42	0.05
407		14	2.500	-186.76	1.02	1.68	0.03	**152.51**	1.02
365			1.252	-164.42	0.15	-0.43	0.00	**-93.66**	-0.04

Nelineární výpočet, počáteční napětí, lokální nelinearity, II. řád
Skupina prutů :407,413
Skupina nelineárních kombinací :1

prut	pr.č.	nel. k.	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
413	25	1	0.000	**-27.04**	-0.00	1.40	0.01	0.13	0.01
407			0.833	-26.51	0.03	0.13	-0.00	**2.68**	-0.01
			2.500	-26.42	0.03	-1.00	-0.00	1.95	**0.04**
			0.000	-26.56	0.03	0.70	-0.00	2.33	**-0.04**

Příčníky-vnitřní část

Vnitřní síly na prutu(ech). Globální extrém

Nelineární výpočet, počáteční napětí, lokální nelinearity, II. řád
Skupina prutů :31/43,149/161
Skupina nelineárních kombinací :1/16

prut	pr.č.	nel. k.	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
42	1	13	2.300	**119.95**	0.08	-12.28	0.00	9.73	0.25
32		14	0.767	**-67.91**	0.12	4.34	0.00	8.16	0.41
35				-62.60	0.07	4.10	0.00	**19.87**	-0.49
31		15	2.300	0.01	0.19	-6.66	-0.00	**-2.56**	0.05
		16		0.52	6.06	-5.57	0.09	-1.77	**6.91**
149				0.52	-6.05	-5.57	-0.09	-1.78	**-6.90**

Nelineární výpočet, počáteční napětí, lokální nelinearity, II. řád
Skupina prutů :32,35,149
Skupina nelineárních kombinací :1

prut	pr.č.	nel. k.	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
32	1	1	2.300	**4.54**	-0.03	-2.48	0.00	3.73	0.04
			1.533	4.54	-0.02	-0.81	0.00	**5.00**	0.06
			0.000	4.54	-0.02	2.51	0.00	3.69	**0.10**
35			2.300	**4.80**	-0.00	-2.49	0.00	3.93	0.10
			1.533	4.80	-0.00	-0.83	0.00	**5.20**	0.10
			0.000	4.80	-0.00	2.50	0.00	3.92	**0.10**
149			1.533	**0.00**	0.01	-0.53	0.00	0.20	0.00
			0.767	0.00	0.01	0.53	0.00	**0.20**	-0.00
			2.300	0.00	0.01	-1.60	0.00	**-0.61**	**0.01**
			0.000	0.00	0.01	1.60	0.00	-0.61	**-0.01**

Zavětrování mostovky

Vnitřní síly na prutu(ech). Globální extrém

Nelineární výpočet, počáteční napětí, lokální nelinearity, II. řád
Skupina prutů :239/338
Skupina nelineárních kombinací :1/16

prut	pr.č.	nel. k.	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
239	21	14	1.699	**52.78**	-0.03	0.11	0.00	0.25	-0.19
310		13	0.000	**-91.75**	-0.11	-0.21	-0.00	0.46	-0.00
246		14		46.34	-0.37	-0.69	-0.01	**1.92**	-0.03
254		10		-49.16	-0.02	1.70	0.00	**-1.98**	-0.00
240		16	1.699	-29.71	0.26	0.42	-0.00	-0.59	**0.36**
258		14	1.700	50.99	-0.36	-0.66	-0.01	0.81	**-0.59**

Nelineární výpočet, počáteční napětí, lokální nelinearity, II. řád
Skupina prutů :254,310
Skupina nelineárních kombinací :1

prut	pr.č.	nel. k.	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
310	21	1	0.000	**-8.67**	-0.09	-0.08	-0.00	0.20	-0.01
254			1.699	-3.57	0.08	0.08	0.00	**0.20**	-0.01
310				-8.67	0.10	-0.26	-0.00	**-0.10**	-0.00
254			0.000	-3.58	-0.10	0.26	0.00	-0.09	**0.00**
			1.132	-3.57	0.02	0.14	0.00	0.14	**-0.04**

Závěsy

Vnitřní síly na prutu(ech). Globální extrém

Nelineární výpočet, počáteční napětí, lokální nelinearity, II. řád
Skupina prutů :5/10,16/21,83/94,123/128,134/139,201/212
Skupina nelineárních kombinací :1/16

prut	pr.č.	nel. k.	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
20	2	13	0.892	**28.92**	0.01	0.00	-0.00	0.00	0.00

Nelineární výpočet, počáteční napětí, lokální nelinearity, II. řád
Skupina prutů :5/10,16/21,83/94,123/128,134/139,201/212
Skupina nelineárních kombinací :1

prut	pr.č.	nel. k.	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
20	2	1	0.892	**14.02**	0.00	0.00	-0.00	0.00	0.00

Nosná lana

Vnitřní síly na prutu(ech). Globální extrém

Nelineární výpočet, počáteční napětí, lokální nelinearity, II. řád
Skupina prutů :58/69,107/118,176/187,225/238
Skupina nelineárních kombinací :13

prut	pr.č.	nel. k.	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
225	17	13	0.593	**792.39**	0.03	-0.19	0.00	-0.00	-0.00

Nelineární výpočet, počáteční napětí, lokální nelinearity, II. řád
Skupina prutů :58
Skupina nelineárních kombinací :1

prut	pr.č.	nel. k.	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
58	17	1	0.000	**387.06**	0.06	-0.00	0.00	0.00	-0.02

Zpětná lana

Vnitřní síly na prutu(ech). Globální extrém

Nelineární výpočet, počáteční napětí, lokální nelinearity, II. řád
Skupina prutů :4,57,122,175
Skupina nelineárních kombinací :13

prut	pr.č.	nel. k.	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
175	17	13	0.653	**1004.07**	-0.04	0.04	-0.00	0.00	0.04

Nelineární výpočet, počáteční napětí, lokální nelinearity, II. řád
Skupina prutů :4,57,122,175
Skupina nelineárních kombinací :1

prut	pr.č.	nel. k.	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
4	17	1	0.000	**492.45**	-0.09	0.00	-0.00	0.00	0.04

Příčel pylonu

Vnitřní síly na prutu(ech). Globální extrém

Nelineární výpočet, počáteční napětí, lokální nelinearity, II. řád
Skupina prutů :3,121
Skupina nelineárních kombinací :16

prut	pr.č.	nel. k.	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
3	4	16	1.875	**25.26**	0.56	-6.03	2.71	-1.39	0.38
			1.250	25.26	0.56	-5.64	**2.71**	2.25	0.03
121				25.26	-0.56	-5.64	**-2.71**	2.25	-0.03
3			0.000	25.25	0.56	-4.87	2.71	**8.82**	-0.67
			3.750	25.25	0.57	-7.25	2.71	**-13.84**	**1.44**
121				25.25	-0.57	-7.25	-2.71	-13.83	**-1.44**

Nelineární výpočet, počáteční napětí, lokální nelinearity, II. řád
Skupina prutů :3,121
Skupina nelineárních kombinací :1

prut	pr.č.	nel. k.	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
121	4	1	1.875	**18.09**	0.00	0.00	0.00	-0.84	-0.31
3			0.000	18.09	-0.00	1.19	**0.00**	-1.95	0.31
			3.750	18.09	0.00	-1.19	0.00	**-1.95**	**0.31**
121			0.000	18.09	0.00	1.19	0.00	-1.95	**-0.31**

Příčníky - konzoly

Vnitřní síly na prutu(ech). Globální extrém

Nelineární výpočet, počáteční napětí, lokální nelinearity, II. řád
Skupina prutů :44/56,70/82,162/174,188/200
Skupina nelineárních kombinací :1/16

prut	pr.č.	nel. k.	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
80	1	16	0.280	**0.35**	-0.02	-11.43	-0.02	5.00	0.01
54			0.725	**-0.41**	0.08	-16.90	0.03	0.19	-0.00
		13	0.000	0.04	0.17	-19.12	0.03	**16.29**	-0.12
44		14		0.00	-0.53	5.24	-0.07	**-1.34**	0.26
162		10		-0.00	-25.61	-6.36	0.77	5.40	**18.35**
44				0.00	25.71	-6.38	-0.77	5.41	**-18.43**

Nelineární výpočet, počáteční napětí, lokální nelinearity, II. řád
Skupina prutů :44,54
Skupina nelineárních kombinací :1

prut	pr.č.	nel. k.	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
44	1	1	0.725	**0.00**	0.01	-6.05	0.06	**-0.00**	-0.00
			0.000	0.00	0.00	-4.36	0.06	**3.93**	-0.00
			0.242	0.00	0.00	-4.88	0.06	2.81	**-0.00**
54			0.725	**0.01**	0.01	-8.98	0.02	**-0.01**	-0.00
			0.000	0.01	0.00	-7.29	0.02	**6.04**	**-0.00**

Návrhová únosnost nosných lan

ČSN EN 1993-1-11

podmínka: $\frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} \leq 1$

F_{Ed} – návrhová hodnota síly

F_{Rd} — " — únosnosti v tahu

$F_{Rd} = \min\left\{\frac{F_{uk}}{1{,}5 \cdot \gamma_R} ; \frac{F_k}{\gamma_R}\right\}$ $\gamma_R = 1{,}0$

Lano $d_s = 55$ mm, 3 vrstvy uzavřených drátů

tř. pevnosti 1570 MPa, ČSN 12385-10

$d_s = 55$ mm

$A_m = 2090\ mm^2$

$F_{uk} = 3020$ kN (char. hodnota síly při přetržení)

F_k není třeba pro uzavřená spirál. lana kontrolovat ($F_k > \frac{F_{uk}}{1{,}3}$ – pozn. 2) normy)

$$F_{Rd} = \frac{F_{uk}}{\gamma_R \cdot 1{,}5} = \frac{3020}{1{,}0 \cdot 1{,}5} = \underline{2013\ kN}$$

> $F_{Ed} = 992$ kN (nová lana)

> $F_{Ed} = 1257$ kN (zyetná lana)

MSP – omezení napětí

napětí při přetížení:

$$\sigma_{uk} = \frac{F_{uk}}{A_m} = \frac{3020 \cdot 10^3}{2090} = 1445 \text{ MPa}$$

Hodnoty omezených napětí:

pro montážní fázi: $f_{const} = 0{,}55\,\sigma_{uk} = 795$ MPa

pro provozní — " — : $f_{SLS} = 0{,}45 \cdot \sigma_{uk} = 650$ MPa

Posoudím pouze provozní podmínky

(v montážní fázi podstatně menší zatížení)

Síla v laně pro provozní zatížení:

(char. hodnota)

$S = 991$ kN (zvětší lana)

$$\sigma_{SLS} = \frac{S}{A_m} = \frac{1004 \cdot 10^3}{2090} = 480 \text{ MPa} < 650 \text{ MPa}$$

Lano vyhovuje z hlediska MSP omezení napětí.

Posouzení nosného lana na únavu

Norm. napětí v laně budou posouzena na únavu. U lanových systémů nastane porušení obvykle v kotvení.

Kategorie detailu pro únavovou pevnost podle EN 1993-1-9, tab. 9.1:

skupina B2 – plně uzavřené spirálové lano se zalitými koncovkami:

$$\Delta\sigma_c = 150\ \text{MPa}$$

Stanovení rozkmitu normálových napětí

pro určení rozkmitu $\Delta\sigma$ je uvažováno zatížení $q_k = 0{,}3\, q_{f,k}$ (charakt. hodnota)

Síla v laně pro $q_k = 0{,}3\, q_{fk}$:

$$S = 387{,}0 + 0{,}3(792 - 387{,}0) = 509\ \text{kN}$$

$$\Delta\sigma = \frac{(509 - 387{,}0)\cdot 10^3}{2090} = 58\ \text{MPa}$$

Posouzení:

a) $\Delta\sigma \leq 1{,}5 \cdot f_y$ → určitě splněno

b) $\dfrac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma}{\Delta\sigma / \gamma_{Mf}} \leq 1$ $\qquad \gamma_{Mf} = 1{,}35$, $\gamma_{Ff} = 1{,}0$

$$\frac{\gamma_{Ff} \cdot \Delta\sigma}{\Delta\sigma / \gamma_{Mf}} = \frac{1 \cdot 58}{150 / 1{,}35} = \underline{0{,}52 < 1{,}0}$$

Pro zpětná lana:

$$S = 492 + 0{,}3\,(1004 - 492) = 646 \text{ kN}$$

$$\Delta\sigma = \frac{(646 - 492) \cdot 10^3}{2080} = 74 \text{ MPa}$$

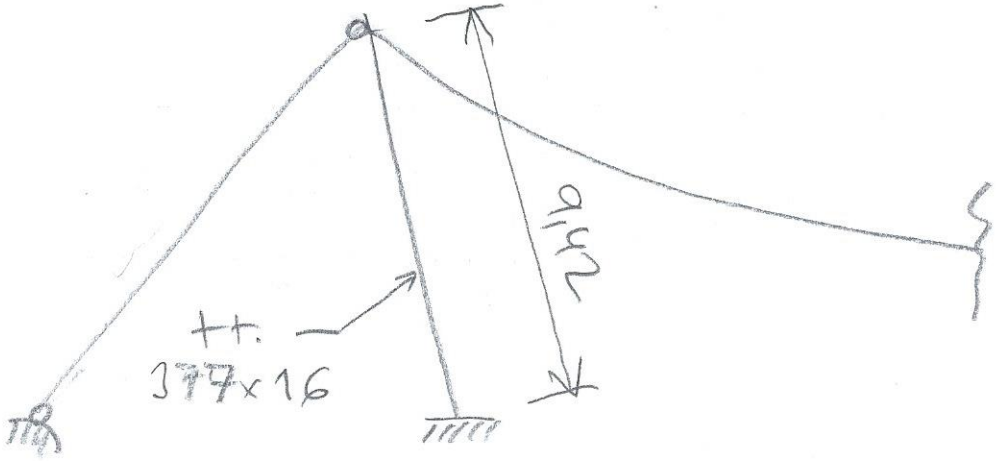
Posouzení:

a) → vyhovuje

b) $\dfrac{1 \cdot 74}{150 / 1{,}35} = \underline{0{,}67 < 1{,}0}$

Posouzení stojky pylonu

Sklona



Posoudím průřez ve vetknutí.

Průřezové veličiny:

$A = 1{,}815 \cdot 10^4\ mm^2$

$W_{el} = 1571{,}2 \cdot 10^3\ mm^3$

$i_y = i_z = 127{,}8\ mm$

Materiál: S355 J2H

Návrhové hodnoty vnitřních sil:

$N_{Ed} = -1422\ kN$

$M_{y,Ed} = 59{,}2\ kNm$

$M_{z,Ed} = 12\ kNm$

1) $$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{RK}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} \cdot M_{y,RK}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,RK}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

2) $$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{RK}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} \cdot M_{y,RK}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \cdot \frac{M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,RK}}{\gamma_{M1}}} \leq 1$$

$\chi_{LT} = 1{,}0$ (klopení neuvažuji – dutý průřez tuhý na kroucení)

$\gamma_{M1} = 1{,}0$

$\chi_y \doteq \chi_z$ (uvažuji stejný vzpěr pro oba směry)

<u>Stabilitní posouzení</u>

$L_{cr,y} = L_{cr,z} = 9{,}42 \cdot 2 = 18{,}84$ m

$\bar{\lambda}_y = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \frac{L_{cr} \cdot 1}{i_y \cdot \lambda_1}$ (uvažuji konzervativně konzolu)

$\lambda_1 = 93{,}9 \cdot \varepsilon = 93{,}9 \cdot 0{,}81 = 76{,}06$

$i_y = 127{,}8$ mm

$\bar{\lambda}_y = \frac{18840}{127{,}8 \cdot 76{,}06} = 1{,}938$

křivka vzpěrnosti:

a) → $\alpha = 0{,}21$

$$\Phi = 0{,}5\left[1+\alpha(\bar{\lambda}_y - 0{,}2) + \bar{\lambda}_y^2\right] =$$

$$= 0{,}5\left[1+0{,}21(1{,}938-0{,}2)+1{,}938^2\right] = 2{,}56$$

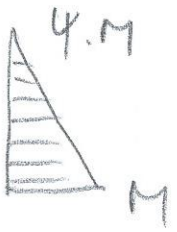
$$\chi_y = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{2{,}56+\sqrt{2{,}56^2 - 1{,}938^2}} =$$

$$= 0{,}236$$

Interakční součinitele

$$k_{yy} = C_{my}\left(1 + 0{,}6\bar{\lambda}_y \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}/\gamma_{M1}}\right)$$

C_{my}



$\psi = 0$

$C_{my} = 0{,}6 + 0{,}4 \cdot \psi = 0{,}6$

$\geq 0{,}4$

$N_{Rk} = f_y \cdot A = 355 \cdot 1{,}815 \cdot 10^4 = 6{,}443 \cdot 10^6\ N$

$\gamma_{M1} = 1{,}0$

$N_{Ed} = 1422 \cdot 10^3\ N$

$$k_{yy} = 0{,}6\left(1 + 0{,}6 \cdot 1{,}94 \cdot \frac{1422 \cdot 10^3}{6{,}443 \cdot 10^6 \cdot 0{,}236}\right) = 1{,}25$$

$$k_{zy} = 0{,}8 \cdot k_{yy} = 0{,}8 \cdot 1{,}25 = 1{,}0$$

$$k_{zz} = k_{yy}$$

$$k_{yz} = k_{zz}$$

Posouzení

1) $$\frac{1422 \cdot 10^3}{0{,}24 \cdot 6{,}443 \cdot 10^6} + 1{,}25 \cdot \frac{59{,}2 \cdot 10^6}{1 \cdot 355 \cdot 1{,}5712 \cdot 10^6} + 1{,}25 \cdot \frac{12 \cdot 10^6}{1 \cdot 355 \cdot 1{,}5712 \cdot 10^6} =$$

$$= 0{,}92 + 0{,}13 + 0{,}03 = \underline{1{,}08 \doteq 1{,}0}$$

Průřez vyhovuje.
(pozn. – vzpěrná délka odhadnuta na bezpečné straně, ve skutečnosti bude menší s ohledem na lavu v hlavě pylonu)

Posouzení táhel závěsů (Ø20, závit M20)

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} \leq 1,0$$

$$N_{RD} = \min\left\{ \frac{A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}} ; \frac{0,9 \cdot A_s \cdot f_{uk}}{\gamma_{M2}} \right\}$$

$A = 314\ mm^2$

$A_s = 245\ mm^2$ (jádro)

$f_{yk} = 460\ MPa$

$f_{uk} = 625\ MPa$

$\gamma_{M1} = 1,10 \qquad \gamma_{M2} = 1,25$

$$N_{RD} = \min\left\{ \frac{314 \cdot 460}{1,10} ; \frac{0,9 \cdot 245 \cdot 625}{1,25} \right\}$$

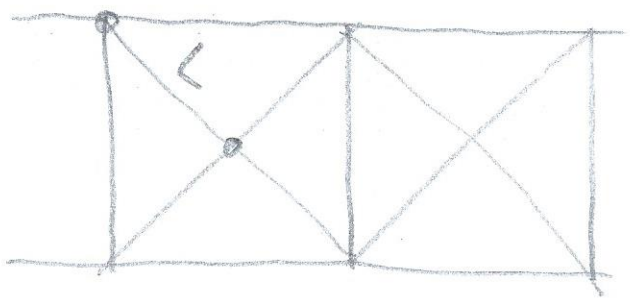
$$N_{RD} = \min\{ 131,3 ; 110,25 \} = \underline{110,3\ kN}$$

$$N_{Ed} = 36,4\ kN < 110,3\ kN = N_{Rd}$$

Posouzení vodorovného zavětrování

$N_{Ed} = -122{,}5\ kN$

Schema



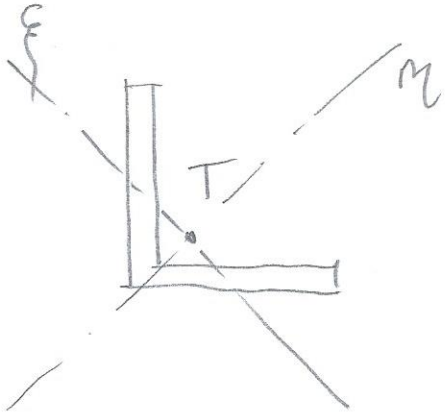
$L = 1{,}70\ m$

Profil : L 100 x 10 , ocel S235 JR

$A = 1920\ mm^2$

třída průřezu : 3

$i_\xi = 19{,}6\ mm$



$L_{cr,\xi} = 1{,}70\ m$

$\lambda_1 = 93{,}9$

$$\lambda_\xi = \frac{L_{cr,\xi}}{i_\xi} = \frac{1700}{19{,}6} = 86{,}7$$

$$\bar{\lambda}_\xi = \frac{\lambda_\xi}{\lambda_1} = \frac{86,7}{93,9} = 0,92$$

$\alpha = 0,34$ (křivka b))

$$\Phi = 0,5\left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2\right]$$

$$\Phi = 0,5\left[1 + 0,34(0,92 - 0,2) + 0,92^2\right] = 1,046$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{1,046 + \sqrt{1,046^2 - 0,92^2}} =$$

$$= 0,65$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$$

$\gamma_{M1} = 1,0$
$f_y = 235$ MPa

$$N_{b,Rd} = \frac{0,65 \cdot 1920 \cdot 235}{1,0} = \underline{293,3 \text{ kN}}$$

$$> 122,5 \text{ kN} = N_{Ed}$$

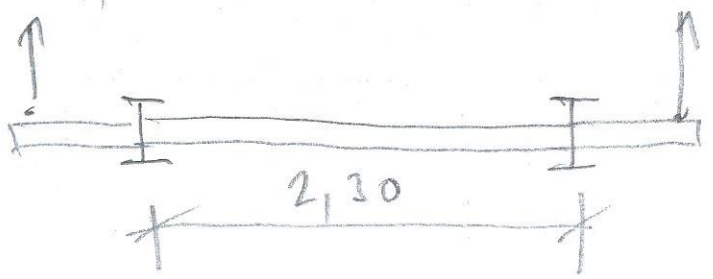
Průřez vyhoví.

Posouzení příčníku – vnitřní část

HEB 200, S 235, tř. průřezu 1

$W_{pl,y} = 643 \cdot 10^3\ mm^3$ $A = 7810\ mm^2$

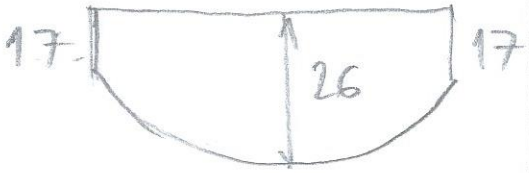
$W_{el,y} = 570 \cdot 10^3\ mm^3$



$N_{Ed} = -86\ kN$

průběh momentu:

$M_{y,Ed} = 26\ kNm$



křivka klopení: b)

$M_{cr} = 3127\ kNm$ (LTBeam)

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{643 \cdot 10^3 \cdot 235}{3127 \cdot 10^6}} = 0{,}22$$

$\alpha_{LT} = 0{,}34$ (křivka b)

$$\Phi_{LT} = 0{,}5\left[1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0{,}2) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right] =$$

$$= 0{,}5\left[1 + 0{,}34(0{,}22 - 0{,}2) + 0{,}22^2\right] =$$

$$= 0{,}53$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{0{,}53 + \sqrt{0{,}53^2 - 0{,}22^2}} =$$

$$= 0{,}99$$

cticm 03-15-2019 09:15

ltbEAM

vERSION 1.0.11

bEAM

tOTAL LENGTH	l	=	2,3	M
nUMBER OF ELEMENTS	n	=	100	

sTEEL

yOUNG MODULUS	e	=	210000	mpA
pOISSON'S COEFFICIENT	N	=	0,3	
sHEAR MODULUS	g	=	80769	mpA

sECTION - iN cATALOGUE

sELECTED pROFILE		=	heb 200	
wEAK FLEXURAL INERTIA	iZ	=	2003,4	CM4
tORSIONAL CONSTANT	iT	=	59,691	CM4
wARPING CONSTANT	iW	=	171413	CM6
wAGNER FACTOR	ßZ	=	0	MM

lATERAL rESTRAINTS

lEFT eND

pOSITION OF rESTRAINT /s	Z	=	0	MM
lATERAL RESTRAINT	V	=	flXED	
tORSIONAL RESTRAINT	Θ	=	flXED	
fLEXURAL RESTRAINT	V'	=	flXED	
wARPING RESTRAINT	Θ χ	=	flXED	

rIGHT eND

pOSITION OF rESTRAINT /s	Z	=	0	MM
lATERAL RESTRAINT	V	=	flXED	
tORSIONAL RESTRAINT	Θ	=	flXED	
fLEXURAL RESTRAINT	V'	=	flXED	
wARPING RESTRAINT	Θ χ	=	flXED	

nO INTERMEDIATE LATERAL RESTRAINT

lOADING

sUPPORTS AT eNDS IN THE pLANE OF bENDING

hINGED AT BOTH ENDS

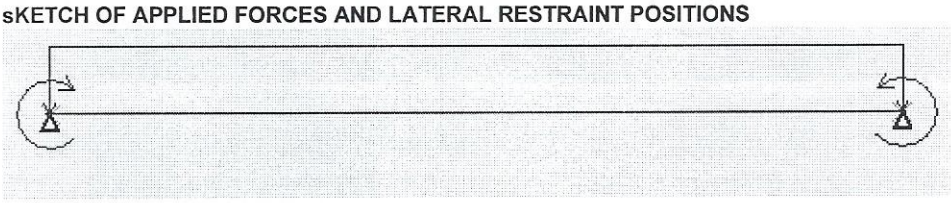
eXTERNAL eND mOMENTS

lEFT END MOMENT	m1	=	-17	Kn.M
rIGHT END MOMENT	m2	=	17	Kn.M
eND MOMENTS RATIO (-m1/m2)	Ψ	=	1,000	

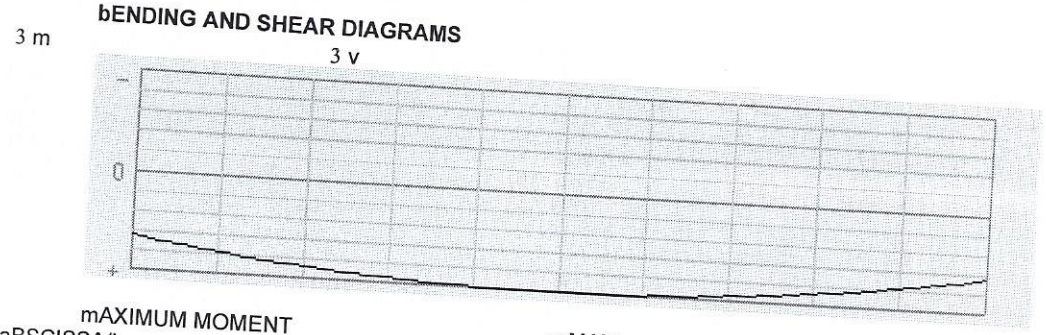
dISTRIBUTED LOAD

vALUE AT THE ORIGIN	Q1	=	-14	Kn/M
vALUE AT THE END	Q2	=	-14	Kn/M
aBSCISSA/l AT THE ORIGIN	XF1	=	0	
aBSCISSA/l AT THE END	XF2	=	1	
pOSITION /s	Z	=	0	MM

sKETCH OF APPLIED FORCES AND LATERAL RESTRAINT POSITIONS



bENDING AND SHEAR DIAGRAMS



mAXIMUM MOMENT

aBSCISSA/l	mMAX =	26,258	Kn.M
	XF =	0,500	

cRITICAL mOMENT

eIGENVALUE SOLVING

dICHOTOMIC PROCESS ON DETERMINANT

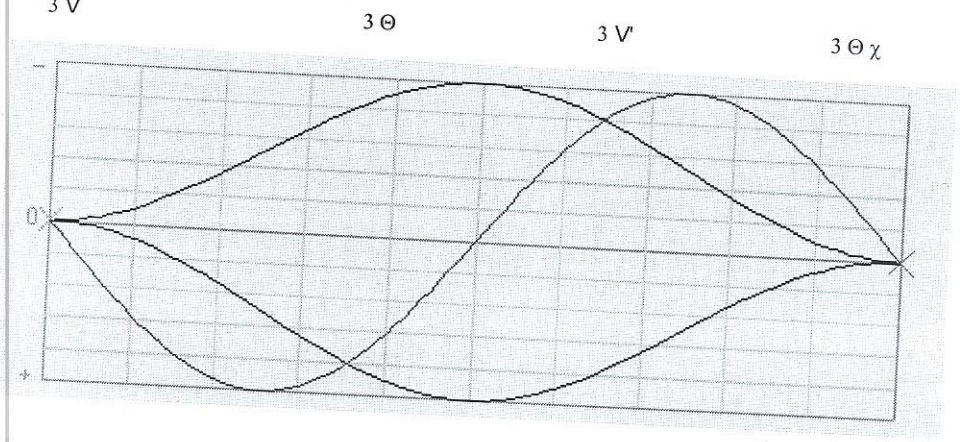
cONVERGENCE TOLERANCE	E	=	0,0001
nUMBER OF ITERATIONS PERFORMED	NIT	=	21
cONVERGENCE ACHIEVED			
eIGENVALUE OBTAINED	M	=	119,09

cRITICAL mOMENT

cRITICAL VALUE OF MAXIMUM MOMENT

aBSCISSA/l	mCR =	3126,9	Kn.M
	XF =	0,500	

eIGENMODE



Vzpěr zanedbávám

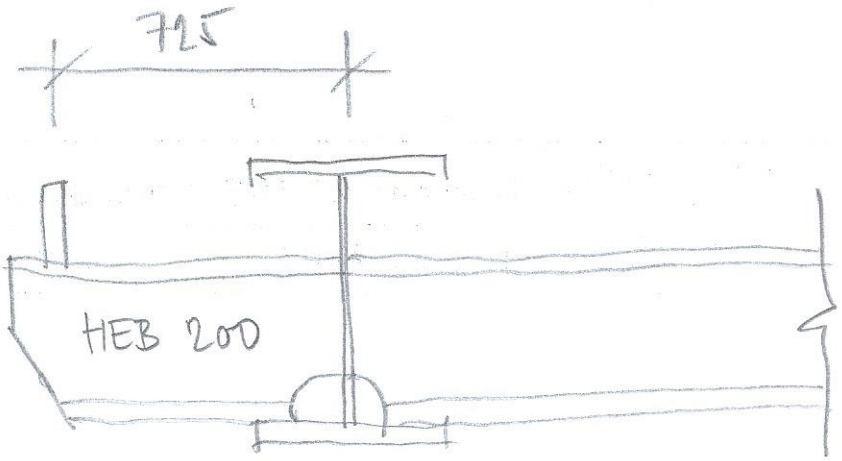
Posouzení:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{+86000}{7810 \cdot 235} + \frac{26 \cdot 10^6}{0{,}99 \cdot 570 \cdot 10^3 \cdot 235} = 0{,}24 < 1{,}0$$

Posouzení konzoly příčníku

Schema:



HEB 200, S235, tř. 1

$M_{z,Ed} = 24{,}8$ kNm

$M_{y,Ed} = 6{,}5$ kNm

$$M_{y,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{y,pl} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$$

$f_y = 235$ MPa

$\gamma_{M1} = 1,0$

Posouzení klopení – program LT Beam určeno pro konzolu délky 1,0 m (min. délka zadání)

$M_{cr} = 6326$ kNm

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{6,42 \cdot 10^5 \cdot 235}{6326 \cdot 10^6}} = 0,15$$

$\alpha_{LT} = 0,34$

$$\Phi_{LT} = 0,5\left[1 + \alpha_{LT}(\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right] =$$

$$= 0,5\left[1 + 0,34(0,15 - 0,2) + 0,15^2\right] = \underline{0,5}$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{0,5 + \sqrt{0,5^2 - 0,15^2}} = 1,02 > 1$$

klopení neovlivňuje

$$M_{y,Rd} = \frac{W_y \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{6,42 \cdot 10^5 \cdot 235}{1} = 1,51 \cdot 10^8 =$$

$= \underline{151 \text{ kNm}}$

$> \underline{6,5 \text{ kNm}}$

Posouzení konzoly – max M_z

$M_{z,Ed} = 24,8$ kNm

$M_{y,Ed} = 6,5$ kNm

$W_{pl,z} = 3,7 \cdot 10^5$ mm^3

$$M_{y,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{y,pl} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} =$$

$$= \frac{1 \cdot 6,42 \cdot 10^5 \cdot 235}{1} = \underline{151 \text{ kNm}}$$

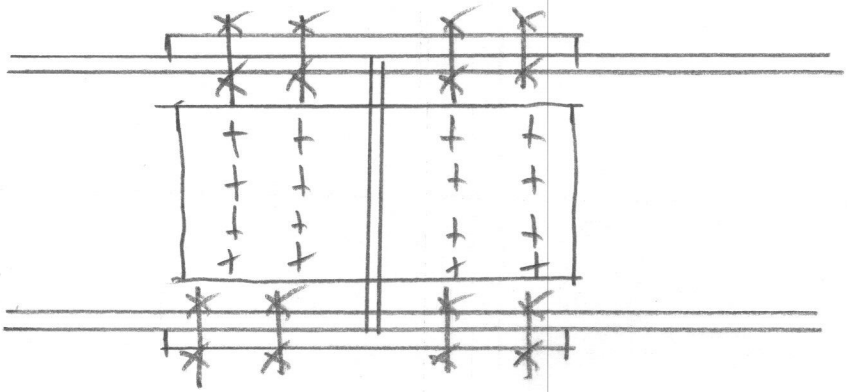
$$M_{z,Rd} = W_{z,pl} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M1}} =$$

$$= \frac{3,7 \cdot 10^5 \cdot 235}{1} = \underline{72,9 \text{ kNm}}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}} \leq 1$$

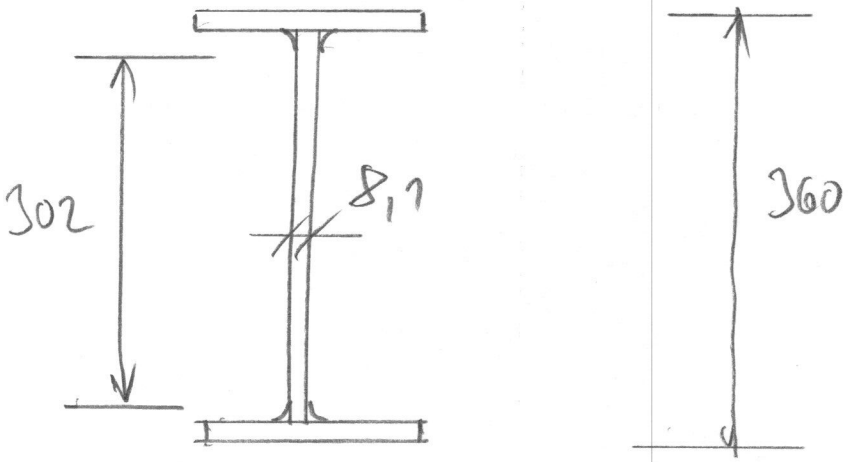
$$\frac{6,5}{151} + \frac{24,8}{72,9} = \underline{0,38 < 1}$$

Montážní styk podélníku



$N_{Ed} = -247\ kN$

$M_{y,Ed} = 206\ kNm$

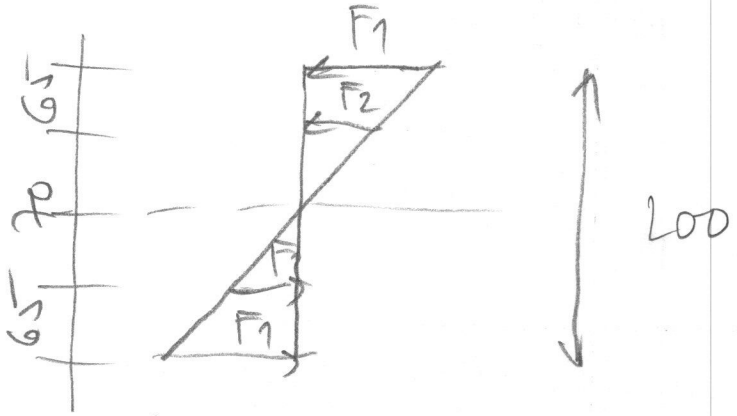


Moment ve stykové:

$$M_{w,sd} = W_{el} \cdot \frac{f_y}{\gamma_a} \cdot \frac{302}{360} =$$

$$= \frac{1}{6} \cdot 8{,}1 \cdot 302^2 \cdot \frac{235}{1} \cdot \frac{302}{360} = \underline{24{,}3\ kNm}$$

Rozdělení sil na šrouby:



$$\frac{F_1}{135} = \frac{F_2}{70} \Rightarrow F_2 = \frac{70}{135} F_1 = 0{,}52 F_1$$

$$F_1 \cdot 200 + F_2 \cdot 70 = M$$

$$0{,}2 F_1 + 0{,}0364 F_1 = M \Rightarrow F_1 = 103 \text{ kN}$$

$$F_2 = 54 \text{ kN}$$

šrouby M20, 10.9

$F_{v,Rd} = 302$ kN (2 plochy)

$F_{b,Rd} = 88{,}4$ kN ($t = 8$ mm) S235

Navrženy 2 sloupce šroubů:

$$F_{sd} = 103 \text{ kN} < 2 \cdot 88{,}4 = 177 \text{ kN}$$

Síla v patnicích od dyb. momentu:

$$F_{sd} = \frac{206 - 24}{0{,}347} = 525\ kN$$

4 šrouby M20 10.9 ve 2 řadách

M20, 10.9 — $F_{v,Rd} = 151\ kN$ (1 rovina)

— $F_{b,Rd} = 232\ kN$

$$F_{sd,1} = \frac{525}{4} = 131\ kN < 151\ kN$$

Vliv podélné síly:

$$N_{pds} = 247 \cdot \frac{\left(\frac{7270 - 302 \cdot 8{,}1}{2}\right)}{7270} = 82\ kN$$

Celkem na 1 šroub:

$$F_{sd,1} = 131 + \frac{82}{4} = 151\ kN = 151\ kN = F_{b,Rd}$$

Posouzení podélníku

podélník – profil IPE 360, S 235 JR

třída průřezu: ohyb: tř. 1
tlak: tř. 2

$A = 7270\ mm^2$

$i_z = 37{,}9\ mm$

$W_{y,pl} = 1{,}02 \cdot 10^6\ mm^3$

Návrhové hodnoty sil

① $N_{Ed} = -952\ kN$

② $N_{Ed} = -247\ kN$ $M_{y,Ed} = 206\ kNm$

Vzpěrnou délku pro vybočení uvažuji jako u příhradových konstrukcí – – t.zn. pro pásové pruty jako systémovou délku prutu mezi styčníky ($L_{cr} = 2{,}5\ m$)

CTICM
LTBeam

08-09-2019 17:06

7/23

Version 1.0.11

Beam

Total length	L	=	2,5	m
Number of elements	N	=	100	

Steel

Young modulus	E	=	210000	MPa
Poisson's coefficient	ν	=	0,3	
Shear modulus	G	=	80769	MPa

Section - In Catalogue

Selected Profile		=	IPE 360	
Weak flexural inertia	Iz	=	1043,5	cm4
Torsional constant	It	=	37,091	cm4
Warping constant	Iw	=	314646	cm6
Wagner factor	ßz	=	0	mm

Lateral Restraints

Left End

Position of Restraint /S	z	=	0	mm
Lateral restraint	v	=	Fixed	
Torsional restraint	θ	=	Fixed	
Flexural restraint	v'	=	Fixed	
Warping restraint	θ χ	=	Fixed	

Right End

Position of Restraint /S	z	=	0	mm
Lateral restraint	v	=	Fixed	
Torsional restraint	θ	=	Fixed	
Flexural restraint	v'	=	Fixed	
Warping restraint	θ χ	=	Free	

No intermediate lateral restraint

Loading

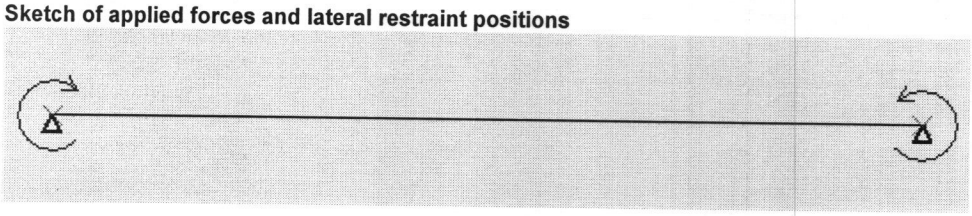
Supports at Ends in the Plane of Bending

Hinged at both ends

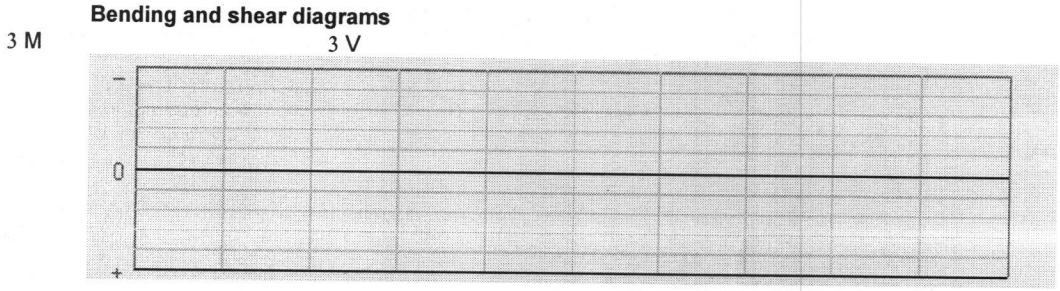
External End Moments

Left end moment	M1	=	-204	kN.m
Right end moment	M2	=	204	kN.m
End moments ratio (-M1/M2)	ψ	=	1,000	

Sketch of applied forces and lateral restraint positions



Bending and shear diagrams



Maximum moment	Mmax	=	204	kN.m
Abscissa/L	xf	=	0,000	

Critical Moment

Eigenvalue solving

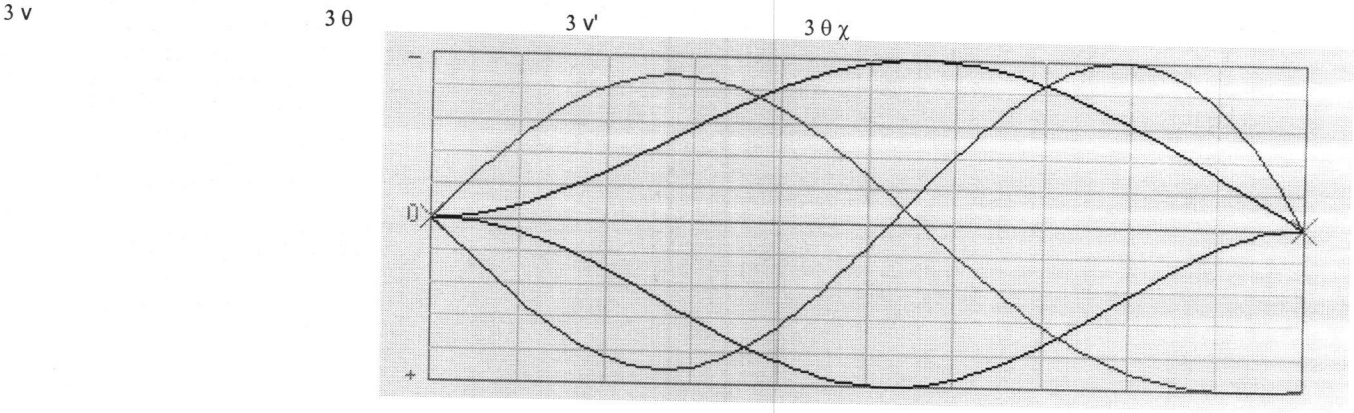
Dichotomic process on determinant			
Convergence tolerance	ε	=	0,0001
Number of iterations performed	nit	=	16
Convergence achieved			
Eigenvalue obtained	μ	=	9,9908

Critical Moment

Critical value of maximum moment Mcr = 2038,1 kN.m

Abscissa/L xf = 0,000

Eigenmode



vzpěr k ose z:

$\bar{\lambda} = \frac{L_{cr}}{i} \cdot \frac{1}{\lambda_1}$ $L_{cr} = 2{,}5\,m$

$\lambda_1 = 93{,}9 \cdot \varepsilon$ $\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 1$

$\lambda_1 = 93{,}9$

$\bar{\lambda} = \frac{2500}{38} \cdot \frac{1}{93{,}9} = 0{,}7$ $\alpha = 0{,}34$ (kř. b)

$\Phi = 0{,}5(1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0{,}2) + \bar{\lambda}^2)$

$\Phi = 0{,}5(1 + 0{,}34(0{,}7 - 0{,}2) + 0{,}7^2)$

$\Phi = 0{,}83$

$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{0{,}83 + \sqrt{0{,}83^2 - 0{,}7^2}} =$

$= \underline{0{,}78}$

1

$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0{,}78 \cdot 7270 \cdot 235}{1} =$

$= 1332\,kN$

$\underline{> 952\,kN}$

(2) $M_{cr} = 2038$ kNm

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1{,}02 \cdot 10^6 \cdot 235}{2038 \cdot 10^6}} = 0{,}34$$

$$\Phi_{LT} = 0{,}5\left(1 + \alpha_{LT}\left(\bar{\lambda}_{LT} - \bar{\lambda}_{LT,0}\right) + \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2\right)$$

$\lambda_{LT,0} = 0{,}4$ $\quad \beta = 0{,}75$

$\alpha_{LT} = 0{,}49$ (kř. c)

$$\Phi_{LT} = 0{,}5\left(1 + 0{,}49\left(0{,}34 - 0{,}4\right) + 0{,}75 \cdot 0{,}34^2\right)$$

$$\Phi_{LT} = 0{,}53$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \beta \cdot \bar{\lambda}_{LT}^2}} =$$

$$= \frac{1}{0{,}53 + \sqrt{0{,}53^2 - 0{,}75 \cdot 0{,}34^2}} = 1{,}03$$

$$\Rightarrow \chi_{LT} = 1{,}0$$

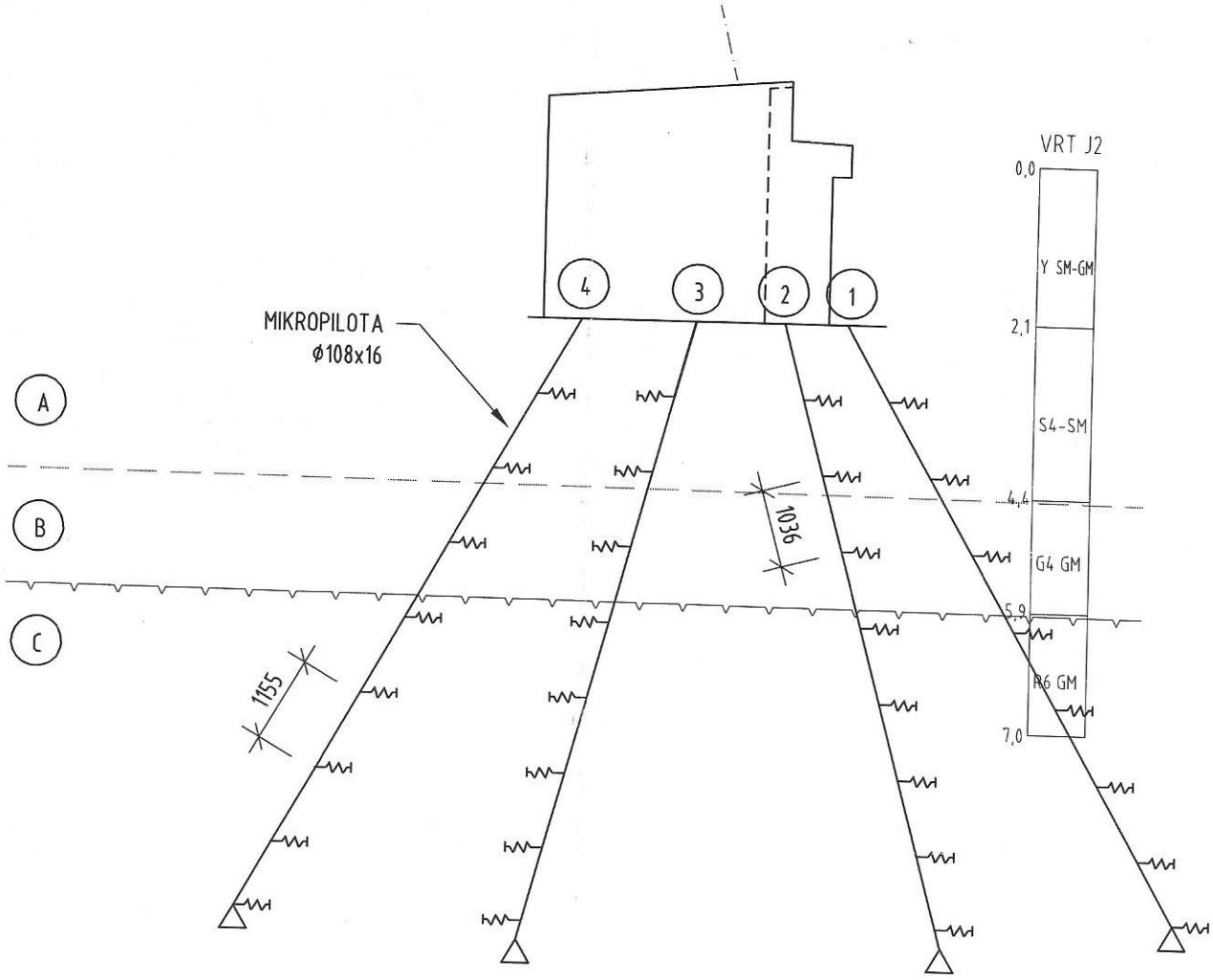
$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot \frac{f_y \cdot W_{y,pl}}{\gamma_{M1}} = 1 \cdot \frac{235 \cdot 1{,}02 \cdot 10^6}{1} =$$

$$= \underline{240 \text{ kNm} > 206 \text{ kNm}}$$

M+N:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1{,}0$$

$$\frac{247}{1332} + \frac{206}{240} = \underline{1{,}04 \doteq 1{,}0}$$



Tabulka 4. Orientační geotechnické charakteristiky zastižených základových půd

Základová půda dle ČSN 73 1001	ν	β	γ [kN.m^{-3}]	E_{def} [MPa]	c_{ef} [kPa]	φ_{ef} [°]	m	R_{dt} [kPa]
Navážky Y (SM)	-	-	-	-	-	-	-	100-150
Holocénní náplavy S4	0,35	0,62	18,0	5	0-10	28-30		100-175
Kvartérní štěrkovité zeminy G3, G4	0,30	0,74	19,0-19,5	60-80	0-8	30-35	0,3	250
Rozložené žuly (R6) S-F, GM	0,35-0,40	-	18,1-18,5	12-15	-	-	0,4	175-250

Určení modulu horizontální tuhosti

Winkler: $\sigma_z = k_{hz} \cdot u_z$

u_z – vodorovná def.

k_{hz} – modul reakce podloží

Pro hrubozrnné zeminy:

$$k_{hz} = \frac{z}{d} \cdot n_h$$

d .. průměr piloty
z .. hl. pod terénem
n_h .. konst.

Hodnoty n_h [MN/m³]

Ulehlost I_d	0,33	0,5	0,9
suchý písek a štěrk	1,5	7,0	18,0
vlhký písek a štěrk	2,5	4,5	11,0

Pro jemnozrnné zeminy a pokoskalní horniny:

$$k_{hz} = \frac{E_{def}}{d}$$

d .. průměr piloty

Vrstva A: $k_{hz} = \frac{E_{def}}{d} = \frac{5}{0,2} = \underline{25\ MN/m^3}$

Vrstva B: $k_{hz} = \frac{z}{d} \cdot n_h$ $\quad n_h = 11,0$

$z \doteq 3,70\ m$ (střed vrstvy)

$k_{hz} = \frac{3,70}{0,2} \cdot 11 = \underline{204\ MN/m^3}$

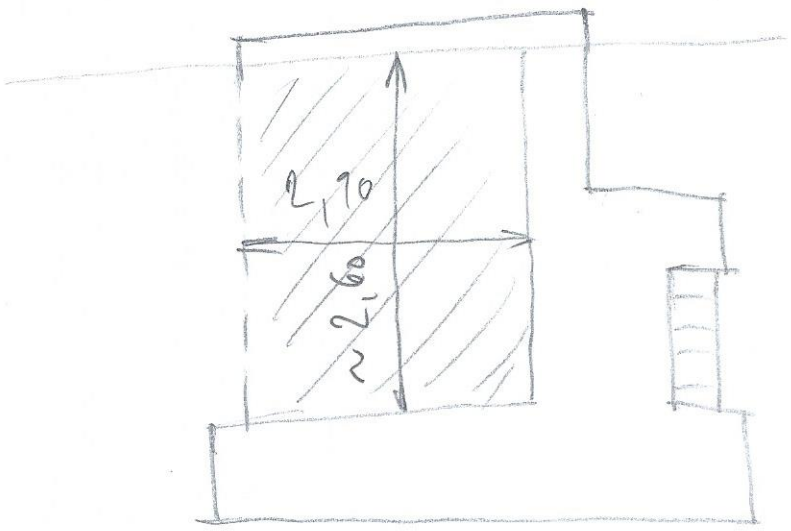
Vrstva C: $k_{hz} = \frac{E_{def}}{d} = \frac{15}{0,2} = \underline{75\ MN/m^3}$

Pilota	Bod	d [m]	khz [MN/m3]	h [m]	kz [MN/m]
1,4	1	0,2	25	1,155	**6**
	2	0,2	25	1,155	**6**
	3	0,2	204	1,155	**47**
	4	0,2	75	1,155	**17**
	5	0,2	75	1,155	**17**
	6	0,2	75	1,155	**17**
	7	0,2	75	1,155	**17**
	8	0,2	75	1,155	**17**

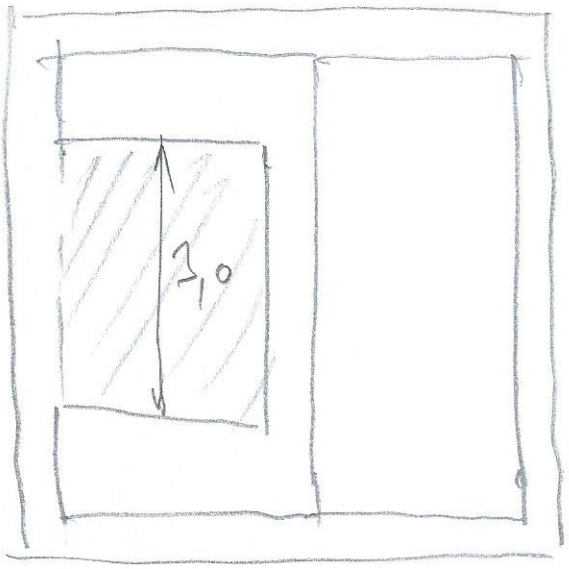
Pilota	Bod	d [m]	khz [MN/m3]	h [m]	kz [MN/m]
2,3	1	0,2	25	1,036	**5**
	2	0,2	25	1,036	**5**
	3	0,2	204	1,036	**42**
	4	0,2	75	1,036	**16**
	5	0,2	75	1,036	**16**
	6	0,2	75	1,036	**16**
	7	0,2	75	1,036	**16**
	8	0,2	75	1,036	**16**

Zatížení tíhou zeminy

Schema – podélný řez



Půdorys



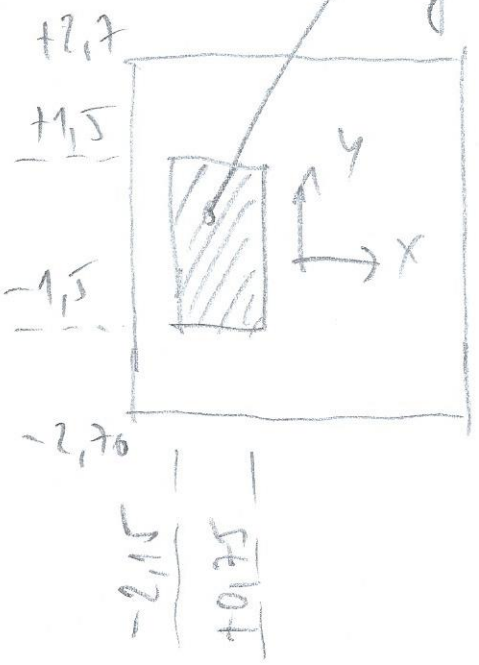
Tíha zeminy mezi křídly:

$\gamma_2 \doteq 18{,}5\ kN/m^3$

$G_2 = 2{,}9 \cdot 2{,}6 \cdot 3 \cdot 18{,}5 = \underline{419\ kN}$

Zatížení přečnívajícího záhlaví zanedbávám

$g = \frac{419}{3 \cdot 2{,}90} = 48\ kN/m^2$



Návrhové hodnoty vnitřních sil

Vnitřní síly na prutu(ech). Globální extrém

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace
Skupina prutů :1/187
Skupina kombinací na únosnost :3/4

prut	pr.č.	kombi	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
9	2	4	0.000	**-395.64**	-0.05	7.59	-0.00	-5.29	0.05
170		3		-88.75	-0.02	-7.46	-0.00	**6.14**	0.02
9				-277.48	-0.03	8.71	-0.00	**-7.01**	0.02

Vnější únosnost mikropiloty

průměr vrtu : 240 mm
(aby bylo dodrženo krytí 50 mm ve střední agresivním prostředí)
Uvažuji pouze únosnost na plášti
plášťové tření $\tau_i \doteq 0{,}2$ MPa
(R6, písčité štěrky)

$$U_{ms,d} = \pi . d . \sum L_{ti} . \tau_i . m_2$$

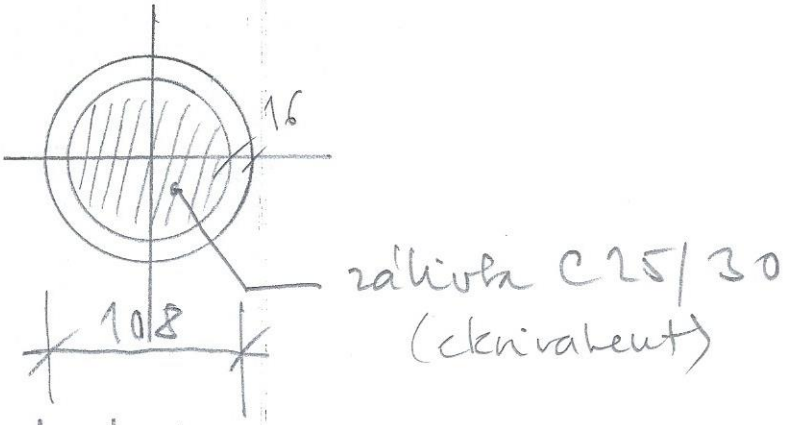
$L_t = 4{,}0$ m

$m_2 = \begin{cases} 1{,}0 & \text{(tlak)} \\ 0{,}8 & \text{(tah)} \end{cases}$

$$U_{ms,d} = \pi . 240 . 4000 . 0{,}2 . 1{,}0 =$$
$$= 603 \text{ kN} > 396 \text{ kN} = N_{Ed}$$

Vnitřní únosnost průřezu – obou tlak

Uvažuji pouze beton (zálivku) uvnitř trubky



Průřezové hodnoty:

$A_a = 4580\ mm^2$ $\quad I_a = 5{,}028 \cdot 10^6\ mm^4$

$A_c = 4536\ mm^2$ $\quad I_c = 1{,}638 \cdot 10^6\ mm^4$

$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_a} = \frac{235}{1{,}0} = 235\ MPa$

$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1{,}5} = 16{,}7\ MPa$

Návrhová únosnost spřaž. průřezu:

$N_{pl,Rd} = A_a f_{yd} + A_c f_{cd} =$

$= 4580 \cdot 235 + 4536 \cdot 16{,}7 = \underline{1152\ kN}$

Charakteristická únosnost:

$N_{pl,Rk} = A_a f_y + A_c \cdot f_{ck} =$

$= 4580 \cdot 235 + 4536 \cdot 25 = 1190\ kN$

Ohybová tuhost:

$$(EI)_c = E_a \cdot I_a + 0{,}85\, E_{cm}/\gamma_c \cdot I_c =$$

$$= 210000 \cdot 5{,}028 \cdot 10^6 + 0{,}85 \cdot 30500/1{,}5 \cdot$$

$$\cdot 1{,}638 \cdot 10^6 = 1{,}084 \cdot 10^{12}\ Nmm^2$$

$$N_{cr} = 2 \cdot ((EI)_c \cdot E_2)^{1/2}$$

kde E_2 .. modul deformace

$$E_{2,mean} = (5 \cdot 2 + 70 \cdot 2 + 5 \cdot 12)/9 = 23{,}3\ MPa$$

$$N_{cr} = 2 \cdot (1{,}084 \cdot 10^{12} \cdot 23{,}3)^{1/2} = \underline{10057\ kN}$$

$$\gg 1152\ kN$$

Vzpěr nerozhoduje.

Posouzení ohybových účinků

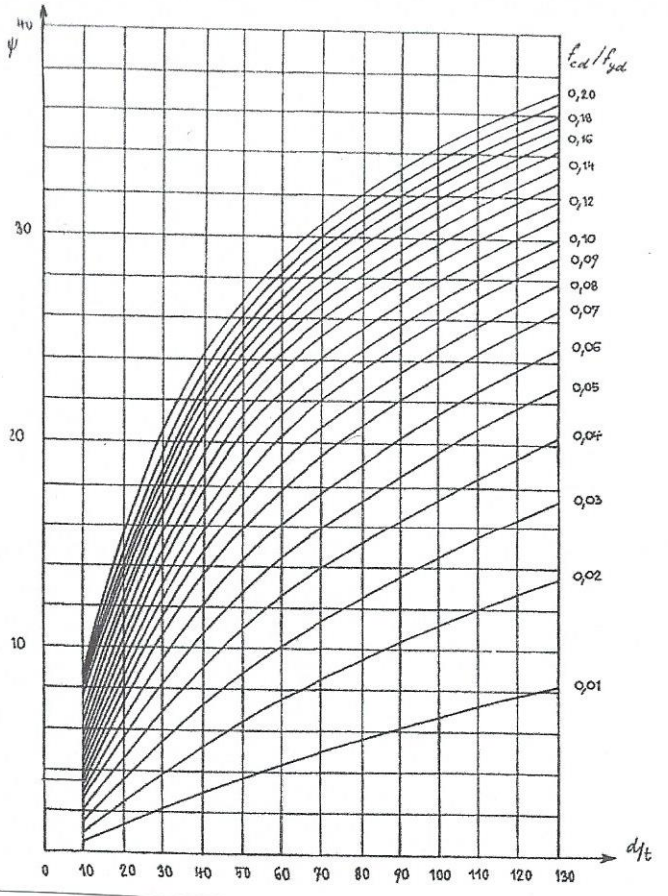
$M_{Ed} = 7\ kNm$

$W_{pl,a} = 1{,}348 \cdot 10^5\ mm^3$

$M_{pl,Rd} = W_{pl,a} \cdot f_{yd} (1 + 0{,}01\psi)$

ψ odečtu z grafu pro $\frac{f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{16{,}7}{235} = 0{,}07$

$\frac{d}{t} = \frac{108}{16} = 6{,}75$



$\psi \doteq 3{,}2$

$M_{pl,Rd} = 1{,}348 \cdot 10^5 \cdot 235 (1 + 0{,}01 \cdot 3{,}2) = \underline{32{,}6\ kNm}$

Posouzení interakce tlaku a ohybu

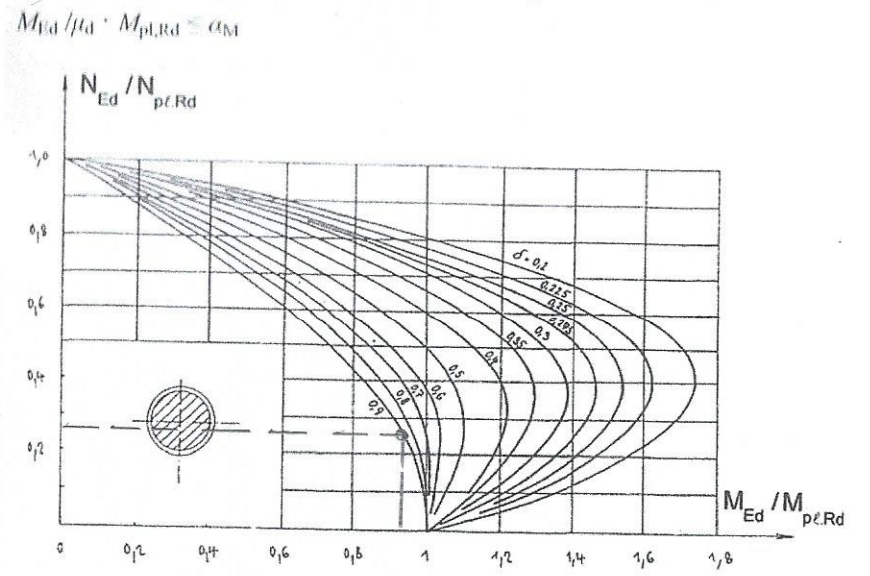
$$\frac{M_{Ed}}{\mu_d \cdot M_{pl,Rd}} \leq \alpha_M$$

μ_d odečtu z grafu pro

$\delta = A a f_{yd} / N_{pl,Rd} =$

$= 4580 \cdot 235 / 1152 \cdot 1000 = 0{,}934$

a $\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} = \frac{277}{1152} = 0{,}24$



$\mu_d = 0{,}9$

$$\frac{M_{Ed}}{\mu_d \cdot M_{pl,Rd}} = \frac{7}{0{,}9 \cdot 32{,}6} = 0{,}24 < \alpha_M = 0{,}9$$

$N_{Ed} = 277 < 1152\ kN = N_{pl,Rd}$

Posouzení kotevních kotev

Podklady:

[1] závěrečná zpráva IG průzkumu (Mgr. M. Šefík)

[2] Navrhování zákl. a pažících konstrukcí, příručka k ČSN EN 1997 (J. Masopust, edice ČKAIT)

Použijí se pramencové kotvy z oceli 1550/1770 MPa – 4 pramencové

Základní parametry pramencových kotev pro ocel 1570/1770 MPa

počet pramenců	průřezová plocha A [mm²]		zatížení na mezi kluzu $P_{0,1k}=A*f_{0,1k}$ [kN]		zatížení na mezi pevnosti $P_{tk}=A*f_{tk}$ [kN]		kotevní síla $P_o \leq 0,6P_{tk}$ [kN]		hmotnost pramenců [kg/m]		doporučený průměr vrtu [mm]
	0,60" (140 mm2)	0,62" (150 mm2)	0,60" (140 mm2)	0,62" (150 mm2)	0,60" (140 mm2)	0,62" (150 mm2)	0,60" (140 mm2)	0,62" (150 mm2)	0,60" (140 mm2)	0,62" (150 mm2)	
2	280	300	440	471	496	531	297	319	2,20	2,36	90 - 120
3	420	450	659	707	743	797	446	478	3,30	3,54	
4	560	600	879	942	991	1062	595	637	4,40	4,72	
5	700	750	1099	1178	1239	1328	743	797	5,50	5,90	105-140
6	840	900	1319	1413	1487	1593	892	956	6,60	7,08	
7	980	1050	1539	1649	1735	1859	1041	1115	7,70	8,26	
8	1120	1200	1758	1884	1982	2124	1189	1274	8,80	9,44	130-150
9	1260	1350	1978	2120	2230	2390	1338	1434	9,90	10,62	
10	1400	1500	2198	2355	2478	2655	1487	1593	11,00	11,80	130-150
12	1680	1800	2638	2826	2974	3186	1784	1912	13,20	14,16	
15	2100	2250	3297	3533	3717	3983	2230	2390	16,50	17,70	150-195
19	2660	2850	4176	4475	4708	5045	2825	3027	20,90	22,42	
22	3080	3300	4836	5181	5452	5841	3271	3505	24,20	25,96	

Stanovení návrhové únosnosti kotvy

a) Návrhová únosnost kotvy proti vytažení

$R_{a,d} = R_{a,k} / \gamma_a$

$\gamma_a = 1,1$ (pro soubor R2)

$R_{a,k} = \pi \cdot d \cdot L_k \cdot \tau_i$

d ... průměr vrtu

L_k .. délka kořene

τ_i .. charakt. hodnota plášť. tření

Tab. 12 Charakteristické velikosti plášťového tření kořenů kotev

Druh základové půdy	Typické vlastnosti	Počet injektáží	Konečný injektážní tlak [MPa]	Plášťové tření τ_i [MPa]
skalní horniny R1 – R4	$\sigma_f > 50$ MPa	0	–	0,6 – 1,0
poloskalní horniny R5, R6	$\sigma_f < 50$ MPa	0 – 1	0,5 – 3,0	0,2 – 0,6
štěrky písčité	$35° < \varphi < 45°$, $c = 0$	1 – 2	1,0 – 2,0	0,15 – 0,20
štěrky jílovité	$25° < \varphi < 35°$, $c = 10$	1 – 2	2,0 – 4,0	0,15
písky	$25° < \varphi < 35°$, $c = 0$	2 – 3	1,5 – 4,0	0,1 – 0,15
soudržné zeminy tvrdé	$10° < \varphi_u < 30°$ $c_u > 0,1$ MPa	1 – 3	1,5 – 3,0	0,08 – 0,14
soudržné zeminy pevné	$\varphi_u < 100$ $0,05 < c_u < 0,15$ MPa	2 – 3	1,0 – 2,5	0,06 – 0,08
soudržné zeminy tuhé	$\varphi_u = 0$ $0,025 < c_u < 0,05$ MPa	3 – (4)	0,5 – 2,0	0,04 – 0,06

$d \doteq 0,156$ m (viz [2], tab. 5, pro trvalé kotvy a nesoudržné zeminy)

$L_k = 8,0$ m

plášťové tření $\tau_i = 0,2$ MPa
(tab. 12, horniny R5, R6)

$R_{a,k} = \pi \cdot 0,156 \cdot 8 \cdot 200 = 784$ kN

$R_{a,d} = R_{a,k} / 1,1 = \underline{713 \text{ kN}}$

b) konstrukční únosnost kotvy

$P_{tk} = A \cdot f_{tk} = 600 \cdot 1770 = 1062$ kN

Návrhová konstrukční únosnost:

$R_{ad} = P_{tk} / 1,35 = 1062 / 1,35 = \underline{786 \text{ kN}}$

Rozhoduje menší z hodnot a), b):

$\underline{R_{ad} = 713 \text{ kN}}$

<u>Údaje pro napínání</u>

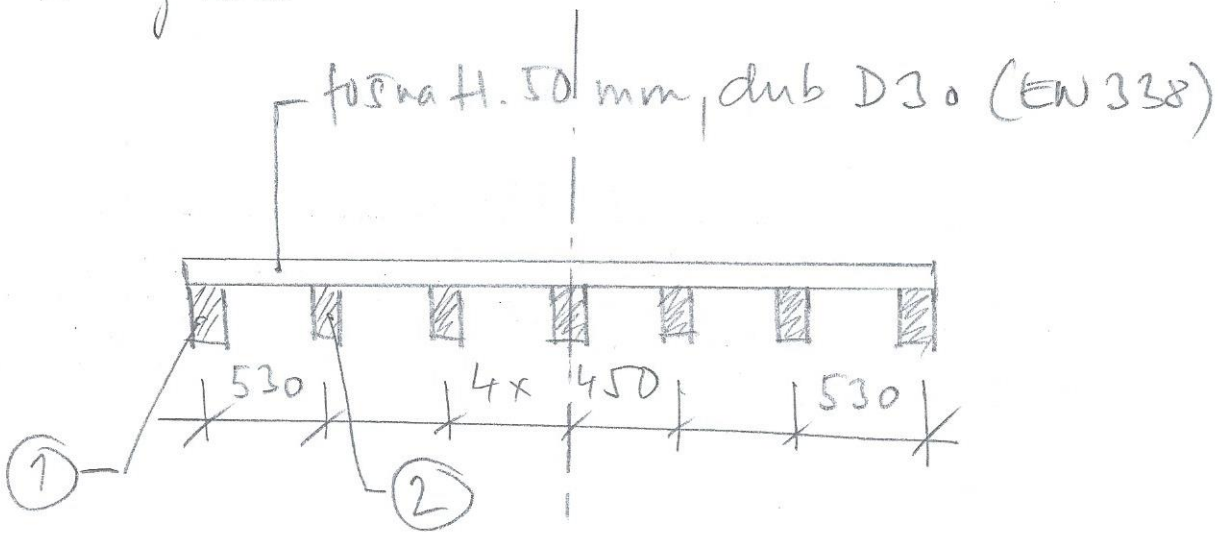
zaručená síla $P_0 = 630$ kN $< 0,6 P_{tk} = 637$ kN

zkušební síla $P_p = 1,25 \cdot P_0 = \underline{788 \text{ kN}}$

($P_p > R_{ad} = 713$ kN)

Posouzení dřevěných prvků mostovky

Příčný řez



Podélníky

1 140 x 200, modřín, C24 (EN 338)

2 140 x 180, — " —

$f_{m,k} = 24\,MPa$

$f_{v,k} = 2{,}5\,MPa$

$\rho_{mean} = 420\,kg/m^3$

Návrhové hodnoty pevnosti

$k_{mod} = 0{,}7$ (krátkodobé zat., třída provozu 3)

$\gamma_M = 1{,}3$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0{,}7 \cdot \frac{24}{1{,}3} = \underline{12{,}9\,MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0{,}7 \cdot \frac{2{,}5}{1{,}3} = \underline{1{,}35\ MPa}$$

Průřezové charakteristiky

vnitřní podélník

$A = 140 \cdot 180 = 25\,200\ mm^2$

$W_y = \frac{1}{6} \cdot 140 \cdot 180^2 = 756\,000\ mm^3$

fošna (mostina)

60

~150

$A = 60 \cdot 150 = 9\,000\ mm^2$

$W_y = \frac{1}{6} \cdot 150 \cdot 60^2 = 90\,050\ mm^3$

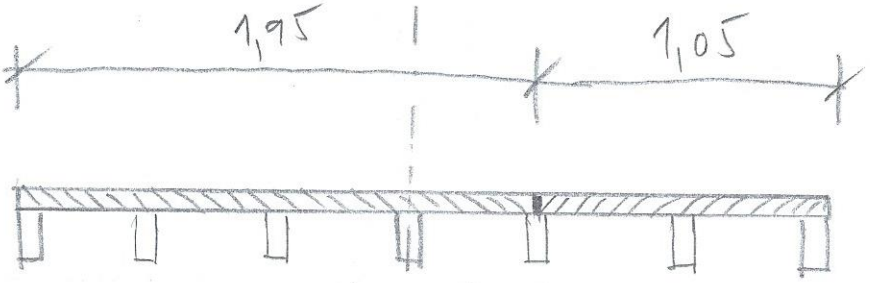
Návrhové hodnoty pevnosti – dub D 30

$k_{mod} = 0{,}7$

$f_{m,d} = 0{,}7 \cdot \frac{30}{1{,}3} = \underline{16{,}15\ MPa}$

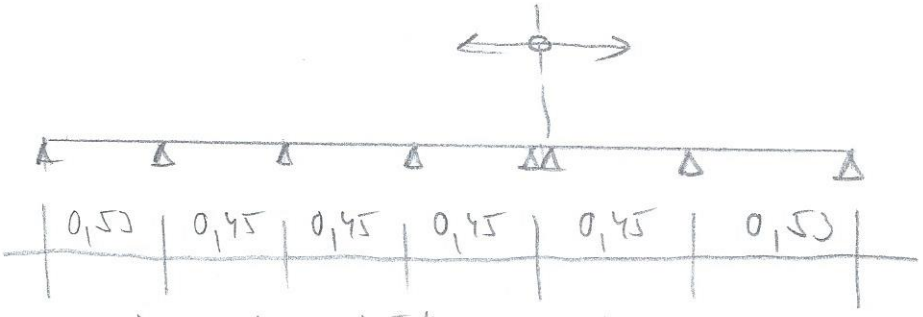
$f_{v,d} = 0{,}7 \cdot \frac{3}{1{,}3} = \underline{1{,}62\ MPa}$

Posouzení mostiny

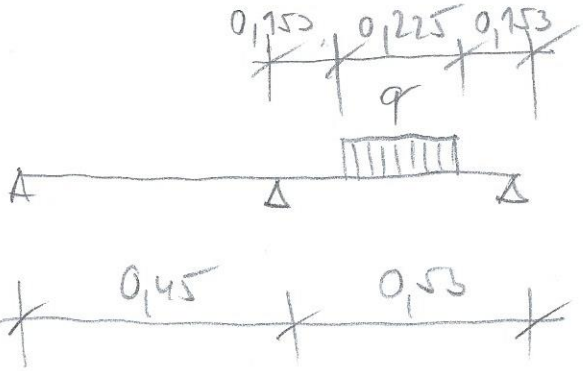


Vraňji mostiny dílly 1,95 a 1,05, styk vystřídán

Statické schema



Posoudím „kratší" nosník



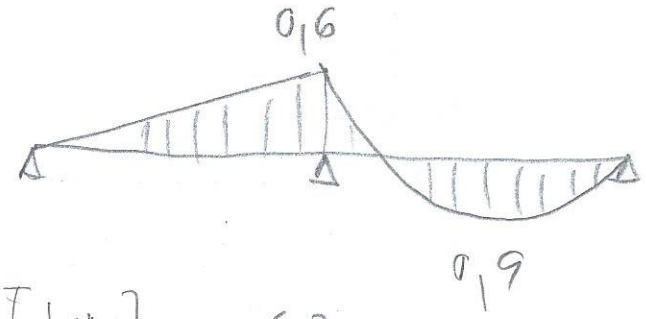
Zatížení q od jednoho kola zadní nápravy:

$$q = \frac{22,5}{2} \cdot \frac{1}{0,225} = 50 \text{ kN/m}$$

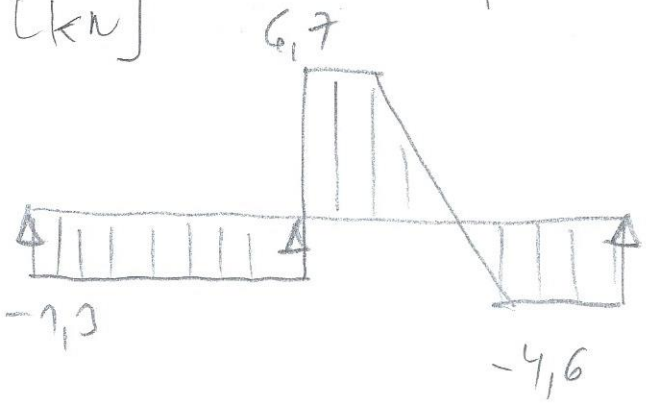
Předpokládám působení na 1 mostinu (celé kolo na 1 mostinu)

Vnitřní síly

$M_{y,k}$ [kNm]



$V_{z,k}$ [kN]



Posouzení (stálé zat. zanedbávám)

průřez: 150 x 60

$A = 150 \cdot 60 = 9000\ mm^2$

$W_y = \frac{1}{6} \cdot 150 \cdot 60^2 = 90000\ mm^3$

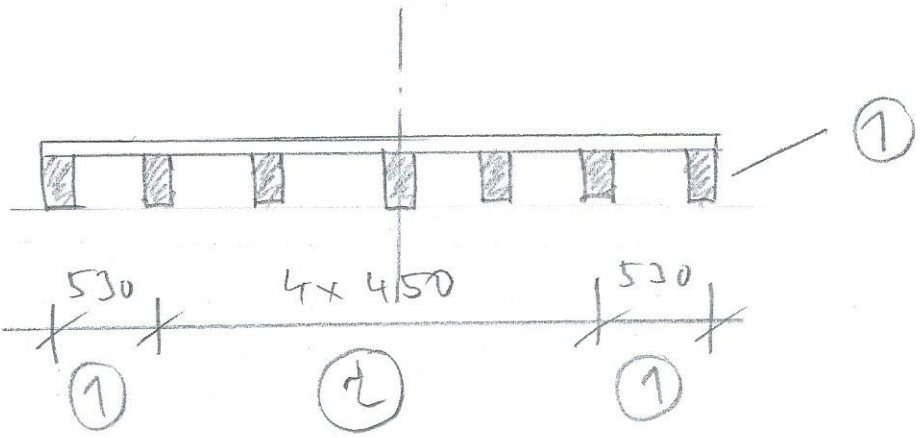
Ohyb: $\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W_y} = \frac{1{,}4 \cdot 0{,}9 \cdot 10^6}{90000} = 14\ MPa < 16{,}15\ MPa$

Smyk: $k_{cr} = 0{,}67$

$\tau_{vd} = \frac{3 V_d}{2 A_{cr}} = \frac{3 \cdot 6{,}7 \cdot 1000}{2 \cdot 9000 \cdot 0{,}67} = 1{,}67\ MPa$

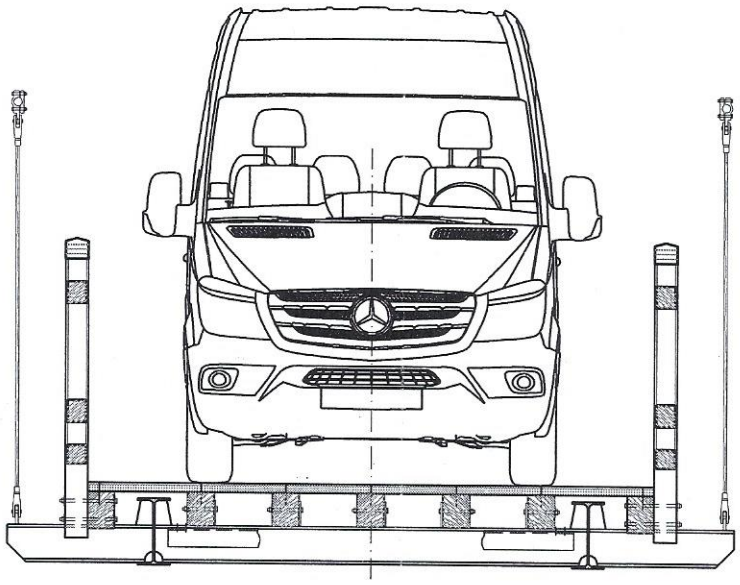
$\doteq 1{,}62\ MPa$

Posouzení podélníku

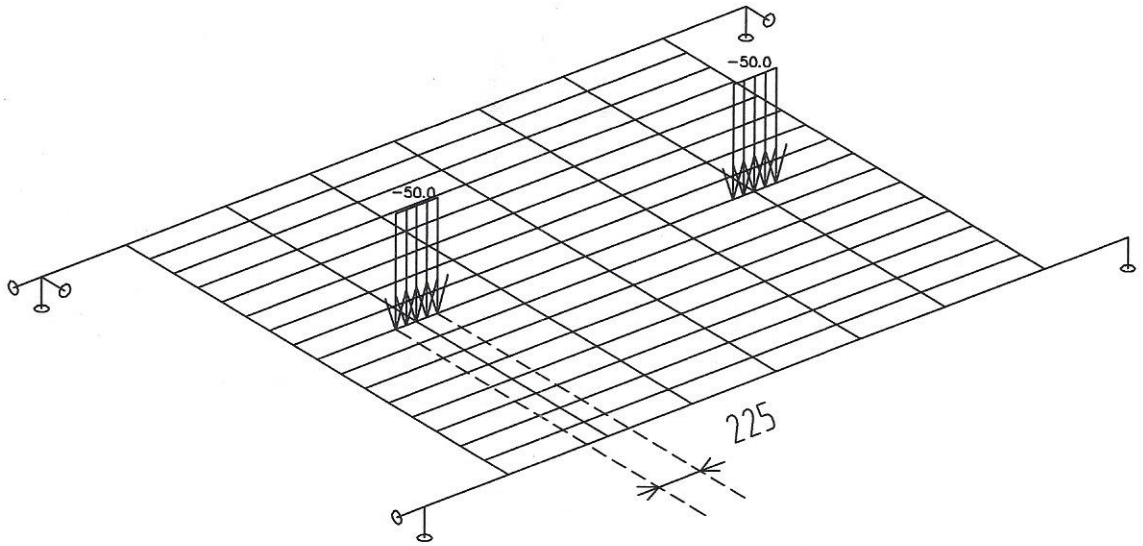


1 hranol 140 x 200
2 —"— 140 x 180
} C24, modřín

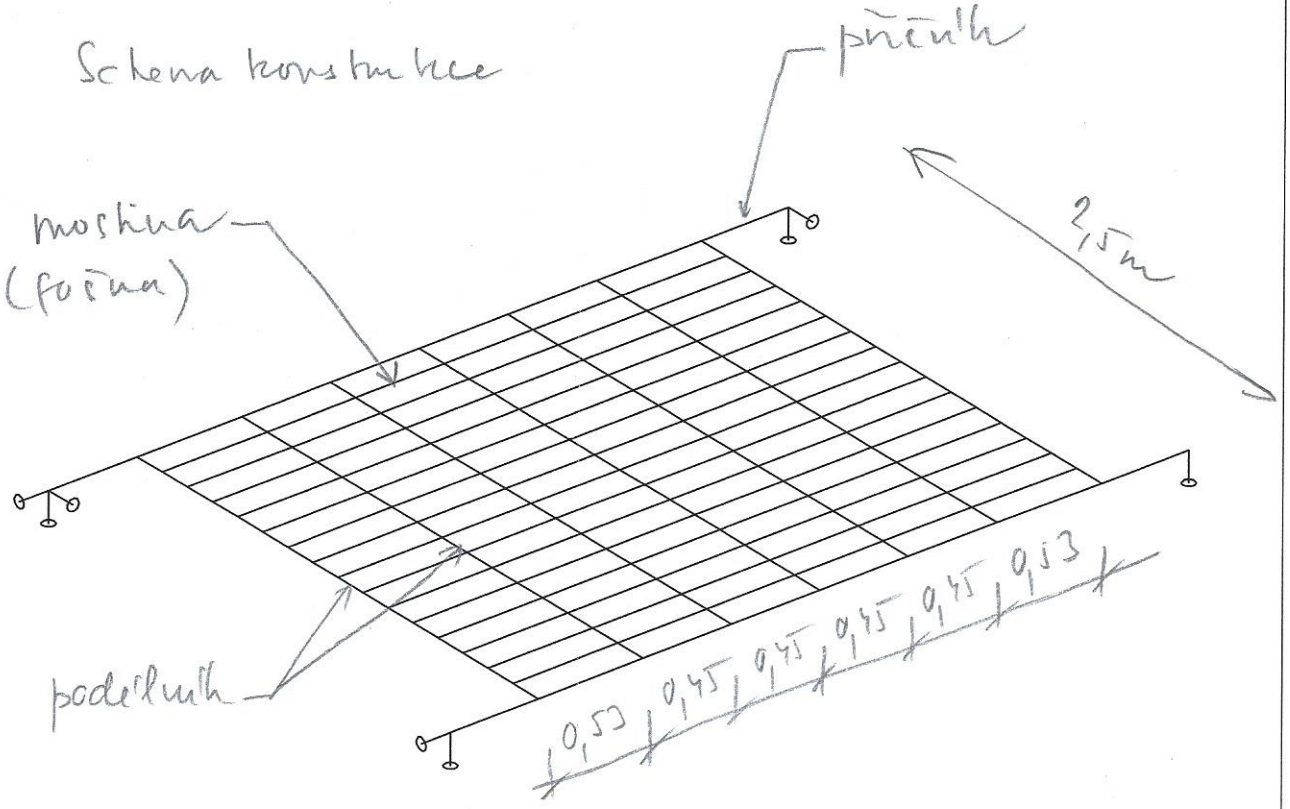
Zatížení – rozhoduje servisní vozidlo (3,5 t)



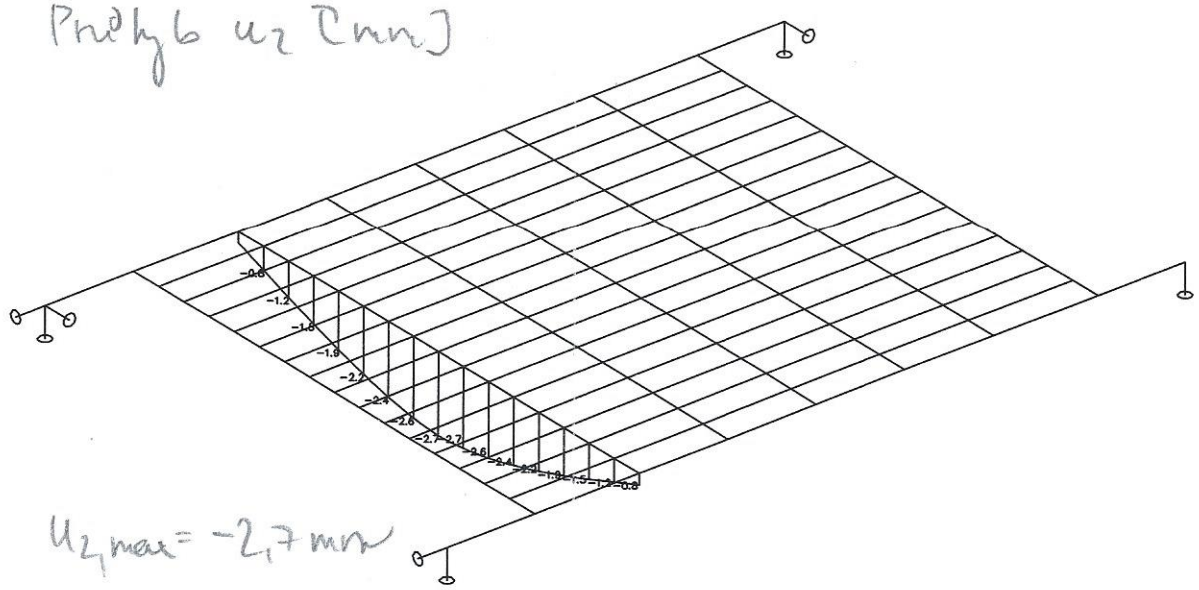
Zatížení od zadní nápravy [kN/m²]



Schema konstrukce

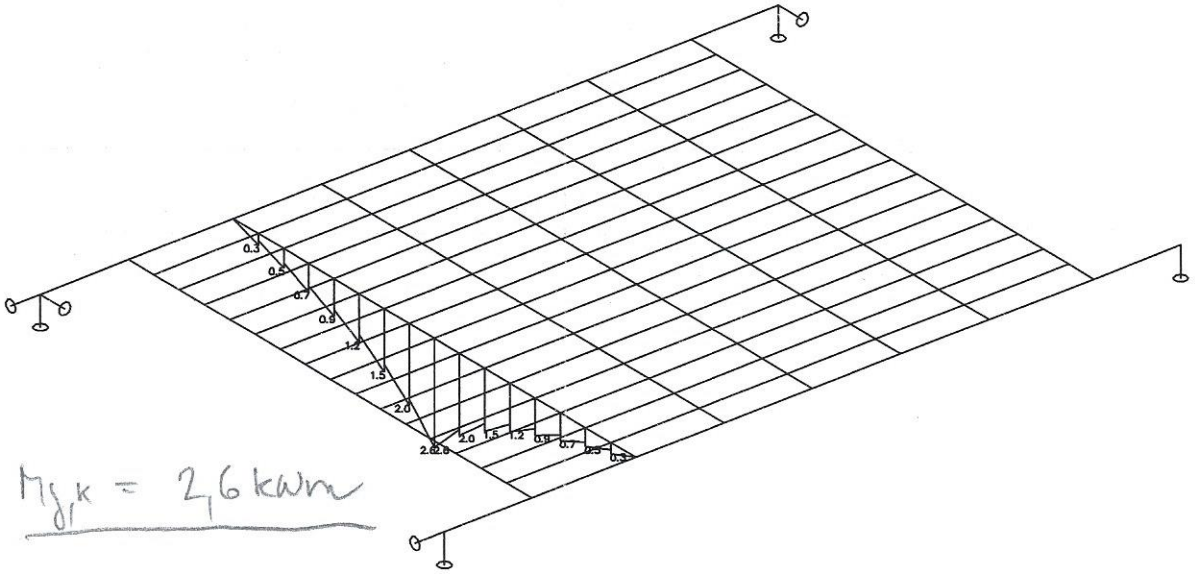


Průhyb u_z [mm]



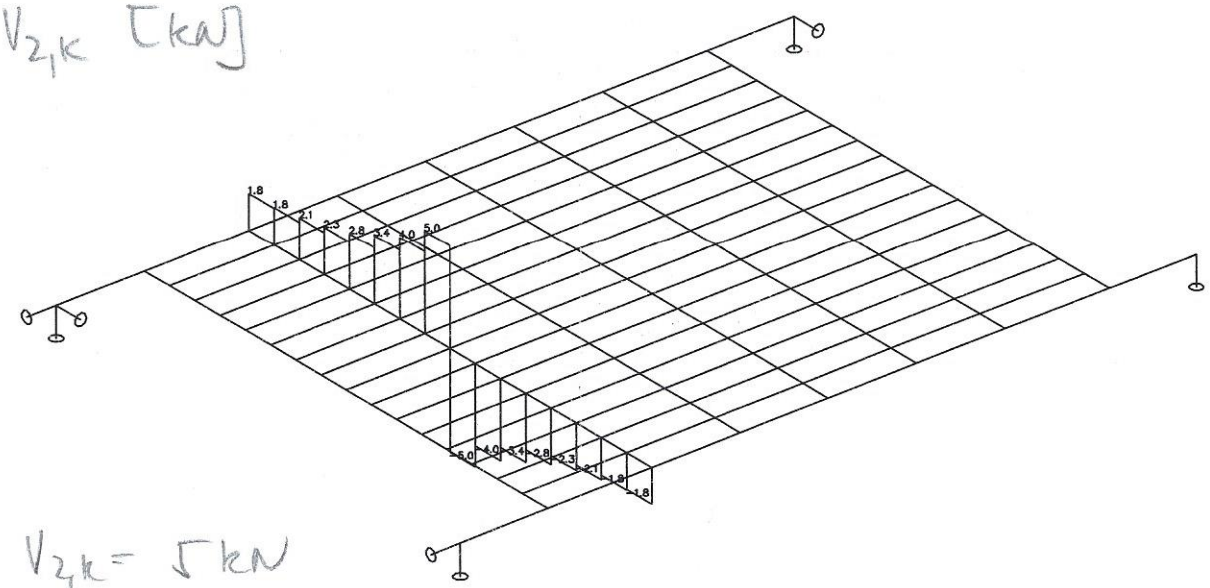
$u_{z,max} = -2,7$ mm

$M_{y,k}$ [kNm]



$M_{y,k}$ = 2,6 kNm

$V_{z,k}$ [kN]



$V_{z,k}$ = 5 kN

Posouzení podélníku

stálé zat. zanedbávám

$M_{y,d} = 2,6 \cdot 1,4 = \underline{3,64 \text{ kNm}}$

$\sigma_{m,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y} = \frac{3,64 \cdot 10^6}{756\,000} = \underline{4,8 \text{ MPa}}$

$< 12,9 \text{ MPa}$

smyk

$k_{cr} = 0,67$

$V_{z,d} = 5 \cdot 1,4 = 7,0 \text{ kN}$

$\tau_{v,d} = \frac{3 \cdot V_{z,d}}{2 \cdot A_{ef}} = \frac{3 \cdot 7 \cdot 1000}{2 \cdot 25200 \cdot 0,67} = \underline{0,62 \text{ MPa}}$

$< 1,62 \text{ MPa}$

Podélník vyhovuje.