

MěÚ Český Krumlov - ODSH
SPECIÁLNÍ STAVEBNÍ ÚŘAD

ověřeno
opatřením
ze dne: 03-08-2018

Č.j.: MUCK 39778 / 2018



Souřadnicový systém : S-JTSK
Výškový systém : Bpv

| | | | | |
|-----------------|---------------------|-------------------|--|--|
| Číslo zakázky: | 17 713 00 | HIP: | Zenkl CB s. r. o. |  Praha 4, Bezová 1658, 147 14 tel: +420 244062215 fax: +420 244461038 str. Č. Budějovice, Žižkova 12, 370 01 |
| Schválil: | Ing. Václav HVÍZDAL | zenkl@zenklcb.cz | | |
| | | Zodp. projektant: | Ing. František KOŠÁN | |
| | | | 386353136, 602 496 210 kosan@pontex.cz | |
| Tech. kontrola: | Ing. Jan Komanec | Vypracoval: | Ing. František KOŠÁN | |
| | | | 386353136, 602 496 210 kosan@pontex.cz | |

| | | | | | |
|-------------|--|-------|---------------|----------|------------|
| Objednatel: | Město Český krumlov | Obec: | Český krumlov | Kraj: | Jihočeský |
| Akce: | Cyklostezka ul. Chvalšinská – AZ Špičák Český Krumlov | | | Datum | Stupeň |
| Objekt : | SO 09 – Lávka přes Polečnici v řkm 1,05796 úpravy koryta | | | 1/2018 | DSP |
| Příloha: | Statický výpočet | | | Souprava | Č. přílohy |
| | | | | 3 | 5 |

Technická zpráva ke statickému výpočtu

Lávka převádí cyklostezku přes řeku Polečnice. Má 1 prosté pole o rozpětí 14,80 m. Nosná konstrukce lávky je ocelová z válcovaných profilů. Tvořená 4 podélnými trámy : HEA-360, příčníky : U-120 a zavětrováním z úhelníků. Ocel je S235.

Podlaha lávky je provedena z pororoštů z oceli jakosti 11375 s velikostí oka 33x11 mm, profil nosného prutu je 40x2 mm, výplňové pruty jsou profilu 10x2 mm. Rošty budou přišroubovány příchytkami přímo do horní pásnice mezipříčníku.

Projektová dokumentace lávky byla koordinována s PD „Úprava koryta toku Polečnice v řkm 0,1 až 2,52“, kde na levém břehu bude provedena betonová nábrežní zeď. Lávka bude postavena před provedením úpravy koryta.

Opěry jsou železobetonové. OP1 je založená na mikropilotách, jež jsou tvořeny ocel. trubkami průměr 108/16 ocel S355. Mikropiloty jsou provedeny ve 2 řadách. V přední řadě jsou 3 šikmé mikropiloty, úhel 30,0° od svislé pro zachycení vodorovného zemního tlaku. V přední řadě jsou 2 svislé mikropiloty. Základová půda je tvořena ulehlym štěrskem tř. G3.

Založení lávky na mikropilotách bylo počítáno na prutovém modelu konstrukce. Spolupůsobení mikropilot se zemínou ve vodorovném směru je uvažováno zemními pruty dle ČSN 73 1002 – Pilotové základy, komentář 1989. Přetížení zemním tlakem je uvažováno pro nahodilé zatížení 20,0kN/m². Lávka je navržena na nahodilé zatížení 5,0kN/m² a na podélnou vodorovnou sílu dle ČSN EN 1991-2. Tření v ložiskách je uvažováno pro stálé zatížení. OP2 je založena plošně na skalním podloží.

Křídla OP1 jsou vetknutá rovnoběžná, ze statických důvodů (vnitřní únosnost mikropilot) jsou dlouhá jen 1,0 m. Křídla OP2 jsou vetknutá rovnoběžná, délky 3,0 m. Za křídly OP1 a OP2 jsou nízké gabionové zídky

Pro výpočet nosné konstrukce je uvažováno roštové spolupůsobení hlavních nosníků. Pro návrh hlavních nosníků je rozhodující perioda vlastního kmitání dle ČSN 73 6201 čl. 78.

Podklady a použitá literatura :

- 1) Inženýrsko- geologický průzkum – úprava koryta toku Polečnice, vypracoval „4G consite s. r. o.“ v dubnu 2009
- 2) Projektová dokumentace pro stavební povolení „Úprava koryta toku Polečnice v řkm 0,1 až 2,52“, SWECO Hydroprojekt a. s. červen 2009
- 3) Pacholík : Zjednodušené řešení roštových soustav.....1947
- 4) ČSN EN 1991-2 – Zatížení konstrukcí – Část 2 : Zatížení mostů dopravou, změna Z3/2012
- 5) ČSN EN 1992-1-1 : Betonové konstrukce, Obecná pravidla
- 6) ČSN EN 1992-2 : Betonové konstrukce, Mosty
- 7) ČSN 73 1002 – Pilotové základy, komentář 1989
- 8) ČSN EN 1993-1 : Ocelové konstrukce, Obecná pravidla
- 9) ČSN EN 1993-2 : Ocelové konstrukce – Mosty
- 10) ČSN 73 6201 – Zatížení mostů.....1986

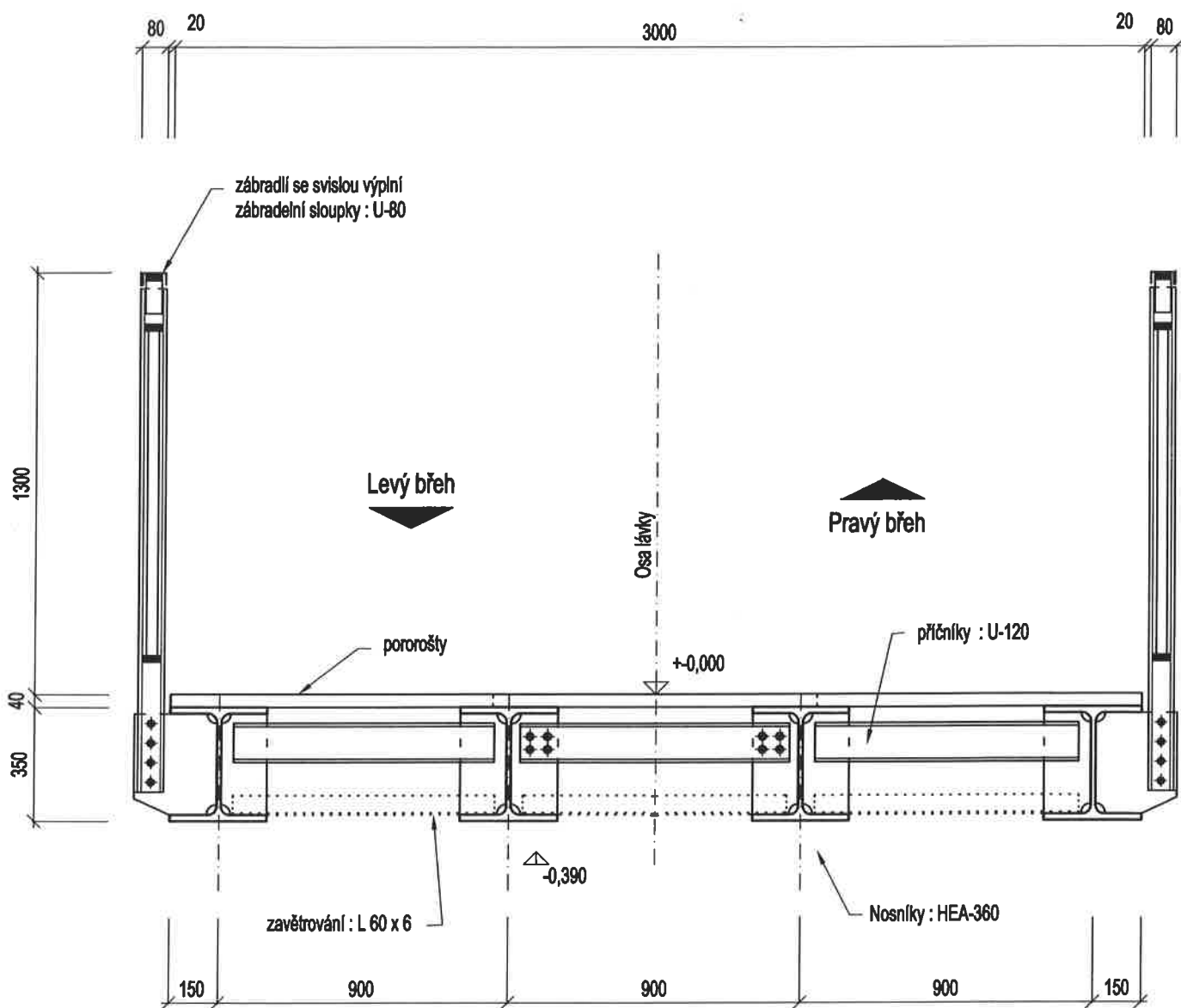
Použité programy :

BETON 2.1 – Posouzení žlb. průřezu..... (V. Kvasnička)
DEFOR – Výpočet prutových konstrukcí.....(FEM consulting. Brno)
EXCELL - Tabulkový procesor

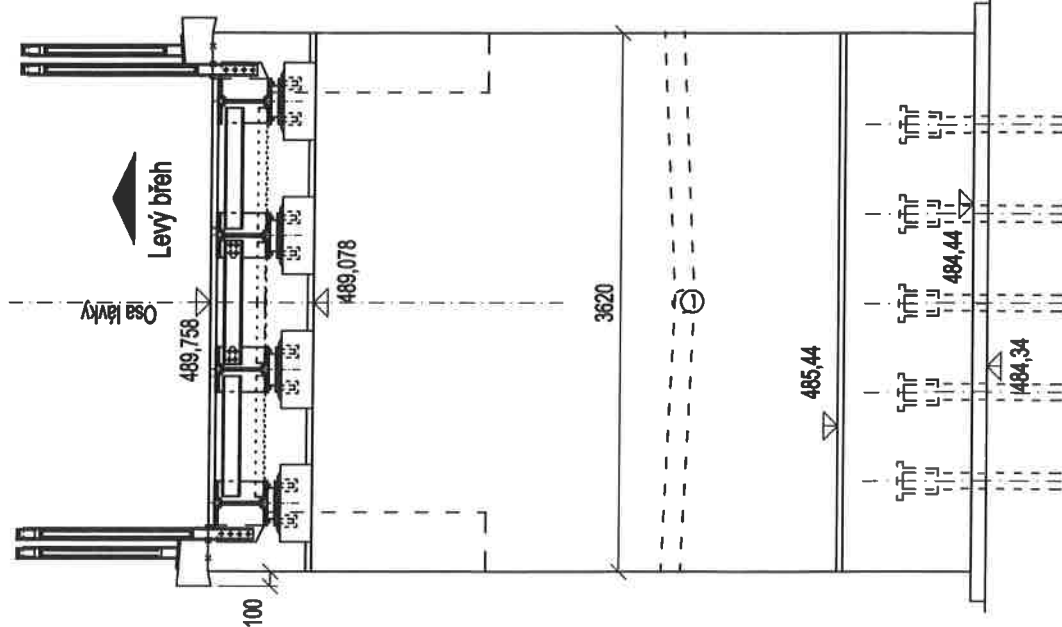
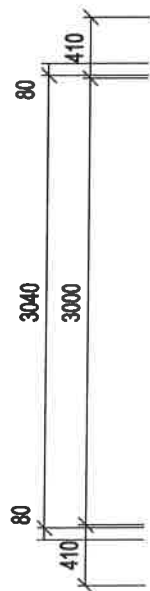
Lávka je kotvená a přímá
Max. průhyb: otěže zařízení 18,9 mm, náhodné zařízení 37,5 mm



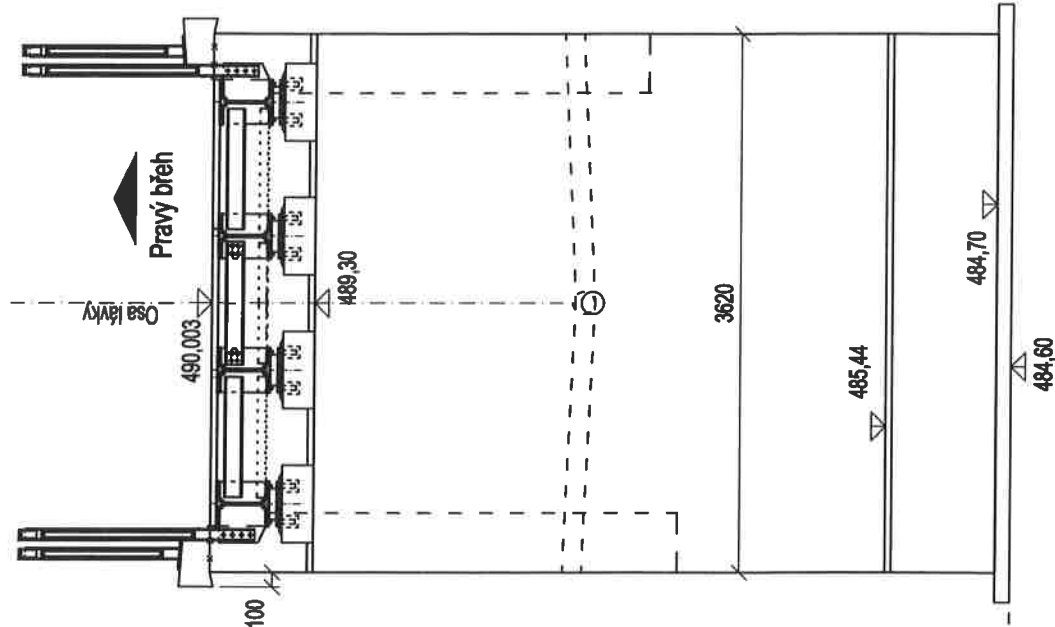
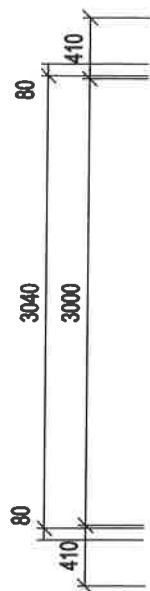
Příčný řez v poli M 1:20



Pohled na OP1 M 1:50



Pohled na OP2 M 1:50



NOSNÁ KONSTRUKCE

-5-

Nosná konstrukce

| | (kN) |
|-----------------------|--------|
| hlavní nosníky HEA360 | 69,22 |
| Příčnice U140 | 5,12 |
| výztuhy tl. 10 mm | 3,80 |
| pororošty | 13,77 |
| zábradlí | 21,42 |
| zavětrování | 4,08 |
| přípoje 12 % | 14,09 |
| celkem | 131,49 |
| stále rovnoměrné | 2,15 |

$$q = \frac{10 \cdot 148 \cdot 10^3}{48 \cdot 210 \cdot 3309,4} = 0,243 \text{ kN/m}$$

$$T(n) = 1045 \cdot \sqrt{131,49 \cdot 0,243} = 0,254 < 0,35$$

průhyb od stálého zatížení

$$v = \frac{5 \cdot 148^3 \cdot 2,15}{384 \cdot 210 \cdot 3309,4} \cdot 10^3 = 19,9 \text{ mm} \text{ nebude nadýrekn}$$

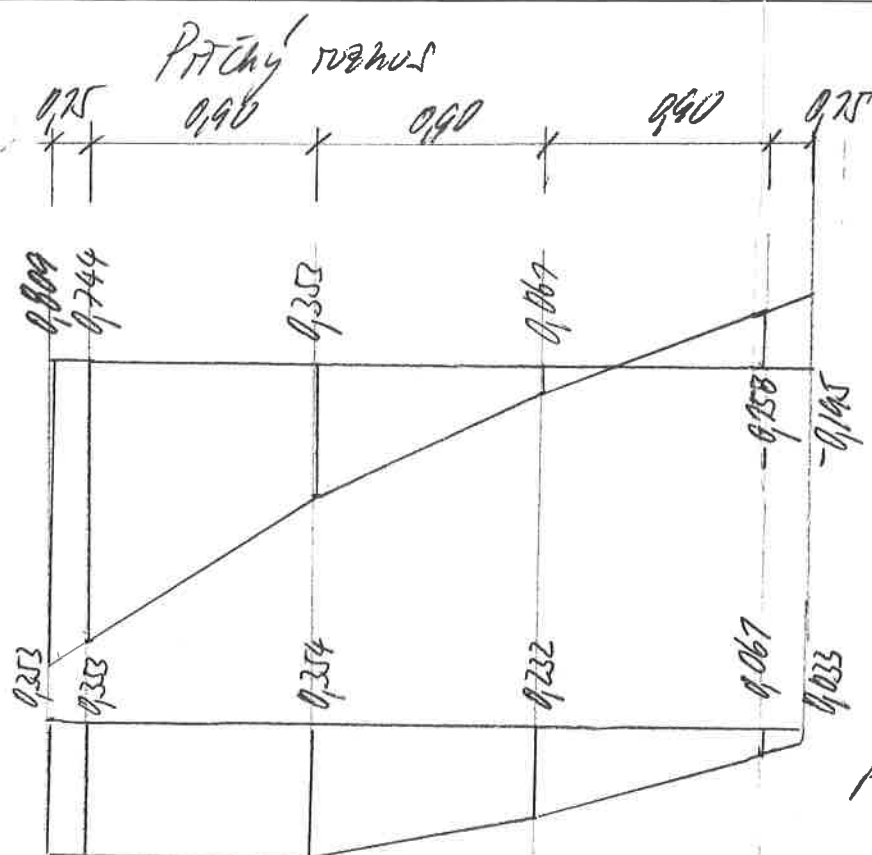
Růstové spolupůsobení hlavních nosníků

$$\eta = \frac{2 \cdot 0,9}{148} = 0,122$$

$$\text{průhyby U-120} : c = \frac{2 \cdot 364}{33090} = 0,022$$

tuhost průřezu spolupůsobení

$$z = \frac{c}{\eta^3} = \frac{0,022}{0,122^3} = 120$$



Krajní nosnice

$$p = 0,87 \cdot 5,0 = 4,05 \text{ kN/m}^2$$

střední nosnice

$$p = 0,78 \cdot 5,0 = 3,90 \text{ kN/m}^2$$

přibývá od nahoditého zatížení

$$p = \frac{4,05}{4,75} \cdot 799 = 37,5 \text{ mm} \sim \frac{L}{395}$$

$$6.10b) M_m = \frac{148^2}{8} \cdot [735 \cdot 0,85 \cdot 4,75 + 735 \cdot 4,05] = 217,25 \text{ kNm}$$

$$\sigma = \frac{217,25}{7,897} = 114,90 \text{ MPa vyhoví}$$

SPODNÍ STAVBA

zemina za opěrou : $\gamma = 19,0 \text{ kN/m}^3$, $\phi = 37^\circ$ $\delta = 15^\circ$

$$K_{oh} = \gamma \sin 37^\circ = 0,485$$

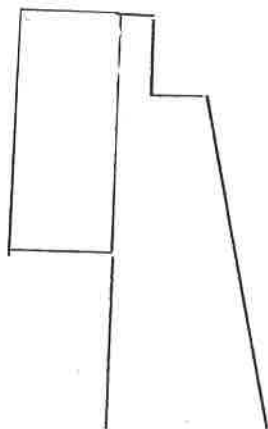
$$K_{ah} = \frac{\cos^2 37^\circ}{\left[1 + \sqrt{\frac{\sin(37+15) \sin 37^\circ}{\cos 15^\circ}} \right]^2} = 0,28$$

$$\text{uvážej } K_h = \frac{1}{2} (0,28 + 0,485) = 0,383$$

$$\tan \delta = 0,268 \cdot \frac{0,28}{0,383} = 0,196$$

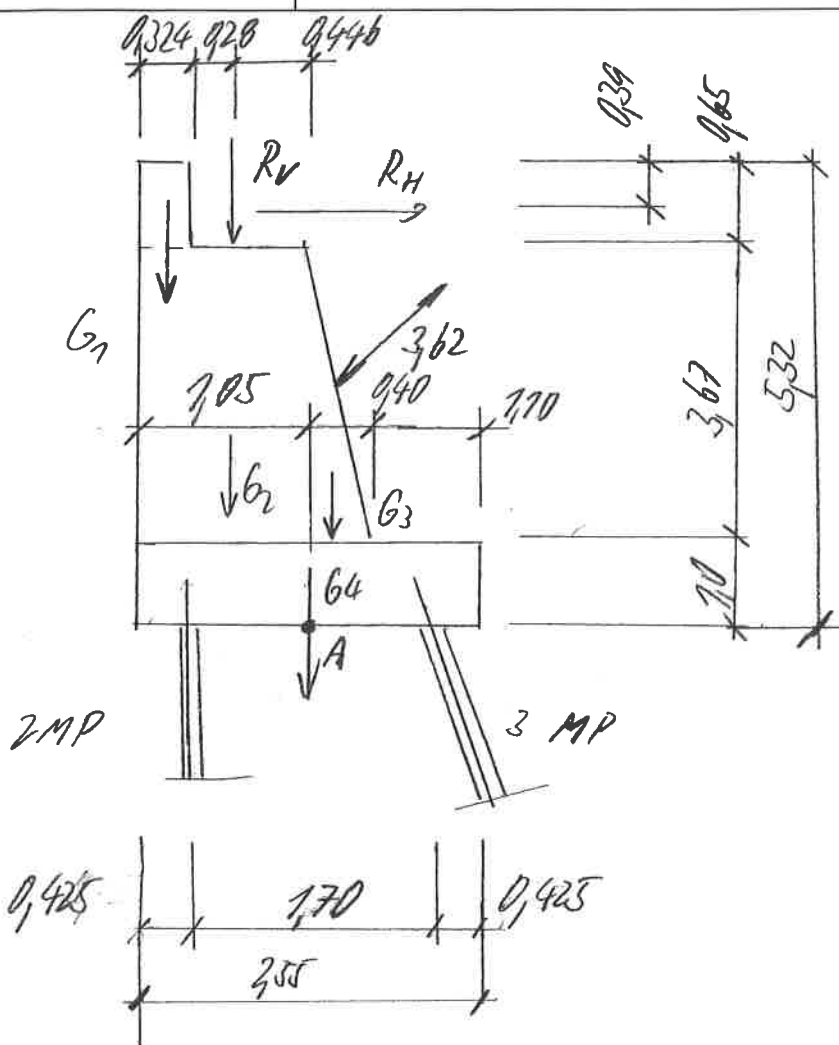
uvážej přetěsň $20,0 \text{ kN/m}^2$

Křídla tl. $0,40 \text{ m}$



$$\text{Křídla : } G_K = 39,2 \text{ kN}$$

$$\text{Přetěsň : } G_F = 6,08 \text{ kN}$$

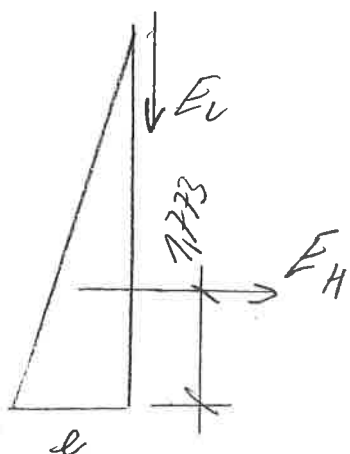


stato: $R_v = 65,75 \text{ kN}$ $R_H = 0,75 \cdot 65,75 = 9,86 \text{ kN}$

nahodilo: $R_v = 3,50 \cdot 15,05 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,017 = 14,80 \text{ kN}$

$R_H = 0,7 \cdot 15,3 \cdot 15,0 = 22,95 \text{ kN}$

Zemní tlak stato



$e = 1,90 \cdot 0,383 \cdot 5,32 \cdot 3,62 = 140,14 \text{ kN/m}^2$

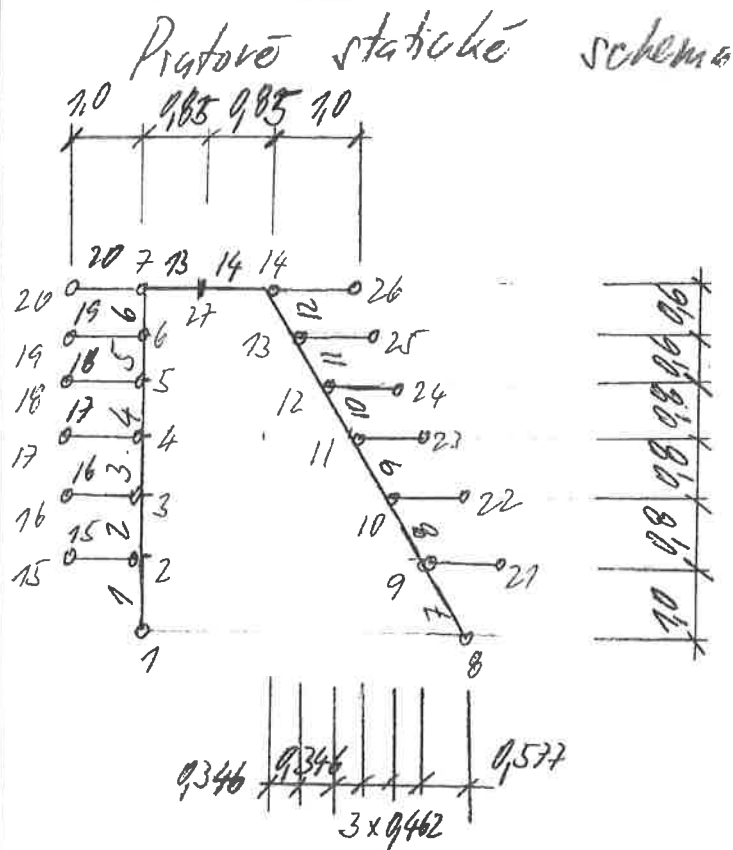
$E_H = \frac{5,32}{2} \cdot 140,14 = 372,77 \text{ kN}$

$E_v = 73,06 \text{ kN}$

Zemní tlak nahodilo $T = \frac{5,32}{2} = 2,66 \text{ m}$

$e = 20,0 \cdot 3,62 \cdot 0,383 = 27,73 \text{ kN/m}^2$

$E_H = 147,52 \text{ kN}$ $E_v = 28,97 \text{ kN}$



TZ ϕ 108/76

$$A = 4624 \text{ mm}^2$$

$$I = 504\,000 \text{ mm}^4$$

$$K = 93\,300 \text{ mm}^3$$

$$E = 33\,000 \text{ MPa}$$

$$G = 14\,350 \text{ MPa}$$

Pruty 13, 14 : $A = 3,62 \text{ m}^2$ $A_s = 30 \text{ m}^2$

$$I = 362 \cdot 30^3 \cdot 12^{-7} = 8,14 \text{ m}^3$$

Zemní pruty : ulehčí útok $\phi = 34^\circ$

$$A_s = 0,00007 \text{ m}^2 \quad I = 0,000001 \text{ m}^4$$

pro 1 mikropilotu : $D = 0,2 + 2 \cdot 0,2 \cdot \tan 77^\circ = 0,322 \text{ m}$

pruty 20, 26 : $k_h = 60 \cdot \frac{73}{0,2} = 39,0 \text{ MPa}$

$$A = 33000 \cdot 0,3 \cdot 0,322 \cdot 39,0 = 0,000114 \text{ m}^2$$

pruty 19, 25 : $A = 0,000226 \text{ m}^2$

$$k_h = \frac{32 \cdot 7,5}{0,2} = 825 \text{ MPa}$$

pruty 18, 24 : $A = 0,000563 \text{ m}^2$

pruty 17, 23 : $A = 0,000644 \text{ m}^2$

$$k_n = 9,0 \cdot \frac{38}{0,2} = 171,0 \text{ MPa}$$

proty 15,16, 27,22 : $A = 33000 \text{ mm}^2 \cdot 0,8 \cdot 0,322 \cdot 171,0 = 0,00133 \text{ m}^2$

Největší únosnost mikropilot:

1 km MP ulehly stěh TF 63

$$V_d = 0,2 \cdot 200 \cdot \sigma_T = 125,6 \text{ kN}$$

-11-

OP1 změna (kN, m)

| | svislá síla (kN) | vodor. síla (kN) | ra(m) | Ma |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|-------|---------------|
| stálé | | | | |
| G1 | 19,06 | | -1,11 | -21,21 |
| G2 | 348,74 | | -0,75 | -261,56 |
| G3 | 66,43 | | -0,09 | -6,05 |
| G4 | 230,77 | | 0,00 | 0,00 |
| křídla | 39,20 | | -1,78 | -69,58 |
| římky | 6,08 | | -1,62 | -9,82 |
| Eh | | 372,77 | 1,77 | 660,92 |
| Ev | 73,06 | | -1,28 | -93,15 |
| reakce NK | 65,75 | | -0,67 | -44,12 |
| bločky pod ložisky | 8,40 | | -0,67 | -5,64 |
| celkem | 857,49 | 372,77 | | 149,80 |
| tření v ložiskách | | 9,86 | 4,93 | 48,61 |
| celkem | 857,49 | 382,63 | | 198,41 |
| nahodilé na lávce | | | | |
| reakce NK | 114,80 | | -0,67 | -77,03 |
| vod. síla | | 22,95 | 4,93 | 113,14 |
| přítížení zemní tlak | | | | |
| Eh | | 147,52 | 2,66 | 392,40 |
| Ev | 28,91 | | -1,28 | -36,86 |

Vnitřní únosnost mikropilot OP~~1~~ (kN)

| | zadní řada | | | napětí jen ocel. trubka | | | |
|---|--------------------|------------|---------|--------------------------------|-----------------|----------------|--------------|
| | defor stálé | defor nah. | char. | návrh 6.10a | napětí (MPa) | návrh 6.10b | napětí (MPa) |
| M | 14,43 | 2,18 | 8,31 | 10,84 | -141,46 | 9,75 | -115,51 |
| N | -321,00 | 197,50 | -61,75 | -116,69 | | -50,86 | |
| | přední řada | | | napětí jen ocel. trubka | | | |
| | defor stálé | defor nah. | char. | návrh 6.10a | napětí (MPa) | návrh 6.10b | napětí (MPa) |
| M | 18,44 | 2,66 | 7,03 | 9,20 | -179,48 | 8,25 | -166,54 |
| N | -633,10 | -264,50 | -299,20 | -374,16 | | -361,19 | |

napětí je vyhovující pro ocel S355

Vnější únosnost mikropilot OP~~1~~ (kN)

| | | | | |
|-------------------------|--------|---------------------------|------|--------|
| zadní řada 2 ks MP V = | -248,6 | navrhují piloty dl. 4,0 m | Vd = | -502,4 |
| Přední řada 3 ks MP V = | -430,2 | navrhují piloty dl. 5,5 m | Vd = | -690,8 |

 Pontex s.r.o.
 BETON ver.2.1 : Napeti zelezobetonoveho prurezu Str.: 12

 Prurez : mikropilota + beton
 File : B2-MP .INP

B E T O N - kruhove casti KBT = 0.00 [MPa]
 ZS N D
 [m] [ks] [m]
 0.1000 1.0000 0.2000

T U H E V L O Z K Y NAP = 15.000
 ZAT ZAH ZAD NA FA1 JA1
 [m] [m] [m] [ks] [m^2] [m^4]
 0.1000 0.1540 0.0460 1.000 0.004620 0.00000504

S I L O V E Z A T I Z E N I
 Zat.stav 1 2 3 4
 Oh.moment 0.0083 0.0070 0.0000 0.0000
 Norm.sila -0.0618 -0.2992 0.0000 0.0000
 Poloha N 0.1000 0.1000 0.1000 0.1000
 Pos.sila 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

*** ** V Y S L E D K Y *** **

B E T O N
 Z N A P E T I
 1 2 3 4
 0.2004 -7.3259 -7.6618 0.0000 0.0000
 -0.0004 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000

T U H E V L O Z K Y
 Z N A P E T I
 1 2 3 4
 0.1540 -60.2521 -82.1992 0.0000 0.0000
 0.0460 55.2272 -6.0561 0.0000 0.0000

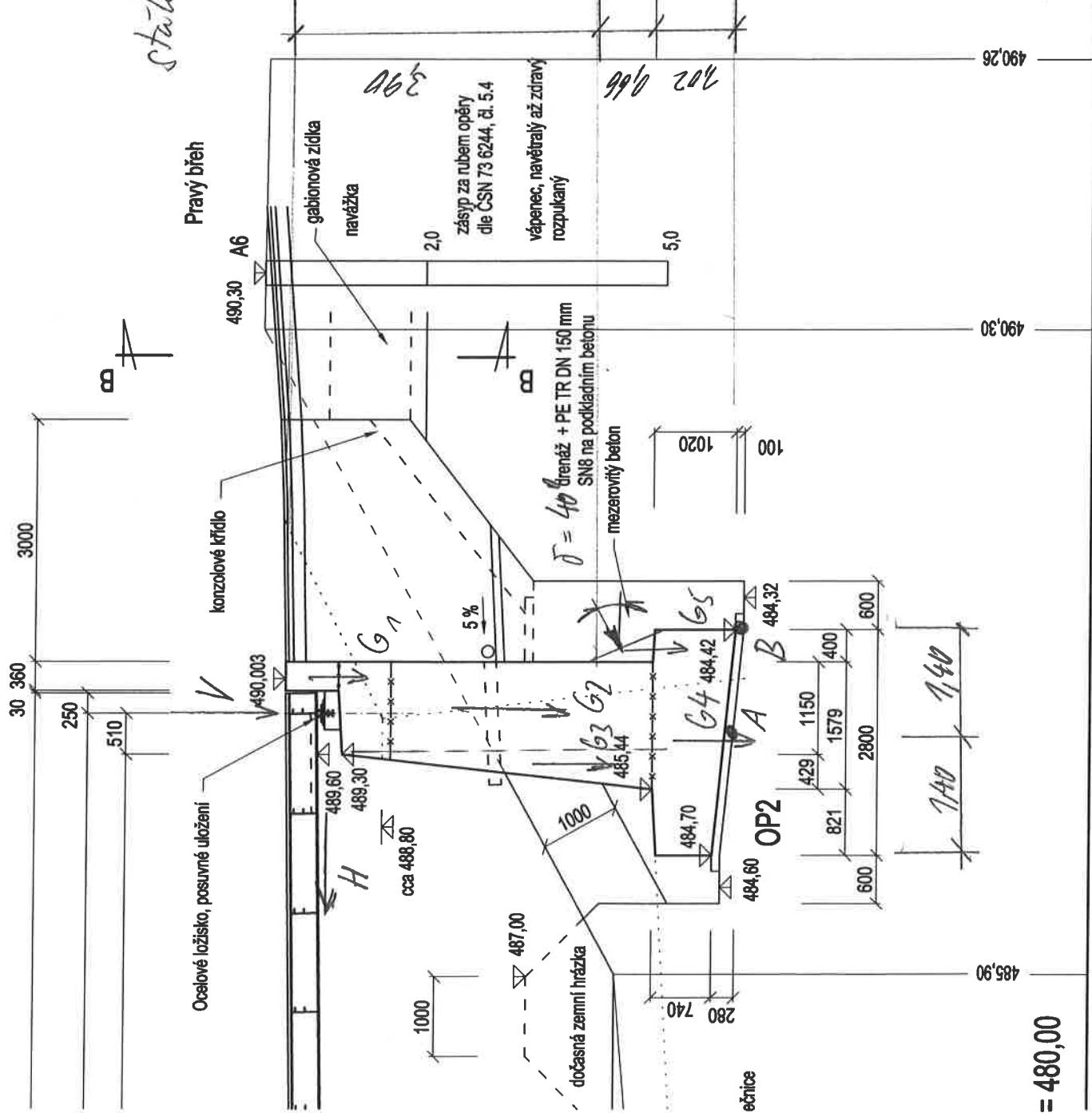
P R U R E Z O V E K O N S T A N T Y
 1 2 3 4
 Fid 0.085479 0.096652 0.100716 0.100716
 Jid 0.00010968 0.00012810 0.00015414 0.00015414
 ZT id.pr. 0.1078 0.1033 0.1000 0.1000
 Neutr.o. 0.0977 0.0374 0.0000 0.0000

Plny prurez
 Fid = 0.100716 Jid = 0.00015414 ZTid.pr. = 0.1000
 POZOR - Prubeh napeti ve smyku a hlavniho napeti v tahu
 v miste tuhych vlozek neni presny - NELZE pouzit pro
 posouzeni tuhych vlozek na smyk

zemní tlak

stále $\gamma_{sochite} = 24,0 kN/m^3$

OP2



= 480,00

OP2

$$V_{st.} = 65,75 \text{ kN} \quad H_{st.} = 9,86 \text{ kN}$$

$$V_{hgh.} = 114,80 \text{ kN} \quad H_{hgh.} = 8,67 \text{ kN}$$

Zemní tlak střeš

$$e_1 = 0,383 \cdot 19,0 \cdot 3,62 \cdot 3,90 = 102,74 \text{ kN/m}^2$$

$$e_2 = \frac{0,485}{0,383} \cdot 102,74 = 130,10 \text{ kN/m}^2$$

$$e_3 = 130,10 + 0,485 \cdot 19,0 \cdot 3,62 \cdot 0,66 = 152,12 \text{ kN/m}^2$$

$$e_4 = 120,12 \text{ kN/m}^2$$

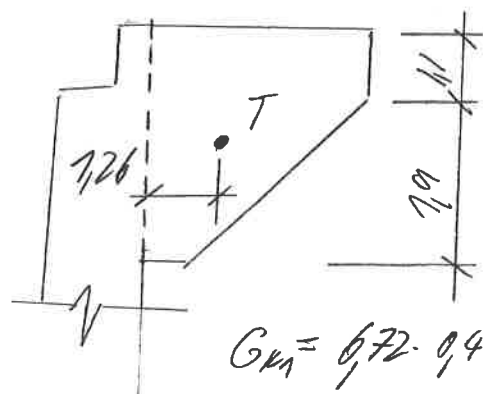
$$e_5 = 120,12 + 1,02 \cdot 0,383 \cdot 19,0 \cdot 3,62 = 147,0 \text{ kN}$$

| | E_{hi} | γ_{hi} | V_i | r_{hi} |
|-------|----------|---------------|-----------------------------|----------|
| E_1 | 200,34 | 2,84 | 39,27 | -1,00 |
| E_2 | 93,73 | 7,207 | 78,75 ($\delta=40^\circ$) | -1,21 |
| E_3 | 136,23 | 0,35 | 26,70 | -1,40 |

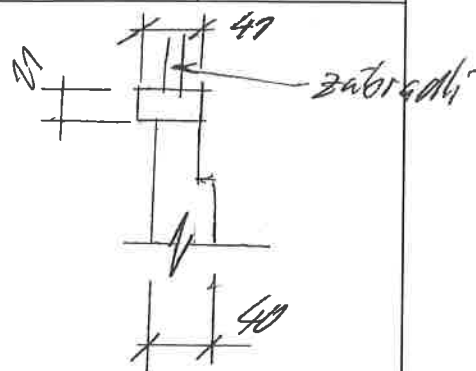
Zemní tlak hřechodilů

| | | | | |
|-------|--------|------|-------|-------|
| E_1 | 108,75 | 3,49 | 27,20 | -1,0 |
| E_2 | 23,16 | 7,21 | 19,44 | -1,20 |
| E_3 | 28,28 | 0,38 | 5,54 | -1,40 |

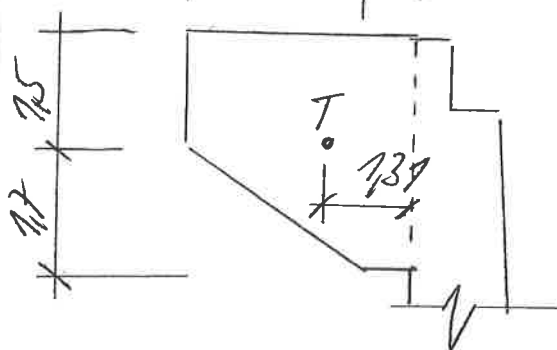
Rovnoběžná konzolová křídla
Návodník



$$G_{k1} = 0,72 \cdot 0,4 \cdot 25,0 = 67,2 \text{ kN}$$



Povodník



$$G_{k2} = 7,56 \cdot 0,4 \cdot 25,0 = 75,6 \text{ kN}$$

Rímky na křídlech

$$G_p = 2 \cdot 3,36 \cdot [0,6 + 25,0 \cdot 0,47 \cdot 0,27] = 18,5 \text{ kN}$$

$$x_z = 3,36 \cdot \frac{2}{2} - 0,36 = 1,32 \text{ m}$$

| OP2 (kN, m) | svislá síla (kN) | vodor. síla (kN) | ra(m) | Ma |
|--|---------------------|---------------------|-------|---------------|
| stálé | | | | |
| G1 | 21,50 | | -0,82 | -17,63 |
| G2 | 405,89 | | -0,43 | -172,50 |
| G3 | 75,88 | | 0,28 | 21,47 |
| G4 | 223,00 | | -0,07 | -16,50 |
| G5 | 9,08 | | -1,13 | -10,29 |
| návodní křídlo | 67,20 | | -2,26 | -151,87 |
| povodní křídlo | 75,60 | | -2,31 | -174,64 |
| řimsy | 18,50 | | -2,32 | -42,92 |
| Eh | | 200,34 | 2,84 | 568,97 |
| Ev | 39,27 | | -1,00 | -39,27 |
| Eh | | 93,13 | 1,20 | 111,85 |
| Ev | 78,15 | | -1,21 | -94,56 |
| Eh | | 136,23 | 0,35 | 47,68 |
| Ev | 26,70 | | -1,40 | -37,38 |
| reakce NK | 65,75 | | -0,36 | -23,67 |
| bločky pod ložisky | 8,40 | | -0,36 | -3,02 |
| tření v ložiskách | | 9,86 | 5,00 | 49,30 |
| celkem svisle | 1114,92 | 439,56 | | 15,01 |
| celkem šikmo | 1153,08 | 326,43 | | |
| souč. tření beton skála = 0,66 | | | | |
| s posun | 2,33 | | | |
| excentricita | 0,01 | | | |
| napětí | 123,75 | | | |
| nahodilé na lávce + stálé | | | | |
| reakce NK | 114,80 | | -0,36 | -41,33 |
| vod. síla | | 8,61 | 5,00 | 43,05 |
| celkem svisle | 1229,72 | 448,17 | | 16,73 |
| celkem šikmo | 1268,16 | 323,57 | | |
| souč. tření beton skála = 0,66 | | | | |
| s posun | 2,59 | | | |
| excentricita | 0,01 | | | |
| napětí | 136,12 | | | |
| nahodilé za opěrou + stálé | | | | |
| Eh | | 108,15 | 3,49 | 377,44 |
| Ev | 21,20 | | -1,00 | -21,20 |
| Eh | | 23,36 | 1,21 | 28,27 |
| Ev | 19,44 | | -1,20 | -23,33 |
| Eh | | 28,28 | 0,38 | 10,75 |
| Ev | 5,54 | | -1,40 | -7,76 |
| celkem svisle | 1161,10 | 599,35 | | 379,18 |
| celkem šikmo | 1214,93 | 480,82 | | |
| souč. tření beton skála = 0,66 | | | | |
| s posun | 1,67 | | | |
| excentricita | 0,31 | | | |
| napětí | 169,86 | | | |
| nahodilé za opěrou + nahodilé na lávce+ stálé | | | | |
| celkem svisle | 1275,90 | 607,96 | | 380,91 |
| celkem šikmo | 1330,01 | 477,97 | | |
| souč. tření beton skála = 0,66 | | | | |
| s posun | 1,84 | | | |
| excentricita | 0,29 | | | |
| napětí | 181,24 | | | |

> 250

< $\frac{280}{3} = 93,33$

vyhovuje

Jestě posoudím montážní stav, stabilita :

- není zášyp za opěry
- není osazena naša konstrukce
- moment k bodu "B"

OP2 stabilita (kN, m)

| | svíslá síla (kN) | rb(m) | Mb |
|----------------|---------------------|-------|--------|
| G1 | 21,50 | 0,58 | 12,47 |
| G2 | 405,89 | 0,98 | 395,74 |
| G3 | 75,88 | 1,69 | 128,46 |
| G4 | 223,00 | 1,33 | 296,59 |
| Mpas. | | | 833,27 |
| návodní křídlo | 67,20 | 0,86 | 57,79 |
| povodní křídlo | 75,60 | 0,91 | 68,80 |
| Makt. | | | 126,59 |
| s | | | 6,58 |

Konec, 17 stran

Vypracoval : Ing. František Kořál

30.7.2017

