

TÚ: 0901 Praha hl.n. (mimo) – Turnov (mimo) (odb. Skály jen část)
DÚ: 30 Mladá Boleslav hl.n. – Mladá Boleslav-Debř

TÚ: 1431 Mladá Boleslav hl.n.(mimo)–Stará Paka (mimo) (bez žst. Libuň)
DÚ: 02 Mladá Boleslav hl.n. – Mladá Boleslav město

VÝŠKOVÝ SYSTÉM Bpv

SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S–JTSK

	Vedoucí projektu	Zodpovědný projektant	Investor	SŽDC s.o. SS ZÁPAD
	ING. L. MAREK <i>heř</i>	ING. J. SVITAVSKÝ <i>Švitavský</i>	Místo stavby	ČEJETICE U ML. BOL.
	Vypracoval	Kontroloval	Formát	A4
	KOLEKTIV	ING. L. MAREK <i>heř</i>	Datum	06/2017
TOP CON SERVIS s.r.o., Ke Stírce 1824/56, 182 00 Praha 8, tel/fax: 284 021 740, email: topcon@topcon.cz			Účel	PROJEKT
			Měřítko	
REKONSTRUKCE MOSTU V KM 15,288 TRATI MLADÁ BOLESLAV – STARÁ PAKA E1.1 – SO 101 REKONSTRUKCE MOSTU			Č.zakázky	129–15
			Číslo kopie	Číslo přílohy E1.1–12.3
STATICKÝ VÝPOČET SPODNÍ STAVBY				

Rekonstrukce mostu v km 15,288 trati Mladá Boleslav – Stará Paka

SO 101 – Rekonstrukce mostu

Projekt

STATICKÝ VÝPOČET

SPODNÍ STAVBA

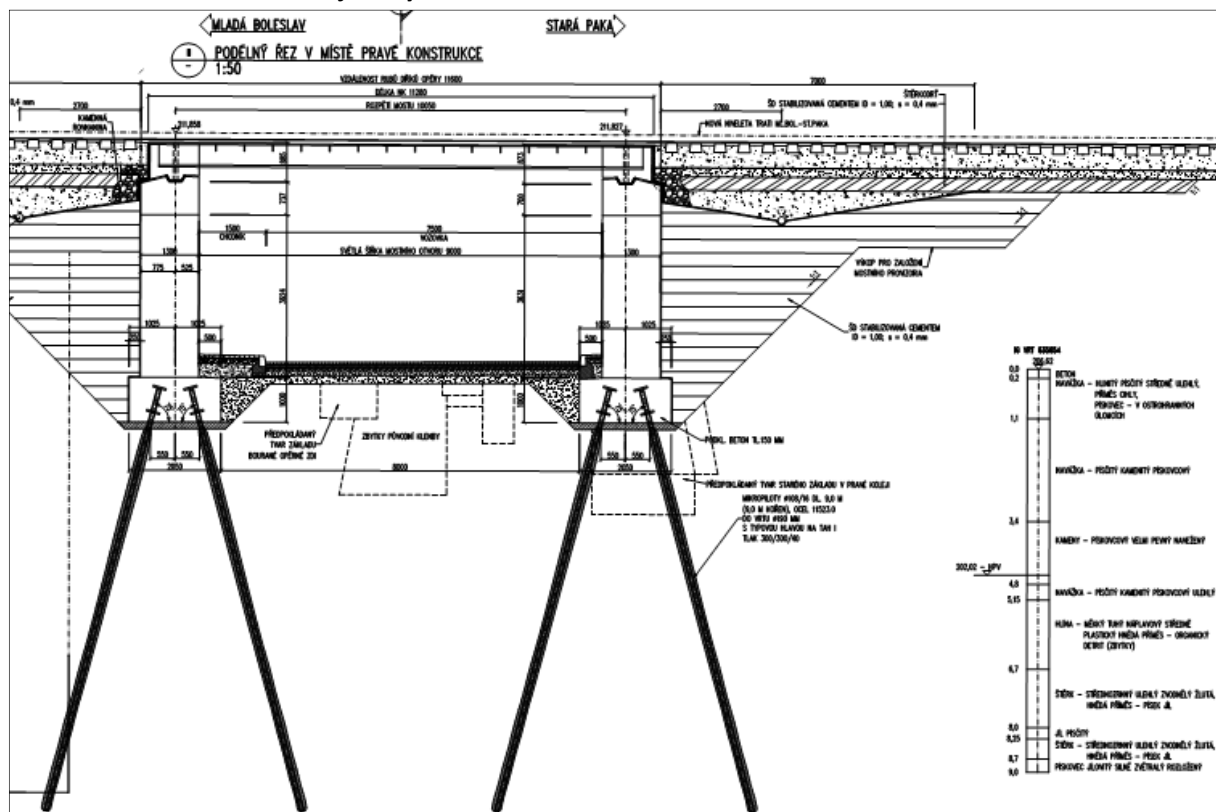
Obsah

1. Založení opěr	3
2. Svahová křídla	13
3. Úložný práh opěr	15
3.1. Napětí pod ozubem, příčné tahy	15
3.2. Únosnost zadního ústupku ozubu na vodorovnou sílu	16
3.3. Napětí v betonu pod úložným prahem	16
3.4. Spřažení úložného prahu opěr s dříkem opěry	16
3.5. Vetknutí rovnoběžného křídla	17
4. Základy	20
4.1. Napětí pod hlavou mikropiloty, příčné tahy	20
5. Úhlové prefabrikáty za opěrou O2 vpravo	21
5.1. Prefabrikát – výztuž	21
5.2. Prefabrikát – stabilita, kotvení	23

1. Založení opěr

Výpočet zjišťuje deformace v místě ozubu a osově síly mikropilot, pro 4 zatěžovací stavy, uvedené níže. Konstrukci lze modelovat jako symetrickou podle roviny kolmé k ose mostu jdoucí středem jeho rozpětí a antisymetrickou podle svislé roviny jdoucí v ose mostu podél jeho podélné osy, viz obrázek.

Schéma konstrukce a zatěžující síly v ozubu:



max Svislá**Tab. A**

komb. č.	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]	Rx [kNm]	Ry [kNm]	Rz [kNm]
1	-1488.1	300.8	2417.5	-406.4	2.2	-12.2

max Svislá s min. vodor. silou působící proti zemnímu tlaku**Tab. B**

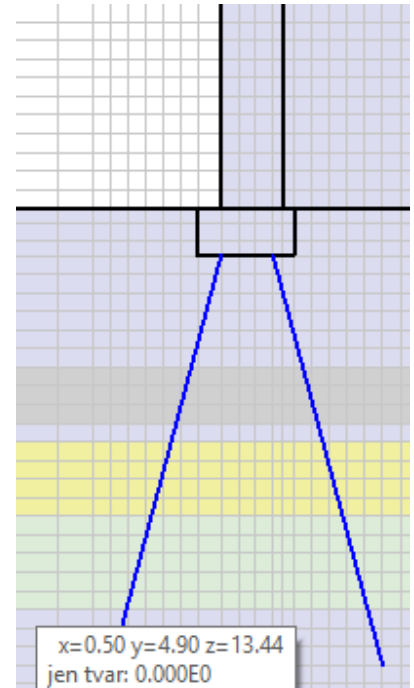
komb. č.	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]	Rx [kNm]	Ry [kNm]	Rz [kNm]
1	11.6	299.5	2313.6	-400.5	2.2	-5.6

max Podélná**Tab. C**

komb. č.	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]	Rx [kNm]	Ry [kNm]	Rz [kNm]
3	414.1	183.8	1519.5	-154.3	2.6	0.3

min Podélná**Tab. D**

komb. č.	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]	Rx [kNm]	Ry [kNm]	Rz [kNm]
3	-1579.8	185.3	2146.3	-160.3	2.6	-5.6



K zatížení patří také plošné přetížení za rubem opěry, na pásu šíře 4m v hodnotě 45.1kPa.

Podklady:

Tvar navrhované konstrukce a její zatížení: Topcon, ing. Svitavský, geologický vrt a vyhodnocení tab. 3

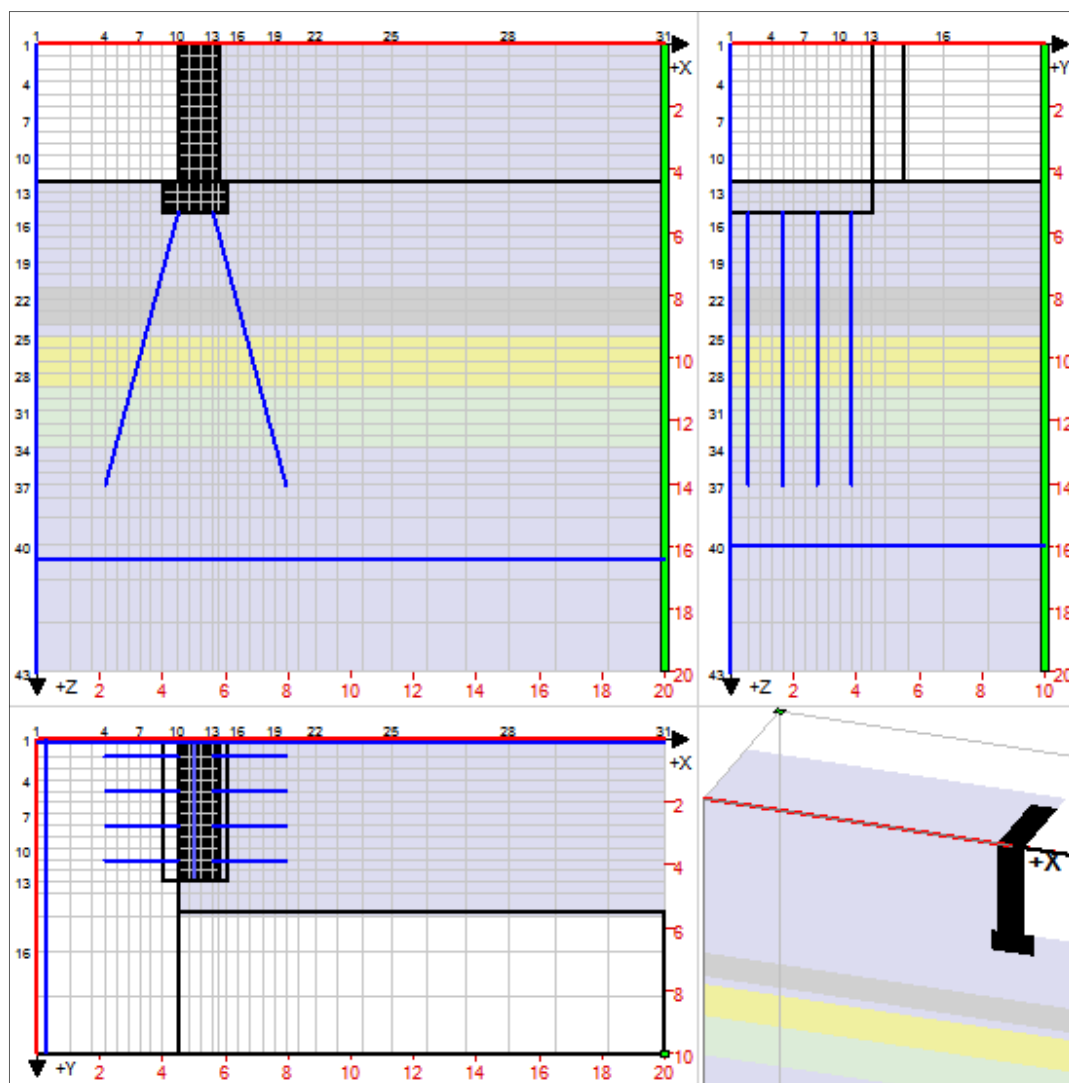
Doplňující průzkum vrtem vyhodnoceným geologem (Global-Geo Hradec Králové) uvádí hodnoty, které byly zavedeny do tabulky materiálů 3D modelu:

beton:	20GPa/MPa,	0.15,	25,	25MPa,	25
navazka:	15,	0.4,	20,	0.5,	25
kameny:	90,	0.25,	20,	1,	25
hlína:	3,	0.4,	20,	0.5,	25
sterk:	40,	0.3,	20,	1,	25
pískovec:	115,	0.2,	20,	1,	25

Vodorovné složky zatížení (podél mostu) zahrnují kromě brzdících sil také vliv teploty a vliv protažení dolních vláken nosníku od ohybu. Zatímco brzdící síly nezávisí na deformaci (vodorovném posunu v ozubu), silový vliv teploty na zatížení ozubu na jeho vodorovném posunu závisí, podobně i silový vliv z protažení spodních vláken. Tyto síly jsou největší, je-li ozub pevný, nepohyblivý ve vodorovném směru. Pokud však je ozub schopný pružné vodorovné deformace (a to je, neboť opěra se ve vodorovném směru deformuje), vodorovné síly z teploty se zmenší, podobně síly z protažení spodních vláken.

Způsob výpočtu:

Úlohy jsou řešeny pomocí 3D modelu, metodou konečných prvků tvaru kvádrů, programem abc3D16, jehož jsem autor. Schéma modelu ukazuje obrázek. Má velikost 20x20x20m, půdorysně se řeší jen čtvrtina. Předpokládá se symetrie podle roviny YZ, a symetrie (nebo antisymetrie pro příčný zatížení, ve směru Y) podle roviny XZ.



Modelu je se podloží podle popisu sondy, tabulka ukazuje E (MPa) zjištěné průzkumem pro jednotlivé materiály

Materiál	E MPa	mí	gama	Ktlak	Ktlak/Ktah	Vrstvy podloží	materiál
navazka:	15,	0.4,	20,	0.5,	25	7.5,	navazka
kameny:	90,	0.25,	20	1,	25	1.4,	kameny
hlina:	3,	0.4,	20,	0.5,	25	0.4,	navazka
sterk:	40,	0.3,	20	1,	25	1.5,	hlina,
piskovec:	115,	0.2,	20,	1,	25	2.0,	sterk
						10.	niskovec

Rozsah výpočtu:

Výpočet lze rozdělit na 3 části:

Zatížení podle tabulek A až D, ale bez příčných sil 'Y', takže je možno uvažovat symetrii podle roviny XZ

Zatížení podle tabulky B, se zvětšenou roztečí MP, ze 110cm na 160cm, což redukuje podélný posun v ozubu

Zatížení pouze příčné, Y 300kN, viz tabulky zatížení.

Znaménka vodorovných sil:

V zadání znamenají záporné hodnoty sílu směrem do zeminy, kladné směrem do podjezdu. V modelu je to opačně, kladné směry sil jsou ve směru souřadných os.

Zatížení podle tabulky A, max svislá

```
ump[]=tycUNT[1,,]== /* posuny ve směru mikropiloty, mm, v řádku průběh podél jedné MP */
```

```
-----+
  4.5  4.4  4.3  4.2  4.1  4.0  3.9  3.4  2.7  2.7  2.1  2.1  1.9  1.5
  4.5  4.4  4.3  4.2  4.1  4.0  3.9  3.4  2.7  2.7  2.1  2.0  1.9  1.4
  4.5  4.4  4.3  4.2  4.1  4.0  3.9  3.3  2.6  2.6  2.0  1.9  1.7  1.3
  4.5  4.4  4.2  4.1  4.0  3.9  3.8  3.2  2.4  2.4  1.7  1.7  1.5  1.1
  3.8  3.7  3.6  3.5  3.3  3.2  3.1  3.0  2.8  2.7  2.6  2.5  2.4  2.4
  3.8  3.7  3.6  3.4  3.3  3.2  3.1  2.9  2.8  2.7  2.6  2.5  2.3  2.3
  3.8  3.7  3.5  3.4  3.3  3.2  3.0  2.9  2.7  2.6  2.5  2.4  2.2  2.2
  3.7  3.6  3.5  3.3  3.2  3.0  2.9  2.7  2.6  2.4  2.3  2.2  2.0  2.0;
MIMAX ump[]=1.06..4.54;
```

```
0f;nmp[]=tycUNT[2,,]== /* osově síly MP, kN, v řádku průběh podél jedné MP */
```

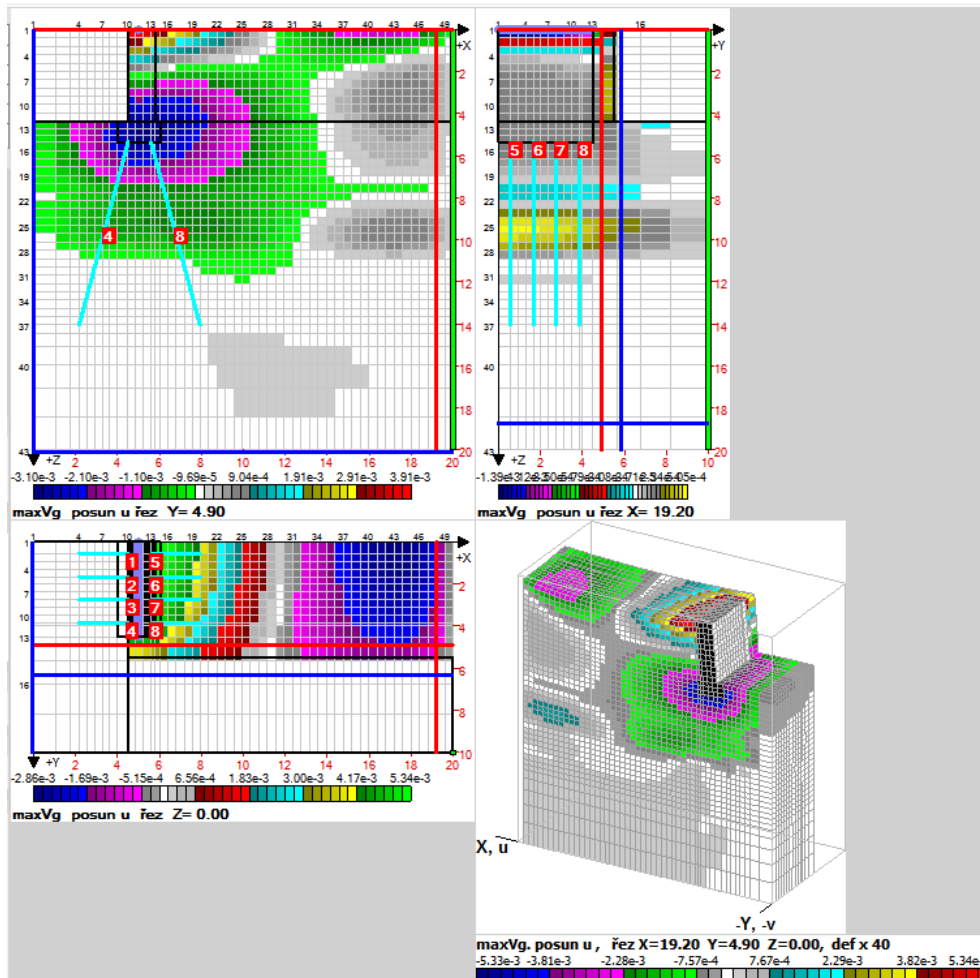
```
-----+
 -190  -153  -138  -146  -142  -135  -438  -854  -452  -405  -470  -149  -411  -771
 -187  -151  -135  -143  -139  -130  -454  -893  -468  -419  -484  -146  -420  -794
 -198  -161  -145  -153  -146  -136  -472  -928  -486  -432  -500  -149  -425  -797
 -234  -193  -174  -185  -167  -135  -506  -997  -524  -471  -526  -143  -426  -798
 -125  -146  -158  -157  -163  -176  -182  -188  -185  -175  -155  -145  -88  42
 -129  -150  -161  -160  -166  -179  -184  -189  -186  -176  -156  -146  -87  49
 -144  -164  -174  -172  -178  -189  -194  -199  -195  -185  -163  -152  -90  52
 -178  -198  -206  -202  -205  -212  -217  -221  -215  -207  -179  -164  -94  68;
MIMAX nmp[]=-997..68;
```

Vodorovné a svislé posuny v ozubu

```
2f;uu[]=u[1,1..12,13]'/mm== /* vodorovný posun v ozubu, kladný směrem x, osa mostu */
  5.28,  5.28,  5.27,  5.27,  5.26,  5.25,  5.24,  5.23,  5.22,  5.20,  5.19,  5.18;
```

```
ww[]=w[1,1..12,13]'/mm== /* svislý posun, kladný směrem z, dolů */
  5.80,  5.80,  5.80,  5.80,  5.79,  5.79,  5.79,  5.79,  5.79,  5.78,  5.78,  5.78;
```

Poddajnost ve vodorovném směru 'x': ú3f; px=17.8mm/XX=-0.043 mm/kN;



Zatížení podle tabulky B, max svislá s min vodor. silou

tycUNT[1,,]= /* posuny ve směru mikropiloty, mm */

```

-----+
  7.4  7.2  7.0  6.8  6.6  6.5  6.3  5.4  4.3  4.3  3.3  3.2  3.0  2.3
  7.4  7.2  7.0  6.8  6.6  6.5  6.3  5.4  4.2  4.3  3.2  3.1  2.9  2.2
  7.4  7.2  7.0  6.8  6.6  6.4  6.2  5.3  4.0  4.1  3.0  3.0  2.7  2.0
  7.3  7.1  6.8  6.6  6.4  6.2  6.1  5.0  3.7  3.8  2.6  2.6  2.3  1.6
  2.9  2.8  2.8  2.7  2.6  2.6  2.5  2.4  2.3  2.2  2.1  2.0  1.9  1.9
  2.9  2.8  2.8  2.7  2.6  2.5  2.5  2.4  2.3  2.2  2.1  2.0  1.9  1.9
  2.9  2.8  2.7  2.7  2.6  2.5  2.4  2.3  2.2  2.1  2.0  1.9  1.8  1.8
  2.9  2.8  2.7  2.6  2.5  2.4  2.3  2.2  2.1  2.0  1.8  1.8  1.7  1.7;

```

0f;tycUNT[2,,]= /* osově síly MP, kN */

```

-----+
 -268  -267  -265  -266  -248  -223  -733  -1434  -754  -664  -773  -242  -667  -1245
 -263  -262  -260  -262  -243  -214  -757  -1495  -779  -686  -795  -237  -680  -1281
 -280  -280  -277  -278  -256  -223  -783  -1546  -804  -704  -817  -241  -686  -1282
 -340  -337  -331  -337  -293  -219  -830  -1643  -858  -761  -852  -229  -681  -1272
  -38   -76   -86   -83  -103  -125  -129  -139  -139  -126  -116  -110  -67   31
  -40   -80   -90   -86  -106  -127  -130  -140  -141  -128  -117  -111  -66   37
  -54   -92  -101  -97  -116  -136  -139  -149  -149  -136  -123  -116  -69   39
  -77  -118  -125  -118  -137  -157  -160  -168  -168  -156  -138  -127  -73   53;

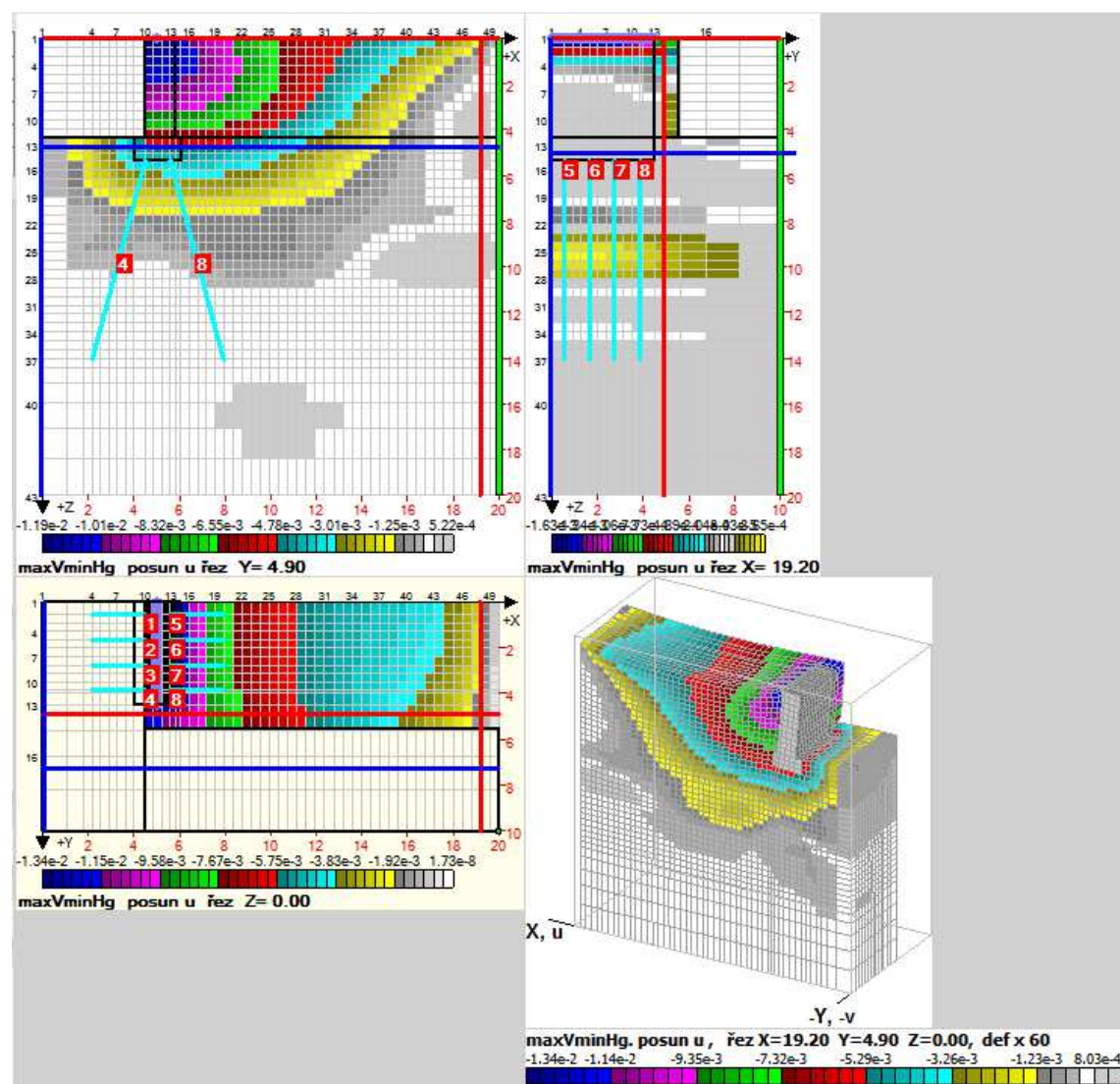
```

2f;uu[]=u[1,1..12,13]'/mm== /* vodorovný posun v ozubu, kladný směrem x, osa mostu */

-13.41,-13.41,-13.41,-13.40,-13.40,-13.39,-13.38,-13.37,-13.36,-13.34,-13.33,-13.32;

ww[]=w[1,1..12,13]'/mm== /* svislý posun, kladný směrem z, dolů */

4.43, 4.43, 4.43, 4.43, 4.43, 4.43, 4.43, 4.43, 4.43, 4.43, 4.43, 4.43;



Zatížení podle tabulky C, max podélná

tycU[]= /* posuny ve směru tyče, mm. Tyče děleny na 13 úseků */

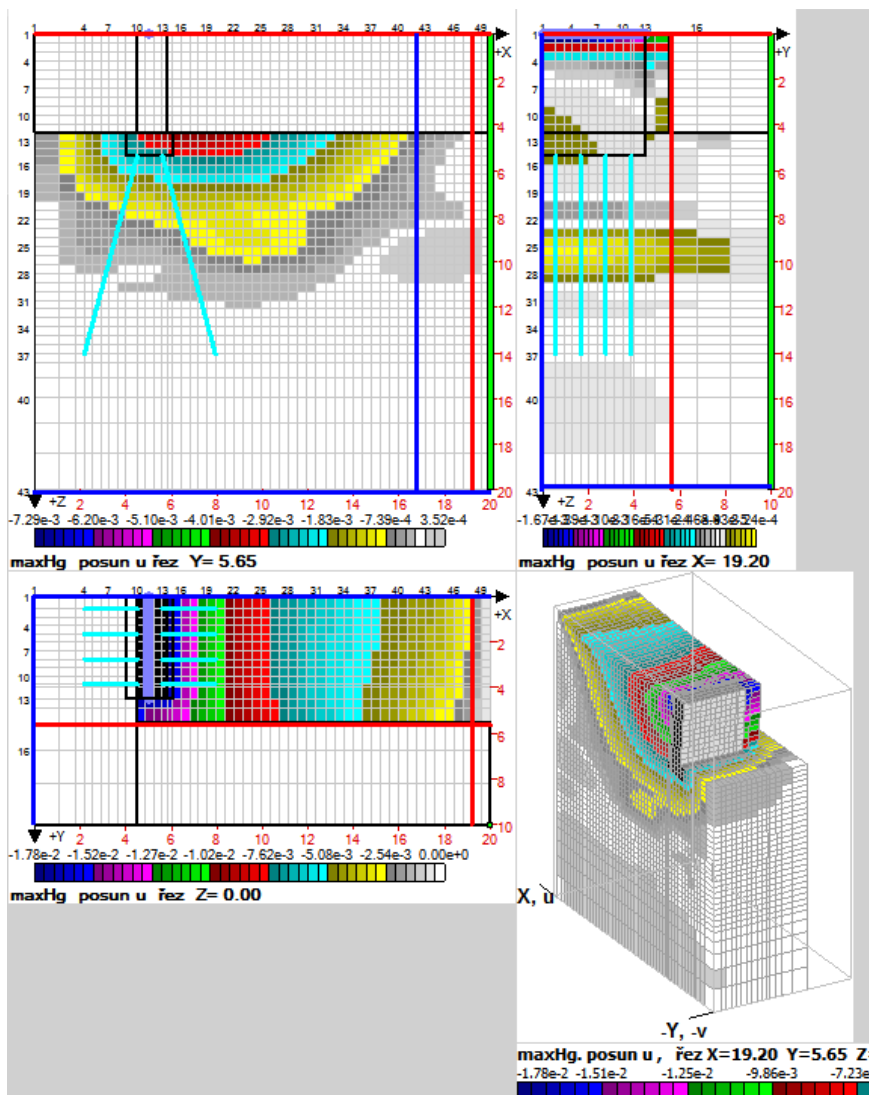
@čt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	7.2	7.0	6.8	6.6	6.4	6.3	6.1	5.2	4.1	4.2	3.2	3.1	2.9	2.2
2	7.2	7.0	6.8	6.6	6.4	6.3	6.1	5.2	4.1	4.1	3.1	3.0	2.8	2.1
3	7.2	7.0	6.8	6.6	6.4	6.2	6.1	5.1	3.9	4.0	2.9	2.9	2.6	1.9
4	7.1	6.9	6.6	6.4	6.2	6.0	5.9	4.9	3.6	3.7	2.5	2.5	2.2	1.5
5	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3
6	1.8	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3
7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3
8	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.2	1.2	1.2;

tycN[]= /* osově síly ve směru tyče, kN. Tyče děleny na 13 úseků */

@čt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	-257	-263	-265	-264	-245	-216	-716	-1403	-736	-647	-753	-235	-648	-1210
2	-252	-258	-260	-260	-240	-208	-738	-1461	-760	-667	-774	-230	-661	-1245
3	-269	-276	-276	-276	-252	-216	-763	-1509	-784	-684	-795	-234	-666	-1244
4	-326	-332	-329	-334	-289	-212	-808	-1601	-835	-739	-828	-222	-660	-1233
5	29	-13	-23	-20	-44	-68	-71	-82	-85	-74	-71	-68	-42	19
6	28	-17	-27	-23	-46	-71	-73	-83	-86	-76	-72	-69	-42	22
7	18	-26	-34	-29	-53	-77	-79	-89	-92	-82	-76	-73	-44	24
8	10	-40	-48	-41	-67	-92	-94	-104	-108	-97	-88	-82	-47	33;

2f;uu[]=u[1,1..12,13]'/mm== /* vodorovný posun v ozubu, kladný směrem x, osa mostu */
-17.77,-17.77,-17.76,-17.75,-17.74,-17.73,-17.71,-17.70,-17.68,-17.66,-17.65,-17.63;ww[]=w[1,1..12,13]'/mm== /* svislý posun, kladný směrem z, dolů */
3.20, 3.20, 3.20, 3.20, 3.20, 3.20, 3.20, 3.20, 3.20, 3.20, 3.20, 3.20, 3.20, 3.20;

Poddajnost opěry ve vodorovném směru 3e; p= 17.8mm/414kN==4.300e-005m/kN; (pův. geo1: 3.043e-005 m/kN;)



Zatížení podle tabulky D, min podélná

```
tycUNT[1,,]= /* posuny ve směru Mp, mm */
```

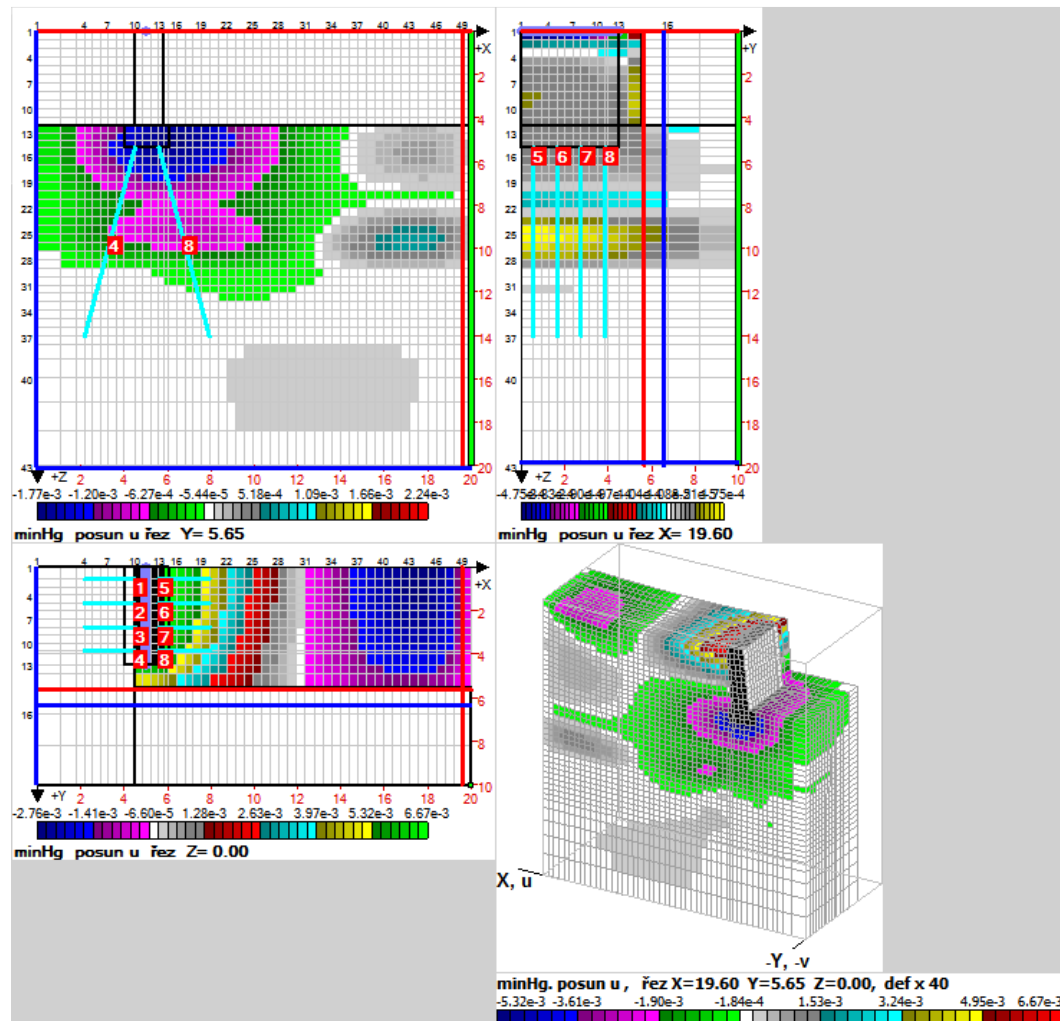
```
---.---+
  4.0  3.9  3.8  3.7  3.6  3.6  3.5  3.0  2.4  2.4  1.9  1.9  1.7  1.3
  4.0  3.9  3.8  3.7  3.6  3.6  3.5  3.0  2.4  2.4  1.8  1.8  1.7  1.3
  4.0  3.9  3.8  3.7  3.6  3.5  3.5  2.9  2.3  2.3  1.7  1.7  1.6  1.2
  4.0  3.9  3.8  3.7  3.5  3.4  3.4  2.8  2.1  2.2  1.5  1.5  1.3  0.9
  3.5  3.4  3.3  3.2  3.1  3.0  2.9  2.8  2.7  2.5  2.4  2.3  2.2  2.2
  3.5  3.4  3.3  3.2  3.1  3.0  2.9  2.8  2.6  2.5  2.4  2.3  2.2  2.2
  3.5  3.4  3.3  3.2  3.1  3.0  2.8  2.7  2.6  2.4  2.3  2.2  2.1  2.1
  3.5  3.4  3.2  3.1  3.0  2.8  2.7  2.5  2.4  2.3  2.1  2.0  1.9  1.9;
```

```
0f;tycUNT[2,,]= /* osově síly MP, kN */
```

```
-----+
 -173  -134  -118  -126  -124  -119  -385  -751  -398  -357  -414  -132  -364  -683
 -171  -132  -115  -124  -121  -114  -399  -785  -412  -370  -427  -129  -372  -704
 -180  -141  -124  -132  -128  -119  -415  -817  -428  -381  -441  -132  -377  -707
 -212  -168  -149  -160  -146  -119  -446  -879  -462  -417  -465  -127  -378  -709
 -114  -135  -146  -146  -152  -164  -170  -176  -173  -163  -144  -135  -82   39
 -118  -138  -150  -149  -154  -166  -172  -177  -174  -165  -145  -137  -81   46
 -132  -151  -161  -160  -165  -176  -181  -186  -182  -173  -152  -142  -84   48
 -163  -182  -190  -187  -190  -198  -203  -206  -201  -193  -167  -153  -88   63;
```

```
2f;uu[]=u[1,1..12,13]'/mm== /* vodorovný posun v ozubu, kladný směrem x, osa mostu */
 6.66, 6.66, 6.65, 6.65, 6.64, 6.63, 6.62, 6.61, 6.59, 6.58, 6.56, 6.55;
```

```
ww[]=w[1,1..12,13]'/mm== /* svislý posun, kladný směrem z, dolů */
 5.57, 5.57, 5.57, 5.57, 5.56, 5.56, 5.56, 5.56, 5.55, 5.55, 5.55, 5.55;
```



Zatížení podle tabulky B, max svislá s min vodor. silou, zvětšená rozteč, Tab B+

tycUNT[1,,]= /* posuny ve směru mikropiloty, mm */

6.0	5.7	5.5	5.3	5.1	4.9	4.7	4.5	4.3	4.0	3.9	3.7	3.6	2.8
5.9	5.7	5.5	5.3	5.1	4.9	4.6	4.4	4.2	4.0	3.8	3.7	3.5	2.7
5.9	5.7	5.4	5.2	5.0	4.8	4.5	4.3	4.1	3.9	3.7	3.5	3.4	2.5
5.9	5.6	5.3	5.0	4.7	4.5	4.3	4.0	3.8	3.5	3.3	3.1	3.0	2.0
2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4
2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4
2.0	2.0	1.9	1.9	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4	1.3	1.3
2.0	1.9	1.9	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.2	1.2

0f;tycUNT[2,,]= /* osově síly MP, kN */

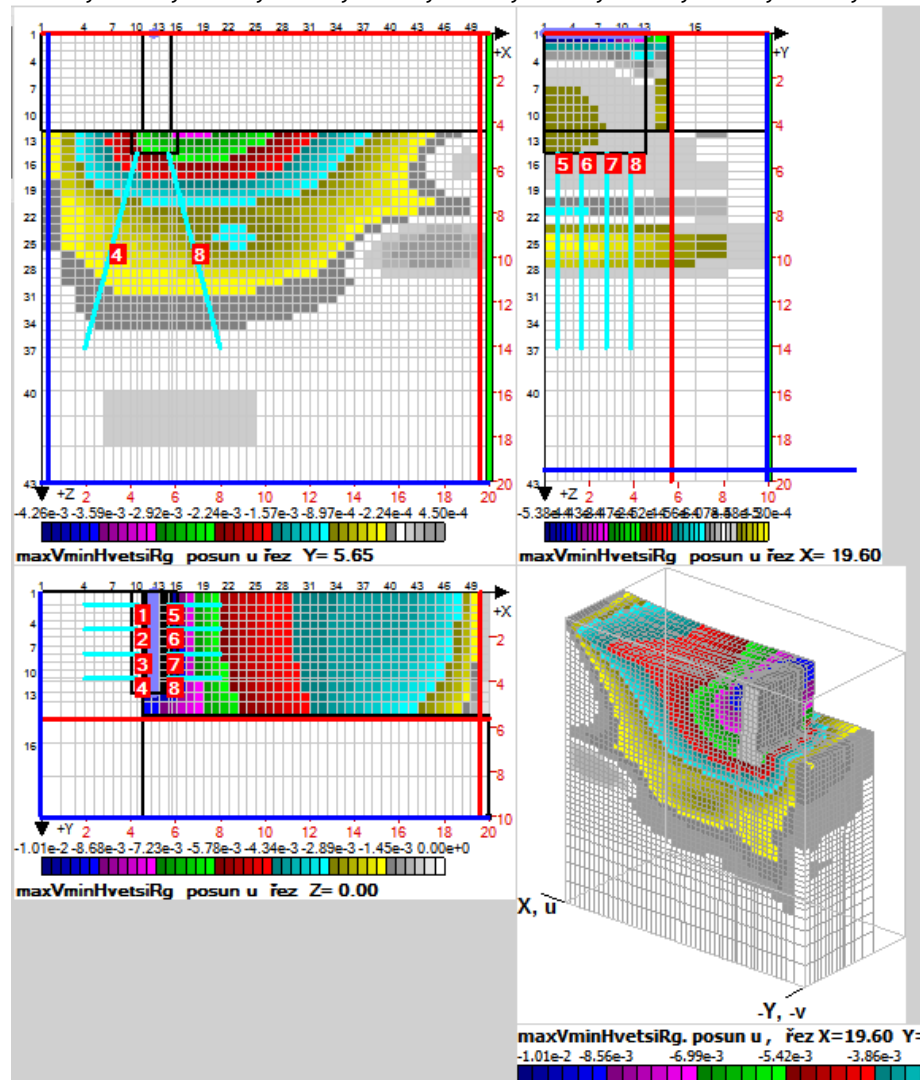
-289	-311	-313	-304	-291	-288	-297	-290	-287	-272	-242	-215	-659	-1574
-292	-317	-319	-309	-296	-292	-299	-292	-290	-276	-245	-217	-698	-1690
-312	-342	-343	-331	-317	-308	-314	-306	-304	-290	-257	-226	-720	-1742
-364	-410	-410	-391	-372	-343	-338	-331	-333	-320	-278	-241	-786	-1912
-48	-17	-30	-56	-58	-77	-82	-90	-95	-84	-79	-74	-44	18
-52	-20	-34	-59	-61	-79	-83	-91	-97	-86	-80	-75	-44	22
-59	-30	-43	-66	-68	-86	-90	-97	-102	-92	-84	-78	-46	23
-71	-45	-58	-80	-82	-102	-106	-112	-118	-108	-97	-88	-49	32

2f;uu[1,1..12,13]'/mm== /* vodorovný posun v ozubu, kladný směrem x, osa mostu */

-9.53, -9.53, -9.53, -9.52, -9.52, -9.51, -9.51, -9.50, -9.49, -9.48, -9.47, -9.46; //větší rozteč

ww[1,1..12,13]'/mm== /* svislý posun, kladný směrem z, dolů */

3.76, 3.76, 3.76, 3.76, 3.76, 3.76, 3.76, 3.76, 3.76, 3.76, 3.76, 3.76, 3.76, 3.76;



Pouze příčné zatížení 300kN, antisymetrie podle roviny XZ

SumaQx==0.00; SumaQy==150.00; SumaQz==0.00;

ump[]=tycUNT[1,,]== /* posuny ve směru mikropiloty, mm, v řádku průběh podél jedné MP */

```

---++
0.2  0.2  0.2  0.1  0.1  0.1  0.1  0.1  0.1  0.1  0.1  0.0  0.0  0.0
0.3  0.3  0.3  0.3  0.3  0.3  0.3  0.2  0.2  0.2  0.1  0.1  0.1  0.1
0.5  0.5  0.4  0.4  0.4  0.4  0.4  0.3  0.2  0.2  0.2  0.2  0.1  0.1
0.6  0.6  0.6  0.6  0.5  0.5  0.5  0.4  0.3  0.3  0.2  0.2  0.2  0.1
0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.2  0.1  0.1  0.1  0.1  0.1
0.4  0.4  0.4  0.4  0.4  0.3  0.3  0.3  0.3  0.3  0.2  0.2  0.2  0.2
0.6  0.6  0.6  0.5  0.5  0.5  0.4  0.4  0.4  0.3  0.3  0.3  0.3  0.3;
MIMAX ump[]=-0.01..0.63;

```

0f;nmp[]=tycUNT[2,,]== /* osově síly MP, kN, v řádku průběh podél jedné MP */

```

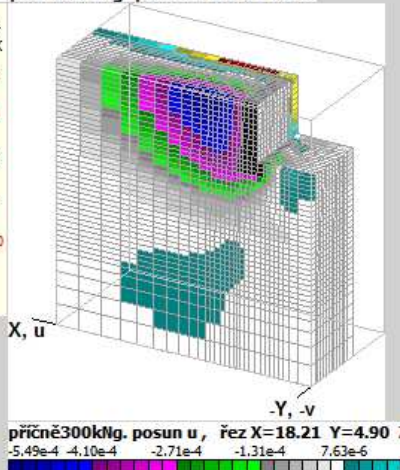
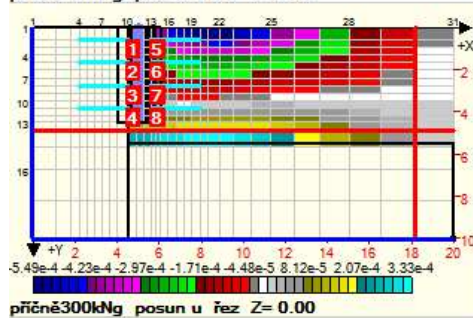
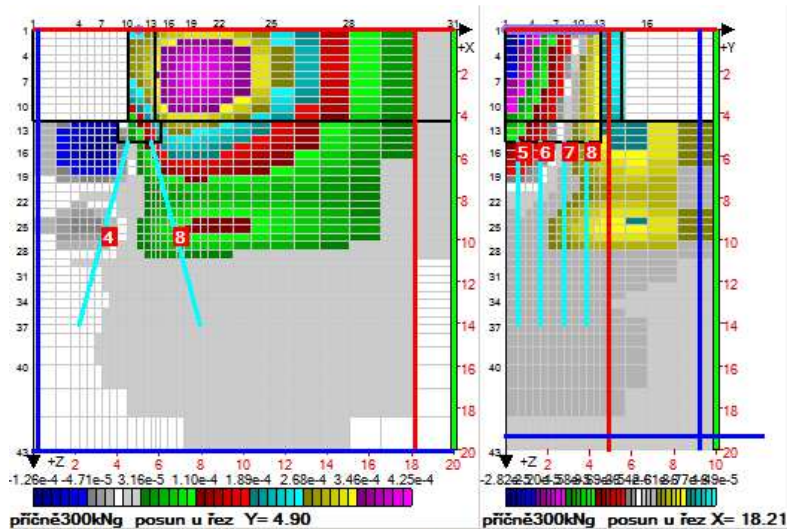
-----+
-12  -11  -11  -11  -9  -6  -19  -37  -19  -16  -19  -6  -14  -26
-13  -12  -12  -12  -11  -11  -37  -73  -38  -33  -38  -11  -31  -58
-18  -17  -17  -17  -16  -16  -55  -108  -56  -49  -57  -17  -47  -86
-28  -29  -28  -28  -26  -22  -76  -149  -77  -67  -77  -21  -59  -108
6  5  4  4  3  2  1  1  0  1  0  0  0  0
-10  -11  -11  -11  -11  -12  -12  -13  -12  -11  -10  -9  -6  3
-27  -26  -26  -26  -26  -26  -27  -27  -26  -24  -21  -20  -12  7
-51  -49  -48  -48  -46  -44  -44  -44  -42  -40  -34  -31  -18  12;
MIMAX nmp[]=-149..12;

```

2f;uu[]=u[1..12,13]'/mm== /* vodorovný posun v ozubu, kladný směrem x, osa mostu */

vv[]=v[1..12,13]'/mm== /* vodorovný posun v ozubu, kladný směrem x, osa mostu */

ww[]=w[1..12,13]'/mm== /* svislý posun, kladný směrem z, dolů */



Poznámka k příčnému zatížení:

Vyvodí jen malé, zanedbatelné účinky. Posun ozubu 2mm v jeho směru, jinak jen desetiny mm. V následujícím shrnutí proto není uvedeno. Kladné vodorovné posuny jsou ve směru osy X, tedy směrem do podloží.

Souhrn výsledků	Tab.A	Tab.B	Tab.C	Tab. D	Tab.B+
/*max. vodorovný posun ozub, mm	+5.2	-11.5	-15.6	+8.1	-9.5*/
max. vodorovný posun ozub, mm	+5.2	-11.5	-15.07	+8.1	-9.5
	+5.3	-13.4	-17.8	+6.7	-10.1
/*max. svislý posun ozubu, mm	+3.9	+2.2	+2.2	+4.2	+2.3*/
max. svislý posun ozubu, mm	+3.9	+2.2	+1.4	+4.2	+2.3
	5.8	4.4	3.2	5.6	3.8
/*max. osová síla mikropiloty, kN	-480	-823	-809	-430	-934*/
max. osová síla mikropiloty, kN	-480	-823	-762	-430	-934
	-798	-1282	-1601	-879	-1912
/*druhá největší osová síla, kN	-255	-440	-433	-230	-407*/
druhá největší osová síla, kN	-255	-440	-404	-230	-407
	-426	-686	835	-462	-786

Tabulka Tab.B+ odpovídá tabulce zatížení Tab.B, ale rozteč mikropilot v úrovni ZS je zvětšena ze 110cm na 160cm. Vodorovný posun se tím zmenšil, narostla síla v MP.

Průběh osových sil podél mikropilot vykazuje na jejich konci rychlý nárůst. Ve výpočtu je mikropilota členěna na 13 dílů, každý délky $+9/13=0.69$ m; Nárůst osových sil na tomto úseku (poslední, při konci MP) ukazuje porovnání předposledního a posledního řádku tabulky osových sil. Je způsoben 'singularitou konce', kde mikropilota zatěžuje podloží jako osamělé břemeno, prakticky v bodě. Prakticky lze ale počítat s osovými silami podle předposledního sloupce tabulky osových sil, takže $\max \sigma = 800 \text{ kN/FT}(108 \text{ mm}, 16 \text{ mm}) = 172.99 \text{ MPa}$;

V Praze, 19/9/2016

ing. Hurych

Návrh mikropilot tedy vyhovuje i pro výpočet opěry jako samostatné konstrukce. Ve skutečnosti celek mostu funguje jako rozpěráková soustava, kde je z velké části zabráněno vodorovným posunům právě působením opěr a mostu jako celku. Pro eliminování nadlimitních svislých posunů bude vzdálenost mikropilot v podélném směru mostu zvětšena z 1100 mm na 1300 mm. Počet mikropilot v jednom základu bude 20 ks.

2. Svahová křídla

2.1. Založení

Svahová křídla jsou lichoběžníkového tvaru výšky včetně základu 2,6-4,23 m, délky 4,75 m. Jsou oddílována od dřívku opěry. Návrh je proveden na stranu bezpečnou na klidový tlak. Základ nelze vzhledem k velikosti provést jako plošný. Přední ústupek nelze zvětšovat z důvodu IS (zejména kanalizace) a zadní ústupek nelze zvětšovat z důvodu výkopů pod provizorii. Zatížení je uvažováno zemním tlakem za rubem bez uvažování pasivního tlaku v líci.

Zemní tlak na rub křídla

Pro posouzení křídel je uvažován klidový zemní tlak od zásypů za rubem opěry. Zásyp opěry je ve výpočtu uvažován nesoudržnou zeminou třídy S5.

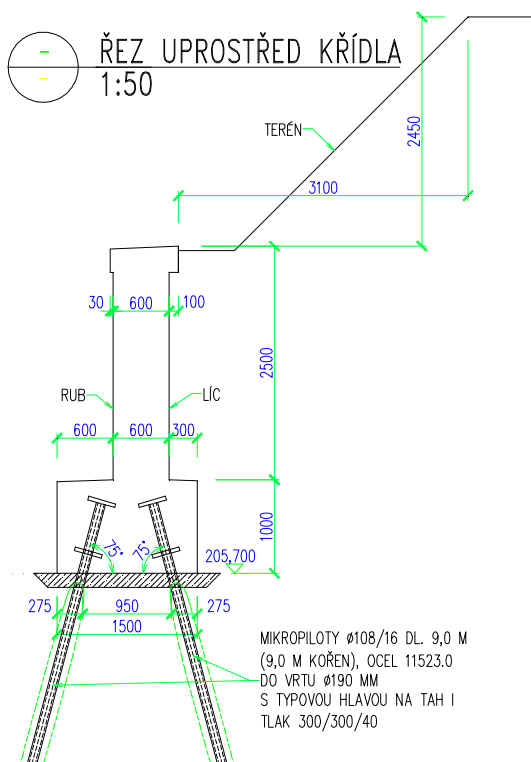
Parametry zeminy:

$$\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi_{\text{ef}} = 26^\circ$$

$$c_{\text{ef}} = 0 \text{ kPa}$$

$$K_r = 1 - \sin \frac{\varphi_{\text{ef}}}{\gamma_{\text{mq}}} = 1 - \sin 26^\circ / 1,1 = 0,601$$



Síly působící ve středu základové spáry

$$M = 188,8 \text{ kNm/m}$$

$$N = 100,3 \text{ kN/m}$$

$$Q = 145,8 \text{ kN/m}$$

$$\text{Moment na celé křídlo } M = 188,8 \text{ kNm/m} = 4,75 \cdot 188,8 \text{ kNm} = 896,8 \text{ kNm}$$

Vzdorovat budou dvojice mikropilot s osovou vzdáleností 0,95 m

Navrhujeme 3 dvojice mikropilot

Svislá síla do 1 mikropiloty od M / 0,95 m / 3 dvojice = $\pm 944,0 / 3 = \pm 314,7$ kN

Normálová síla na celé křídlo N = 100,3 kN = $4,75 \cdot 100,3$ kNm = - 476,4 kN

Svislá síla do 1 mikropiloty od N = - 476,4 kN / 6 = - 79,4 kN

Tlačená mikropilota přední N = $-314,7 - 79,4 = - 394,1$ kN

Tažená mikropilota zadní N = $314,7 - 79,4 = 235,3$ kN

Takto zatížené mikropiloty VYHOVÍ (viz posudek založení opěry)

Vodorovná síla posunující $H_p = 145,82$ kN/m = $4,75 \cdot 145,82$ kN = 692,6 kN

3 dvojice mikropilot = 6 ks

Smyková síla do jedné mikropiloty $692,6 / 6 = 115,4$ kN

Mikropilota TR 108/16 S355J2H.

$A_v = 2944$ mm² (plocha 1 ks TR ve smyku)

Únosnost 1 trubky ve smyku

$V_{rd} = A_v \cdot f_y / (3)^{1/2} = 2,944 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^3 / (3)^{1/2} = 603$ kN

Únosnost 1 trubky v "otlačení betonu"

$V_{rd} = d \cdot x \cdot x \cdot f_{c,d} = 0,108 \cdot 0,4 \cdot 17 \cdot 10^3 = 734,4$ kN

$V_{rd} = 603$ kN $>> 115,4$ kN

VYHOVÍ

2.2. Ohyb svahového křídla nad základem

Posuzováno křídlo v jeho největší výšce (4,3 m)

Zemní tlak na křídlo :

$S_1 = \gamma \cdot K_r \cdot h_1 = 18,5 \cdot 2,10 \cdot 0,601 = 23,3$ kN/m² ... ve výšce římsy

$S_2 = \gamma \cdot K_r \cdot h_2 = 18,5 \cdot 5,40 \cdot 0,601 = 60,0$ kN/m² ... v místě pracovní spáry dřík x základ

$S_p = 0$ kN/m² ... s pasivním tlakem v líci základu není uvažováno

$M_d = 23,3 \cdot 3,3 \cdot 3,3/2 + (60-23,3) \cdot 3,3/2 \cdot 3,3/3 = 126,9 + 66,6 = 193,5$ kN

materiál
10 505 (R)

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa}$$

$$\gamma_s = 1,15$$

$$f_{yd} = 435 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200 \text{ GPa}$$

$$\xi_{bal,1} = 0,617$$

$$\xi_{bal,2} = 0,379$$

beton C30/37

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

$$f_{cm} = 38 \text{ MPa}$$

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

$$f_{ctk,0,05} = 2,0 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 33 \text{ GPa}$$

$$\varepsilon_{c3} = 0,00175 \text{ pom. přet. na mezi plasticity}$$

$$\varepsilon_{cu3} = 0,0035 \text{ pom. přet. na mezi porušení}$$

$$\gamma_c = 1,5$$

$$\alpha_{cc} = 0,85$$

$$\alpha_{ct} = 1$$

$$f_{cd} = 17,0 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = 1,33 \text{ MPa}$$

průřez

$$h = 0,60 \text{ m}$$

$$b = 1,00 \text{ m}$$

$$c = 50 \text{ mm}$$

výztuž

$$\text{výška } \phi = 16 \text{ mm}$$

$$\text{šířka počet} = 5 \text{ ks}$$

$$\text{krytí } A_s = 1,01E-03 \text{ m}^2$$

$$> A_{s,min} = 4,09E-04 \text{ m}^2$$

$$< A_{s,max} = 2,40E-02 \text{ m}^2$$

mezní stav únosnosti
ohyb

$$d = 0,542 \text{ m} \quad \text{účinná výška}$$

$$x = 0,032 \text{ m} \quad \text{výška tlač. oblasti}$$

$$\xi = 0,059 \quad \text{poměrná výška tl.obl.} \quad < \xi_{max} = 0,62$$

$$z = 0,529 \text{ m} \quad \text{rameno vnitřních sil}$$

$$M_{Rd} = 231,3 \text{ kNm} > M_{ed} = 193,5 \text{ kNm} \text{ VYHOVUJE}$$

mezní stav omezení napětí

$$M_{ed} = 193,5 \text{ kNm}$$

$$\alpha_e = 6,1 \text{ pracovní součinitel pro krátkodobé zatížení}$$

$$x = 0,0754 \text{ m}$$

$$I_{xi} = 1,47E-03 \text{ m}^4$$

$$\sigma_c = 9,9 \text{ MPa} < 0,6f_{ck} = 18 \text{ MPa} \text{ VYHOVUJE}$$

$$\sigma_s = 372,4 \text{ MPa} < 0,8f_{yk} = 400 \text{ MPa} \text{ VYHOVUJE}$$

Vzhledem k tomu, že bylo posuzováno křídlo proměnné výšky 4,3 – 2,6 m jako křídlo konstantní výšky 4,3 m, je výztuž dostačující.

3. Úložný práh opěr

3.1. Napětí pod ozubem, příčné tahy

Úložné prahy budou z betonu C30/37

Výpočet proveden pro jeden úložný práh pod jednou konstrukcí.

$$\text{Maximální svislá reakce} \quad F_{zd} = 1262 \text{ kN}$$

$$\text{Příčná síla} \quad F_{yd} = 155,4 \text{ kN}$$

$$\text{Podélná síla} \quad F_{xd} = 829 \text{ kN}$$

Napětí pod ozubem

plocha ozubu

$$A_{C0} = 0,25 \cdot 3,0 = 0,75 \text{ m}^2$$

roznesená plocha

$$A_{C1} = 0,98 \cdot 3,0 = 2,94 \text{ m}^2$$

pevnost betonu v tlaku

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

$$f_{c,d} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_M = 0,85 \cdot 30 / 1,5 = 17,0 \text{ MPa}$$

Soustředěná síla na mezi únosnosti

$$F_{Rdu} = A_{C0} \cdot f_{c,d} \cdot (A_{C1} / A_{C0})^{0,5} = 0,75 \cdot 17 \cdot (2,94 / 0,75)^{0,5} =$$

$$= 25,24 \text{ MN} >> F_{zd} = 1,26 \text{ MN VYHOVUJE}$$

Příčné tahy – ve směru osy mostu

šířka ozubu

$$a = 0,25 \text{ m}$$

roznesená šířka

$$b = 0,98 \text{ m}$$

příčná tahová síla

$$T = 1/4 \cdot F_{zd} \cdot (b-a)/b + F_{xd} = 0,25 \cdot 1262 \cdot (0,98-0,25)/0,98 + 829 = 235,4 + 829 = 1065 \text{ kN}$$

mez kluzu betonářské výztuže

$$f_{sk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{s,d} = f_{sk} / \gamma_s = 500 / 1,15 = 434 \text{ MPa}$$

nutná plocha výztuže

$$A_{a,nutná} = 1,5 \cdot T / f_{s,d} = 1,5 \cdot 1,065 / 434 = 3,679 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 = 3679 \text{ mm}^2$$

navržená výztuž (15φR16, 2 střihy)

$$A_a = 15 \cdot 2 \cdot 201,1 = 6033 \text{ mm}^2 > 3679 \text{ mm}^2 = A_{a,nutná}$$

Dvoustržné tržmínky Ø16/200 mm, ocel R10505 vyhovují.**Podélné tahy u liniového uložení nerozhodují.****3.2. Únosnost zadního ústupku ozubu na vodorovnou sílu**

Posouzení je provedeno pro jeden ozub. Celková délka ozubu je 3,0 m.

Zadní ústupek ozubu se usmykne po minimální ploše délky 35 cm.

$$\text{Únosnost 3m ozubu} = f_{ctd} \cdot A_{cc} / k = 1,33 \cdot 0,35 \cdot 3,0 / 1,5 = 931 \text{ kN} > 829 \text{ kN} = F_{xd}$$

VYHOVUJE

3.3. Napětí v betonu pod úložným prahem

Posouzení je provedeno pro jednu nosnou konstrukci – pro teoretickou délku úložného prahu 3,0 m.

$$R_d = 1262 + 25 \cdot 3,0 \cdot 1,025 \cdot 1,35 = 1366 \text{ kN}$$

$$A = 3,0 \cdot 1,30 = 3,9 \text{ m}^2$$

$$\sigma = R_d / A = 0,35 \text{ Mpa}$$

NAPĚTÍ POD ÚP VYHOVUJE PRO PROSTÝ BETON

3.4. Spřažení úložného prahu opěr s dřikem opěry

Posouzení je provedeno pro jeden úložný práh (2 nosné konstrukce).

Beton C30/37

Spřažení provedeno 4 ks TR 108/16 S275J2H.

$$A_v = 2944 \text{ mm}^2 \text{ (plocha 1 ks TR ve smyku)}$$

Únosnost 1 trubky ve smyku

$$V_{rd} = A_v \cdot f_y / (3)^{1/2} = 2,944 \cdot 10^{-3} \cdot 275 \cdot 10^3 / (3)^{1/2} = 467 \text{ kN}$$

Únosnost 1 trubky v "otlačení betonu"

$$V_{rd} = d \cdot x \cdot f_{c,d} = 0,108 \cdot 0,4 \cdot 17 \cdot 10^3 = 734,4 \text{ kN}$$

Vodorovná posouvající síla úložného prahu (pro 2 konstrukce)

$$V_{sd} = 2 \cdot (F_{yd}^2 + F_{xd}^2)^{0,5} = 2 \cdot (155,4^2 + 829^2)^{0,5} = 1687 \text{ kN} < 1868 \text{ kN} = 4 \cdot 467 = 4 \cdot V_{rd}$$

VYHOVUJE

3.5. Vetknutí rovnoběžného křídla

Zemní tlak na křídlo :

$$S_1 = \gamma * K_r * h_1 = 18,5 * 0 * 0,601 = 0 \text{ kN/m}^2 \dots \text{ve výšce římsy}$$

$$S_2 = \gamma * K_r * h_2 = 18,5 * 2,8 * 0,601 = 31,1 \text{ kN/m}^2 \dots \text{v dolní hraně rovnoběžného křídla}$$

$$S_p = 0 \text{ kN/m}^2 \dots \text{s pasivním tlakem v líci základu není uvažováno}$$

Přetížení od vlaku – rovnoměrné spojitě zatížení o intenzitě 45,1 kN/m², působící na šířce 4,0m.

$$S_v = 45,1 * K_r = 45,1 * 0,601 = 27,1 \text{ kN/m}^2 \dots \text{v celé ploše rovnoběžného křídla}$$

Vnitřní síly byly určeny z deskového modelu. Špičky napětí byly redukovány (maximální vnitřní síly odečteny 0,25 m od lokálního extrému). Takto určené síly jsou na stranu bezpečnou a výrazně vyšší než průměrná síla ve vetknutí křídla.

návrhové hodnoty kombinací vnitřních sil pro jednotlivé mezní stavy

kombinace	MSÚ (STR)	MSP charakteris- tická	MSP kvazistálá	
M_{ed}	136	107	28	kNm
Q_{ed}	114	84	84	kN

materiál
10 505 (R)

$f_{yk} = 500$ MPa
 $\gamma_s = 1,15$
 $f_{yd} = 435$ MPa
 $E_s = 200$ GPa
 $\xi_{bal,1} = 0,617$
 $\xi_{bal,2} = 0,379$

beton C30/37

$f_{ck} = 30$ MPa
 $f_{cm} = 38$ MPa
 $f_{ctm} = 2,9$ MPa
 $f_{ctk,0,05} = 2,0$ MPa
 $E_{cm} = 33$ GPa
 $\varepsilon_{c3} = 0,00175$ pom. přet. na mezi plasticity
 $\varepsilon_{cu3} = 0,0035$ pom. přet. na mezi porušení
 $\gamma_c = 1,5$
 $\alpha_{cc} = 0,85$
 $\alpha_{ct} = 1$
 $f_{cd} = 17,0$ MPa
 $f_{ctd} = 1,33$ MPa

průřez

$h = 0,32$ m
 $b = 1,00$ m
 $c = 50$ mm

výztuž

výška $\phi = 20$ mm
 šířka počet = 5 ks
 krytí $A_s = 1,57E-03$ m²

$$> A_{s,min} = 1,25E-04 \text{ m}^2$$

$$< A_{s,max} = 1,28E-02 \text{ m}^2$$

mezní stav únosnosti**ohyb**

$d = 0,260$ m účinná výška
 $x = 0,050$ m výška tlač. oblasti
 $\xi = 0,193$ poměrná výška tl.obl.
 $z = 0,240$ m rameno vnitřních sil

$$< \xi_{max} = 0,62$$

$$M_{Rd} = 163,8 \text{ kNm} > M_{ed} = 136,0 \text{ kNm} \text{ VYHOVUJE}$$

smyk

$$b_t = b_w = 0,32 \text{ m} \quad \text{šířka průřezu pro smyk}$$

$$C_{Rd,c} = 0,12$$

$$k = 1,877$$

$$k_1 = 0,15$$

$$A_{sl} = 1,57E-03 \text{ m}^2 \quad \text{plocha tahové výztuže, která zasahuje min. } l_{bd} + d \text{ směrem k podpoře}$$

$$\rho_l = 1,89E-02$$

$$V_{min} = 0,493$$

$$V_{Rd,c} = 72,0 \text{ kN} < V_{ed} = 114,0 \text{ kNm} \quad \text{JE TŘEBA NAVRHNOUT SMYKOVOU VÝZTUŽ}$$

svislá smyková výztuž

$$\phi = 12 \text{ mm} \quad \text{profil}$$

$$n = 1 \text{ ks} \quad \text{počet stříhů}$$

$$s = 0,2 \text{ m} \quad \text{vzdálenost řad}$$

$$\alpha = 90^\circ \quad \text{sklon smykové výztuže (od vodorovné)}$$

$$\cot \theta = 2,50 \quad \text{sklon tlakových diagonál}$$

$$v_1 = 0,528$$

$$V_{Rd,s} = 147,5 \text{ kN} \quad \text{únosnost smykové výztuže}$$

$$V_{Rd,max} = 237,6 \text{ kN} \quad \text{únosnost tlakové diagonály}$$

$$V_{Rd,s} = 147,5 \text{ kN} > V_{ed} = 114,0 \text{ kNm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

mezí stav omezení napětí

$$M_{ed} = 107 \text{ kNm}$$

$$\alpha_e = 6,1 \quad \text{pracovní součinitel pro krátkodobé zatížení}$$

$$x = 0,0615 \text{ m}$$

$$I_{xi} = 4,53E-04 \text{ m}^4$$

$$\sigma_c = 14,5 \text{ MPa} < 0,6f_{ck} = 18 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\sigma_s = 284,4 \text{ MPa} < 0,8f_{yk} = 400 \text{ MPa} \quad \text{VYHOVUJE}$$

minimální průřezové plochy výztuže s ohledem na omezení trhlin

$$t = 28 \text{ dní} \quad \text{stáří betonu v době vzniku trhlin}$$

$$\text{třída cementu (R, N, S): } R$$

$$s = 0,2$$

$$\beta_{cc} = 1,000$$

$$f_{cm}(t) = 2,90 \text{ MPa}$$

$$f_{cm,eff} = 2,90 \text{ MPa}$$

$$A_c = 0,10 \text{ m}^2$$

$$k_c = 0,4$$

$$k = 0,986 \quad \text{stěna}$$

$$\sigma_s = 500 \text{ MPa}$$

$$A_{s,min} = 2,34E-04 \text{ m}^2 < A_s = 1,57E-03 \text{ m}^2 \quad \text{VYHOVUJE}$$

mezní stav šířky trhlin - přímý výpočet šířky trhliny

$$\begin{aligned}
 M_{ed} &= 28 \text{ kNm} \\
 \alpha_e &= 15,0 \text{ pracovní součinitel pro dlouhodobé zatížení} \\
 x &= 0,090 \text{ m} \\
 I_{xi} &= 9,24E-04 \text{ m}^4 \\
 \sigma_c &= 2,7 \text{ MPa} < 0,45f_{ck} = 13,5 \text{ MPa} \text{ VYHOVUJE} \\
 \sigma_s &= 77,5 \text{ MPa} \\
 w_k &= 0,07 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm} \text{ VYHOVUJE} \\
 s_{r,max} &= 300 \text{ mm} \quad k_1 = 0,8 \\
 \rho_{p,eff} &= 2,05E-02 \quad k_2 = 0,5 \\
 h_{c,eff} &= 0,077 \quad k_3 = 3,4 \\
 k_t &= 0,4 \quad k_4 = 0,425
 \end{aligned}$$

4. Základy**4.1. Napětí pod hlavou mikropiloty, příčné tahy**

Základy budou z betonu C25/30

Maximální síla v mikropilotě

$$R = 835 \text{ kN}$$

Napětí pod hlavou:

plocha hlavy

$$A_{C0} = 0,3 \cdot 0,3 = 0,09 \text{ m}^2$$

roznesená plocha

$$A_{C1} = 1,025 \cdot 0,9 = 0,92 \text{ m}^2$$

pevnost betonu v tlaku

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

$$f_{c,d} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_M = 0,85 \cdot 25 / 1,5 = 14,1 \text{ MPa}$$

Soustředěná síla na mezi únosnosti

$$F_{Rdu} = A_{C0} \cdot f_{c,d} \cdot (A_{C1} / A_{C0})^{0,5} = 0,09 \cdot 14,1 \cdot (0,92 / 0,09)^{0,5} =$$

$$= 4,08 \text{ MN} \gg R = 0,835 \text{ MN} \text{ VYHOVUJE}$$

Příčné tahy – ve směru osy mostu

Počet prutů výztuže v oblasti dvojice mikropilot, dvojice mikropilot vzdálené 900 mm vzájemně od sebe:

4-ři střihy v jednom řezu, výztuž osově 200 mm od sebe v půdorysu

$$\text{Počet prutů} \quad n = 900 / 200 \cdot 4 = 18 \text{ ks} \quad \varnothing R16$$

$$\text{Plocha výztuže} \quad A_a = n \cdot 201,1 = 3620 \text{ mm}^2$$

mez kluzu betonářské výztuže

$$f_{sk} = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{s,d} = f_{sk} / \gamma_s = 500 / 1,15 = 434 \text{ MPa}$$

šířka hlavy

$$a = 0,3 \text{ m}$$

roznesená šířka

$$b = 1,025 \text{ m}$$

příčná tahová síla od osově síly jedné mikropiloty

$$T = 1/4 \cdot R \cdot (b-a) / b = 0,25 \cdot 835 \cdot (1,025-0,3) / 1,025 = 147,7 \text{ kN}$$

nutná plocha výztuže k zachycení příčného tahu od osově síly v jedné mikropilotě

$$A_{a,nutná} = 1,5 \cdot T / f_{s,d} = 1,5 \cdot 0,1477 / 434 = 0,511 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 = 511 \text{ mm}^2$$

Plocha výztuže

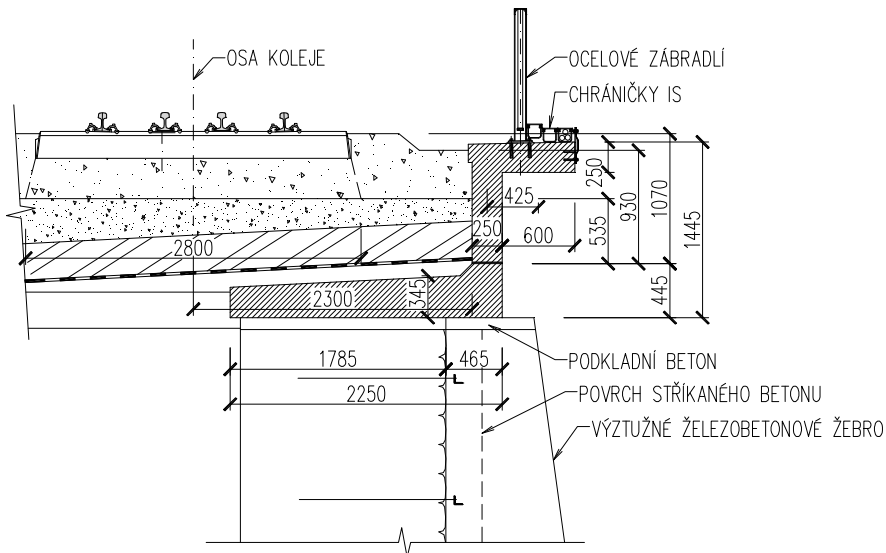
$$A_a = 3620 \text{ mm}^2 \gg A_{a,nutná} = 511 \text{ mm}^2$$

VYHOVUJE: Výztuž je dostatečná pro zachycení příčných tahů i z dvojice mikropilot, přičemž nikdy nejsou obě mikropiloty namáhány maximálním zatížením současně.

Podélné tahy u liniového založení (řady mikropilot) nerozhodují.

5. Úhlové prefabrikáty za opěrou O2 vpravo

5.1. Prefabrikát – výztuž



5.1.1. Předpoklady výpočtu

ŽB konstrukce je uvažována prutovým modelem, zatěžovací šířka je 1 m. Rozměry – viz obr. Rozhodující průřez je v místě náběhu na svislé stěně prefabrikátu.

5.1.2. Zatížení, vnitřní síly

Stálá zatížení

Vlastní tíha – římsa

$$M_{Sk} = 0,25 \cdot 0,6 \cdot 25 \cdot 0,43 = 1,6 \text{ kNm/m}$$

Nahodilá zatížení

Nahodilé dlouhodobé

Zábradlí + chráničky+IS

$$M_{Sk} = 0,4 \cdot 0,28 + 0,3 \cdot 0,52 = 0,1 + 0,16 = 0,26 \text{ kNm/m}$$

Hutněné zásyp. vrstvy, KL

$$\gamma_f = 20 \text{ kN/m}^3, \varphi = 30^\circ, \sigma_{kl} = \gamma_f \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot h = 20 \cdot (1 - \sin 30^\circ) \cdot h = 10 \cdot h \text{ kN/m}^2$$

zatížení zemním tlakem v klidu v $h = 1,07 \text{ m}$

$$\sigma_k = 10 \cdot 1,07 = 10,7 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Sk} = 10,7 \cdot 1,07 / 2 \cdot 1,07 / 3 = 2,04 \text{ kNm/m}$$

Nahodilé krátkodobé

Boční ráz

roznos na dl. jednoho prefabrikátu (2,5 m)

$$F_{Sk} = 100 / 2,5 / 0,93 = 43,0 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Sk} = 43,0 \cdot 0,93 \cdot 0,93 / 2 = 18,6 \text{ kNm/m}$$

Zatížení vlakem - vodorovné přitížení stěny

dle ČSN 73 0037, tab. 1, přetížení uvažuji od úrovně pláně dolů

$$x/b = 2,3/2,8 = 0,82$$

$$z/b = 0,54/2,8 = 0,19$$

$\sigma_r / f_a = 0,45$ (dle tab. 1 v místě náběhu na svislé stěně prefabrikátu)

$$\sigma_r = 0,45 \cdot 156 \cdot 1,1/2,8 = 27,6 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Sk} = 27,60 \cdot 0,54/2 \cdot 0,54/3 = 1,34 \text{ kNm/m}$$

Celkem

$$\Sigma M_{Sk} = 1,6 + 0,26 + 2,04 + 18,6 + 1,34 = 23,9 \text{ kNm}$$

$$\Sigma M_{Sd} = 1,35 \cdot (1,6 + 0,26 + 2,04) + 1,45 \cdot (18,6 + 1,34) = 34,2 \text{ kNm}$$

5.1.3. Posouzení

návrhové hodnoty kombinací vnitřních sil pro jednotlivé mezní stavy

kombinace	MSÚ (STR)	MSP charakteris- tická	MSP kvazistálá	
M_{ed}	34,2	23,9	-	kNm

materiál

C25/30

10 505 (R)		beton	C25/30	
$f_{yk} = 500$	MPa	$f_{ck} = 25$	MPa	
$\gamma_s = 1,15$		$f_{cm} = 33$	MPa	
$f_{yd} = 435$	MPa	$f_{ctm} = 2,6$	MPa	
$E_s = 200$	GPa	$f_{ctk,0,05} = 1,8$	MPa	
$\xi_{bal,1} = 0,617$		$E_{cm} = 31$	GPa	
$\xi_{bal,2} = 0,379$		$\varepsilon_{c3} = 0,00175$	pom. přet. na mezi plasticity	
		$\varepsilon_{cu3} = 0,0035$	pom. přet. na mezi porušení	
		$\gamma_c = 1,5$		
		$\alpha_{cc} = 0,9$		
		$\alpha_{ct} = 1$		
		$f_{cd} = 15,0$	MPa	
		$f_{ctd} = 1,20$	MPa	

průřez

$h = 0,25$	m	výška	$\phi = 12$	mm
$b = 1,00$	m	šířka	počet = 6,67	ks
$c = 50$	mm	krytí	$A_s = 7,54E-04$	m ²

$$> A_{s,min} = 2,62E-04 \text{ m}^2$$

$$< A_{s,max} = 1,00E-02 \text{ m}^2$$

mezní stav únosnosti

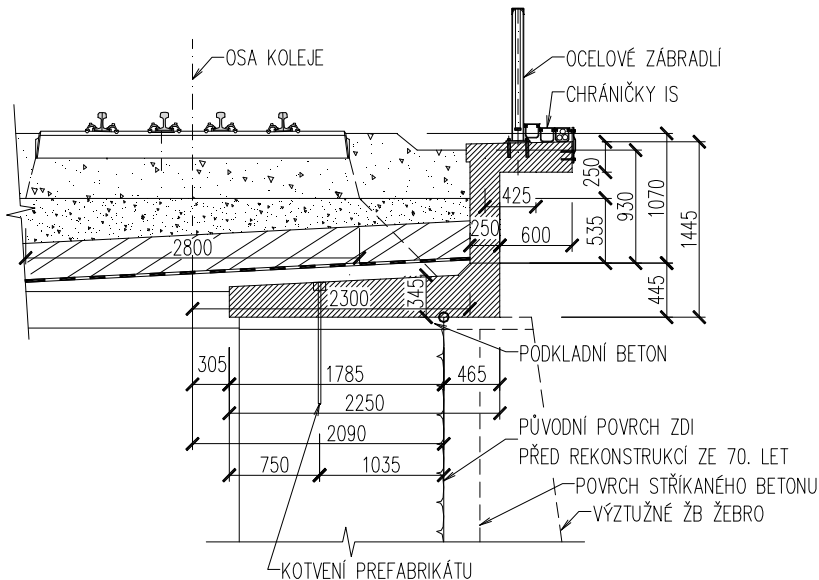
ohyb

$d = 0,194$	m	účinná výška		
$x = 0,027$	m	výška tlač. oblasti		
$\xi = 0,141$		poměrná výška tl.obl.	$\xi_{max} = 0,62$	
$z = 0,183$	m	rameno vnitřních sil		
$M_{Rd} = 60,0$	kNm	$> M_{ed} = 34,2$	kNm	VYHOVUJE

5.1.4. Výztuž

Z konstrukčních důvodů jsou pro nosnou výztuž použity $\phi 12/150$ mm.

5.2. Prefabrikát – stabilita, kotvení



5.2.1. Předpoklady výpočtu

Stabilita ŽB konstrukce je počítána s otáčením vůči lici původní zdi, následné úpravy se stříkaným betonem a žebry nejsou uvažovány.

5.2.2. Zatížení, vnitřní síly

Stálá zatížení

Vlastní tíha - prefabrikát

$$M_{Sk} = 1,11 \cdot 25 \cdot 0,18 = +5,0 \text{ kNm/m}$$

Nahodilá zatížení

Nahodilé dlouhodobé

Zábradlí + chráničky+IS

$$M_{Sk} = -0,4 \cdot 0,62 - 0,3 \cdot 0,86 = -0,25 - 0,26 = -0,5 \text{ kNm/m}$$

Hutněné zásyp. vrstvy, KL, svršek – svislé

$$M_{Sk} = 2,4 \cdot 20 \cdot 0,78 = +37,4 \text{ kNm/m}$$

Hutněné zásyp. vrstvy, KL, svršek – vodorovné

$$M_{Sk} = -10,7 \cdot 1,07/2 \cdot (1,07/3 + 0,45) = -4,6 \text{ kNm/m}$$

Nahodilé krátkodobé

Nezatížený vlak – svislé

$$F_{Sk} = 10/2,09/2 = 2,4 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Sk} = 2,4 \cdot 1,79^2/2 = +3,8 \text{ kNm/m}$$

Boční ráz

roznos na dl. jednoho prefabrikátu (2,5 m)

$$F_{Sk} = 100 \cdot 1,1/2,5/0,93 = 47,3 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Sk} = -47,3 \cdot 0,93 \cdot (0,93/2 + 0,45) = \mathbf{-40,3 \text{ kNm/m}}$$

Nezatížený vlak – vodorovné přetížení stěny
bude zanedbatelné – viz návrh výztuže

Síla větru – vodorovná

$$F_{w,v} = 1,14 \cdot 4 = 4,6 \text{ kN/m} \text{ – viz návrh NK}$$

$$F_{Sk} = 4,6/0,93 = 4,9 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Sk} = -4,9 \cdot 0,93 \cdot (0,93/2 + 0,45) = \mathbf{-4,2 \text{ kNm/m}}$$

Svislá síla – svislá na 1 kolejnicový pás

$$F_{w,s} = \pm 6,1 \text{ kN/m} \text{ – viz návrh NK}$$

$$F_{Sk} = 6,1/2,09 = 2,9 \text{ kN/m}^2$$

$$M_{Sk} = 2,9 \cdot 1,79^2/2 = \mathbf{+4,6 \text{ kNm/m}} \Rightarrow \text{vítr konstrukci stabilizuje}$$

5.2.3. Posouzení stability

$$\gamma_{G,sup} = 1,05$$

$$\gamma_{G,inf} = 0,95$$

$$\gamma_Q = 1,45$$

Moment klopící

$$1,05 \cdot (0,5 + 4,6) + 1,45 \cdot 40,3 = \mathbf{63,8 \text{ kNm}}$$

Moment stabilizující

$$0,95 \cdot (5,0 + 37,4) + 1,0 \cdot 3,8 = \mathbf{44,1 \text{ kNm}}$$

=> nutno doplnit kotvení prefabrikátu

Nutná stabilizující síla

$$F_{sd} = (63,8 - 44,1)/1,04 = 18,9 \text{ kN/m'}$$

Síla do 1 kotvy (použity 3 kotvy/prefabrikát)

$$F_{sd,1} = 18,9 \cdot 2,5/3 = 15,8 \text{ kN}$$

S ohledem na kotvení do starého kamenného zdiva jsou navrženy kotvy M16 dl. 1,0 m do vrtu Ø25 mm s cementovou záhlvkou, kotevní délka bude v kamenném zdivu cca 600 mm. Kotvy budou dodány v nerezovém provedení A4.