

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

**FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA OCELOVÝCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ**



**PŘÍLOHY**

Vedoucí práce: prof. Ing. Michal Jandera, Ph.D.

Vypracovala: Thu Huong Tranová

## **Seznam příloh**

Příloha č. 1 – Přehled zatížení (Scia Engineer)

Příloha č. 2 – Návrh statických schémat pro rámovou konstrukci

Příloha č. 3 – Optimalizované profily

Příloha č. 4 – Vnitřní síly pro navrženou rámovou konstrukci

Příloha č. 5 – Optimalizace v programovacím jazyce Python

# **PŘÍLOHA Č. 1**

**PŘEHLED ZATÍŽENÍ V PROGRAMU SCIA ENGINEER**





| Jméno | Popis               | Typ | Zatěžovací stavy                     | Souč.<br>[1-7] |
|-------|---------------------|-----|--------------------------------------|----------------|
|       |                     |     | Tř - Trení                           | 1.000          |
|       |                     |     | Wx - Vitr podelny                    | 1.000          |
|       |                     |     | Wy - Vitr pricny                     | 1.000          |
| CO3   | Lineární - únosnost |     | G2 - Vl. tíha kanalu a prislusenstvi | 1.350          |
|       |                     |     | EQ1 - Ost. stale                     | 1.350          |
|       |                     |     | EQ2 - Tepelna izolace                | 1.350          |
|       |                     |     | P1 - Provozni                        | 1.050          |
|       |                     |     | P2 - Prach, sedimenty, vypln         | 1.050          |
|       |                     |     | U1 - Pretlak                         | 0.900          |
|       |                     |     | Wx - Vitr podelny                    | 0.900          |
| CO4   | Lineární - únosnost |     | G2 - Vl. tíha kanalu a prislusenstvi | 1.350          |
|       |                     |     | EQ1 - Ost. stale                     | 1.350          |
|       |                     |     | EQ2 - Tepelna izolace                | 1.350          |
|       |                     |     | P1 - Provozni                        | 1.050          |
|       |                     |     | P2 - Prach, sedimenty, vypln         | 1.050          |
|       |                     |     | U2 - Podtlak                         | 0.900          |
|       |                     |     | Wx - Vitr podelny                    | 0.900          |
| CO5   | Lineární - únosnost |     | G2 - Vl. tíha kanalu a prislusenstvi | 1.350          |
|       |                     |     | EQ1 - Ost. stale                     | 1.350          |
|       |                     |     | EQ2 - Tepelna izolace                | 1.350          |
|       |                     |     | P1 - Provozni                        | 1.050          |
|       |                     |     | P2 - Prach, sedimenty, vypln         | 1.050          |
|       |                     |     | U1 - Pretlak                         | 0.900          |
|       |                     |     | Wy - Vitr pricny                     | 0.900          |
| CO6   | Lineární - únosnost |     | G2 - Vl. tíha kanalu a prislusenstvi | 1.350          |
|       |                     |     | EQ1 - Ost. stale                     | 1.350          |
|       |                     |     | EQ2 - Tepelna izolace                | 1.350          |
|       |                     |     | P1 - Provozni                        | 1.050          |
|       |                     |     | P2 - Prach, sedimenty, vypln         | 1.050          |
|       |                     |     | U2 - Podtlak                         | 0.900          |
|       |                     |     | Wy - Vitr pricny                     | 0.900          |
| CO7   | Lineární - únosnost |     | G2 - Vl. tíha kanalu a prislusenstvi | 1.000          |
|       |                     |     | EQ1 - Ost. stale                     | 1.000          |
|       |                     |     | EQ2 - Tepelna izolace                | 1.000          |
|       |                     |     | P1 - Provozni                        | 0.000          |
|       |                     |     | P2 - Prach, sedimenty, vypln         | 0.000          |
|       |                     |     | Wx - Vitr podelny                    | 1.500          |
| CO8   | Lineární - únosnost |     | G2 - Vl. tíha kanalu a prislusenstvi | 1.000          |
|       |                     |     | EQ1 - Ost. stale                     | 1.000          |
|       |                     |     | EQ2 - Tepelna izolace                | 1.000          |
|       |                     |     | P1 - Provozni                        | 0.000          |
|       |                     |     | P2 - Prach, sedimenty, vypln         | 0.000          |
|       |                     |     | Wy - Vitr pricny                     | 1.500          |
| CO9   | Lineární - únosnost |     | G2 - Vl. tíha kanalu a prislusenstvi | 1.000          |
|       |                     |     | EQ1 - Ost. stale                     | 1.000          |
|       |                     |     | EQ2 - Tepelna izolace                | 1.000          |
|       |                     |     | P1 - Provozni                        | 0.000          |
|       |                     |     | P2 - Prach, sedimenty, vypln         | 0.000          |
|       |                     |     | U1 - Pretlak                         | 1.500          |
| CO10  | Lineární - únosnost |     | G2 - Vl. tíha kanalu a prislusenstvi | 1.000          |
|       |                     |     | EQ1 - Ost. stale                     | 1.000          |
|       |                     |     | EQ2 - Tepelna izolace                | 1.000          |
|       |                     |     | P1 - Provozni                        | 0.000          |
|       |                     |     | P2 - Prach, sedimenty, vypln         | 0.000          |
|       |                     |     | U2 - Podtlak                         | 1.500          |
| CO11  | Lineární - únosnost |     | G2 - Vl. tíha kanalu a prislusenstvi | 1.150          |
|       |                     |     | EQ1 - Ost. stale                     | 1.150          |
|       |                     |     | EQ2 - Tepelna izolace                | 1.150          |
|       |                     |     | P1 - Provozni                        | 1.500          |
|       |                     |     | P2 - Prach, sedimenty, vypln         | 1.500          |
|       |                     |     | U1 - Pretlak                         | 0.900          |
|       |                     |     | Wx - Vitr podelny                    | 0.900          |
| CO12  | Lineární - únosnost |     | G2 - Vl. tíha kanalu a prislusenstvi | 1.150          |
|       |                     |     | EQ1 - Ost. stale                     | 1.150          |
|       |                     |     | EQ2 - Tepelna izolace                | 1.150          |
|       |                     |     | P1 - Provozni                        | 1.500          |

verze

verze

verze

| Jméno | Popis               | Typ | Zatěžovací stavy                     | Souč.<br>[1] |
|-------|---------------------|-----|--------------------------------------|--------------|
| CO13  | Lineární - únosnost |     | P2 - Prach, sedimenty, vypln         | 1.500        |
|       |                     |     | U2 - Podtlak                         | 0.900        |
|       |                     |     | Wx - Vitr podelny                    | 0.900        |
|       |                     |     | G2 - Vl. tiha kanalu a prislusenstvi | 1.150        |
|       |                     |     | EQ1 - Ost. stale                     | 1.150        |
| CO14  | Lineární - únosnost |     | EQ2 - Tepelna izolace                | 1.150        |
|       |                     |     | P1 - Provozni                        | 1.500        |
|       |                     |     | P2 - Prach, sedimenty, vypln         | 1.500        |
|       |                     |     | U1 - Pretlak                         | 0.900        |
|       |                     |     | Wy - Vitr pricny                     | 0.900        |
| CO15  | Lineární - únosnost |     | G2 - Vl. tiha kanalu a prislusenstvi | 1.150        |
|       |                     |     | EQ1 - Ost. stale                     | 1.150        |
|       |                     |     | EQ2 - Tepelna izolace                | 1.150        |
|       |                     |     | P1 - Provozni                        | 1.050        |
|       |                     |     | P2 - Prach, sedimenty, vypln         | 1.050        |
| CO16  | Lineární - únosnost |     | U1 - Pretlak                         | 0.900        |
|       |                     |     | Wx - Vitr podelny                    | 1.500        |
|       |                     |     | G2 - Vl. tiha kanalu a prislusenstvi | 1.150        |
|       |                     |     | EQ1 - Ost. stale                     | 1.150        |
|       |                     |     | EQ2 - Tepelna izolace                | 1.150        |
| CO17  | Lineární - únosnost |     | P1 - Provozni                        | 1.050        |
|       |                     |     | P2 - Prach, sedimenty, vypln         | 1.050        |
|       |                     |     | U1 - Pretlak                         | 0.900        |
|       |                     |     | Wy - Vitr pricny                     | 1.500        |
|       |                     |     | G2 - Vl. tiha kanalu a prislusenstvi | 1.150        |
| CO18  | Lineární - únosnost |     | EQ1 - Ost. stale                     | 1.150        |
|       |                     |     | EQ2 - Tepelna izolace                | 1.150        |
|       |                     |     | P1 - Provozni                        | 1.050        |
|       |                     |     | P2 - Prach, sedimenty, vypln         | 1.050        |
|       |                     |     | U2 - Podtlak                         | 0.900        |
| CO19  | Lineární - únosnost |     | Wy - Vitr pricny                     | 1.500        |
|       |                     |     | G2 - Vl. tiha kanalu a prislusenstvi | 1.150        |
|       |                     |     | EQ1 - Ost. stale                     | 1.150        |
|       |                     |     | EQ2 - Tepelna izolace                | 1.150        |
|       |                     |     | P1 - Provozni                        | 1.050        |
| CO20  | Lineární - únosnost |     | P2 - Prach, sedimenty, vypln         | 1.050        |
|       |                     |     | U1 - Pretlak                         | 1.500        |
|       |                     |     | Wx - Vitr podelny                    | 0.900        |
|       |                     |     | G2 - Vl. tiha kanalu a prislusenstvi | 1.150        |
|       |                     |     | EQ1 - Ost. stale                     | 1.150        |
| CO21  | Lineární - únosnost |     | EQ2 - Tepelna izolace                | 1.150        |
|       |                     |     | P1 - Provozni                        | 1.050        |
|       |                     |     | P2 - Prach, sedimenty, vypln         | 1.050        |
|       |                     |     | U1 - Pretlak                         | 1.500        |
|       |                     |     | Wy - Vitr pricny                     | 0.900        |
| CO22  | Lineární - únosnost |     | G2 - Vl. tiha kanalu a prislusenstvi | 1.150        |

verze

verze

verze

| Jméno       | Popis | Typ                     | Zatěžovací stavy                     | Souč.<br>[V] |
|-------------|-------|-------------------------|--------------------------------------|--------------|
|             |       |                         | prislusenstvi                        |              |
|             |       |                         | EQ1 - Ost. stale                     | 1.150        |
|             |       |                         | EQ2 - Tepelna izolace                | 1.150        |
|             |       |                         | P1 - Provozni                        | 1.050        |
|             |       |                         | P2 - Prach, sedimenty, vypln         | 1.050        |
|             |       |                         | U2 - Podtlak                         | 1.050        |
|             |       |                         | Wy - Vitr pricny                     | 1.500        |
| CO23        |       | EN-MSP charakteristická | G2 - Vl. tiha kanalu a prislusenstvi | 1.000        |
|             |       |                         | EQ1 - Ost. stale                     | 1.000        |
|             |       |                         | EQ2 - Tepelna izolace                | 1.000        |
|             |       |                         | P1 - Provozni                        | 1.000        |
|             |       |                         | P2 - Prach, sedimenty, vypln         | 1.000        |
|             |       |                         | U1 - Pretlak                         | 1.000        |
|             |       |                         | Wx - Vitr podelny                    | 1.000        |
| CO24        |       | EN-MSP charakteristická | G2 - Vl. tiha kanalu a prislusenstvi | 1.000        |
|             |       |                         | EQ1 - Ost. stale                     | 1.000        |
|             |       |                         | EQ2 - Tepelna izolace                | 1.000        |
|             |       |                         | P1 - Provozni                        | 1.000        |
|             |       |                         | P2 - Prach, sedimenty, vypln         | 1.000        |
|             |       |                         | U2 - Podtlak                         | 1.000        |
|             |       |                         | Wx - Vitr podelny                    | 1.000        |
| CO25        |       | EN-MSP charakteristická | G2 - Vl. tiha kanalu a prislusenstvi | 1.000        |
|             |       |                         | EQ1 - Ost. stale                     | 1.000        |
|             |       |                         | EQ2 - Tepelna izolace                | 1.000        |
|             |       |                         | P1 - Provozni                        | 1.000        |
|             |       |                         | P2 - Prach, sedimenty, vypln         | 1.000        |
|             |       |                         | U1 - Pretlak                         | 1.000        |
|             |       |                         | Wy - Vitr pricny                     | 1.000        |
| CO26        |       | EN-MSP charakteristická | G2 - Vl. tiha kanalu a prislusenstvi | 1.000        |
|             |       |                         | EQ1 - Ost. stale                     | 1.000        |
|             |       |                         | EQ2 - Tepelna izolace                | 1.000        |
|             |       |                         | P1 - Provozni                        | 1.000        |
|             |       |                         | P2 - Prach, sedimenty, vypln         | 1.000        |
|             |       |                         | U2 - Podtlak                         | 1.000        |
|             |       |                         | Wy - Vitr pricny                     | 1.000        |
| CO27 - Def1 |       | EN-MSP charakteristická | G2 - Vl. tiha kanalu a prislusenstvi | 1.000        |
|             |       |                         | EQ1 - Ost. stale                     | 1.000        |
|             |       |                         | EQ2 - Tepelna izolace                | 1.000        |
|             |       |                         | P1 - Provozni                        | 1.000        |
|             |       |                         | P2 - Prach, sedimenty, vypln         | 1.000        |
|             |       |                         | U1 - Pretlak                         | 1.000        |
|             |       |                         | U2 - Podtlak                         | 1.000        |
|             |       |                         | Tf - Treni                           | 1.000        |
| CO28 - Def2 |       | EN-MSP charakteristická | G2 - Vl. tiha kanalu a prislusenstvi | 1.000        |
|             |       |                         | EQ1 - Ost. stale                     | 1.000        |
|             |       |                         | EQ2 - Tepelna izolace                | 1.000        |
|             |       |                         | P1 - Provozni                        | 1.000        |
|             |       |                         | P2 - Prach, sedimenty, vypln         | 1.000        |
|             |       |                         | U1 - Pretlak                         | 1.000        |
|             |       |                         | U2 - Podtlak                         | 1.000        |
|             |       |                         | Tf - Treni                           | -1.000       |
| CO29 - Def3 |       | EN-MSP charakteristická | G2 - Vl. tiha kanalu a prislusenstvi | 1.000        |
|             |       |                         | EQ1 - Ost. stale                     | 1.000        |
|             |       |                         | EQ2 - Tepelna izolace                | 1.000        |
|             |       |                         | P1 - Provozni                        | 1.000        |
|             |       |                         | P2 - Prach, sedimenty, vypln         | 1.000        |
|             |       |                         | U1 - Pretlak                         | 1.000        |
|             |       |                         | U2 - Podtlak                         | 1.000        |
|             |       |                         | Tf - Treni                           | 1.000        |
|             |       |                         | Wy - Vitr pricny                     | 1.000        |
| CO30 - T(+) |       | EN-MSP charakteristická | G2 - Vl. tiha kanalu a prislusenstvi | 1.000        |
|             |       |                         | EQ1 - Ost. stale                     | 1.000        |
|             |       |                         | EQ2 - Tepelna izolace                | 1.000        |
|             |       |                         | P1 - Provozni                        | 1.000        |
|             |       |                         | P2 - Prach, sedimenty, vypln         | 1.000        |
|             |       |                         | T - Teplota                          | 1.000        |
|             |       |                         | Tf - Treni                           | 1.000        |
| CO31 - T(-) |       | EN-MSP charakteristická | G2 - Vl. tiha kanalu a               | 1.000        |

verze

verze

verze



| Jméno | Popis | Typ | Zatěžovací stavy             | Souč.<br>[V] |
|-------|-------|-----|------------------------------|--------------|
|       |       |     | prislusenstvi                |              |
|       |       |     | EQ1 - Ost. stale             | 1.000        |
|       |       |     | EQ2 - Tepelna izolace        | 1.000        |
|       |       |     | P1 - Provozni                | 0.700        |
|       |       |     | P2 - Prach, sedimenty, vypln | 0.700        |
|       |       |     | Tf - Treni                   | 1.000        |

verze

## 5. Skupiny výsledků

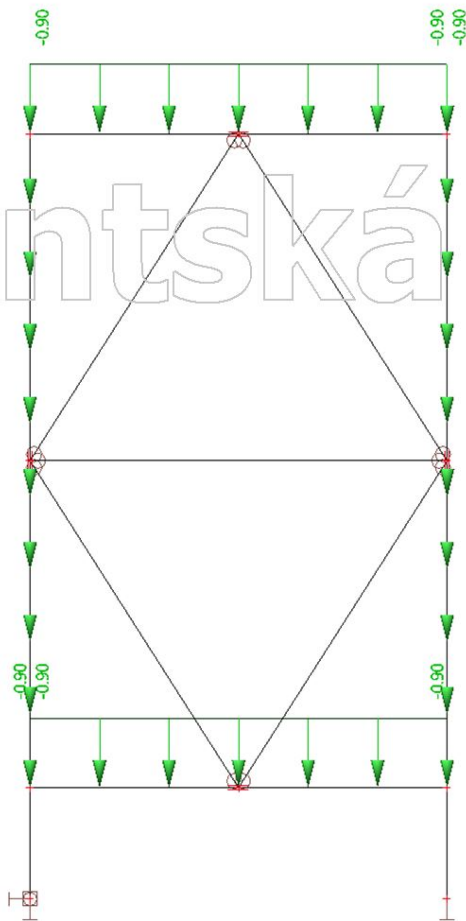
| Jméno       | Výpis  |
|-------------|--|
| Všechny MSU | CO1 - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B<br>CO3 - Lineární - únosnost<br>CO4 - Lineární - únosnost<br>CO5 - Lineární - únosnost<br>CO6 - Lineární - únosnost<br>CO7 - Lineární - únosnost<br>CO8 - Lineární - únosnost<br>CO9 - Lineární - únosnost<br>CO10 - Lineární - únosnost<br>CO11 - Lineární - únosnost<br>CO12 - Lineární - únosnost<br>CO13 - Lineární - únosnost<br>CO14 - Lineární - únosnost<br>CO15 - Lineární - únosnost<br>CO16 - Lineární - únosnost<br>CO17 - Lineární - únosnost<br>CO18 - Lineární - únosnost<br>CO19 - Lineární - únosnost<br>CO20 - Lineární - únosnost<br>CO21 - Lineární - únosnost<br>CO22 - Lineární - únosnost   |
| Všechny MSP | CO3 - Lineární - únosnost<br>CO2 - EN-MSP charakteristická<br>CO23 - EN-MSP charakteristická<br>CO24 - EN-MSP charakteristická<br>CO25 - EN-MSP charakteristická<br>CO26 - EN-MSP charakteristická<br>CO27 - Def1 - EN-MSP charakteristická<br>CO28 - Def2 - EN-MSP charakteristická<br>CO29 - Def3 - EN-MSP charakteristická<br>CO30 - T(+) - EN-MSP charakteristická<br>CO31 - T(-) - EN-MSP charakteristická  |
| Vše MSÚ+MSP | CO1 - EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B<br>CO3 - Lineární - únosnost<br>CO4 - Lineární - únosnost<br>CO5 - Lineární - únosnost<br>CO6 - Lineární - únosnost<br>CO7 - Lineární - únosnost<br>CO8 - Lineární - únosnost<br>CO9 - Lineární - únosnost<br>CO10 - Lineární - únosnost<br>CO11 - Lineární - únosnost<br>CO12 - Lineární - únosnost<br>CO13 - Lineární - únosnost<br>CO14 - Lineární - únosnost<br>CO15 - Lineární - únosnost<br>CO16 - Lineární - únosnost<br>CO17 - Lineární - únosnost<br>CO18 - Lineární - únosnost<br>CO19 - Lineární - únosnost<br>CO20 - Lineární - únosnost<br>CO21 - Lineární - únosnost<br>CO22 - Lineární - únosnost<br>CO2 - EN-MSP charakteristická<br>CO23 - EN-MSP charakteristická<br>CO24 - EN-MSP charakteristická<br>CO25 - EN-MSP charakteristická<br>CO26 - EN-MSP charakteristická<br>CO27 - Def1 - EN-MSP charakteristická<br>CO28 - Def2 - EN-MSP charakteristická<br>CO29 - Def3 - EN-MSP charakteristická<br>CO30 - T(+) - EN-MSP charakteristická<br>CO31 - T(-) - EN-MSP charakteristická |
| MSÚ_MSP     | CO3 - Lineární - únosnost<br>CO4 - Lineární - únosnost<br>CO5 - Lineární - únosnost  |

Studená verze

Studená verze

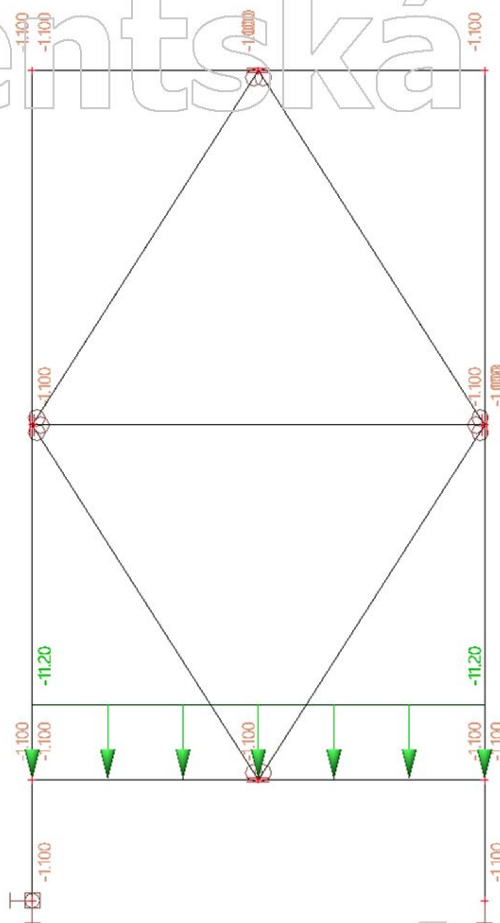
| Jméno | Výpis                            |
|-------|----------------------------------|
| CO6   | - Lineární - únosnost            |
| CO7   | - Lineární - únosnost            |
| CO8   | - Lineární - únosnost            |
| CO9   | - Lineární - únosnost            |
| CO10  | - Lineární - únosnost            |
| CO11  | - Lineární - únosnost            |
| CO12  | - Lineární - únosnost            |
| CO13  | - Lineární - únosnost            |
| CO14  | - Lineární - únosnost            |
| CO15  | - Lineární - únosnost            |
| CO16  | - Lineární - únosnost            |
| CO17  | - Lineární - únosnost            |
| CO18  | - Lineární - únosnost            |
| CO19  | - Lineární - únosnost            |
| CO20  | - Lineární - únosnost            |
| CO21  | - Lineární - únosnost            |
| CO22  | - Lineární - únosnost            |
| CO23  | - EN-MSP charakteristická        |
| CO24  | - EN-MSP charakteristická        |
| CO25  | - EN-MSP charakteristická        |
| CO26  | - EN-MSP charakteristická        |
| CO27  | - Def1 - EN-MSP charakteristická |
| CO28  | - Def2 - EN-MSP charakteristická |
| CO29  | - Def3 - EN-MSP charakteristická |
| CO30  | - T(+) - EN-MSP charakteristická |
| CO31  | - T(-) - EN-MSP charakteristická |

## 6. G2 / VI. tíha příslušenství

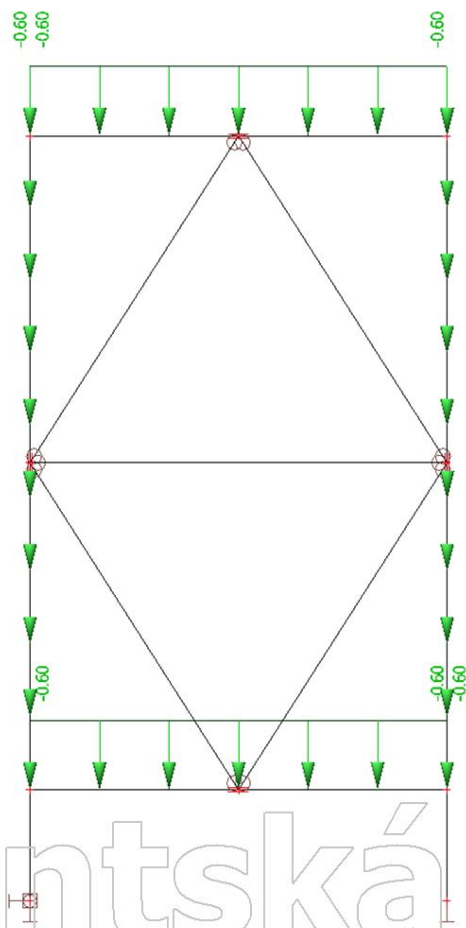


Studentská verze

### 7. EQ1 / Ost. stálé / příslušenství

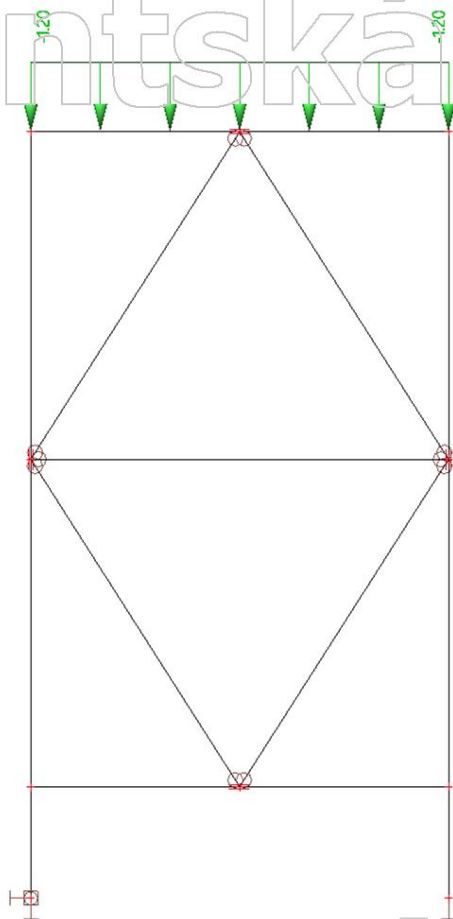


### 8. EQ2 / Ost. stálé / tepelná izolace



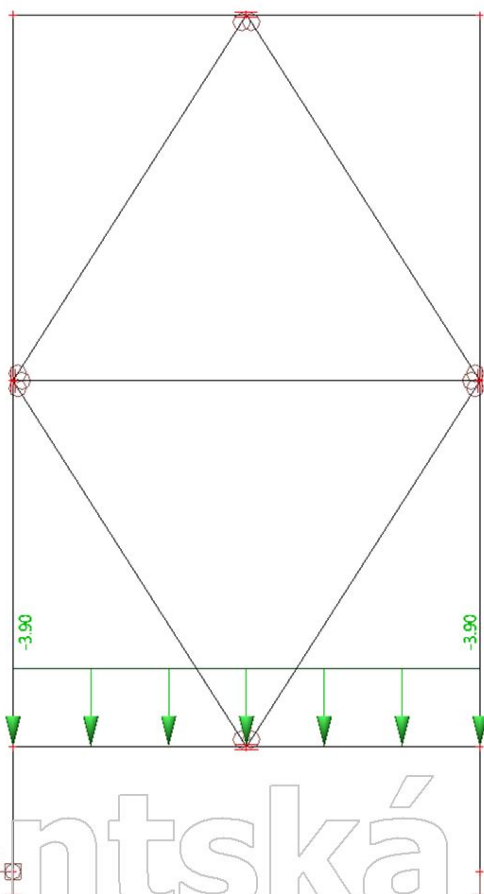
9. P1 / Užité / provozní

Studentská verze



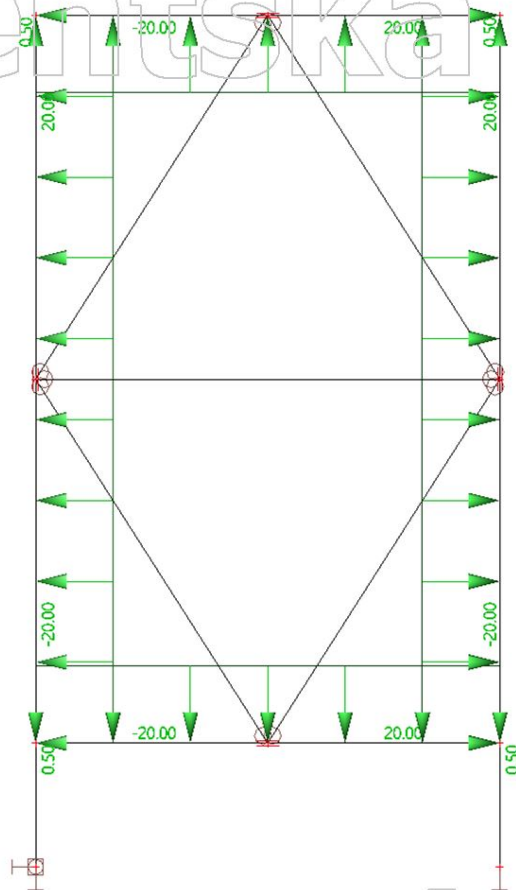
10. P2 / Ost. užité / sedimenty

Studentská verze

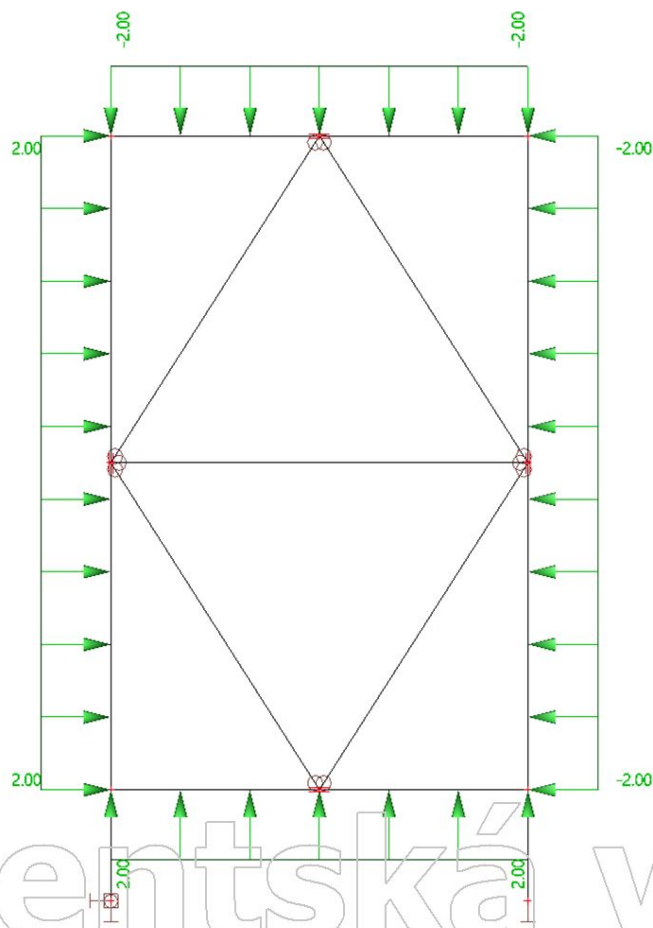


Studentská verze

### 11. U1 / Přetlak

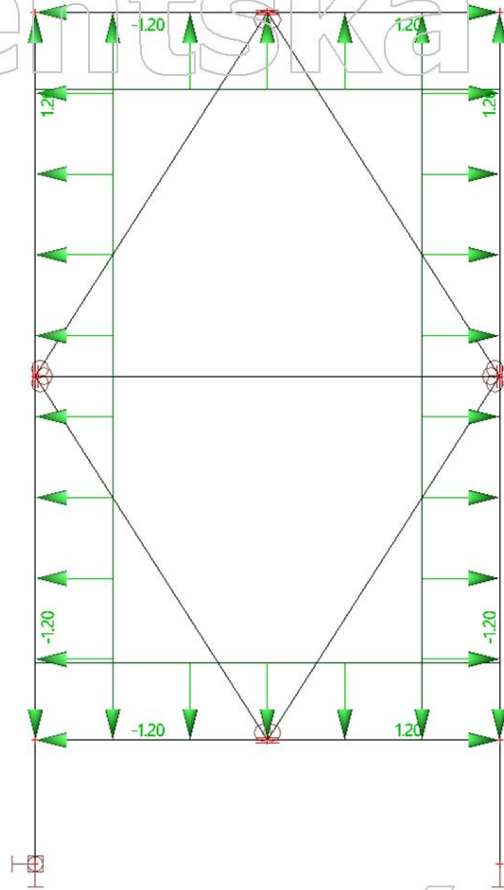


### 12. U2 / Podtlak

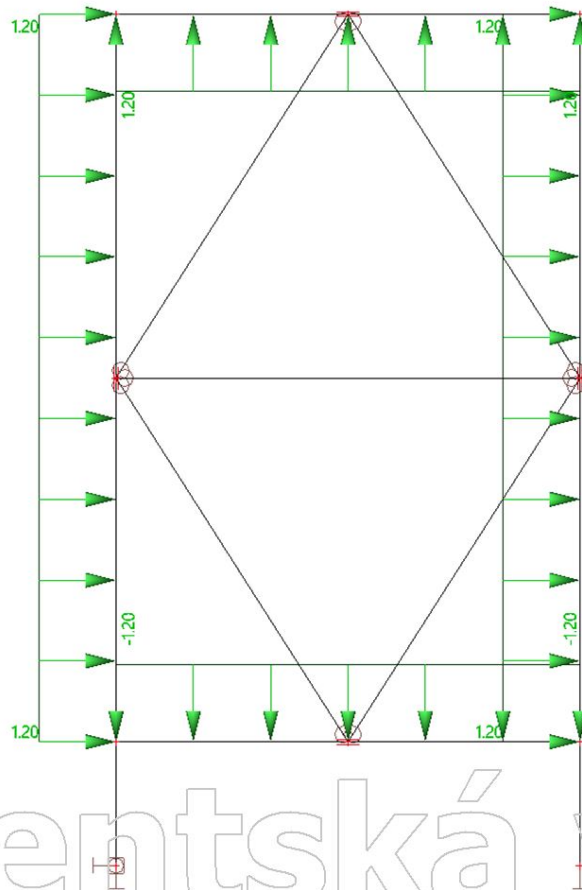




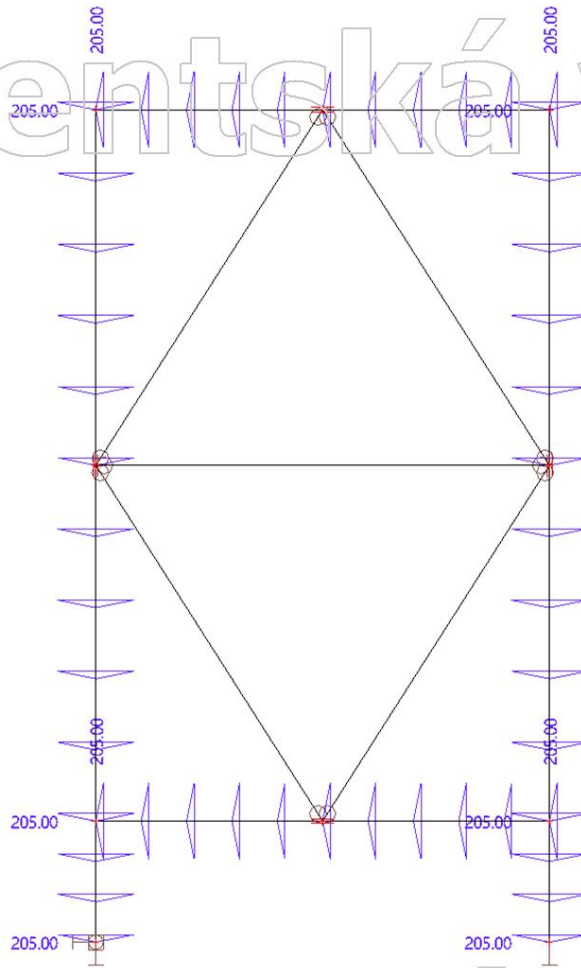
### 13. $W_x$ / Podélný vítr



### 14. $W_y$ / Příčný vítr



Studentská verze



Studentská verze

Studentská verze

# **PŘÍLOHA Č. 2**

VÝBĚR STATICKÝCH SCHÉMAT

## 1. 1D deformace; $u_x$

Hodnoty:  $u_x$

Lineární výpočet

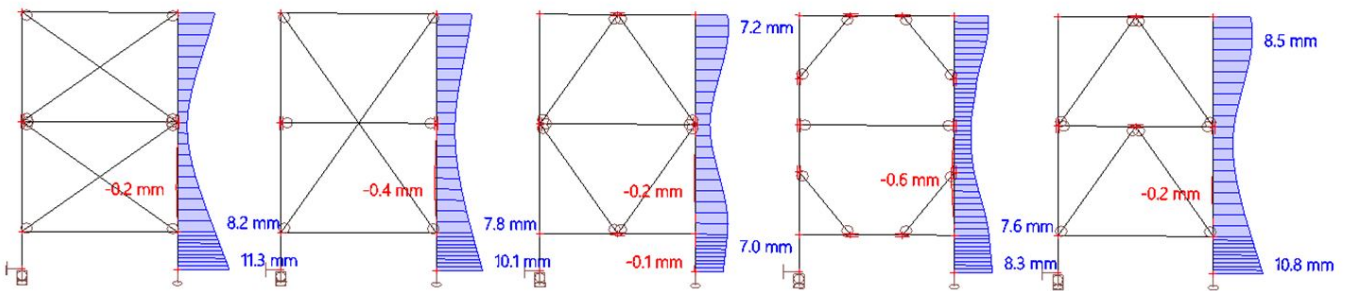
Třída: MSÚ\_MSP

Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B604, B605, B784, B785, B794, B795, B804, B805, B814, B815

Filtr: Vrstva = Ux



## 2. 1D deformace; $u_z$

Hodnoty:  $u_z$

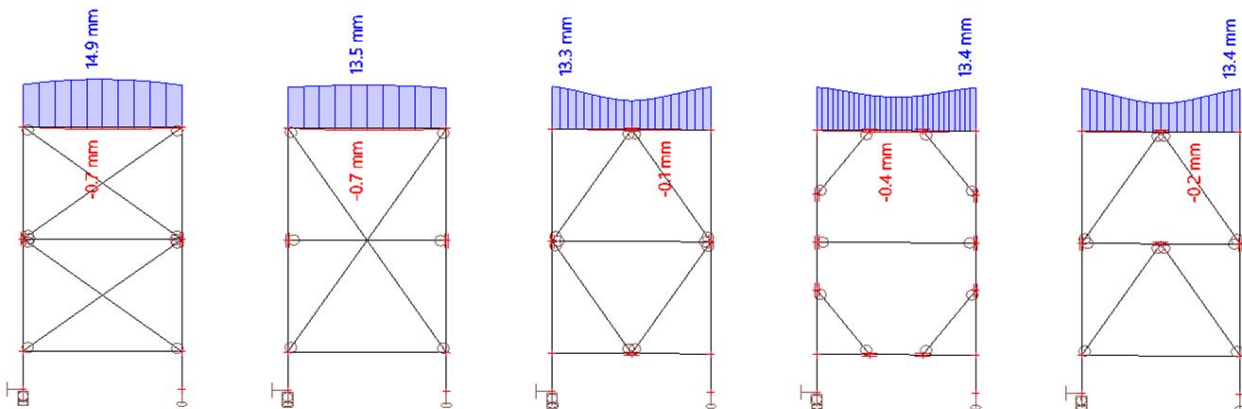
Lineární výpočet

Třída: MSÚ\_MSP

Souřadný systém: Globální

Extrém 1D: Dílec

Výběr: pricel 27, pricel 45..pricel 48



Studentská verze

### 3. 1D napětí; $\sigma_x$

Hodnoty:  $\sigma_x$

Lineární výpočet

Třída: MSJ\_MSP

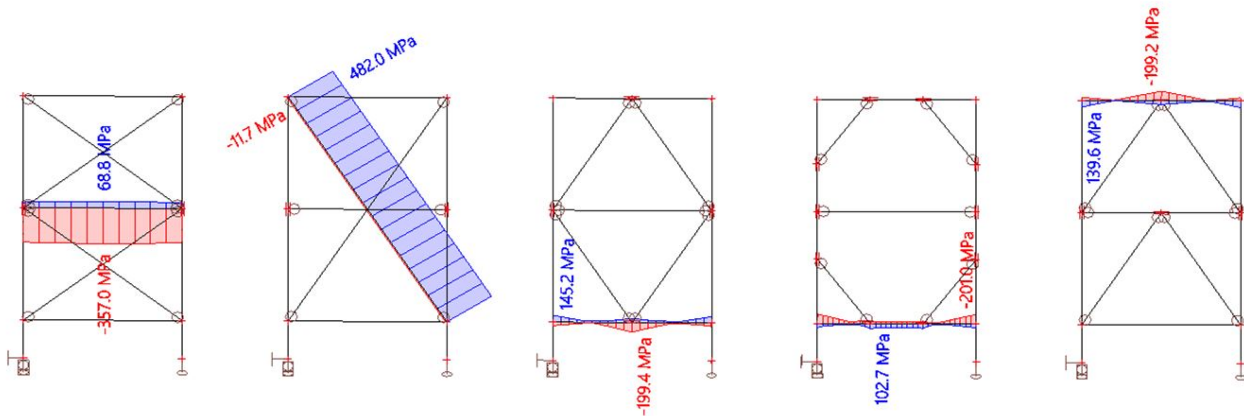
Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B607, B796, B806, pricel 48,

B825

Filtr: Vrstva = sigma\_x



Studentská verze

Studentská verze

# **PŘÍLOHA Č. 3**

OPTIMALIZOVANÉ PROFILY

### VYHOVUJÍCÍ PROFILY PRO HORNÍ PŘÍČEL

| horní<br>příčel | m      | t    | AB   | CD   | $A_{\text{eff.N}}$ | $I_{y.c.m^2}$      | N   | My+  | My-  | N + My+ | N + My- | $N_{\text{Ed}}$ | $M_{\text{Ed}}$ |
|-----------------|--------|------|------|------|--------------------|--------------------|-----|------|------|---------|---------|-----------------|-----------------|
|                 | [kg/m] | [mm] | [mm] | [mm] | [mm <sup>2</sup> ] | [mm <sup>4</sup> ] | [%] | [%]  | [%]  | [%]     | [%]     | [kN]            | [kNm]           |
| 1               | 19.32  | 2.3  | 40   | 145  | 1665.2             | 6965305.3          | 9.3 | 68.3 | 79.3 | 89.8    | 99.2    | 36.06           | 15.26           |
| 2               | 19.50  | 2.3  | 45   | 145  | 1673.5             | 7018946.1          | 9.2 | 67.1 | 79.2 | 88.7    | 99.1    | 36.07           | 15.42           |
| 3               | 19.68  | 2.3  | 50   | 145  | 1680.0             | 7063253.7          | 9.2 | 67.1 | 78.7 | 88.7    | 98.7    | 36.07           | 15.48           |
| 4               | 19.78  | 2.4  | 35   | 140  | 1780.5             | 7072390.2          | 8.7 | 70.9 | 79.5 | 91.2    | 98.6    | 36.08           | 15.49           |
| 5               | 19.78  | 2.4  | 30   | 145  | 1742.5             | 7102145.6          | 8.9 | 69.6 | 79.9 | 90.4    | 99.3    | 36.08           | 15.53           |
| 6               | 19.78  | 2.4  | 40   | 135  | 1793.3             | 6933847.5          | 8.7 | 71.3 | 80.2 | 91.5    | 99.2    | 36.07           | 15.31           |
| 7               | 19.86  | 2.3  | 55   | 145  | 1685.3             | 7100965.1          | 9.1 | 67.2 | 78.3 | 88.8    | 98.4    | 36.08           | 15.53           |
| 8               | 19.97  | 2.4  | 35   | 145  | 1785.4             | 7325760.5          | 8.7 | 68.9 | 77.8 | 89.4    | 97.1    | 36.09           | 15.82           |
| 9               | 19.97  | 2.4  | 40   | 140  | 1798.6             | 7178152.4          | 8.6 | 70.9 | 80.1 | 91.0    | 98.9    | 36.09           | 15.63           |
| 10              | 20.04  | 2.3  | 60   | 145  | 1689.8             | 7134374.9          | 9.1 | 67.3 | 78.0 | 88.8    | 98.2    | 36.08           | 15.57           |
| 11              | 20.16  | 2.4  | 40   | 145  | 1803.6             | 7428777.9          | 8.6 | 67.5 | 76.8 | 88.0    | 96.1    | 36.10           | 15.95           |
| 12              | 20.16  | 2.4  | 45   | 140  | 1808.0             | 7238634.4          | 8.6 | 67.8 | 77.9 | 88.4    | 97.1    | 36.09           | 15.71           |
| 13              | 20.16  | 2.4  | 50   | 135  | 1810.1             | 7047820.1          | 8.7 | 72.0 | 81.0 | 92.1    | 99.8    | 36.08           | 15.46           |
| 14              | 20.22  | 2.3  | 65   | 145  | 1693.7             | 7164793.0          | 9.1 | 67.3 | 67.6 | 88.9    | 97.9    | 16.08           | 15.61           |
| 15              | 20.35  | 2.4  | 45   | 145  | 1813.0             | 7487410.5          | 8.5 | 66.0 | 76.2 | 86.7    | 95.6    | 36.10           | 16.02           |

## 1. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N

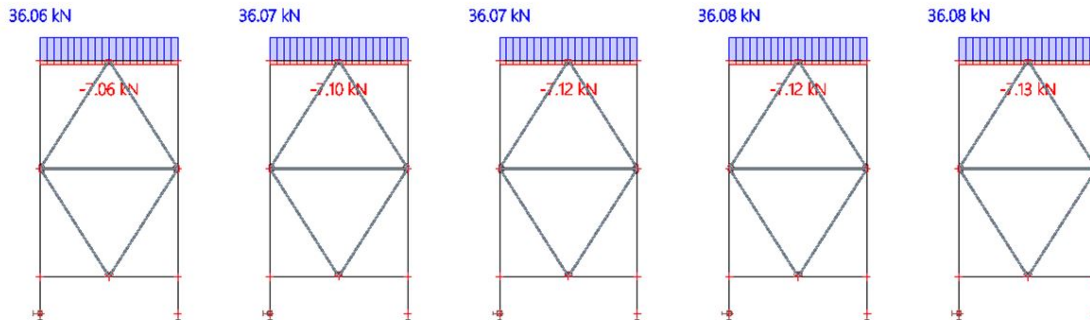
Lineární výpočet

Třída: MSÚ\_MSP

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: pricel 74..pricel 78



## 2. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>

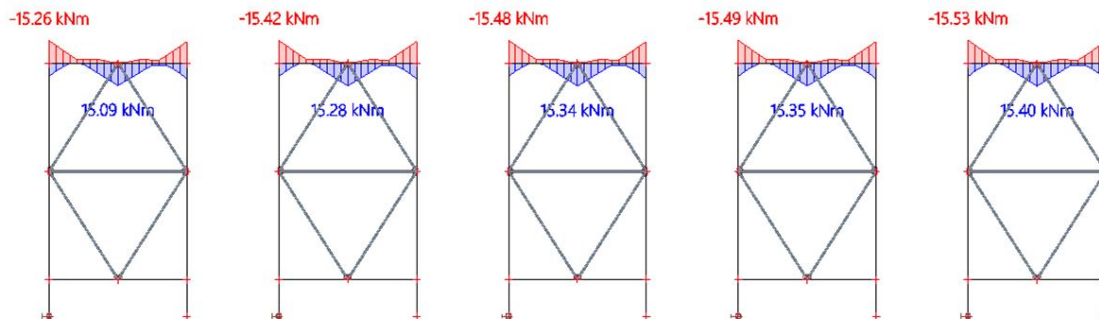
Lineární výpočet

Třída: MSÚ\_MSP

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: pricel 74..pricel 78

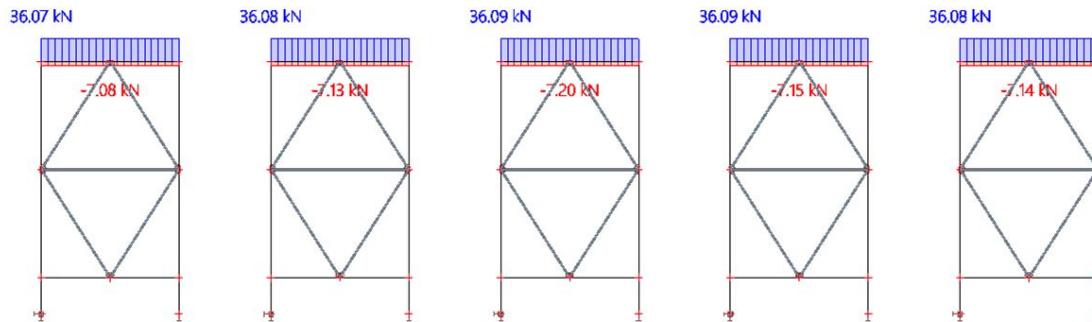


Studentská verze



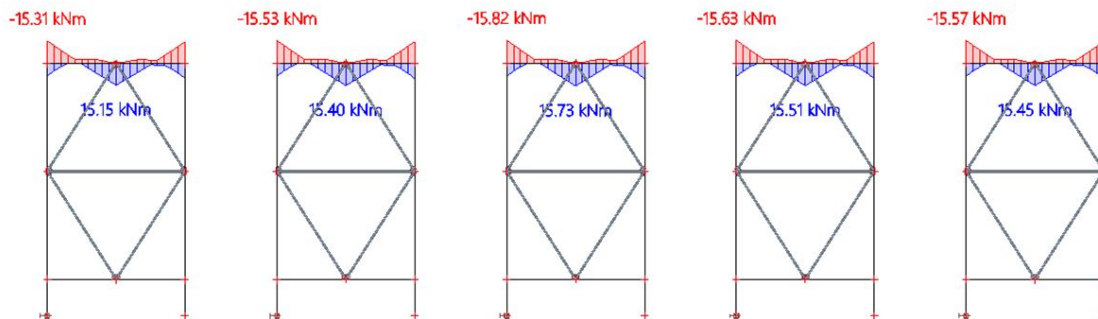
### 3. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Lineární výpočet  
Třída: MSÚ\_MSP  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: pricel 79..pricel 83



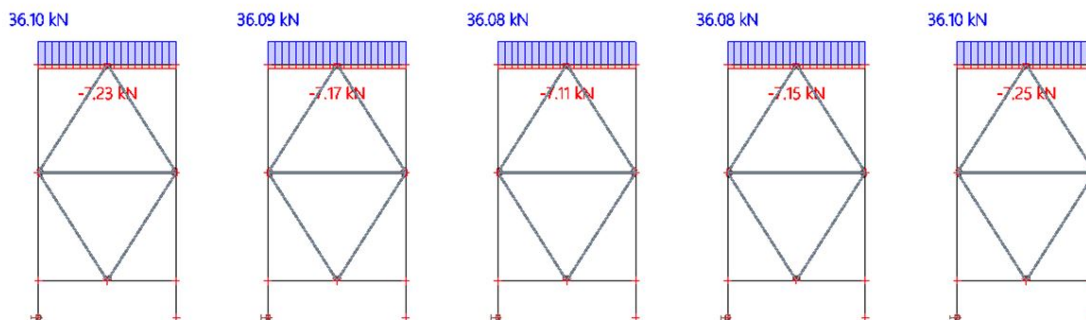
### 4. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>  
Lineární výpočet  
Třída: MSÚ\_MSP  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: pricel 79..pricel 83



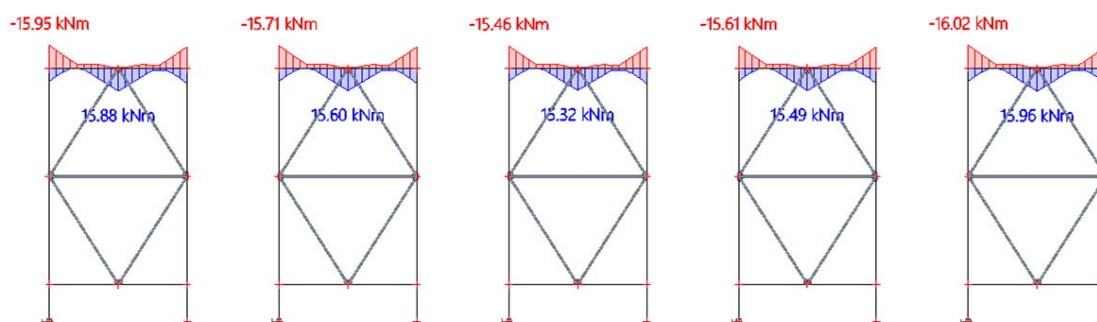
## 5. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Lineární výpočet  
Třída: MSÚ\_MSP  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: pricel 84..pricel 88



## 6. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>  
Lineární výpočet  
Třída: MSÚ\_MSP  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: pricel 84..pricel 88



Studentská verze

### VYHOVUJÍCÍ PROFILY PRO HORNÍ PŘÍČEL

| horní<br>příčel | m      | t    | AB   | CD   | $A_{\text{eff.N}}$ | $I_{y.c.m^2}$      | N   | My+  | My-  | N + My+ | N + My- | $N_{\text{Ed}}$ | $M_{\text{Ed}}$ |
|-----------------|--------|------|------|------|--------------------|--------------------|-----|------|------|---------|---------|-----------------|-----------------|
|                 | [kg/m] | [mm] | [mm] | [mm] | [mm <sup>2</sup> ] | [mm <sup>4</sup> ] | [%] | [%]  | [%]  | [%]     | [%]     | [kN]            | [kNm]           |
| 1               | 19.32  | 2.3  | 40   | 145  | 1665.2             | 6965305.3          | 9.3 | 68.3 | 79.3 | 89.8    | 99.2    | 36.06           | 15.26           |
| 2               | 19.50  | 2.3  | 45   | 145  | 1673.5             | 7018946.1          | 9.2 | 67.1 | 79.2 | 88.7    | 99.1    | 36.07           | 15.42           |
| 3               | 19.68  | 2.3  | 50   | 145  | 1680.0             | 7063253.7          | 9.2 | 67.1 | 78.7 | 88.7    | 98.7    | 36.07           | 15.48           |
| 4               | 19.78  | 2.4  | 35   | 140  | 1780.5             | 7072390.2          | 8.7 | 70.9 | 79.5 | 91.2    | 98.6    | 36.08           | 15.49           |
| 5               | 19.78  | 2.4  | 30   | 145  | 1742.5             | 7102145.6          | 8.9 | 69.6 | 79.9 | 90.4    | 99.3    | 36.08           | 15.53           |
| 6               | 19.78  | 2.4  | 40   | 135  | 1793.3             | 6933847.5          | 8.7 | 71.3 | 80.2 | 91.5    | 99.2    | 36.07           | 15.31           |
| 7               | 19.86  | 2.3  | 55   | 145  | 1685.3             | 7100965.1          | 9.1 | 67.2 | 78.3 | 88.8    | 98.4    | 36.08           | 15.53           |
| 8               | 19.97  | 2.4  | 35   | 145  | 1785.4             | 7325760.5          | 8.7 | 68.9 | 77.8 | 89.4    | 97.1    | 36.09           | 15.82           |
| 9               | 19.97  | 2.4  | 40   | 140  | 1798.6             | 7178152.4          | 8.6 | 70.9 | 80.1 | 91.0    | 98.9    | 36.09           | 15.63           |
| 10              | 20.04  | 2.3  | 60   | 145  | 1689.8             | 7134374.9          | 9.1 | 67.3 | 78.0 | 88.8    | 98.2    | 36.08           | 15.57           |
| 11              | 20.16  | 2.4  | 40   | 145  | 1803.6             | 7428777.9          | 8.6 | 67.5 | 76.8 | 88.0    | 96.1    | 36.10           | 15.95           |
| 12              | 20.16  | 2.4  | 45   | 140  | 1808.0             | 7238634.4          | 8.6 | 67.8 | 77.9 | 88.4    | 97.1    | 36.09           | 15.71           |
| 13              | 20.16  | 2.4  | 50   | 135  | 1810.1             | 7047820.1          | 8.7 | 72.0 | 81.0 | 92.1    | 99.8    | 36.08           | 15.46           |
| 14              | 20.22  | 2.3  | 65   | 145  | 1693.7             | 7164793.0          | 9.1 | 67.3 | 67.6 | 88.9    | 97.9    | 16.08           | 15.61           |
| 15              | 20.35  | 2.4  | 45   | 145  | 1813.0             | 7487410.5          | 8.5 | 66.0 | 76.2 | 86.7    | 95.6    | 36.10           | 16.02           |

## 1. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N

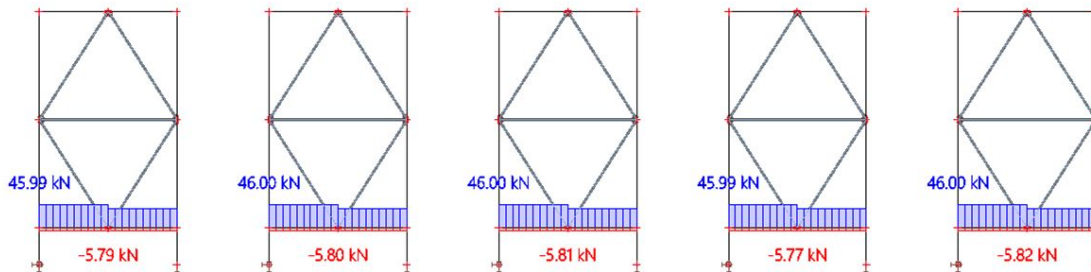
Lineární výpočet

Třída: MSÚ\_MSP

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1226, B1236, B1246, B1256, B1266



## 2. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>

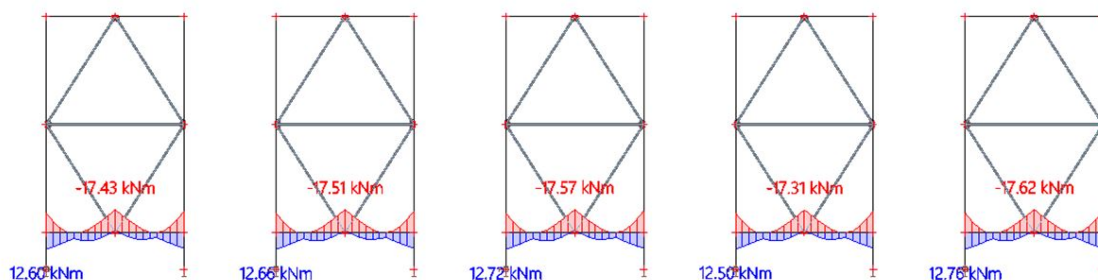
Lineární výpočet

Třída: MSÚ\_MSP

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

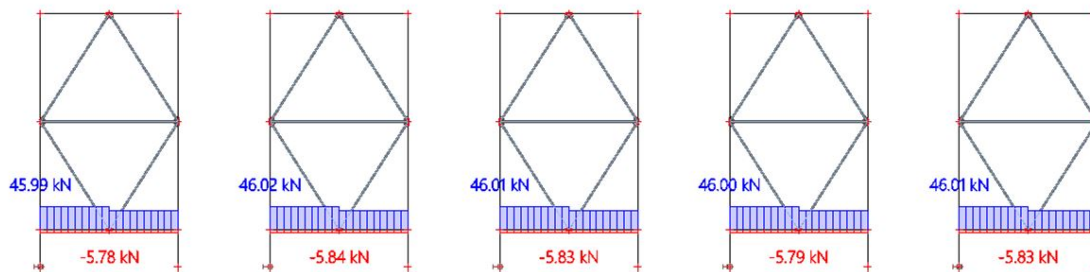
Výběr: B1226, B1236, B1246, B1256, B1266



Studentská verze

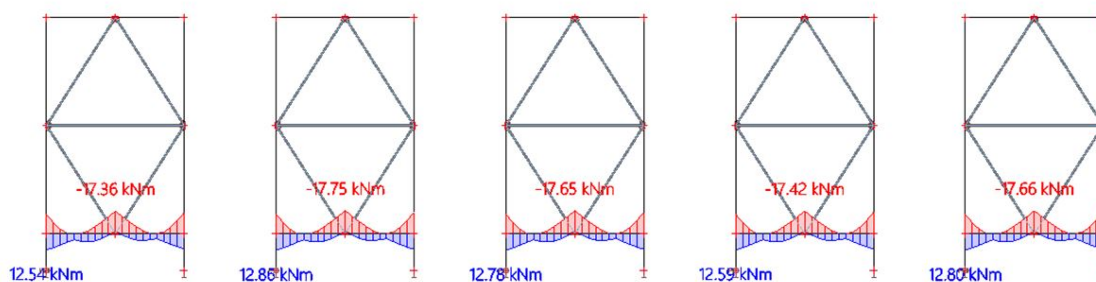
### 3. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N  
Lineární výpočet  
Třída: MSÚ\_MSP  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: B1276, B1286, B1296, B1306,  
B1316



### 4. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>  
Lineární výpočet  
Třída: MSÚ\_MSP  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: B1276, B1286, B1296, B1306,  
B1316





## 5. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N

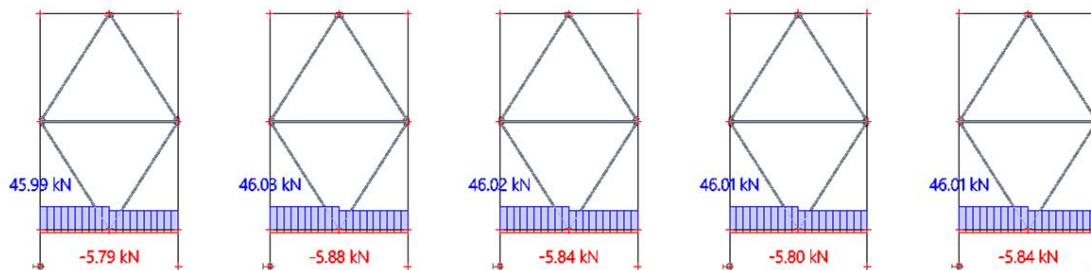
Lineární výpočet

Třída: MSÚ\_MSP

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1326, B1336, B1346, B1356,  
B1366



## 6. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>

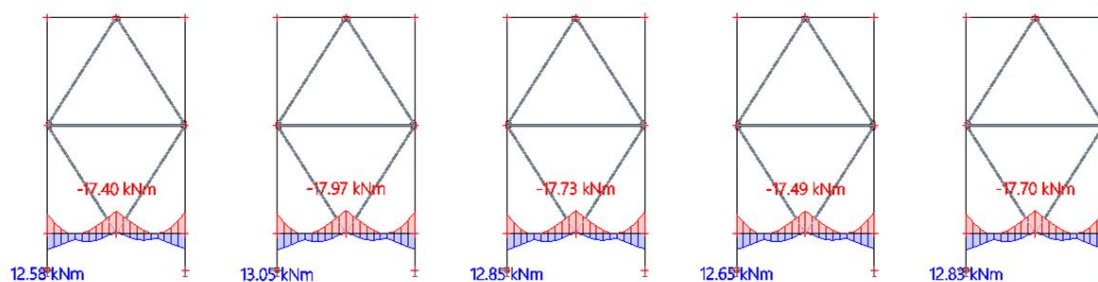
Lineární výpočet

Třída: MSÚ\_MSP

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B1326, B1336, B1346, B1356,  
B1366



### VYHOVUJÍCÍ PROFILY PRO SLOUPY

| sloupy | m      | t    | AB   | CD   | $A_{\text{eff.N}}$ | $I_{y.c.m2}$       | N    | My+  | My-  | N + My+ | N + My- | $N_{\text{Ed}}$ | $M_{\text{Ed}}$ |
|--------|--------|------|------|------|--------------------|--------------------|------|------|------|---------|---------|-----------------|-----------------|
|        | [kg/m] | [mm] | [mm] | [mm] | [mm <sup>2</sup> ] | [mm <sup>4</sup> ] | [%]  | [%]  | [%]  | [%]     | [%]     | [kN]            | [kNm]           |
| 1      | 20.16  | 2.4  | 40   | 145  | 1803.6             | 7428777.9          | 10.7 | 66.6 | 75.7 | 90.1    | 98.1    | 42.82           | 15.73           |
| 2      | 20.35  | 2.4  | 50   | 140  | 1815.4             | 7288573.5          | 10.6 | 66.0 | 77.1 | 89.6    | 99.3    | 42.81           | 15.71           |
| 3      | 20.35  | 2.4  | 45   | 145  | 1813.0             | 7487410.5          | 10.6 | 64.8 | 74.9 | 88.5    | 97.3    | 42.83           | 15.74           |
| 4      | 20.54  | 2.4  | 50   | 145  | 1820.4             | 7535712.7          | 10.6 | 63.9 | 74.2 | 87.7    | 96.7    | 42.85           | 15.75           |
| 5      | 20.54  | 2.4  | 55   | 140  | 1821.4             | 7331061.8          | 10.6 | 64.3 | 76.5 | 88.1    | 98.8    | 42.82           | 15.72           |
| 6      | 20.61  | 2.5  | 30   | 145  | 1872.0             | 7516395.3          | 10.3 | 66.8 | 75.9 | 90.0    | 97.9    | 42.89           | 15.74           |
| 7      | 20.61  | 2.5  | 35   | 140  | 1911.9             | 7476080.7          | 10.1 | 68.3 | 75.8 | 90.9    | 97.5    | 42.92           | 15.74           |
| 8      | 20.61  | 2.5  | 40   | 135  | 1933.9             | 7370380.9          | 10.1 | 69.4 | 76.7 | 91.8    | 98.0    | 42.92           | 15.72           |
| 9      | 20.72  | 2.4  | 55   | 145  | 1826.4             | 7576711.4          | 10.5 | 63.4 | 70.7 | 87.2    | 93.6    | 42.86           | 15.75           |
| 10     | 20.72  | 2.4  | 60   | 140  | 1826.5             | 7368656.6          | 10.5 | 63.9 | 75.9 | 87.8    | 98.3    | 42.83           | 15.72           |
| 11     | 20.80  | 2.5  | 35   | 145  | 1917.4             | 7746461.7          | 10.1 | 65.1 | 72.8 | 88.0    | 94.7    | 42.96           | 15.78           |
| 12     | 20.80  | 2.5  | 40   | 140  | 1939.9             | 7629954.8          | 10.0 | 66.4 | 73.7 | 89.0    | 95.3    | 42.96           | 15.76           |
| 13     | 20.80  | 2.5  | 45   | 135  | 1944.5             | 7438417.9          | 10.0 | 67.5 | 75.7 | 90.0    | 97.1    | 42.94           | 15.73           |
| 14     | 20.91  | 2.4  | 60   | 145  | 1831.4             | 7612912.9          | 10.5 | 63.7 | 73.1 | 87.6    | 95.8    | 42.87           | 15.76           |
| 15     | 20.91  | 2.4  | 65   | 140  | 1830.9             | 7402834.0          | 10.5 | 63.8 | 75.4 | 87.8    | 98.0    | 42.84           | 15.73           |

## 1. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N

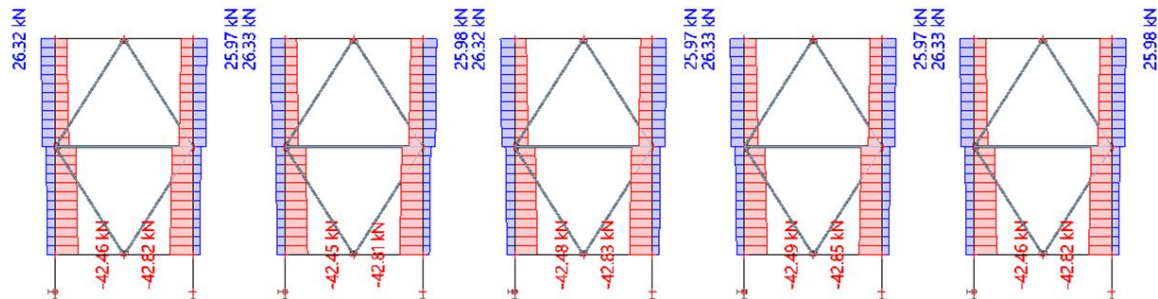
Lineární výpočet

Třída: MSÚ\_MSP

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B603, B605, B783, B785, B793,  
B795, B803, B805, B813, B815



## 2. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$

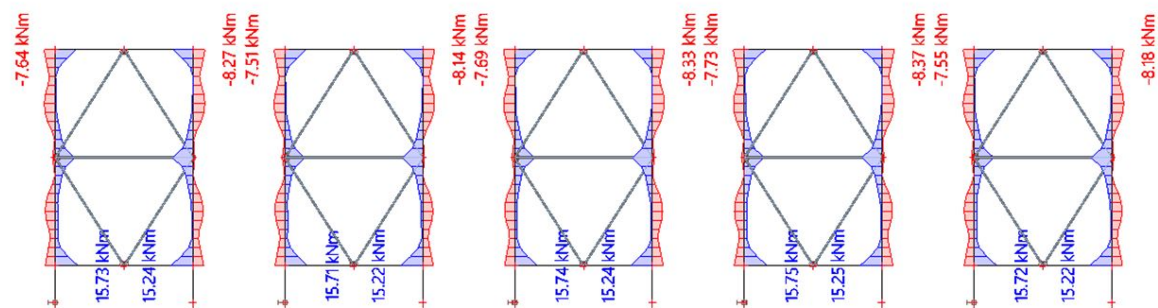
Lineární výpočet

Třída: MSÚ\_MSP

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B603, B605, B783, B785, B793,  
B795, B803, B805, B813, B815



Studentská verze



Hodnoty: **N**

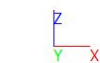
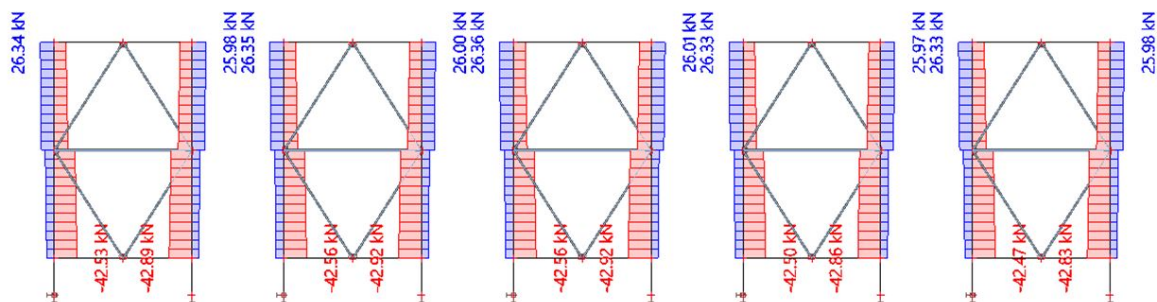
Lineární výpočet

Třída: MSÚ\_MSP

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B823, B825, B833, B835, B843,  
B845, B853, B855, B863, B865



### 3. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  **$M_y$**

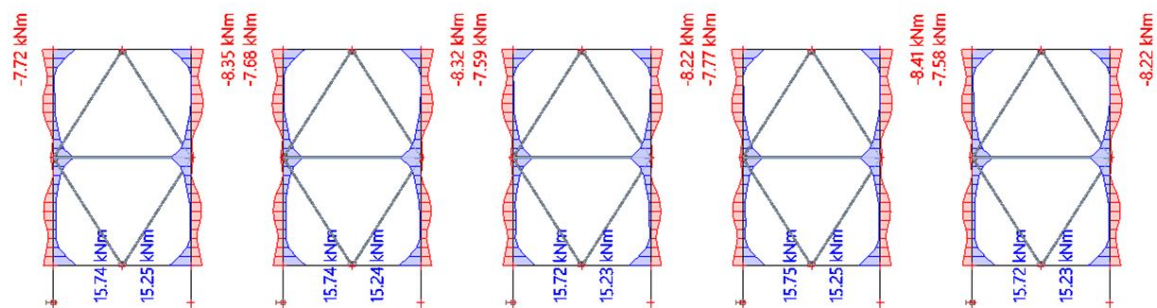
Lineární výpočet

Třída: MSÚ\_MSP

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B823, B825, B833, B835, B843,  
B845, B853, B855, B863, B865



Studentská verze

#### 4. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N

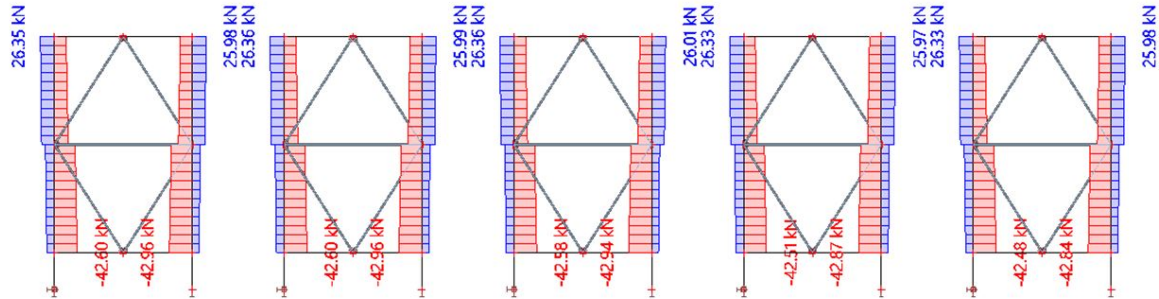
Lineární výpočet

Třída: MSÚ\_MSP

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B873, B875, B883, B885, B893,  
B895, B903, B905, B913, B915



#### 5. 1D vnitřní síly; $M_y$

Hodnoty:  $M_y$

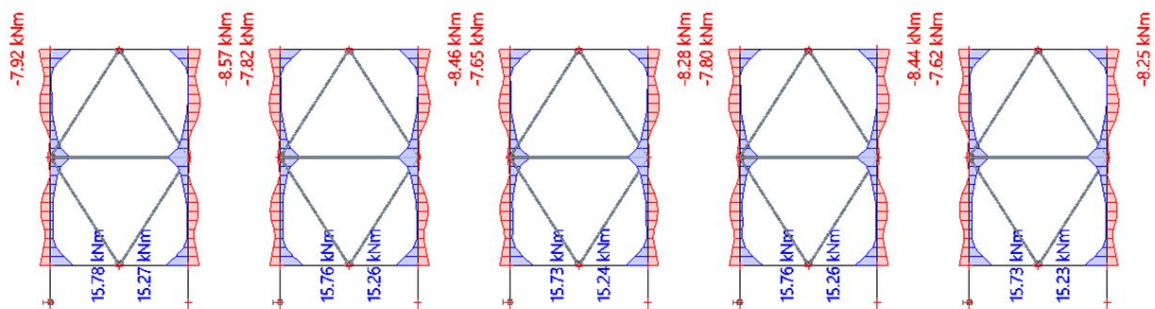
Lineární výpočet

Třída: MSÚ\_MSP

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B873, B875, B883, B885, B893,  
B895, B903, B905, B913, B915



Studentská verze

# **PŘÍLOHA Č. 4**

STANOVENÍ VNITŘNÍCH SIL PRO NAVRŽENOU  
RÁMOVOU KONSTRUKCE

## 1. 1D vnitřní síly; N

Hodnoty: N

Lineární výpočet

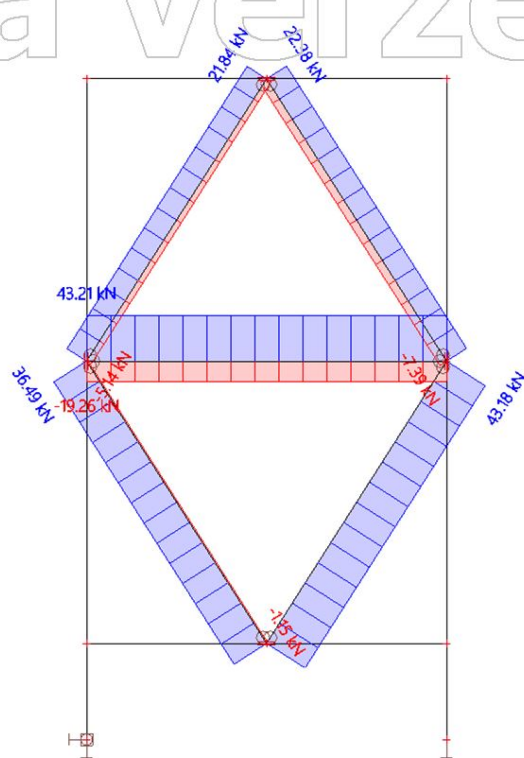
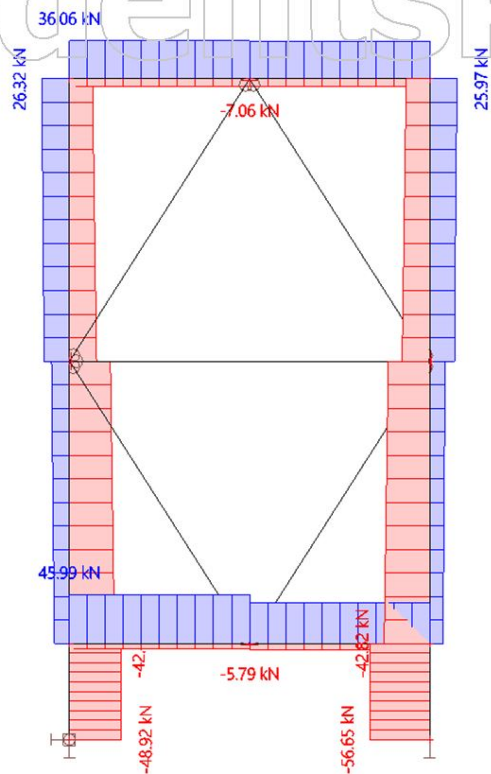
Třída: MSÚ\_MSP

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: Vše

Filtr: Vrstva = Vrstva1



## 2. 1D vnitřní síly; V\_z

Hodnoty: V<sub>z</sub>

Lineární výpočet

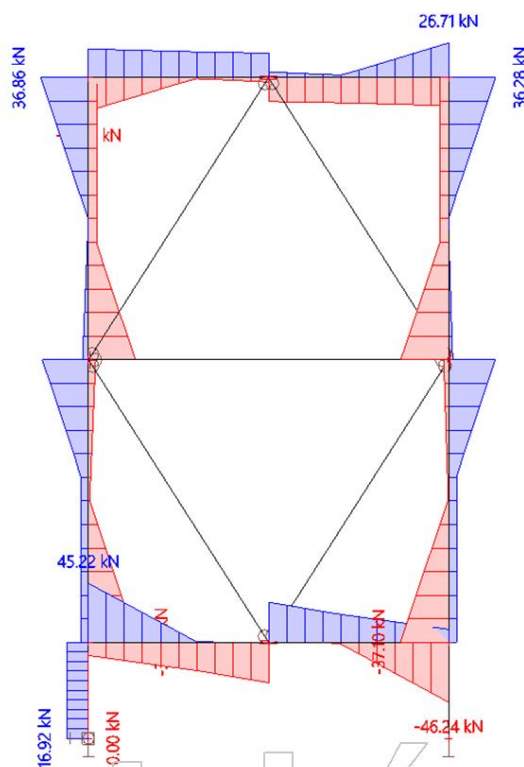
Třída: MSÚ\_MSP

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

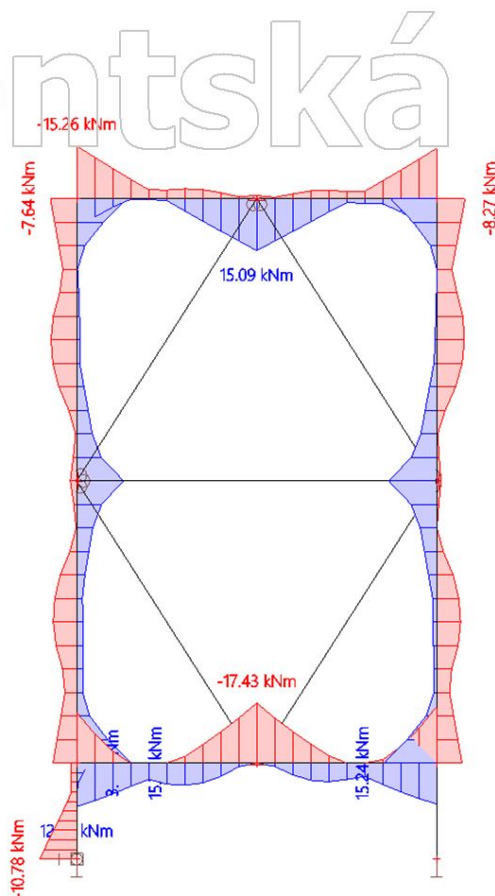
Výběr: Vše

Filtr: Vrstva = Vrstva1



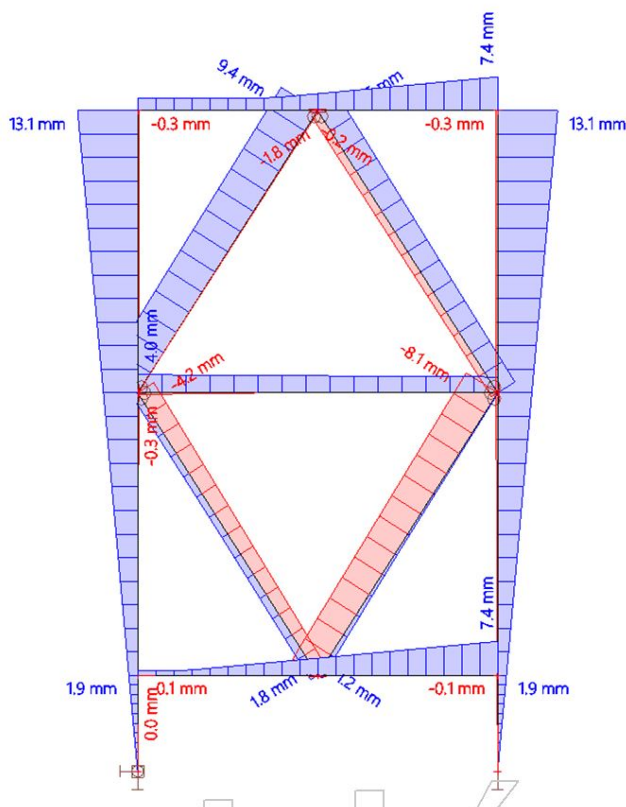
### 3. 1D vnitřní síly; M<sub>y</sub>

Hodnoty: M<sub>y</sub>  
Lineární výpočet  
Třída: MSÚ\_MSP  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: Vše  
Filtr: Vrstva = Vrstva1



### 4. 1D deformace; u<sub>x</sub>

Hodnoty: u<sub>x</sub>  
Lineární výpočet  
Třída: MSÚ\_MSP  
Souřadný systém: Hlavní  
Extrém 1D: Dílec  
Výběr: B602..B605, pricel 27,  
B606..B615, pricel 28, B616..B621



Studentská verze



## 5. 1D deformace; u\_z

Hodnoty:  $u_z$

Lineární výpočet

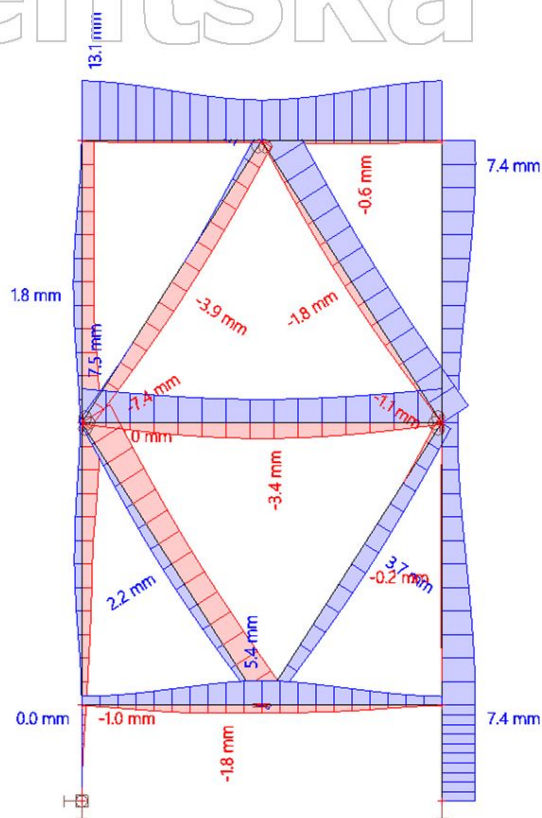
Třída: MSJ\_MSP

Souřadný systém: Hlavní

Extrém 1D: Dílec

Výběr: B602..B605, pricel 27,

B606..B615, pricel 28, B616..B621



Studentská verze

Studentská verze

# **PŘÍLOHA Č. 5**

OPTIMALIZACE V PROGRAMOVACÍM JAZYCE PYTHON

## Python\_main.py

```

1 import vypocty as vp
2 import bouleni as bou
3 import csv
4
5 # Ohybovy moment v kNm
6 M_ed_kNm = input("Zadej ohybovy moment [kN*m]: ")
7 M_ed = float(M_ed_kNm) * 10**3
8
9 # Mez kluzu v MPa
10 f_y = 235
11 f_yd = f_y * 10**6
12
13 # Prurezovy modul
14 Wy_min = M_ed/f_yd
15
16 # Funkce pro generovani desetinnych cisel s urcitym krokem
17 def float_range(start, stop, step):
18     while start < stop:
19         yield round(start, 1) # Zaokrouhleni na jedno desetinne misto
20         start += step
21
22 # PODMINKY PRO 1.ITERACI PROFILU
23 tloustka_min = 1
24 tloustka_max = 3.1
25 tloustka_krok = 0.1
26 tloustka_range = list(float_range(tloustka_min, tloustka_max, tloustka_krok))
27
28 delka_AB_min = 30 #0
29 delka_AB_max = 85 #80
30 delka_AB_krok = 5
31 delka_AB_range = range(delka_AB_min, delka_AB_max, delka_AB_krok)
32
33 delka_CD_min = 0
34 delka_CD_max = 150 #150
35 delka_CD_krok = 5
36 delka_CD_range = range(delka_CD_min, delka_CD_max, delka_CD_krok)
37
38
39 # Array
40 vyhovujici_profily = []
41
42 # 1.iterace vyhodnoceni
43 for tl in tloustka_range:
44     for AB in delka_AB_range:
45         for CD in delka_CD_range:
46             result = vp.vyhodnotProfil(tl, AB, CD, f_yd, Wy_min, M_ed)
47             if type(result) != bool:
48                 vyhovujici_profily.append(result)
49
50 # export csv file pro 1. iteraci
51 with open('vyhovujici_profily.csv', mode='w') as csvfile:
52     fieldnames = vyhovujici_profily[0].keys()
53     writer = csv.DictWriter(csvfile, fieldnames=fieldnames, delimiter=',', lineterminator=
54     '\n' )
55     writer.writeheader()
56     for row in vyhovujici_profily:
57         print(row)
58         writer.writerow(row)

```



```

58
59
60
61 # FILTROVANI PROFILU NA BOULENI
62 profilCount = 0
63 failCount = 0
64 vyboulene_profily = []
65 for profil in vyhovujici_profily:
66     print(f"Profil: {profil['tloustka [m]']}, {profil["AB [m]"]}, {profil["CD [m]"]}")
67     profilCount += 1
68     try:
69         result = bou.posudekBouleni(profil['tloustka [m]'], profil["AB [m]"], profil["CD [m]
70     ], M_ed)
71         result["m_profil"] = profil["m_profil [kg/m]"]
72         vyboulene_profily.append(result)
73     except Exception:
74         print("\t## Profil byl vyrazen.")
75         failCount += 1
76         continue
77
78 if(len(vyboulene_profily) > 0):
79     # print(vyboulene_profily)
80     with open('vyboulene_profily.csv', mode='w') as csvfile:
81         fieldnames = vyboulene_profily[0].keys()
82         writer = csv.DictWriter(csvfile, fieldnames=fieldnames, delimiter=',',
83         lineterminator='\n')
84         writer.writeheader()
85         for row in vyboulene_profily:
86             print(row)
87             writer.writerow(row)
88
89 else:
90     print("!!! Zadne profily nevyhovely.")
91
92 # PODMINKY PRO BOULENI
93 import math
94
95 ## Zatrizeni profilu
96 def ZatrizeniPasnice (c, t, epsilon):
97     pomer = c / t
98     if pomer <= 9 * epsilon:
99         trida_pasnice = ("trida pasnice: 1")
100        return trida_pasnice
101        print(trida_pasnice)
102    elif 9 * epsilon < pomer <= 10 * epsilon:
103        trida_pasnice = ("trida pasnice: 2")
104        return trida_pasnice
105    elif 10 * epsilon < pomer <= 14 * epsilon:
106        trida_pasnice = ("trida pasnice: 3")
107        return trida_pasnice
108    else:
109        trida_pasnice = ("trida pasnice: 4")
110        return trida_pasnice
111
112 def ZatrizeniStojiny(c, t, epsilon):
113     pomer = c / t
114     if pomer <= 9 * epsilon:
115         trida_w = ("trida w: 1")
116     elif 9 * epsilon < pomer <= 10 * epsilon:

```

```

116         trida_w = ("trida w: 2")
117     elif 10 * epsilon < pomer <= 14 * epsilon:
118         trida_w = ("trida w: 3")
119     else:
120         trida_w = ("trida w: 4")
121     return trida_w
122
123
124 ### 5.1. UCINNY PRUREZ
125 def k_sigma_VyztuhaTlacena(pomer_delek_vyztuhy_pasnice):
126     # Soucinitel kritickeho napeti (rovnomerny prubeh napeti na vyztuze)
127     if pomer_delek_vyztuhy_pasnice <= 0.35:
128         return 0.5
129     elif 0.35 < pomer_delek_vyztuhy_pasnice <= 0.6:
130         return 0.5 + 0.83 * ((pomer_delek_vyztuhy_pasnice-0.35)**2)**1/3
131     elif pomer_delek_vyztuhy_pasnice > 0.6:
132         # CSN EN 1993-1-5: Tabulka 4.2 - Precnivajici tlacene casti
133         # pokud pomer vyjde mimo limitni hodnotu 0.6, uvazuje se soucinitel kritickeho
napeti = 0.43
134         return 0.43
135
136 def k_sigma_SoucinitelKritickehoNapeti(psi):
137     if psi == 1.0:
138         return 4.0
139     elif 1 > psi > 0:
140         return 8.2 / (1.05 + psi)
141     elif psi == 0:
142         return 7.81
143     elif 0 > psi > -1:
144         return 7.81 - 6.29 * psi + 9.78 * psi**2
145     elif psi == -1:
146         return 23.9
147     elif -1 > psi > -3:
148         return 5.98 * (1 - psi)**2
149     else:
150         raise Exception("ERROR psi !")
151
152 def lambda_p_PomernaStihlost(b, t, epsilon, k_sigma):
153     lambda_ = (b/t) / (28.4 * epsilon * math.sqrt(k_sigma))
154     return lambda_
155
156 # Soucinitel bouleni pro PRECNIVAJICI TLACENE CASTI - redukni soucinitel pro jednostranne
podeprene steny
157 def rho_AB_SoucinitelBouleni(lambda_p_PomernaStihlost):
158     if lambda_p_PomernaStihlost <=0.748:
159         return 1.0
160     else:
161         rho = (lambda_p_PomernaStihlost - 0.188) / (lambda_p_PomernaStihlost**2)
162         return min(rho, 1.0)
163
164 def rho_SoucinitelBouleni(lambda_p_PomernaStihlost, psi):
165     if lambda_p_PomernaStihlost <= 0.673:
166         return 1.0
167     else:
168         rho_f1 = (lambda_p_PomernaStihlost - 0.055*(3+psi)) / (lambda_p_PomernaStihlost**2)
169         if 0 < rho_f1 < 1.0 and (3+psi) > 0:
170             return rho_f1
171         if rho_f1 > 1.0:
172             return 1.0
173

```

```

174 def c_eff_VyztuhaTlacena(rho, b):
175     if rho <= 1.0:
176         return rho * b
177     elif rho > 1.0:
178         return rho * b
179
180 def ucinneSirky_TlacenPrurez(rho, b):
181     b_eff = rho * b
182     be1 = 0.5 * b_eff
183     be2 = 0.5 * b_eff
184     return [b_eff, be1, be2]
185
186 def ucinneSirky(psi, rho, b):
187     if psi == 1:
188         b_eff = rho * b
189         be1 = 0.5 * b_eff
190         be2 = 0.5 * b_eff
191     elif 1 > psi >= 0:
192         b_eff = rho * B
193         be1 = 2*b_eff / (5-psi)
194         be2 = b_eff - be1
195     elif psi < 0:
196         b_eff = rho * b / (1-psi)
197         be1 = 0.4*b_eff
198         be2 = 0.6*b_eff
199     else:
200         raise Exception("psi > 1")
201     return [b_eff, be1, be2]
202
203
204 ## 5.1.4. Distorzni vyboceni - pasnice
205 def momentSetrvacnostiPasnice (b, t, zc, z):
206     return 1/12 * b * t**3 + b * t * (zc - z)**2
207 def momentSetrvacnostiVyztuha (c_eff, t, zc, z):
208     return 1/12 * t * c_eff**3 + c_eff * t * (zc - z)**2
209
210 def deformacePerovaTuhost(t_1, v, h_max, CD, b_w1, b_w3, E):
211     I_f1 = t_1**3 / (12 * (1-v**2))
212     M_124 = (1/3) * h_max**3 + h_max**2 * b_w1 + (h_max - CD)**2 * b_w3/2
213     M_3 = (1/6) * ((h_max * (2*h_max + (h_max-CD)) + (h_max-CD) * (h_max + 2*(h_max-CD))))
214     *CD
215     return (1000/ (E * I_f1) * (M_124 + M_3))
216
217 def perovaTuhost (u, delta):
218     return u / delta
219
220 def PruzneKritickeNapetiVyboceni (K, E, Is, As):
221     return (2 * math.sqrt(K*E*Is)) / As
222
223 def PomernaStihlost_lambda_p (f_yb, sigma_crs):
224     return math.sqrt(f_yb/sigma_crs)
225
226 def lambda_d_PomernaStihlost(f_yb, sigma_crs):
227     return math.sqrt(f_yb / sigma_crs)
228
229 def chi_SoucinitelVzpernosti(lambda_d_PomernaStihlost):
230     if lambda_d_PomernaStihlost <= 0.65:
231         return 1.0
232     elif 0.65 < lambda_d_PomernaStihlost < 1.38:
233         return 1.47 - 0.723 * lambda_d_PomernaStihlost

```

```

233     elif lambda_d_PomernaStihlost >= 1.38:
234         return 0.66 / lambda_d_PomernaStihlost
235     else:
236         raise Exception("chi < 0 !")
237
238 def redukovanaPlocha(chi, As):
239     if chi == 1.0:
240         return As
241     elif chi < 1.0:
242         return chi * As
243     return chi * As
244
245 def redukovanaTloustka(chi, t, As_red, As):
246     if chi < 1.0:
247         return t * As_red / As
248     elif chi == 1.0:
249         return t
250
251 ## 5.1.5. Distorzni vyboceni - stojina
252 def momentSetrvacnosti_w1_w3 (b, t, zc, z):
253     return 1/12 * b * t**3 + b * t * (zc - z)**2
254 def momentSetrvacnosti_w2 (b, t, zc, z):
255     return 1/12 * t * b**3 + b * t * (zc - z)**2
256
257 def deformacePerovaTuhost_Stojina (u, b1, b2, v, t, E):
258     return (u * b1**2 * b2**2 * 12*(1-v**2)) / (3 * (b1 + b2)* E * t**3)
259
260
261 ## 5.2. UCINNY PRUREZ PRI KLADNEM MOMENTU KOLEM OSY Y
262 def psi_pomerKoncovychNapetiKladnyMoment_Pasnice(z_Tc, h_max):
263     b_tah = h_max - abs(z_Tc)
264     b_tlak = abs(z_Tc)
265     psi = b_tah / -b_tlak
266     return psi
267
268 def psi_pomerKoncovychNapetiKladnyMoment_W2(z_Tc, b_w2, sigma_W1):
269     if abs(z_Tc) > b_w2:
270         sigma_1_tlak_vetsi = sigma_W1
271         sigma_2_tlak_mensi = (sigma_1_tlak_vetsi) * (abs(z_Tc) - b_w2) / b_w2
272         psi = sigma_2_tlak_mensi / sigma_1_tlak_vetsi
273     else: #abs(z_Tc) < b_w2:
274         b_tlak = abs(z_Tc)
275         b_tah = b_w2 - b_tlak
276         psi = b_tah / -b_tlak
277     return psi
278
279 def sigma_com_Ed_W3_KladnyMoment(z_Tc, b_w2, sigma_W1):
280     if abs(z_Tc) > b_w2:
281         sigma_1_tlak_vetsi = sigma_W1
282         sigma_2_tlak_mensi = (sigma_1_tlak_vetsi / b_w2) * (abs(z_Tc) - b_w2)
283         sigma_w3 = sigma_2_tlak_mensi
284     else:
285         b_tlak = abs(z_Tc)
286         b_tah = b_w2 - b_tlak
287         sigma_tah_w3 = sigma_W1 * (b_tah / -b_tlak)
288         sigma_w3 = sigma_tah_w3
289     return sigma_w3
290
291 def psi_pomerKoncovychNapetiZapornyMoment_Pasnice(z_Tc, h_max):
292     b_tah = abs(z_Tc)

```

```

293     b_tlak = h_max - abs(z_Tc)
294     psi = b_tah / -b_tlak
295     return psi
296
297 def psi_pomerKoncovychNapetiZapornyMoment_W2(z_Tc, b_w2, sigma_W1):
298     if abs(z_Tc) > b_w2:
299         sigma_1_tah_vetsi = sigma_W1
300         sigma_2_tah_mensi = (sigma_1_tah_vetsi) * (abs(z_Tc) - b_w2) / b_w2
301         psi = sigma_2_tah_mensi / sigma_1_tah_vetsi
302     else: #abs(z_Tc) < b_w2:
303         b_tah = abs(z_Tc)
304         b_tlak = b_w2 - b_tah
305         psi = b_tah / -b_tlak
306     return psi
307
308 def redukovanaPomernaStihlost(lambda_p, sigma_com_Ed, f_y, gama_M0):
309     return lambda_p * math.sqrt(abs(sigma_com_Ed) / (f_y/gama_M0))
310
311
312 ## 5.4. VZPER
313 def i_PolomerSetrvacnosti(I, A_eff):
314     return math.sqrt(I / A_eff)
315
316 def lambda_1_Vzper_PomernaStihlost(epsilon):
317     return 93.9 * epsilon
318
319 def lambda_Vzper_PomernaStihlost(L_cr, i_polomer_setrvacnosti, A_eff, Ac, lambda_1):
320     return (L_cr / i_polomer_setrvacnosti) * (math.sqrt(A_eff/Ac) / lambda_1)
321
322 def fi_SoucinitelVzperu(alfa, lambda_vzper):
323     return 0.5 * (1 + alfa * (lambda_vzper - 0.2) + lambda_vzper**2)
324
325 def chi_vzper(fi, lambda_vzper):
326     return 1 / (fi + math.sqrt(fi**2 - lambda_vzper**2))
327
328 def nb_Rd_tlak(chi, A_eff, f_y, gama_M1):
329     return (1/gama_M1) * (chi * A_eff * f_y)
330
331 def posudek_tlak(F_Ed, F_Rd):
332     vyuziti = F_Ed / F_Rd
333     if vyuziti < 1.0:
334         print(f"\tProfil vyhoví pro tlak s vyuzitim: {vyuziti*100:.2f} %")
335         return vyuziti
336     else: # vyuziti > 1.0:
337         message = "\tPROFIL NEVYHOVI PRO TLAK"
338         print(message)
339         raise Exception(message)
340
341 def posudek_KladnyOhybovyMoment(F_Ed, F_Rd):
342     vyuziti = F_Ed / F_Rd
343     if vyuziti < 1.0:
344         print(f"\tProfil vyhoví pro My+ s vyuzitim: {vyuziti*100:.2f} %")
345         return vyuziti
346     else: # vyuziti > 1.0:
347         message = "\tPROFIL NEVYHOVI PRO My+"
348         print(message)
349         raise Exception(message)
350
351 def posudek_ZapornyOhybovyMoment(F_Ed, F_Rd):
352     vyuziti = F_Ed / F_Rd

```

```
353     if vyuziti < 1.0:
354         print(f"\tProfil vyhoví pro My- s vyuzitim: {vyuziti*100:.2f} %")
355         return vyuziti
356     else: # vyuziti > 1.0:
357         message = "\tPROFIL NEVYHOVI PRO My-"
358         print(message)
359         raise Exception(message)
360
361 def posudek_KladnyOhybTlak(N_Ed, Nb_Rd, M_Ed, delta_M, M_Rd):
362     posudek = ((N_Ed / Nb_Rd)**0.8) + (((M_Ed + delta_M) / M_Rd)**0.8)
363     if posudek < 1.0:
364         print(f"\tProfil vyhoví pro tlak + My+ s vyuzitim: {posudek*100:.2f} %")
365         return posudek
366     else:
367         message = "\tPROFIL NEVYHOVI NA TLAK + My+ 0 {(posudek - 1)*100:.2f} %"
368         print(f"{message}")
369         raise Exception(message)
370
371 def posudek_ZapornyOhybTlak(N_Ed, Nb_Rd, M_Ed, delta_M, M_Rd):
372     posudek = ((N_Ed / Nb_Rd)**0.8) + (((M_Ed + delta_M) / M_Rd)**0.8)
373     if posudek < 1.0:
374         print(f"\tProfil vyhoví pro tlak + My- s vyuzitim: {posudek*100:.2f} %")
375         return posudek
376     else:
377         print(f"\tPROFIL NEVYHOVI NA TLAK + My- 0 {(posudek - 1)*100:.2f} %")
378
379 def my_Rd_MomentUnosnosti(W_eff, f_y, gama_M1):
380     return (1/gama_M1) * (W_eff * f_y)
381
382 def delta_M(eN, M_Ed):
383     return eN * M_Ed
```

## Python2\_bouleni.py

```

1  import math
2  import bouleni_podminky as bp
3  import section_properties as ch
4  import a_plny_prurez as pp
5  import a_eff_tlak as aet
6  import a_eff_m1 as aem1
7  import a_eff_m2 as aem2
8
9
10 def posudekBouleni(t_1, AB, CD, M_Ed):
11     # Materialove vlastnosti
12     E = 210 * 10 ** 9      # (Pa) modul pruznosti
13     f_y = 235 * 10 ** 6   # (Pa) mez kluzu oceli S235
14     f_yb = f_y
15
16     # Soucinitele
17     gama_M0 = 1.0
18     gama_M1 = 1.0
19     epsilon = math.sqrt(235 * 10 ** 6 / f_y)
20
21     # Rozmery ramu
22     H = 4.7                # (m) vyska konstrukce ramoveho sloupu
23     B = 1.35              # (m) sirka ramu = delka pricle
24     # print(B)
25
26     # Rozmery profilu
27     h_max = 0.15          # (m) delka pasnice
28     b_max = 0.4           # (m) maximalni delka stojiny
29     r_1 = 0.003          # (m) polomer zaobleni
30
31     # Vnitрни vyztuha
32     b_w1 = 0.12
33     b_w2 = CD
34     b_w3 = 0.16
35
36     # Rozmery vnitрни vyztuhy pro zatrideni
37     c_w1 = b_w1
38     c_w2 = b_w2
39     c_w3 = b_w3
40
41     # Distorzni vybozeni
42     v = 0.3
43     u = 1000
44
45     # Vzper
46     alfa_b = 0.34
47
48     ## analyzuj_Tlak
49     [c_eff_AB, b_eff_f1, be1_f1, be2_f1, t_red_f1, be1_w1, be2_w1, b_eff_w2, be1_w2, be2_w2,
50     be1_w3, be2_w3, t_red_w, lambda_p_w1, lambda_p_w2, lambda_p_w3] = analyzuj_tlak(
51         E, f_yb, epsilon, h_max, t_1, AB, CD, r_1, b_w1, b_w2, b_w3, c_w1, c_w2, c_w3)
52
53     # Prurezove charakteristiky - plny prurez
54     [Ac_plnyPrurez, z_Tc, Iy_c, Wy] = pp.prurezPlny(h_max, b_max, t_1, AB, CD, b_w1, b_w3,
55     be1_f1, be1_w1, be1_w2, be1_w3, be2_f1, be2_w1, be2_w3)

```

```

56 [A_eff_tlak, z_Tc_tlak, Iy_c_tlak, Wy_tlak] = aet.prurezTlak(h_max, b_max, t_1, AB, CD,
r_1, b_w1, b_w2, b_w3, c_w1, c_w2, c_w3, c_eff_AB, b_eff_f1, b_eff_w2, be1_f1, be1_w1,
be1_w2, be1_w3, be2_f1, be2_w1, be2_w2, be2_w3, t_red_f1, t_red_w)
57
58 e_N_PosunTeziste = posunTezistove0sy(z_Tc=z_Tc, z_Tc_tlak=z_Tc_tlak)
59 # print(round(e_N_PosunTeziste*1000,2), "mm")
60
61 ## analyzuj_KladnyOhybovyMoment
62 [c_eff_AB_m1, b_eff_f_m1, be1_f_m1, be2_f_m1, psi_f_m1, be1_w1_m1, be2_w1_m1,
b_eff_w2_m1, be1_w2_m1, be2_w2_m1, be1_w3_m1, be2_w3_m1, lambda_p_w1, lambda_p_w2,
lambda_p_w3, t_red_f_m1, t_red_w_m1] = analyzuj_KladnyOhybovyMoment(E, f_y, f_yb, gama_M0,
epsilon, h_max, t_1, AB, CD, b_w1, b_w2, b_w3, z_Tc, lambda_p_w1, lambda_p_w2, lambda_p_w3,
63 u, v)
64
65 # Prurezove charakteristiky - kladny ohybovy moment
66 [A_eff_m1, z_Tc_m1, Iy_c_m1, Wy_m1] = aem1.prurez_m1(z_Tc, h_max, b_max, t_1, CD, b_w2,
b_w3, c_eff_AB_m1, be1_f_m1, be2_f_m1, be1_w1_m1, be2_w1_m1, be1_w2_m1, be2_w2_m1,
be1_w3_m1, be2_w3_m1, t_red_f_m1, t_red_w_m1)
67
68 # analyzuj_ZapornyOhybovyMoment
69 [c_eff_AB_m2, b_eff_f_m2, be1_f_m2, be2_f_m2, t_red_f_m2, t_red_w_m2, b_eff_w1_m2,
be1_w1_m2, be2_w1_m2, b_eff_w2_m2, be1_w2_m2, be2_w2_m2, b_eff_w3_m2, be1_w3_m2, be2_w3_m2]
= analyzuj_ZapornyOhybovyMoment(b_w2, f_y, E, f_yb, epsilon,
70 h_max, t_1, AB,
71 CD, b_w1, b_w3,
72 z_Tc, v, u, gama_M0, lambda_p_w2, lambda_p_w3)
73
74 # Prurezove charakteristiky - zaporny ohybovy moment
75 [A_eff_m2, z_Tc_m2, Iy_c_m2, Wy_m2] = aem2.prurez_m2(z_Tc, h_max, b_max, t_1, CD, b_w2,
b_w3, c_eff_AB_m2, be1_f_m2, be2_f_m2, be1_w1_m2, be2_w1_m2, be1_w2_m2, be2_w2_m2,
be1_w3_m2, be2_w3_m2, t_red_f_m2, t_red_w_m2)
76
77 ## VZPER
78 [chi_vzper, N_b_Rd, vyuziti_N, My_Rd_m1, vyuziti_m1, My_Rd_m2, vyuziti_m2, tlak_ohyb_m1,
tlak_ohyb_m2] = analyzuj_Vzper(Iy_c_m1, Iy_c_m2, z_Tc, z_Tc_tlak, B, alfa_b, epsilon,
A_eff_tlak, Iy_c_tlak, Ac_plnyPrurez, f_y, gama_M1, Wy_m1, Wy_m2, M_Ed)
79
80 # return {"t_1":t_1*1000, "AB":AB*1000, "CD":CD*1000, "A_eff_tlak":A_eff_tlak*10**6, "
Iy_c_m2":Iy_c_m2*10**12, "vyuziti N": vyuziti_N*100, "vyuziti My+": vyuziti_m1*100, "vyuziti
My-": vyuziti_m2*100, "vyuziti N+My+": tlak_ohyb_m1*100, "vyuziti N+My-": tlak_ohyb_m2*100,}
81 return {"c_eff_AB":c_eff_AB*1000, "c_eff_AB_m1":c_eff_AB_m1*1000, "c_eff_AB_m2"
:c_eff_AB_m2*1000, "Ac_plnyPrurez": Ac_plnyPrurez*10**6, "A_eff_tlak":A_eff_tlak*10**6, "
A_eff_m1":A_eff_m1*10**6, "A_eff_m2":A_eff_m2*10**6, "Iy_c": Iy_c*10**12, "Iy_c_tlak"
:Iy_c_tlak*10**12, "Iy_c_m1":Iy_c_m1*10**12, "Iy_c_m2":Iy_c_m2*10**12, "Wy":Wy*10**9, "
Wy_tlak":Wy_tlak*10**9, "Wy_m1":Wy_m1*10**9, "Wy_m2":Wy_m2*10**9, "t_1":t_1*1000, "AB"
:AB*1000, "CD":CD*1000, "N_b_Rd":N_b_Rd*10**-3, "My_Rd_m1":My_Rd_m1*10**-3, "My_Rd_m2"
:My_Rd_m2*10**-3, "z_Tc": z_Tc*1000}
82 # return {"c_eff_AB":c_eff_AB*1000, "c_eff_AB_m1":c_eff_AB_m1*1000, "c_eff_AB_m2"
:c_eff_AB_m2*1000, "Ac_plnyPrurez": Ac_plnyPrurez*10**6, "A_eff_tlak":A_eff_tlak*10**6, "
A_eff_m1":A_eff_m1*10**6, "A_eff_m2":A_eff_m2*10**6, "Iy_c": Iy_c*10**12, "Iy_c_tlak"
:Iy_c_tlak*10**12, "Iy_c_m1":Iy_c_m1*10**12, "Iy_c_m2":Iy_c_m2*10**12, "Wy":Wy*10**9, "
Wy_tlak":Wy_tlak*10**9, "Wy_m1":Wy_m1*10**9, "Wy_m2":Wy_m2*10**9, "t_1":t_1*1000, "AB"
:AB*1000, "CD":CD*1000, "N_b_Rd":N_b_Rd*10**-3, "My_Rd_m1":My_Rd_m1*10**-3, "My_Rd_m2"
:My_Rd_m2*10**-3, "z_Tc": z_Tc*1000, "pomer_Iy": Iy_c_m2/Iy_c, "t_new":(Iy_c_m2/Iy_c)
*t_1*1000}
83
84 # return {"c_eff_AB":c_eff_AB*1000, "Wy_tlak":Wy_tlak*10**9, "c_eff_AB_m1"
:c_eff_AB_m1*1000, "c_eff_AB_m2":c_eff_AB_m2*1000, "Ac_plnyPrurez": Ac_plnyPrurez*10**6, "
A_eff_tlak":A_eff_tlak*10**6, "A_eff_m1":A_eff_m1*10**6, "A_eff_m2":A_eff_m2*10**6, "Iy_c":
Iy_c*10**12, "Iy_c_tlak":Iy_c_tlak*10**12, "Iy_c_m1":Iy_c_m1*10**12, "Iy_c_m2"
:Iy_c_m2*10**12, "t_1":t_1*1000, "AB":AB*1000, "CD":CD*1000, "N_b_Rd":N_b_Rd*10**-3, "
My_Rd_m1":My_Rd_m1*10**-3, "My_Rd_m2":My_Rd_m2*10**-3, "z_Tc": z_Tc*1000, "pomer_Iy":
Iy_c_m2/Iy_c, "t_new":(Iy_c_m2/Iy_c)*t_1*1000}
85
86
87

```



```

88  ### Posouzení pricle ramu na bouleni CSN EN 1993-1-5
89
90  def lokalniBouleniAB(AB, h_max, t_1, epsilon):
91      psi_AB = 1.0 # dle tabulky 4.2 CSN EN 1993-1-5
92      # Soucinitel kritického napeti pro vyztuhu "k_sigma"
93      pomer_delek_vyztuhy_pasnice = AB / h_max
94      k_sigma_AB = bp.k_sigma_VyztuhaTlacena(pomer_delek_vyztuhy_pasnice)
95      # Pomerna stihlost vyztuhy "lambda_p"
96      lambda_p_AB = bp.lambda_p_PomernaStihlost(AB, t_1, epsilon, k_sigma_AB)
97      # Soucinitel bouleni pro PRECNIVAJICI TLACENE CASTI - redukni soucinitel pro
jednostranne podeprene steny
98      rho_AB = bp.rho_AB_SoucinitelBouleni(lambda_p_AB)
99      # Ucinna sirka vyztuhy AB
100     c_eff_AB = bp.c_eff_VyztuhaTlacena(rho_AB, AB)
101     return c_eff_AB
102
103  def lokalniBouleniPasnice(h_max, t_1, epsilon):
104     # Pomer koncovych napeti pro rovnomerny tlak po cele sirce
105     psi_f1 = 1.0
106     # Soucinitel kritického napeti k_sigma
107     k_sigma_f1 = bp.k_sigma_SoucinitelKritickehoNapeti(psi_f1)
108     # Pomerna stihlost pasnice
109     lambda_p_f1 = bp.lambda_p_PomernaStihlost(h_max, t_1, epsilon, k_sigma_f1)
110     # # Soucinitel bouleni pro VNITRNI TLACENE CASTI - redukni soucinitel pro oboustranne
podeprene steny
111     rho_f1 = bp.rho_SoucinitelBouleni(lambda_p_f1, psi_f1)
112     # Ucinne sirky pasnice f1
113     [b_eff_f1, be1_f1, be2_f1] = bp.ucinneSirky_TlacenyPrurez(rho_f1, h_max)
114     return [b_eff_f1, be1_f1, be2_f1]
115
116  def lokalniBouleniStojina(h_max, b_w1, b_w2, b_w3, t_1, epsilon):
117     # # Pomer koncovych napeti pro rovnomerny tlak po cele sirce
118     psi_w1 = 1.0
119     psi_w2 = 1.0 # dle tabulky 4.2 CSN EN 1993-1-5
120     psi_w3 = 1.0
121
122     # Soucinitel kritického napeti k_sigma
123     k_sigma_w1 = bp.k_sigma_SoucinitelKritickehoNapeti(psi_w1)
124     k_sigma_w2 = bp.k_sigma_SoucinitelKritickehoNapeti(psi_w2)
125     k_sigma_w3 = bp.k_sigma_SoucinitelKritickehoNapeti(psi_w3)
126     # Pomerna stihlost w1, w2, w3
127     lambda_p_w1 = bp.lambda_p_PomernaStihlost(b_w1, t_1, epsilon, k_sigma_w1)
128     lambda_p_w2 = bp.lambda_p_PomernaStihlost(b_w2, t_1, epsilon, k_sigma_w2)
129     lambda_p_w3 = bp.lambda_p_PomernaStihlost(b_w3, t_1, epsilon, k_sigma_w3)
130     # Soucinitel bouleni pro VNITRNI TLACENE CASTI - redukni soucinitel pro oboustranne
podeprene steny
131     rho_w1 = bp.rho_SoucinitelBouleni(lambda_p_w1, psi_w1)
132     rho_w2 = bp.rho_SoucinitelBouleni(lambda_p_w2, psi_w2)
133     rho_w3 = bp.rho_SoucinitelBouleni(lambda_p_w3, psi_w3)
134     # Ucinna sirka w1, w2, w3
135     [b_eff_w1, be1_w1, be2_w1] = bp.ucinneSirky_TlacenyPrurez(rho_w1, b_w1)
136     [b_eff_w2, be1_w2, be2_w2] = bp.ucinneSirky_TlacenyPrurez(rho_w2, b_w2)
137     [b_eff_w3, be1_w3, be2_w3] = bp.ucinneSirky_TlacenyPrurez(rho_w3, b_w3)
138
139     return [be1_w1, be2_w1, b_eff_w1, be1_w2, be2_w2, b_eff_w2, be1_w3, be2_w3, b_eff_w3,
lambda_p_w1, lambda_p_w2, lambda_p_w3]
140
141  def distorzniVybeceniPasnice(b_p_f1, be2_f1, c_eff_AB, t_1, E, f_yb, v, u, h_max, CD, b_w1,
b_w3):
142     # Ucinna prurezova plocha "A_s"
143     A1_f1 = ch.plocha_dilci(be2_f1, t_1)

```

```

144 A2_f1 = ch.plocha_dilci(c_eff_AB, t_1)
145 As_f1 = ch.celkova_plocha(A1_f1, A2_f1)
146 # Souradnice
147 y1_f1 = be2_f1/2
148 y2_f1 = be2_f1
149 z1_f1 = 0
150 z2_f1 = c_eff_AB/2
151 #Teziste
152 yc_f1 = (y1_f1*A1_f1 + y2_f1*A2_f1) / As_f1
153 zc_f1 = (z1_f1*A1_f1 + z2_f1*A2_f1) / As_f1
154 # Moment setrvacnosti - pasnice
155 Is1_f1 = bp.momentSetrvacnostiPasnice(be2_f1, t_1, zc_f1, z1_f1)
156 Is2_f1 = bp.momentSetrvacnostiVyztuha(c_eff_AB, t_1, zc_f1, z2_f1)
157 Is_f1 = Is1_f1 + Is2_f1
158 # Perova tuhost K
159 delta_f1 = bp.deformacePerovaTuhost(t_1, v, h_max, CD, b_w1, b_w3, E)
160 K_f1 = bp.perovaTuhost(u, delta_f1)
161 sigma_crs_f1 = bp.PruzneKritickeNapetiVybozeni(K_f1, E, Is_f1, As_f1)
162 lambda_d_f1 = bp.lambda_d_PomernaStihlost(f_yb, sigma_crs_f1)
163 chi_d_f1 = bp.chi_SoucinitelVzpernosti(lambda_d_f1)
164 # Redukovana ucinna plocha a tloustka
165 As_red_f1 = bp.redukovanaPlocha(chi_d_f1, As_f1)
166 t_red_f1 = bp.redukovanaTloustka(chi_d_f1, t_1, As_red_f1, As_f1)
167
168 return t_red_f1
169
170 def distorzniVybozeniStojina(be2_w1, be1_w2, be2_w2, b_eff_w2, be2_w3, t_1, b_w2, b_w3, E,
171 f_yb, v, u):
172     # Ucinna prurezova plocha "A_s"
173     A1_w = ch.plocha_dilci(be2_w1, t_1)
174     A2a_w = ch.plocha_dilci(be1_w2, t_1)
175     A2b_w = ch.plocha_dilci(be2_w2, t_1)
176     A3_w = ch.plocha_dilci(be2_w3, t_1)
177     A4_w = A3_w
178     A5a_w = A2a_w
179     A5b_w = A2b_w
180     A6_w = A1_w
181     As_w = 2* (A1_w + A2a_w + A2b_w + A3_w)
182
183     # Teziste
184     y1_w = -(b_w3/2 + be2_w1/2)
185     y2a_w = -b_w3/2
186     y2b_w = -b_w3/2
187     y3_w = -(b_w3/2 - be2_w3/2)
188     y4_w = -y3_w
189     y5a_w = -y2a_w
190     y5b_w = -y2b_w
191     y6_w = -y1_w
192
193     z1_w = 0
194     z2a_w = -(be1_w2/2)
195     z2b_w = -(b_w2 - be2_w2/2)
196     z3_w = -b_w2
197     z4_w = z3_w
198     z5a_w = z2a_w
199     z5b_w = z2b_w
200     z6_w = z1_w
201
202     Ay1_w = ch.Ay_OsaY(A1_w, y1_w)
203     Ay2a_w = ch.Ay_OsaY(A2a_w, y2a_w)

```

```

203 Ay2b_w = ch.Ay_OsaY(A2b_w, y2b_w)
204 Ay3_w = ch.Ay_OsaY(A3_w, y3_w)
205 Ay4_w = -Ay3_w
206 Ay5a_w = -Ay2a_w
207 Ay5b_w = -Ay2b_w
208 Ay6_w = -Ay1_w
209
210 Az1_w = ch.Az_OsaZ(A1_w, z1_w)
211 Az2a_w = ch.Az_OsaZ(A2a_w, z2a_w)
212 Az2b_w = ch.Az_OsaZ(A2b_w, z2b_w)
213 Az3_w = ch.Az_OsaZ(A3_w, z3_w)
214 Az4_w = Az3_w
215 Az5a_w = Az2a_w
216 Az5b_w = Az2b_w
217 Az6_w = Az1_w
218
219 # # Teziste
220 yc_w = (1/As_w) * (Ay1_w + Ay2a_w + Ay2b_w + Ay3_w + Ay4_w + Ay5a_w + Ay5b_w + Ay6_w)
221 zc_w = (1/As_w) * (Az1_w + Az2a_w + Az2b_w + Az3_w + Az4_w + Az5a_w + Az5b_w + Az6_w)
222 # Moment setrvacnosti - stojina
223 Is1_w = bp.momentSetrvacnosti_w1_w3(be2_w1, t_1, zc_w, z1_w)
224 Is2a_w = bp.momentSetrvacnosti_w2(be1_w2, t_1, zc_w, z2a_w)
225 Is2b_w = bp.momentSetrvacnosti_w2(be2_w2, t_1, zc_w, z2b_w)
226 Is3_w = bp.momentSetrvacnosti_w1_w3(be2_w3, t_1, zc_w, z3_w)
227 Is_w = 2 * (Is1_w + Is2a_w + Is2b_w + Is3_w)
228
229 # # perova tuhost K pro stojinu
230 # u = 1000 # N/m
231 b1_w = b_w3 / 2
232 b2_w = b1_w
233
234 delta_w = bp.deformacePerovaTuhost_Stojina(u, b1_w, b2_w, v, t_1, E)
235 K_w = bp.perovaTuhost(u,delta_w)
236 sigma_crs_w = bp.PruzneKritickeNapetiVybozeni(K_w, E, Is_w, As_w)
237 lambda_d_w = bp.lambda_d_PomernaStihlost(f_yb, sigma_crs_w)
238 # Reduckni soucinitel vzpernosti pro unosnost v distorzni vybozeni
239 chi_d_w = bp.chi_SoucinitelVzpernosti(lambda_d_w)
240 # Redukovana ucinna plocha a tloustka
241 As_red_w = bp.redukovanaPlocha(chi_d_w, As_w)
242 t_red_w = bp.redukovanaTloustka(chi_d_w, t_1, As_red_w, As_w)
243
244 return t_red_w
245
246 ## 5.1. UCINNY PRUREZ V TLAKU
247 def analyzuj_tlak(E, f_yb, epsilon, h_max, t_1, AB, CD, r_1, b_w1, b_w2, b_w3, c_w1, c_w2,
248 c_w3):
249     # Zatrizeni prurezu - pasnice
250     c_f1 = h_max - 2 * r_1
251     zatrizeni_pasnice = bp.ZatrizeniPasnice(c_f1, t_1, epsilon)
252     # Zatrizeni prurezu - stojina rozdelena na 3 casti (w1, w2, w3)
253     zatrizeni_w1 = bp.ZatrizeniStojiny(c_w1, t_1, epsilon)
254     zatrizeni_w2 = bp.ZatrizeniStojiny(c_w2, t_1, epsilon)
255     zatrizeni_w3 = bp.ZatrizeniStojiny(c_w3, t_1, epsilon)
256
257     # 5.1.1. LOKALNI BOULENI - VYZTUHA AB
258     c_eff_AB = lokalniBouleniAB(AB, h_max, t_1, epsilon)
259     # 5.1.2. LOKALNI BOULENI - PASNICE
260     [b_eff_f1, be1_f1, be2_f1] = lokalniBouleniPasnice(h_max, t_1, epsilon)
261     # 5.1.3. LOKALNI BOULENI - STOJINA
262     [be1_w1, be2_w1, b_eff_w1, be1_w2, be2_w2, b_eff_w2, be1_w3, be2_w3, b_eff_w3,
263 lambda_p_w1, lambda_p_w2, lambda_p_w3] = lokalniBouleniStojina(h_max, b_w1, b_w2, b_w3, t_1,

```

```

epsilon)
262
263     # 5.1.4. DISTORZNI VYBOCENI - PASNICE
264     # Perova tuhost K
265     v = 0.3
266     u = 1000          # N/m
267     b_p_f1 = h_max
268     t_red_f1 = distorzniVyboцениPasnice(b_p_f1, be2_f1, c_eff_AB, t_1, E, f_yb, v, u, h_max,
CD, b_w1, b_w3)
269
270     # 5.1.5. DISTORZNI VYBOCENI STOJINY
271     t_red_w = distorzniVyboцениStojina(be2_w1, be1_w2, be2_w2, b_eff_w2, be2_w3, t_1, b_w2,
b_w3, E, f_yb, v, u)
272     return [c_eff_AB, b_eff_f1, be1_f1, be2_f1, t_red_f1, be1_w1, be2_w1, b_eff_w2, be1_w2,
be2_w2, be1_w3, be2_w3, t_red_w, lambda_p_w1, lambda_p_w2, lambda_p_w3]
273
274 ## 5.1.7. POSUN TEZISTOVE OSY V TLAKU
275 def posunTezistoveOsy(z_Tc, z_Tc_tlak):
276     e_N_PosunTeziste = abs(z_Tc_tlak - z_Tc)
277     return e_N_PosunTeziste
278
279 ## 5.2. UCINNY PRUREZ PRI KLADNEM MOMENTU KOLEM OSY Y
280 def lokalniBouleniAB_M1(AB):
281     rho_AB_m1 = 1.0
282     c_eff_AB_m1 = bp.c_eff_VyztuhaTlacena(rho_AB_m1, AB)
283     return c_eff_AB_m1
284
285 def lokalniBouleniPasnice_M1(h_max, z_Tc, t_1, epsilon):
286     b_tah_f1 = h_max - abs(z_Tc)
287     b_tlak_f1 = abs(z_Tc)
288     psi_f_m1 = b_tah_f1 / (-b_tlak_f1)
289     k_sigma_f_m1 = bp.k_sigma_SoucinitelKritickehoNapeti(psi_f_m1)
290     lambda_pf_m1 = bp.lambda_p_PomernaStihlost(h_max, t_1, epsilon, k_sigma_f_m1)
291     rho_f_m1 = bp.rho_SoucinitelBouleni(lambda_pf_m1, psi_f_m1)
292     # Ucinna plocha a sirka
293     [b_eff_f_m1, be1_f_m1, be2_f_m1] = bp.ucinneSirky(psi_f_m1, rho_f_m1, h_max)
294     return [b_eff_f_m1, be1_f_m1, be2_f_m1, psi_f_m1]
295
296 def lokalniBouleni_W1_M1(f_y, gama_M0, b_w1, psi_f_m1, lambda_p_w1):
297     psi_w1_m1 = 1.0
298     k_sigma_w1_m1 = bp.k_sigma_SoucinitelKritickehoNapeti(psi_w1_m1)
299     sigma_com_Ed_m1 = f_y / psi_f_m1
300     lambda_p_w1_red_m1 = bp.redukovanaPomernaStihlost(lambda_p_w1, sigma_com_Ed_m1, f_y,
gama_M0)
301     rho_w1_m1 = bp.rho_SoucinitelBouleni(lambda_p_w1_red_m1, psi_w1_m1)
302     [b_eff_w1_m1, be1_w1_m1, be2_w1_m1] = bp.ucinneSirkyTlacenyPrurez(rho_w1_m1, b_w1)
303     return [b_eff_w1_m1, be1_w1_m1, be2_w1_m1, sigma_com_Ed_m1]
304
305 def lokalniBouleni_W2_M1(z_Tc, b_w2, sigma_com_Ed_m1, lambda_p_w2, f_y, gama_M0):
306     psi_w2_m1 = bp.psi_pomerKoncovychNapetiKladnyMoment_W2(z_Tc, b_w2, sigma_com_Ed_m1)
307     k_sigma_w2_m1 = bp.k_sigma_SoucinitelKritickehoNapeti(psi_w2_m1)
308     lambda_p_w2_m1 = bp.redukovanaPomernaStihlost(lambda_p_w2, sigma_com_Ed_m1, f_y,
gama_M0)
309     rho_w2_m1 = bp.rho_SoucinitelBouleni(lambda_p_w2_m1, psi_w2_m1)
310     [b_eff_w2_m1, be1_w2_m1, be2_w2_m1] = bp.ucinneSirky(psi_w2_m1, rho_w2_m1, b_w2)
311     return [b_eff_w2_m1, be1_w2_m1, be2_w2_m1]
312
313 def lokalniBouleni_W3_M1(z_Tc, b_w2, b_w3, sigma_com_Ed_m1, lambda_p_w3, f_y, gama_M0):
314     psi_w3_m1 = 1.0
315     sigma_com_Ed_w3_m1 = bp.sigma_com_Ed_W3_KladnyMoment(z_Tc, b_w2, sigma_com_Ed_m1)
316     lambda_p_w3_m1 = bp.redukovanaPomernaStihlost(lambda_p_w3, sigma_com_Ed_w3_m1, f_y,

```

```

gama_M0)
317     rho_w3_m1 = bp.rho_SoucinitelBouleni(lambda_p_w3_m1, psi_w3_m1)
318     [b_eff_w3_m1, be1_w3_m1, be2_w3_m1] = bp.ucinneSirky_TlacenyPrurez(rho_w3_m1, b_w3)
319     return [b_eff_w3_m1, be1_w3_m1, be2_w3_m1]
320
321 def distorzniVyboceniPasnice_M1(b_p_f1, be2_f_m1, c_eff_AB_m1, t_1, E, f_yb, v, u, h_max,
CD, b_w1, b_w3):
322     # # Ucinna prurezova plocha "A_s"
323     A1_f_m1 = ch.plocha_dilci(be2_f_m1, t_1)
324     A2_f_m1 = ch.plocha_dilci(c_eff_AB_m1, t_1)
325     As_f_m1 = ch.celkova_plocha(A1_f_m1, A2_f_m1)
326     chi_d_f_m1 = 1.0 # nedochazi k distorzniemu vyboceni pasnice v tlacene casti
327     As_red_f_m1 = bp.redukovanaPlocha(chi_d_f_m1, As_f_m1)
328     t_red_f_m1 = bp.redukovanaTloustka(chi_d_f_m1, t_1, As_red_f_m1, As_f_m1)
329     return t_red_f_m1
330
331 def distorzniVyboceniStojina_M1(z_Tc, be2_w1_m1, be1_w2_m1, be2_w2_m1, be2_w3_m1, t_1, b_w2,
b_w3, E, f_yb, u, v):
332     be2_w2_m1 = (b_w2 - abs(z_Tc) + be2_w2_m1)
333     # Ucinna prurezova plocha "A_s"
334     A1_w = ch.plocha_dilci(be2_w1_m1, t_1)
335     A2a_w = ch.plocha_dilci(be1_w2_m1, t_1)
336     A2b_w = ch.plocha_dilci(be2_w2_m1, t_1)
337     A3_w = ch.plocha_dilci(be2_w3_m1, t_1)
338     A4_w = A3_w
339     A5a_w = A2a_w
340     A5b_w = A2b_w
341     A6_w = A1_w
342     As_w = 2* (A1_w + A2a_w + A2b_w + A3_w)
343     # Teziste
344     y1_w = -(b_w3/2 + be2_w1_m1/2)
345     y2a_w = -b_w3/2
346     y2b_w = -b_w3/2
347     y3_w = -(b_w3/2 - be2_w3_m1/2)
348     y4_w = -y3_w
349     y5a_w = -y2a_w
350     y5b_w = -y2b_w
351     y6_w = -y1_w
352     z1_w = 0
353     z2a_w = -(be1_w2_m1/2)
354     z2b_w = -(b_w2 - be2_w2_m1/2)
355     z3_w = -b_w2
356     z4_w = z3_w
357     z5a_w = z2a_w
358     z5b_w = z2b_w
359     z6_w = z1_w
360     Ay1_w = ch.Ay_OsaY(A1_w, y1_w)
361     Ay2a_w = ch.Ay_OsaY(A2a_w, y2a_w)
362     Ay2b_w = ch.Ay_OsaY(A2b_w, y2b_w)
363     Ay3_w = ch.Ay_OsaY(A3_w, y3_w)
364     Ay4_w = -Ay3_w
365     Ay5a_w = -Ay2a_w
366     Ay5b_w = -Ay2b_w
367     Ay6_w = -Ay1_w
368     Az1_w = ch.Az_OsaZ(A1_w, z1_w)
369     Az2a_w = ch.Az_OsaZ(A2a_w, z2a_w)
370     Az2b_w = ch.Az_OsaZ(A2b_w, z2b_w)
371     Az3_w = ch.Az_OsaZ(A3_w, z3_w)
372     Az4_w = Az3_w
373     Az5a_w = Az2a_w

```

```

374     Az5b_w = Az2b_w
375     Az6_w = Az1_w
376     # # Teziste
377     yc_w = (1/As_w) * (Ay1_w + Ay2a_w + Ay2b_w + Ay3_w + Ay4_w + Ay5a_w + Ay5b_w + Ay6_w)
378     zc_w = (1/As_w) * (Az1_w + Az2a_w + Az2b_w + Az3_w + Az4_w + Az5a_w + Az5b_w + Az6_w)
379     # Moment setrvacnosti - stojina
380     Is1_w = bp.momentSetrvacnosti_w1_w3(be2_w1_m1, t_1, zc_w, z1_w)
381     Is2a_w = bp.momentSetrvacnosti_w2(be1_w2_m1, t_1, zc_w, z2a_w)
382     Is2b_w = bp.momentSetrvacnosti_w2(be2_w2_m1, t_1, zc_w, z2b_w)
383     Is3_w = bp.momentSetrvacnosti_w1_w3(be2_w3_m1, t_1, zc_w, z3_w)
384     Is_w = 2 * (Is1_w + Is2a_w + Is2b_w + Is3_w)
385     # # perova tuhost K pro stojinu
386     b1_w = b_w3 / 2
387     b2_w = b1_w
388     delta_w = bp.deformacePerovaTuhostStojina(u, b1_w, b2_w, v, t_1, E)
389     K_w = bp.perovaTuhost(u,delta_w)
390     sigma_crs_w = bp.PruzneKritickeNapetiVybeceni(K_w, E, Is_w, As_w)
391     lambda_d_w = bp.lambda_d_PomernaStihlost(f_yb, sigma_crs_w)
392     # Reduckni soucinitel vzpernosti pro unosnost v distorznim vybeceni
393     chi_d_w = bp.chi_SoucinitelVzpernosti(lambda_d_w)
394     # Redukovana ucinna plocha a tloustka
395     As_red_w_m1 = bp.redukovanaPlocha(chi_d_w, As_w)
396     t_red_w_m1 = bp.redukovanaTloustka(chi_d_w, t_1, As_red_w_m1, As_w)
397     return t_red_w_m1
398
399 def analyzuj_KladnyOhybovyMoment(E, f_y, f_yb, gama_M0, epsilon, h_max, t_1, AB, CD, b_w1,
b_w2, b_w3, z_Tc,
400                                     lambda_p_w1, lambda_p_w2, lambda_p_w3, u, v):
401     ## 5.2.1. LOKALNI BOULENI - VYZTUHA nebouli
402     c_eff_AB_m1 = lokalniBouleniAB_M1(AB)
403     ## 5.2.2. LOKALNI BOULENI - PASNICE
404     [b_eff_f_m1, be1_f_m1, be2_f_m1, psi_f_m1] = lokalniBouleniPasnice_M1(h_max, z_Tc, t_1,
epsilon)
405     ## 5.2.3. LOKALNI BOULENI - W1
406     [b_eff_w1_m1, be1_w1_m1, be2_w1_m1, sigma_com_Ed_m1] = lokalniBouleni_W1_M1(f_y,
gama_M0, b_w1, psi_f_m1, lambda_p_w1)
407     ## 5.2.4. LOKALNI BOULENI - W2
408     [b_eff_w2_m1, be1_w2_m1, be2_w2_m1] = lokalniBouleni_W2_M1(z_Tc, b_w2, sigma_com_Ed_m1,
lambda_p_w2, f_y, gama_M0)
409     ## 5.2.5. LOKALNI BOULENI - W3
410     [b_eff_w3_m1, be1_w3_m1, be2_w3_m1] = lokalniBouleni_W3_M1(z_Tc, b_w2, b_w3,
sigma_com_Ed_m1, lambda_p_w3, f_y, gama_M0)
411     # t_red_f1 = distorzniVybeceniPasnice(h_max, be2_f_m1, c_eff_AB_m1, t_1, E, f_yb, v, u)
412     t_red_f_m1 = distorzniVybeceniPasnice_M1(h_max, be1_f_m1, c_eff_AB_m1, t_1, E, f_yb, v,
u, h_max, CD, b_w1, b_w3)
413     ## 5.5.6. DISTORZNI VYBOCENI - STOJINA
414     t_red_w_m1 = distorzniVybeceniStojina_M1(z_Tc, be2_w1_m1, be1_w2_m1, be2_w2_m1,
be2_w3_m1, t_1, b_w2, b_w3, E, f_yb, u, v)
415     return [c_eff_AB_m1, b_eff_f_m1, be1_f_m1, be2_f_m1, psi_f_m1, be1_w1_m1, be2_w1_m1,
b_eff_w2_m1, be1_w2_m1, be2_w2_m1, be1_w3_m1, be2_w3_m1, lambda_p_w1, lambda_p_w2,
lambda_p_w3, t_red_f_m1, t_red_w_m1]
416
417
418 ## 5.3. UCINNY PRUREZ PRI ZAPORNEM MOMENTU KOLEM OSY Y
419 def lokalniBouleniAB_M2(b_p_f1, b_p_c, t_1, epsilon):
420     # Soucinitel kritickeho napeti k_sigma (rovnomerny prubeh napeti na vyztuze)
421     psi_AB = 1.0 # dle tabulky 4.2 CSN EN 1993-1-5
422     pomer_delek_vyztuhy_pasnice = b_p_c / b_p_f1
423     k_sigma_AB_m2 = bp.k_sigma_VyztuhaTlacena(pomer_delek_vyztuhy_pasnice)
424     lambda_p_AB_m2 = bp.lambda_p_PomernaStihlost(b_p_c, t_1, epsilon, k_sigma_AB_m2)
425     # Soucinitel bouleni pro PRECNIVAJICI TLACENE CASTI - redukni soucinitel pro
jednostranne podeprene steny

```

```

426     rho_AB_m2 = bp.rho_AB_SoucinitelBouleni(lambda_p_AB_m2)
427     c_eff_AB_m2 = bp.c_eff_VyztuhaTlacena(rho_AB_m2, b_p_c)
428     return c_eff_AB_m2
429
430 def lokalniBouleniPasnice_M2(h_max, z_Tc, t_1, epsilon):
431     b_cf_m2 = h_max - abs(z_Tc)
432     b_tf_m2 = abs(z_Tc)
433     # Pomer koncovych napeti
434     psi_f_m2 = b_tf_m2 / (-b_cf_m2)
435     k_sigma_f_m2 = bp.k_sigma_SoucinitelKritickehoNapeti(psi_f_m2)
436     lambda_pf_m2 = bp.lambda_p_PomernaStihlost(h_max, t_1, epsilon, k_sigma_f_m2)
437     rho_f_m2 = bp.rho_SoucinitelBouleni(lambda_pf_m2, psi_f_m2)
438     [b_eff_f_m2, be1_f_m2, be2_f_m2] = bp.ucinneSirky(psi_f_m2, rho_f_m2, h_max)
439     return [b_eff_f_m2, be1_f_m2, be2_f_m2, psi_f_m2]
440
441 def distorzniVyvoceniPasnice_M2(be1_f_m2, c_eff_AB_m2, t_1, E, f_yb, v, u, h_max, CD, b_w1,
442     b_w3):
443     # Ucinna prurezova plocha "A_s"
444     A1_f_m2 = ch.plocha_dilci(be1_f_m2, t_1)
445     A2_f_m2 = ch.plocha_dilci(c_eff_AB_m2, t_1)
446     As_f_m2 = ch.celkova_plocha(A1_f_m2, A2_f_m2)
447     # Souradnice
448     y1_f_m2 = be1_f_m2/2
449     y2_f_m2 = be1_f_m2
450     z1_f_m2 = 0
451     z2_f_m2 = c_eff_AB_m2/2
452     #Teziste
453     yc_f_m2 = (y1_f_m2*A1_f_m2 + y2_f_m2*A2_f_m2) / As_f_m2
454     zc_f_m2 = (z1_f_m2*A1_f_m2 + z2_f_m2*A2_f_m2) / As_f_m2
455     # Moment setrvacnosti - pasnice
456     Is1_f_m2 = bp.momentSetrvacnostiPasnice(be1_f_m2, t_1, zc_f_m2, z1_f_m2)
457     Is2_f_m2 = bp.momentSetrvacnostiVyztuha(c_eff_AB_m2, t_1, zc_f_m2, z2_f_m2)
458     Is_f_m2 = Is1_f_m2 + Is2_f_m2
459     # # Perova tuhost K
460     delta_f_m2 = bp.deformacePerovaTuhost(t_1, v, h_max, CD, b_w1, b_w3, E)
461     K_f_m2 = bp.perovaTuhost(u, delta_f_m2)
462     sigma_crs_f_m2 = bp.PruzneKritickeNapetiVyvoceni(K_f_m2, E, Is_f_m2, As_f_m2)
463     lambda_d_f_m2 = bp.lambda_d_PomernaStihlost(f_yb, sigma_crs_f_m2)
464     chi_d_f_m2 = bp.chi_SoucinitelVzpernosti(lambda_d_f_m2)
465     # Redukovana ucinna plocha a tloustka
466     As_red_f_m2 = bp.redukovanaPlocha(chi_d_f_m2, As_f_m2)
467     t_red_f_m2 = bp.redukovanaTloustka(chi_d_f_m2, t_1, As_red_f_m2, As_f_m2)
468     return t_red_f_m2
469
470 # LOKALNI BOULENI STOJINA M2
471 def lokalniBouleni_W1_M2(b_w1):
472     rho_w1_m2 = 1.0
473     [b_eff_w1_m2, be1_w1_m2, be2_w1_m2] = bp.ucinneSirky_TlacenyPrurez(rho_w1_m2, b_w1)
474     return [b_eff_w1_m2, be1_w1_m2, be2_w1_m2]
475
476 def lokalniBouleni_W2_M2(f_y, h_max, z_Tc, b_w2, lambda_p_w2, gama_M0):
477     b_tah_w2 = abs(z_Tc)
478     b_tlak_w2 = b_w2 - b_tah_w2
479     sigma_f_tlak = - f_y
480     sigma_f_tah = sigma_f_tlak * (z_Tc / (h_max - abs(z_Tc)))
481     sigma_w1_tah = sigma_f_tah
482     sigma_w2_tah = sigma_w1_tah
483     sigma_w2_tlak = sigma_w2_tah * (-b_tlak_w2 / b_tah_w2)
484     sigma_com_Ed_w2 = max(abs(sigma_w2_tah), abs(sigma_w2_tlak))
485     psi_w2_m2 = sigma_w2_tlak / sigma_w2_tah

```



```

485     k_sigma_w2_m2 = bp.k_sigma_SoucinitelKritickehoNapeti(psi_w2_m2)
486     lambda_p_w2_red_m2 = bp.redukovanaPomernaStihlost(lambda_p_w2, sigma_com_Ed_w2, f_y,
gama_M0)
487     rho_w2_m2 = bp.rho_SoucinitelBouleni(lambda_p_w2_red_m2, psi_w2_m2)
488     [b_eff_w2_m2, be2_w2_m2, be1_w2_m2] = bp.ucinneSirky(psi_w2_m2, rho_w2_m2, b_w2)
489     return [b_eff_w2_m2, be1_w2_m2, be2_w2_m2, sigma_w2_tlak]
490
491 def lokalniBouleni_W3_M2(b_w3, sigma_w2_tlak, lambda_p_w3, f_y, gama_M0):
492     psi_w3_m2 = 1.0
493     k_sigma_w3_m2 = bp.k_sigma_SoucinitelKritickehoNapeti(psi_w3_m2)
494     sigma_com_Ed_w3 = sigma_w2_tlak
495     # Redukovana pomerna stihlost
496     lambda_p_w3_m3 = bp.redukovanaPomernaStihlost(lambda_p_w3, sigma_com_Ed_w3, f_y,
gama_M0)
497     rho_w3_m2 = bp.rho_SoucinitelBouleni(lambda_p_w3_m3, psi_w3_m2)
498     [b_eff_w3_m2, be1_w3_m2, be2_w3_m2] = bp.ucinneSirky(psi_w3_m2, rho_w3_m2, b_w3)
499     return [b_eff_w3_m2, be1_w3_m2, be2_w3_m2]
500
501 def distorzniVybeceniStojina_M2(z_Tc, be2_w1_m2, be1_w2_m2, be2_w2_m2, be2_w3_m2, t_1, b_w2,
b_w3, E, f_yb, u, v):
502     be1_w2_m2 = abs(z_Tc) + be1_w2_m2
503     # Ucinna prurezova plocha "A_s"
504     A1_w = ch.plocha_dilci(be2_w1_m2, t_1)
505     A2a_w = ch.plocha_dilci(be1_w2_m2, t_1)
506     A2b_w = ch.plocha_dilci(be2_w2_m2, t_1)
507     A3_w = ch.plocha_dilci(be2_w3_m2, t_1)
508     A4_w = A3_w
509     A5a_w = A2a_w
510     A5b_w = A2b_w
511     A6_w = A1_w
512     As_w = 2* (A1_w + A2a_w + A2b_w + A3_w)
513     # Teziste
514     y1_w = -(b_w3/2 + be2_w1_m2/2)
515     y2a_w = -b_w3/2
516     y2b_w = -b_w3/2
517     y3_w = -(b_w3/2 - be2_w3_m2/2)
518     y4_w = -y3_w
519     y5a_w = -y2a_w
520     y5b_w = -y2b_w
521     y6_w = -y1_w
522     z1_w = 0
523     z2a_w = -(be1_w2_m2/2)
524     z2b_w = -(b_w2 - be2_w2_m2/2)
525     z3_w = -b_w2
526     z4_w = z3_w
527     z5a_w = z2a_w
528     z5b_w = z2b_w
529     z6_w = z1_w
530     Ay1_w = ch.Ay_OsaY(A1_w, y1_w)
531     Ay2a_w = ch.Ay_OsaY(A2a_w, y2a_w)
532     Ay2b_w = ch.Ay_OsaY(A2b_w, y2b_w)
533     Ay3_w = ch.Ay_OsaY(A3_w, y3_w)
534     Ay4_w = -Ay3_w
535     Ay5a_w = -Ay2a_w
536     Ay5b_w = -Ay2b_w
537     Ay6_w = -Ay1_w
538     Az1_w = ch.Az_OsaZ(A1_w, z1_w)
539     Az2a_w = ch.Az_OsaZ(A2a_w, z2a_w)
540     Az2b_w = ch.Az_OsaZ(A2b_w, z2b_w)
541     Az3_w = ch.Az_OsaZ(A3_w, z3_w)
542     Az4_w = Az3_w

```

```

543     Az5a_w = Az2a_w
544     Az5b_w = Az2b_w
545     Az6_w = Az1_w
546     # Teziste
547     yc_w = (1/As_w) * (Ay1_w + Ay2a_w + Ay2b_w + Ay3_w + Ay4_w + Ay5a_w + Ay5b_w + Ay6_w)
548     zc_w = (1/As_w) * (Az1_w + Az2a_w + Az2b_w + Az3_w + Az4_w + Az5a_w + Az5b_w + Az6_w)
549     # Moment setrvacnosti - stojina
550     Is1_w = bp.momentSetrvacnosti_w1_w3(be2_w1_m2, t_1, zc_w, z1_w)
551     Is2a_w = bp.momentSetrvacnosti_w2(be1_w2_m2, t_1, zc_w, z2a_w)
552     Is2b_w = bp.momentSetrvacnosti_w2(be2_w2_m2, t_1, zc_w, z2b_w)
553     Is3_w = bp.momentSetrvacnosti_w1_w3(be2_w3_m2, t_1, zc_w, z3_w)
554     Is_w = 2 * (Is1_w + Is2a_w + Is2b_w + Is3_w)
555     # perova tuhost K pro stojinu
556     b1_w = b_w3 / 2
557     b2_w = b1_w
558     delta_w = bp.deformacePerovaTuhostStojina(u, b1_w, b2_w, v, t_1, E)
559     K_w = bp.perovaTuhost(u,delta_w)
560     sigma_crs_w = bp.PruzneKritickeNapetiVyboceni(K_w, E, Is_w, As_w)
561     lambda_d_w = bp.lambda_d_PomernaStihlost(f_yb, sigma_crs_w)
562     # Reduckni soucinitel vzpernosti pro unosnost v distorznim vyboceni
563     chi_d_w = bp.chi_SoucinitelVzpernosti(lambda_d_w)
564     # Redukovana ucinna plocha a tloustka
565     As_red_w_m2 = bp.redukovanaPlocha(chi_d_w, As_w)
566     t_red_w_m2 = bp.redukovanaTloustka(chi_d_w, t_1, As_red_w_m2, As_w)
567     return t_red_w_m2
568
569 def analyzuj_ZapornyOhybovyMoment(b_w2, f_y, E, f_yb, epsilon, h_max, t_1, AB, CD, b_w1,
b_w3, z_Tc, v, u, gama_M0, lambda_p_w2, lambda_p_w3):
570     # 5.3.1. LOKALNI BOULENI - AB
571     c_eff_AB_m2 = lokalniBouleniAB_M2(h_max, AB, t_1, epsilon)
572     # 5.3.2. LOKALNI BOULENI - PASNICE
573     [b_eff_f_m2, be1_f_m2, be2_f_m2, psi_f_m2] = lokalnibouleniPasnice_M2(h_max, z_Tc, t_1,
epsilon)
574     ## 5.3.3. DISTORZNI VYBOCENI - PASNICE
575     t_red_f_m2 = distorzniVyboceniPasnice_M2(be1_f_m2, c_eff_AB_m2, t_1, E, f_yb, v, u,
h_max, CD, b_w1, b_w3)
576     # LOKALNI BOULENI - STOJINA
577     [b_eff_w1_m2, be1_w1_m2, be2_w1_m2] = lokalniBouleni_W1_M2(b_w1)
578     [b_eff_w2_m2, be1_w2_m2, be2_w2_m2, sigma_w2_tlak] = lokalniBouleni_W2_M2(f_y, h_max,
z_Tc, b_w2, lambda_p_w2, gama_M0)
579     [b_eff_w3_m2, be1_w3_m2, be2_w3_m2] = lokalniBouleni_W3_M2(b_w3, sigma_w2_tlak,
lambda_p_w3, f_y, gama_M0)
580     t_red_w_m2 = distorzniVyboceniStojina_M2(z_Tc, be2_w1_m2, be1_w2_m2, be2_w2_m2,
be2_w3_m2, t_1, b_w2, b_w3, E, f_yb, u, v)
581     return [c_eff_AB_m2, b_eff_f_m2, be1_f_m2, be2_f_m2, t_red_f_m2, t_red_w_m2,
b_eff_w1_m2, be1_w1_m2, be2_w1_m2, b_eff_w2_m2, be1_w2_m2, be2_w2_m2, b_eff_w3_m2,
be1_w3_m2, be2_w3_m2]
582
583 def vzperVstup(B, alfa_b, epsilon, A_eff_tlak, Iy_c_tlak, Ac_plnyPrurez):
584     alfa_b = 0.34
585     # Polomery setrvacnosti
586     i_y_t = bp.i_PolomerSetrvacnosti(Iy_c_tlak, A_eff_tlak)
587     # Pomerne stihlosti (L_cr = B)
588     lambda_1y_t = bp.lambda_1_Vzper_PomernaStihlost(epsilon)
589     lambda_y_t = bp.lambda_Vzper_PomernaStihlost(B, i_y_t, A_eff_tlak, Ac_plnyPrurez,
lambda_1y_t)
590     # Soucinitel vzperu
591     fi_y_t = bp.fi_SoucinitelVzperu(alfa_b, lambda_y_t)
592     chi_y_t = bp.chi_vzper(fi_y_t, lambda_y_t)
593     chi_vzper = min(1.0, chi_y_t)
594     return chi_vzper
595

```

```

596 def tlak_ohyb(z_Tc, z_Tc_tlak, chi_vzper, A_eff_tlak, f_y, gama_M1, Wy_m1, Wy_m2, M_Ed):
597     e_N_PosunTeziste = posunTezistoveOsy(z_Tc, z_Tc_tlak)
598     # Vnitřní síly SCIA
599     N_Ed = 42.85 * 10**3 # N
600     # posouzení tlak ohyb
601     N_b_Rd = bp.nb_Rd_tlak(chi_vzper, A_eff_tlak, f_y, gama_M1)
602     vyuziti_N = bp.posudek_tlak(N_Ed, N_b_Rd)
603     My_Rd_m1 = bp.my_Rd_MomentUnosnosti(Wy_m1, f_y, gama_M1)
604     vyuziti_m1 = bp.posudek_KladnyOhybovyMoment(M_Ed, My_Rd_m1)
605     My_Rd_m2 = bp.my_Rd_MomentUnosnosti(Wy_m2, f_y, gama_M1)
606     vyuziti_m2 = bp.posudek_ZapornyOhybovyMoment(M_Ed, My_Rd_m2)
607     # Kombinace ohyb + tlak
608     delta_M = bp.delta_M(e_N_PosunTeziste, N_Ed)
609     tlak_ohyb_m1 = bp.posudek_KladnyOhybTlak(N_Ed, N_b_Rd, M_Ed, delta_M, My_Rd_m1)
610     tlak_ohyb_m2 = bp.posudek_ZapornyOhybTlak(N_Ed, N_b_Rd, M_Ed, delta_M, My_Rd_m2)
611
612     return [N_b_Rd, vyuziti_N, My_Rd_m1, vyuziti_m1, My_Rd_m2, vyuziti_m2, tlak_ohyb_m1,
613            tlak_ohyb_m2]
614
615 def analyzuj_Vzper(Iy_c_m1, Iy_c_m2, z_Tc, z_Tc_tlak, B, alfa_b, epsilon, A_eff_tlak,
616 Iy_c_tlak, Ac_plnyPrurez, f_y, gama_M1, Wy_m1, Wy_m2, M_Ed):
617     chi_vzper = vzperVstup(B, alfa_b, epsilon, A_eff_tlak, Iy_c_tlak, Ac_plnyPrurez)
618     # TLAK, OHYB
619     [N_b_Rd, vyuziti_N, My_Rd_m1, vyuziti_m1, My_Rd_m2, vyuziti_m2, tlak_ohyb_m1,
620     tlak_ohyb_m2] = tlak_ohyb(z_Tc, z_Tc_tlak, chi_vzper, A_eff_tlak, f_y, gama_M1, Wy_m1,
621     Wy_m2, M_Ed)
622
623     print(A_eff_tlak, Iy_c_tlak, Iy_c_m1, Iy_c_m2)
624
625     return [chi_vzper, N_b_Rd, vyuziti_N, My_Rd_m1, vyuziti_m1, My_Rd_m2, vyuziti_m2,
626            tlak_ohyb_m1, tlak_ohyb_m2]

```