

POZNÁMKY / NOTES:

NÁZEV AKCE/BUILDING

Vědeckotechnický park Karlovarského kraje

Karlovy Vary - areál Dvory, Závodní ulice

STAVBA/PART OF BUILDING

S1 - VĚDECKOTECHNICKÝ PARK (VTP)

INVESTOR / DEVELOPER

KARLOVARSKÝ KRAJ

Krajský úřad - Odbor regionálního rozvoje

Závodní 353/88, Karlovy Vary-Dvory

DODAVATEL / PROVIDER

GENERÁLNÍ PROJEKTANT / EXECUTIVE ARCHITECT

HELIKA

OBERMEYER CORPORATE GROUP

HELIKA a.s.
 Beranových 65,
 P.O. BOX 4, 199 21 Praha 9 - Letňany,
 Tel.: +420 281 097 222 Fax: +420 281 097 200
 IČO: 60194294, DIČ: 009-60194294

Číslo zakázky / Project ref. 01189 - 02

ZPRACOVATEL / SUBCONTRACTOR

Larumo
Servis s.r.o.

LARUMO SERVIS s.r.o.
 PLZEŇSKÁ 45
 360 01 KARLOVY VARY

Číslo zakázky / Project ref. 07/ST/2012

HLAVNÍ INŽENÝR PROJEKTU/CHIEF ENGINEER

Ing. Jiří Kovařík

ARCHITEKT PROJEKTU / LOCAL ARCHITECT

Ing.arch. Miroslav Míka

HLAVNÍ STATIK PROJEKTU / STRUCTURAL ENGINEER

Ing. Martin Šafařík

ODPOVĚDNÝ PROJEKTANT/RESPONSIBLE DESIGNER

Ing. Martin Šafařík

VYPRACOVAL / DRAWN BY

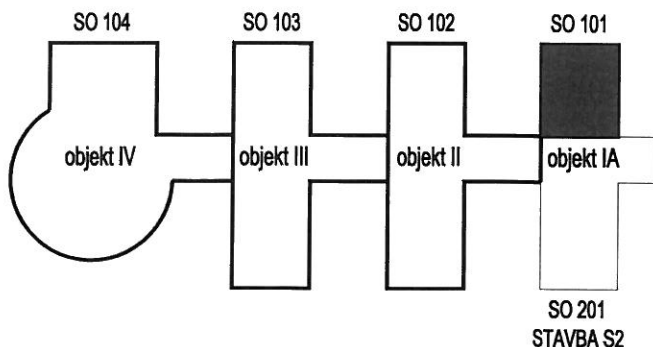
Ing. Martin Šafařík

KONTROLOVAL / CHECKED BY

| REVISION | POPIS / DESCRIPTION | DATUM / DATE |
|----------|---------------------|--------------|
| R01 | ... | ... |
| R02 | | |
| R03 | | |
| R04 | | |
| R05 | | |
| R06 | | |
| R07 | | |
| R08 | | |
| R09 | | |

SCHÉMA / SCHEME

STAVBA S1 - VĚDECKOTECHNICKÝ PARK



±0,000 = 385,500 (SO 104)

SOUŘ. SYSTÉM S-JTSK / GRID SYSTEM S-JTSK,
 VÝŠKOVÝ SYSTÉM BpV / VERTICAL SYSTEM BpV

STUPEŇ / DESIGN STAGE

DOKUMENTACE PRO PROVEDENÍ STAVBY

OZNAČENÍ/CODE

DPS

ČÁST / SECTION

F1 POZEMNÍ STAVEBNÍ OBJEKTY

SO, PS / BUILDING OBJECT

100 VĚDECKOTECHNICKÝ PARK

VTP

FUNKČNÍ ČÁST / PART OF BUILDING

...

PROFESNÍ DÍL / PROF. PART

20 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

KOD PROF. /PROFF. CODE

KOA

DĚLENÍ / DIVISION

.

ČLENĚNÍ / STRUCTURE

.

NÁZEV VÝKRESU / DRAWING DESCRIPTION

STATICKÝ VÝPOČET
objekt IB (SO 101)

| | | | | | | | |
|------------------|-------------------|----------------------|---------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|----------------------|
| DATUM / DATE | REVIZE / REVISION | MĚŘÍTKO / SCALE | POČET / NUMBER A4 | PARÉ / COPY | | | |
| 12/2012 | 00 | 1:50 | 6 | | | | |
| ČÍSLO DOKUMENTU: | | | | | | | |
| F1.2 | 101 | — | 20 | — | — | 0102 | 00 |
| ČÁST / SECTION | SO, PS / OBJECT | FUNKČNÍ / PART OF B. | PROF. DÍL / P. PART | DĚLENÍ / DIVISION | ČLENĚNÍ / STRUCT. | Č. VÝKRESU / DRAWING NO. | Č. REVIZE / REVIZION |

NÁZEV SOUBORU / FILE NAME:

100_KOA_0100

VĚDECKOTECHNICKÝ PARK
KARLOVARSKÉHO KRAJE A
INFORMAČNĚ –VZDĚLÁVACÍ
STŘEDISKO KARLOVARSKÉHO
KRAJE
SO 101 OBJEKT IB

STATICKÝ VÝPOČET

v úrovni DPS

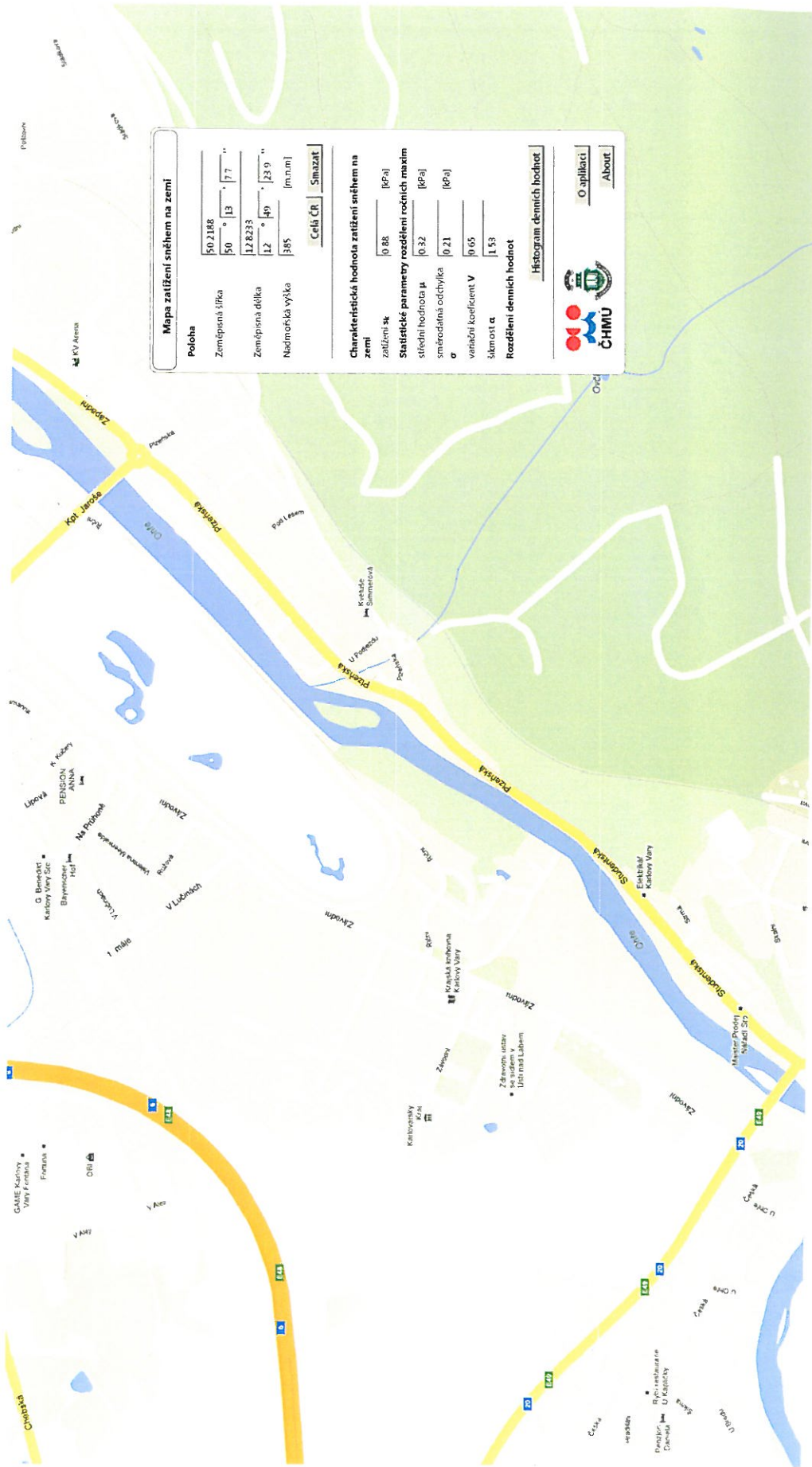
| | |
|---------|-------------------------------|
| Projekt | Technologický park Kar. kraje |
| Část | Objekt IB |
| Popis | Prováděcí projekt |
| Autor | Ing. Martin Šafařík |

1. Obsah

| | |
|--|----|
| 1. Obsah | 1 |
| 2. Projekt | 3 |
| 3. Schémata nosné konstrukce | 4 |
| 3.1. Schéma nosné konstrukce 1 | 4 |
| 3.2. Schéma nosné konstrukce 2 | 5 |
| 3.3. Schéma nosné konstrukce 3 | 6 |
| 3.4. Schéma nosné konstrukce 4 | 7 |
| 3.5. Schéma nosné konstrukce 5 | 8 |
| 3.6. Schéma nosné konstrukce 6 | 8 |
| 4. Materiály, průřezy, podloží | 9 |
| 4.1. Materiály | 9 |
| 4.2. Průřezy | 9 |
| 4.3. Podloží | 10 |
| 5. Zatížení a kombinace zatížení | 10 |
| 5.1. Zatěžovací stavy | 10 |
| 5.2. LC2-Podlahy | 11 |
| 5.3. LC3-Cihelné vyzdívky | 12 |
| 5.4. LC5-Budoucí podlaží | 13 |
| 5.5. LC6-Schodiště | 13 |
| 5.6. LC7-Užitné var.1+přemístitelné příčky | 14 |
| 5.7. LC8-Užitné var.2+přemístitelné příčky | 15 |
| 5.8. LC10-Užitné schodiště | 15 |
| 5.9. LC11-Vítr X+ | 16 |
| 5.10. LC12-Vítr X- | 17 |
| 5.11. LC13-Vítr Y+ | 18 |
| 5.12. LC14-Vítr Y- | 19 |
| 5.13. Skupiny zatížení | 19 |
| 5.14. Kombinace | 19 |
| 5.15. Skupiny výsledků | 22 |
| 6. Reakce, sedání a vnitřní síly v konstrukcích | 22 |
| 6.1. Intenzity zatížení v základových konstrukcích | 22 |
| 6.2. Intenzity na prvcích | 23 |
| 6.3. Klíč kombinace | 23 |
| 6.4. Sedání základových konstrukcí | 24 |
| 6.5. Výpočtové vnitřní síly v konstrukcích | 24 |
| 6.5.1. Vnitřní síly v základových konstrukcích -Vz (STR/GEO) | 24 |
| 6.5.2. Vnitřní síly v základových konstrukcích -My (STR/GEO) | 25 |
| 6.5.3. Vnitřní síly v základových konstrukcích -Mx (STR/GEO) | 25 |
| 6.5.4. Vnitřní síly v základových konstrukcích -Vy(STR/GEO) | 26 |
| 6.5.5. Vnitřní síly v základových konstrukcích -Mz (STR/GEO) | 26 |
| 6.5.6. Vnitřní síly ve sloupech 1.NP - N (STR/GEO) | 27 |
| 6.5.7. Vnitřní síly ve sloupech 1.NP - My | 27 |

| | |
|---------|-------------------------------|
| Projekt | Technologický park Kar. kraje |
| Část | Objekt IB |
| Popis | Prováděcí projekt |
| Autor | Ing. Martin Šafařík |

| | |
|--|----|
| 6.5.8. Vnitřní síly ve sloupech 1.NP - Mz | 28 |
| 6.5.9. Vnitřní síly v průvlacích stropu nad 1.NP - Vz | 28 |
| 6.5.10. Vnitřní síly v průvlacích stropu nad 1.NP - Mx | 29 |
| 6.5.11. Vnitřní síly v průvlacích stropu nad 1.NP - My | 30 |
| 6.5.12. Vnitřní síly ve stropní desce nad 1.NP-mx max | 31 |
| 6.5.13. Vnitřní síly ve stropní desce nad 1.NP-my max | 32 |
| 6.5.14. Vnitřní síly ve stropní desce nad 1.NP-mx min | 33 |
| 6.5.15. Vnitřní síly ve stropní desce nad 1.NP-my min | 34 |
| 6.5.16. Vnitřní síly ve sloupech 2.NP - N | 35 |
| 6.5.17. Vnitřní síly ve sloupech 2.NP - My | 36 |
| 6.5.18. Vnitřní síly ve sloupech 2.NP - Mz | 37 |
| 6.5.19. Vnitřní síly v průvlacích stropu nad 2.NP - Vz | 38 |
| 6.5.20. Vnitřní síly v průvlacích stropu nad 2.NP - Mx | 39 |
| 6.5.21. Vnitřní síly v průvlacích stropu nad 2.NP - My | 40 |
| 6.5.22. Vnitřní síly ve stropní desce nad 2.NP -mx max | 41 |
| 6.5.23. Vnitřní síly ve stropní desce nad 2.NP -my max | 42 |
| 6.5.24. Vnitřní síly ve stropní desce nad 2.NP -mx min | 43 |
| 6.5.25. Vnitřní síly ve stropní desce nad 2.NP -my min | 44 |
| 7. Posouzení konstrukci | 45 |



Akce: K.Vary, Vědeckotechnický park
Zpracoval Ing.Martin Šafařík
Datum: 10. říjen 2012
Objekt: Objekt IA / *IB*
Prvek: Strop nad 1.NP

PLOŠNÉ ZATÍŽENÍ ROVNOMĚRNÉ
kombinace dle ČSN EN 1990 - 6.10

Kombinace plošného zatížení:

| č. položky | popis zatížení | z a t í ž e n í | | | |
|------------|--------------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------|---------------------|
| | | objem. tíha [kN/m3] | tloušťka [m] | charakteristické [kN/m2] | návrhové [kN/m2] |
| 1 | Užitné kategorie B | --- | --- | 2,50 | 3,75 |
| 2 | keramická dlažba | 18,00 | 0,020 | 0,36 | 0,49 |
| 3 | betonová mazanina | 24,00 | 0,050 | 1,20 | 1,62 |
| 4 | zvuková izolace | 1,50 | 0,030 | 0,05 | 0,06 |
| 5 | žb stropní konstrukce | 25,00 | 0,250 | 6,25 | 8,44 |
| 6 | povrchová úprava podhled | 18,00 | 0,010 | 0,18 | 0,24 |
| 7 | | | | 0,00 | 0,00 |
| 8 | technologické rozvody | --- | --- | 1,00 | 1,35 |
| 9 | SDK příčky | --- | --- | 0,80 | 1,08 |
| 10 | | --- | --- | | 0,00 |
| celkem | součet | | | 12,34 | 17,03 |

lb

Akce: K.Vary, Vědeckotechnický park
Zpracoval Ing. Martin Šafařík
Datum: 10. říjen 2012
Objekt: Objekt I A, IB
Prvek: Střecha

PLOŠNÉ ZATÍŽENÍ ROVNOMĚRNÉ
kombinace dle ČSN EN 1990 - 6.10

Kombinace plošného zatížení:

| č. položky | popis zatížení | z a t í ž e n í | | | | návrhové [kN/m ²] |
|------------|--------------------------|-------------------------------------|-----------------|--|-------------------|----------------------------------|
| | | objem. tíha [kN/m ³] | tloušťka [m] | charakteristické [kN/m ²] | součinitel [-] | |
| 1 | Sníh | --- | --- | 0,90 | 1,50 | 1,35 |
| 2 | Hydroizolace | 13,50 | 0,020 | 0,27 | 1,35 | 0,36 |
| 3 | tepelná izolace | 1,50 | 0,050 | 0,08 | 1,35 | 0,10 |
| 4 | žb stropní konstrukce | 25,00 | 0,250 | 6,25 | 1,35 | 8,44 |
| 5 | povrchová úprava podhled | 18,00 | 0,010 | 0,18 | 1,35 | 0,24 |
| 6 | | | | 0,00 | | 0,00 |
| 7 | | | | 0,00 | | 0,00 |
| 8 | technologické rozvody | --- | --- | 1,00 | 1,35 | 1,35 |
| 9 | Fotovoltaické panely | --- | --- | 0,75 | 1,35 | 1,01 |
| 10 | | --- | --- | | | 0,00 |
| celkem | součet | | | 9,43 | 1,36 | 12,86 |

Akce: K.Vary, Vědeckotechnický park
 Zpracoval Ing.Martin Šafařík
 Datum: 10. říjen 2012
 Objekt: Objekt IA, 1. II
 Prvek: Schodiště

PLOŠNÉ ZATÍŽENÍ ROVNOMĚRNÉ
 kombinace dle ČSN EN 1990 - 6.10

Kombinace plošného zatížení:

| č. položky | popis zatížení | z a t í ž e n í | | | |
|------------|--------------------------|------------------------|-----------------|-----------------------------|-------------------|
| | | objem. tíha [kN/m3] | tloušťka [m] | charakteristické [kN/m2] | součinitel [-] |
| 1 | Užitné kategorie B | --- | --- | 3,00 | 1,50 |
| 2 | keramická dlažba | 18,00 | 0,020 | 0,36 | 1,35 |
| 3 | nabetonované stupně | 24,00 | 0,120 | 2,88 | 1,35 |
| 4 | žb schodišťová deska | 25,00 | 0,200 | 5,00 | 1,35 |
| 5 | povrchová úprava podhled | 18,00 | 0,010 | 0,18 | 1,35 |
| 6 | | | | 0,00 | |
| 7 | | | | 0,00 | |
| 8 | | --- | --- | | |
| 9 | | --- | --- | | |
| 10 | | --- | --- | | |
| celkem | součet | | | 11,42 | 1,39 |
| | | | | | 15,87 |

ЗАТИШЕНІ ВѢТРЕМ

ВѢТРОВА' ОБЛАСТ I.

МНОГО' ЗАКЛАДКИ' ВЪЗНИКЛО ВѢТРУ

$$V_{6,0} = 22,5 \text{ м с}^{-1}$$

КАТЕГОРИЕ ТЕРЕНУ II.

ДИНАМИЧЕСКІ ТЛАК ВѢТРУ

$$q_0 = 0,316 \text{ кН м}^{-2}$$

СТАКОВЕНІ МАКСИМАЛЬНІ ТЛАК ВѢТРУ

ВЪРХА ПОЯСІ

$$z_0 = 4 \text{ м}$$

$$q_F(4) = 0,316 \text{ кН м}^{-2} \cdot 1,423 = 0,45 \text{ кН м}^{-2}$$

$$z_0 = 8,5 \text{ м}$$

$$q_F(8,5) = 0,316 \cdot 2,2 = 0,7 \text{ кН м}^{-2}$$

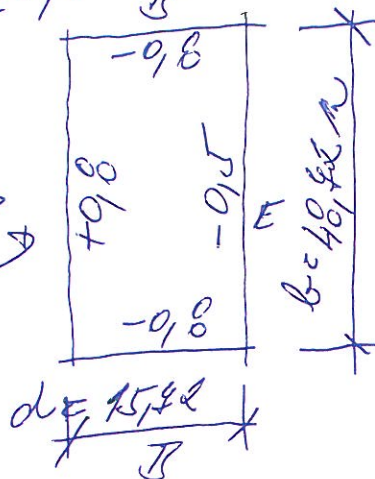
$$z_0 = 11 \text{ м}$$

$$q_F(11) = 0,316 \cdot 2,4 = 0,76 \text{ кН м}^{-2}$$

SOUČinitele vnějšího tlaku na objekt

a) přese 'Y'

VÍTE



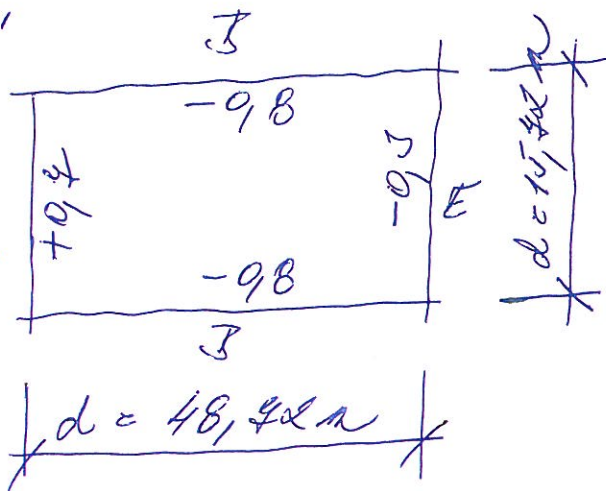
$$R/d = 11/15,42 = 0,7$$

Účla objektu včetně uvažování rozvoje (čítání patra)

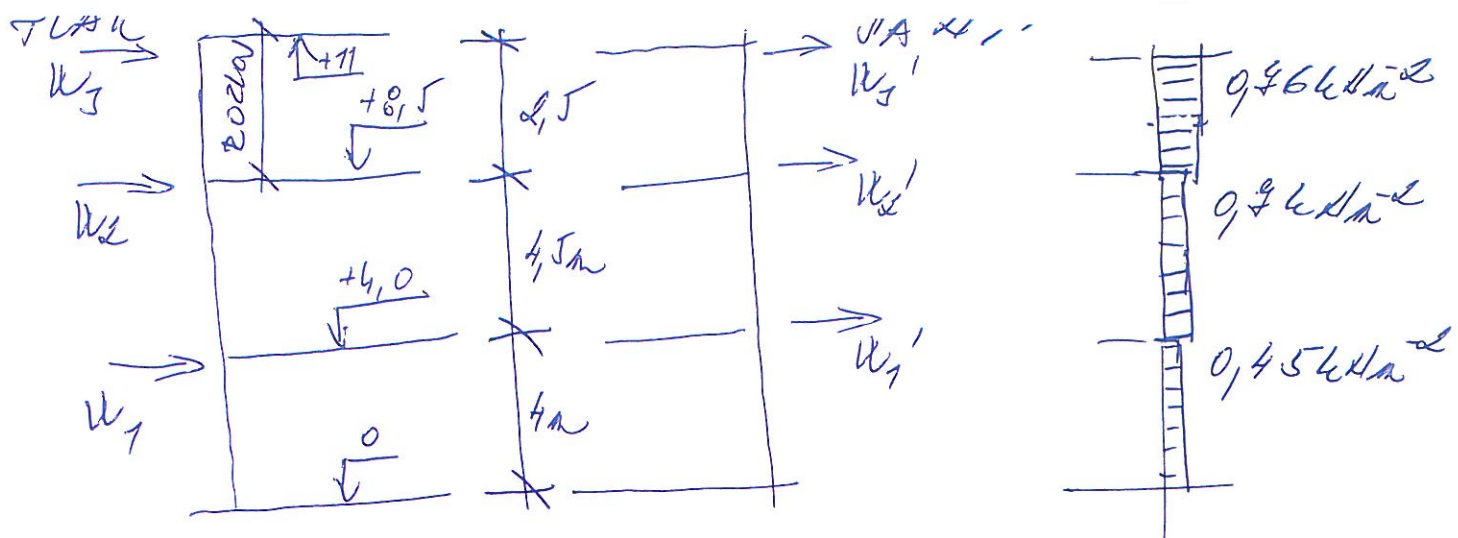
$$R = 11 \text{ m}$$

b) přese 'X'

VÍTE



$$R/d = 11/48,42 = 0,23$$



a)

$$w_1 = (0.45 \text{ kN/m}^2 \times 2 + 0.4 + 2.25) \times 0.8 = 1.98 \text{ kN/m}$$

$$w_2 = (0.4 + 2.25 + 0.46 \times 1.25) \times 0.8 = 2.02 \text{ kN/m}$$

$$w_3 = 0.46 \times 1.25 \times 0.8 = 0.46 \text{ kN/m}$$

$$w_1' = (0.45 \text{ kN/m}^2 \times 2 + 0.4 + 2.25) \times 0.5 = 1.44 \text{ kN/m}$$

$$w_2' = (0.4 + 2.25 + 0.46 \times 1.25) \times 0.5 = 1.463 \text{ kN/m}$$

$$w_3 = 0.46 \times 1.25 \times 0.5 = 0.445 \text{ kN/m}$$

Průřez oř. větrů v úrovni +11,0m
 budou ve výpočtu posunuty na úroveň
 +8,5m vzhledem k tomu, že
 je nastává objektu ne realizuje
 a nosná konstrukce je fixována
 na fixovaný podklad.

$$b) \quad w_1 = (0,45 \text{ kN/m}^2 \times 2 + 0,4 + 2,25) \times 0,7 = 1,73 \text{ kN/m}'$$

$$w_2 = (0,4 + 2,25 + 0,46 + 1,25) \times 0,7 = 1,767 \text{ kN/m}'$$

$$w_3 = 0,46 + 1,25 \times 0,7 = 0,64 \text{ kN/m}'$$

$$w_1' = (0,45 \text{ kN/m}^2 \times 2 + 0,4 + 2,25) \times 0,3 = 0,74 \text{ kN/m}$$

$$w_2' = (0,4 + 2,25 + 0,46 + 1,25) \times 0,3 = 0,76 \text{ kN/m}'$$

$$w_3' = 0,46 + 1,25 \times 0,3 = 0,29 \text{ kN/m}'$$

SILY OD VĚTRU V ÚROVNI +11,0 m JUDOU
 VE VÝPOČTU POSKYTNÝ NA ÚROVNI +8,5 m
 VZHLÉDEM K TOMU, ŽE SE NÁSTAVBA OTVĚR
 NEREALIZUJE A NOSNÁ KONSTRUKCE VE
 PRŮRAVCE NA PRŮŘEZU ROZVOU.

| | |
|---------|-------------------------------|
| Projekt | Technologický park Kar. kraje |
| Část | Objekt IB |
| Popis | Prováděcí projekt |
| Autor | Ing. Martin Šafařík |

2. Projekt

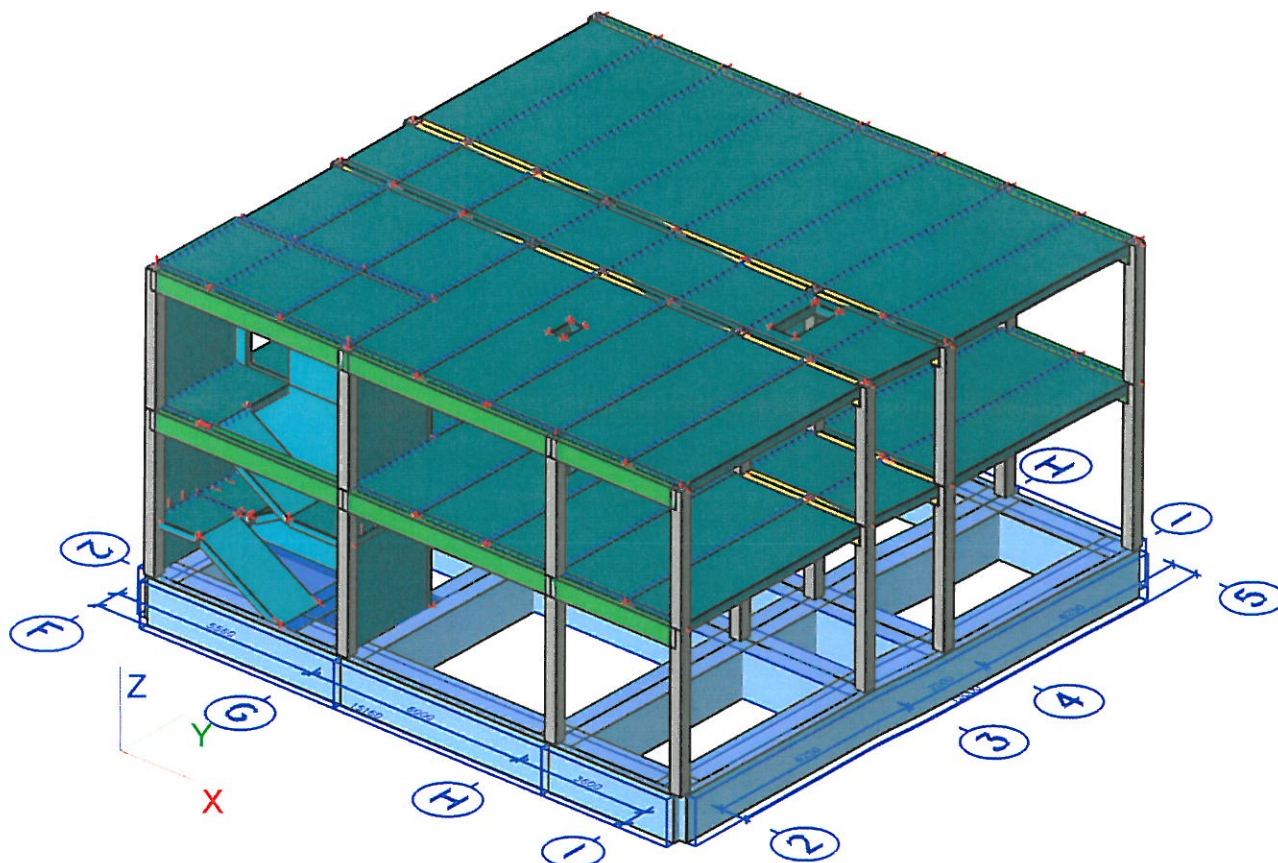
| | |
|--|---|
| Národní norma | EC - EN |
| Konstrukce | Obecná XYZ |
| Poč. uzlů : | 183 |
| Poč. prutů : | 74 |
| Poč. ploch : | 65 |
| Poč. průřezů : | 5 |
| Poč. zat. stavů : | 12 |
| Poč. materiálů : | 2 |
| Jméno projektu | Nosná konstrukce objekt IB2009 _prováděčka.esa |
| Cesta k projektu | \\Disk_larumo\zaloha_martin\Zakázky 2012\07_ST_2012_K_Vary Vědecké centrum\Statika\DPS\Objekt IB\ |
| Projekt | Technologický park Kar. kraje |
| Část | Objekt IB |
| Popis | Prováděcí projekt |
| Autor | Ing. Martin Šafařík |
| Datum | 07. 08. 2012 |
| Tíhové zrychlení [m/sec ²] | 9.810 |
| Popis kombinace | <p>Součinitele zatížení do kombinací :</p> <p>Dílčí součinitel stálého zatížení - nepříznivý 1.35</p> <p>Dílčí součinitel stálého zatížení - příznivý 1.00</p> <p>Dílčí souč. pro účinky předpětí - příznivý 1.00</p> <p>Dílčí souč. pro účinky předpětí - nepříznivý 1.20</p> <p>Dílčí součinitel řídicí nahodilé zatížení 1.50</p> <p>Dílčí souč. doprovázející nahodilé zatížení 1.50</p> <p>Redukční součinitel 0.85</p> <p>Dílčí součinitel pro účinky smršťování 1.00</p> |

Projekt
Část
Popis
Autor

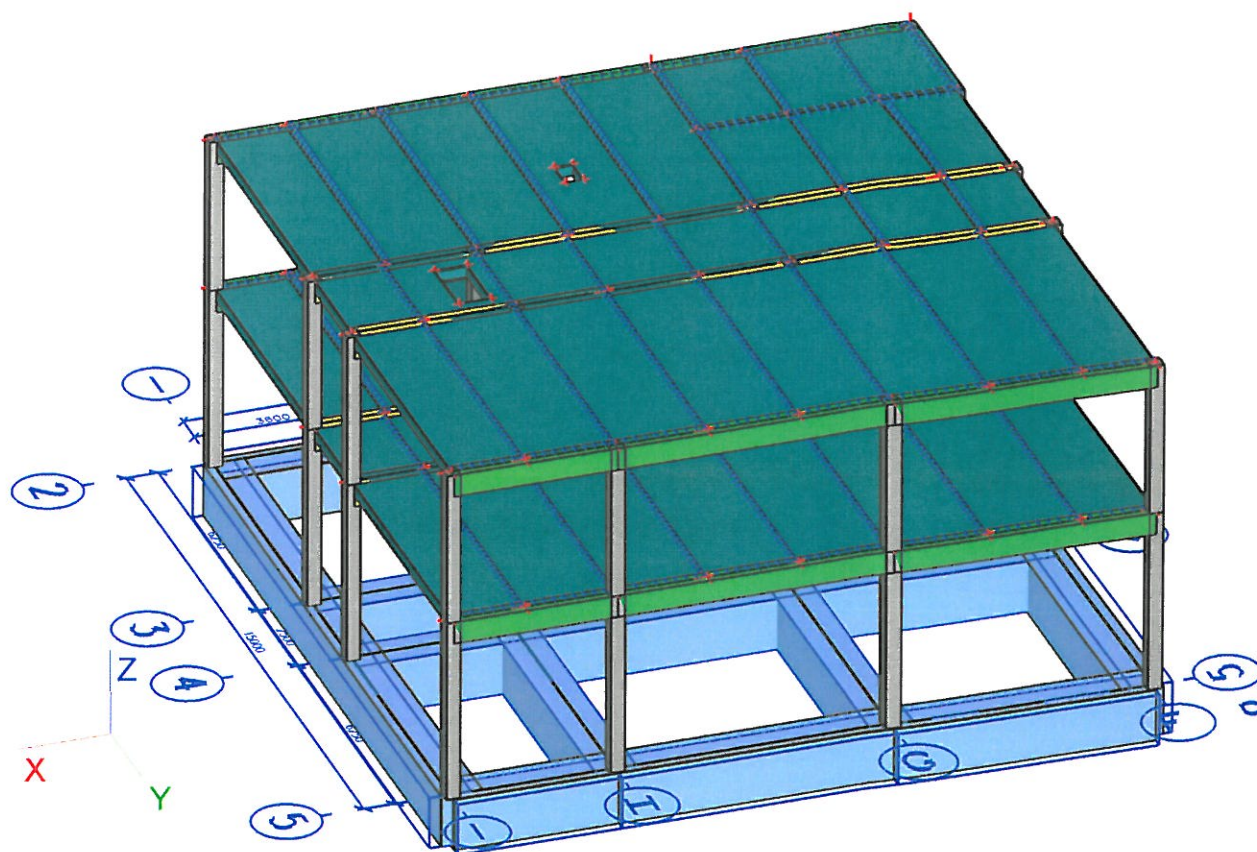
Technologický park Kar. kraje
Objekt IB
Prováděcí projekt
Ing. Martin Šafařík

3. Schémata nosné konstrukce

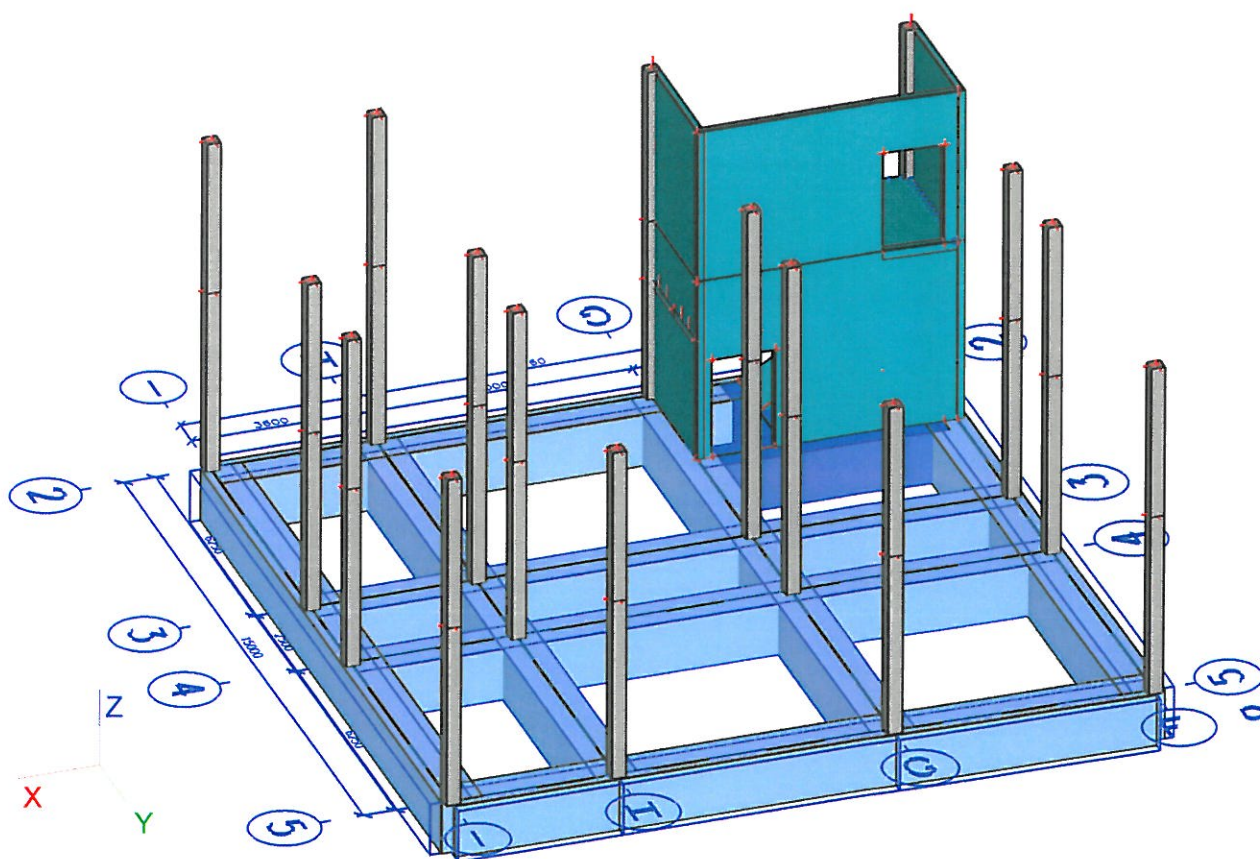
3.1. Schéma nosné konstrukce 1



3.2. Schéma nosné konstrukce 2



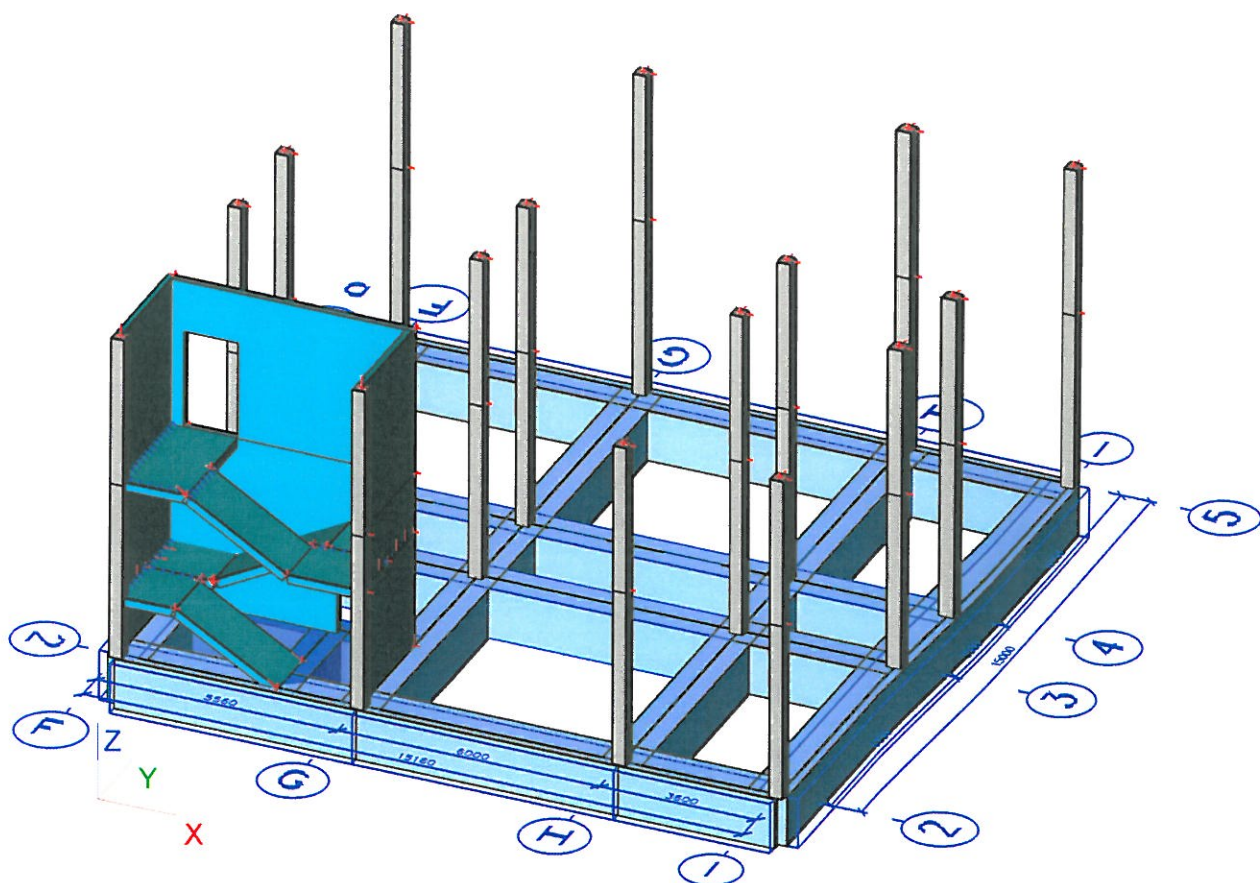
3.3. Schéma nosné konstrukce 3



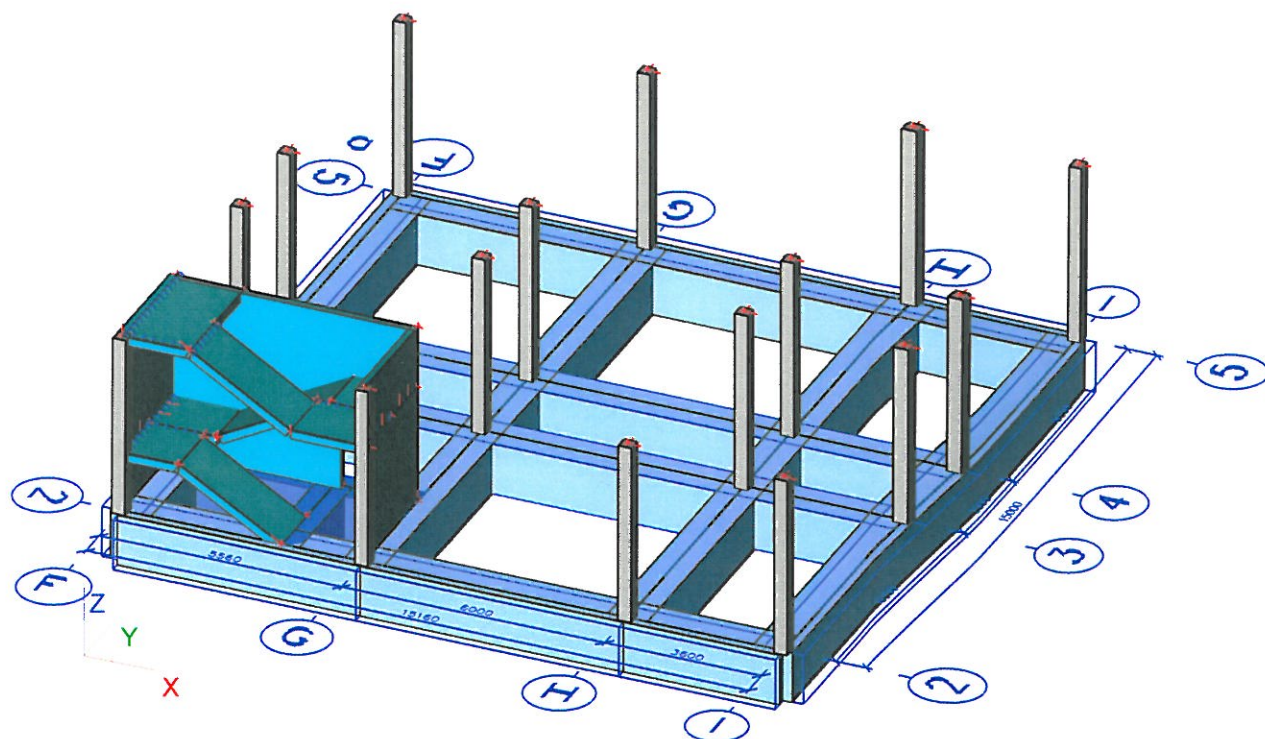
Projekt
Část
Popis
Autor

Technologický park Kar. kraje
Objekt IB
Prováděcí projekt
Ing. Martin Šafařík

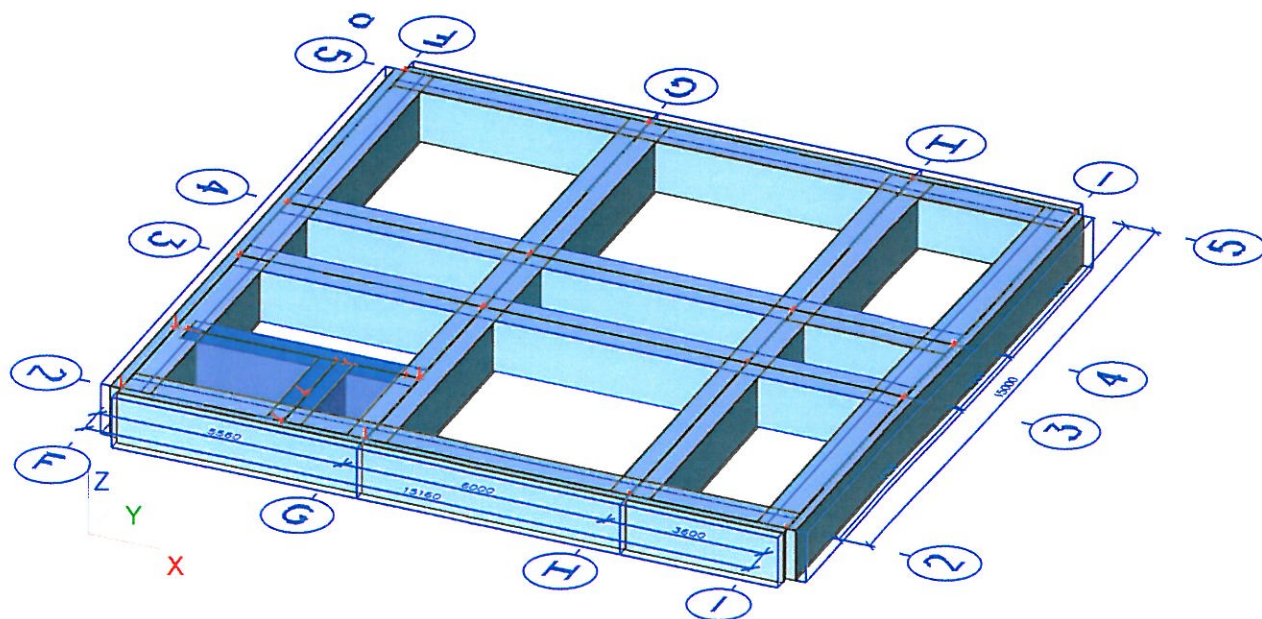
3.4. Schéma nosné konstrukce 4



3.5. Schéma nosné konstrukce 5



3.6. Schéma nosné konstrukce 6



| | |
|---------|-------------------------------|
| Projekt | Technologický park Kar. kraje |
| Část | Objekt IB |
| Popis | Prováděcí projekt |
| Autor | Ing. Martin Šafařík |

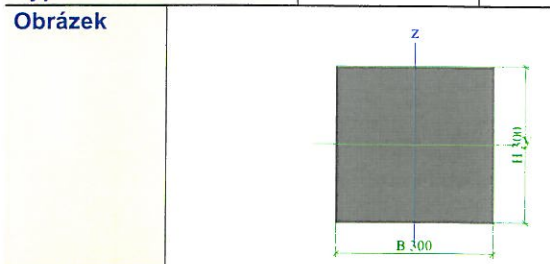
4. Materiály, průřezy, podloží

4.1. Materiály

| Jméno | Typ | Jednotková hmotnost [kg/m³] | E [MPa] | Poisson - nu | G [MPa] | Tep.roztaž. [m/mK] | Charakteristická válcová pevnost v tlaku f _{ck} (28) [MPa] |
|--------|-------|-----------------------------|------------|--------------|------------|--------------------|---|
| C30/37 | Beton | 2500.00 | 3.3000e+04 | 0.2 | 1.3750e+04 | 0.00 | 30.00 |
| C35/45 | Beton | 2500.00 | 3.4000e+04 | 0.2 | 1.4167e+04 | 0.00 | 35.00 |

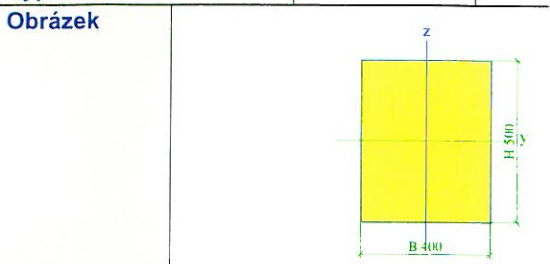
4.2. Průřezy

| | |
|----------------|----------|
| Jméno | CS1 |
| Typ | Obdélník |
| Detailní | 300; 300 |
| Materiál | C35/45 |
| Výroba | beton |
| Vzpěr y-y, z-z | b b |
| Výpočet FEM | x |



| | | |
|------------------------------|------------|------------|
| A [m²] | 9.0000e-02 | |
| A _{y, z} [m²] | 7.5000e-02 | 7.5000e-02 |
| I _{y, z} [m⁴] | 6.7500e-04 | 6.7500e-04 |
| I _w [m⁶], t [m⁴] | 0.0000e+00 | 1.1389e-03 |
| W _{el y, z} [m³] | 4.5000e-03 | 4.5000e-03 |
| W _{pl y, z} [m³] | 6.7500e-03 | 6.7500e-03 |
| d _{y, z} [mm] | 0 | 0 |
| c _{YLSS, ZLSS} [mm] | 150 | 150 |
| alfa [deg] | 0.00 | |
| AL [m²/m] | 1.2000e+00 | |

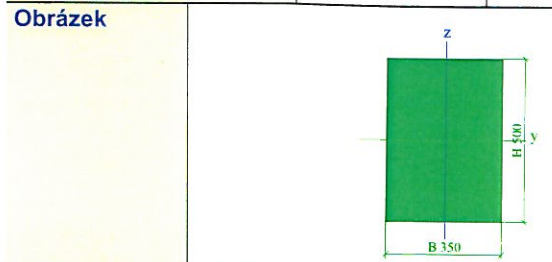
| | |
|----------------|----------|
| Jméno | CS2 |
| Typ | RECT |
| Detailní | 500; 400 |
| Materiál | C30/37 |
| Výroba | beton |
| Vzpěr y-y, z-z | b b |
| Výpočet FEM | x |



| | | |
|------------------------|------------|------------|
| A [m²] | 2.0000e-01 | |
| A _{y, z} [m²] | 1.6667e-01 | 1.6667e-01 |
| I _{y, z} [m⁴] | 4.1667e-03 | 2.6667e-03 |

| | | |
|------------------------------|------------|------------|
| I _w [m⁶], t [m⁴] | 0.0000e+00 | 5.4736e-03 |
| W _{el y, z} [m³] | 1.6667e-02 | 1.3333e-02 |
| W _{pl y, z} [m³] | 2.5000e-02 | 2.0000e-02 |
| d _{y, z} [mm] | 0 | 0 |
| c _{YLSS, ZLSS} [mm] | 200 | 250 |
| alfa [deg] | 0.00 | |
| AL [m²/m] | 1.8000e+00 | |

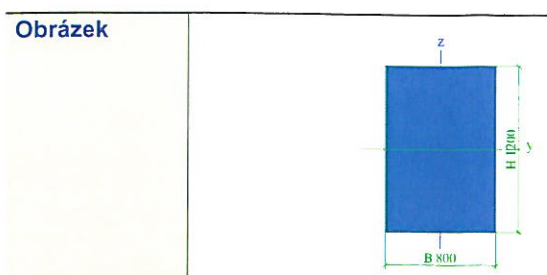
| | |
|----------------|----------|
| Jméno | CS3 |
| Typ | RECT |
| Detailní | 500; 350 |
| Materiál | C30/37 |
| Výroba | beton |
| Vzpěr y-y, z-z | b b |
| Výpočet FEM | x |



| | | |
|------------------------------|------------|------------|
| A [m²] | 1.7500e-01 | |
| A _{y, z} [m²] | 1.4583e-01 | 1.4583e-01 |
| I _{y, z} [m⁴] | 3.6458e-03 | 1.7865e-03 |
| I _w [m⁶], t [m⁴] | 0.0000e+00 | 4.0459e-03 |
| W _{el y, z} [m³] | 1.4583e-02 | 1.0208e-02 |
| W _{pl y, z} [m³] | 2.1875e-02 | 1.5313e-02 |
| d _{y, z} [mm] | 0 | 0 |
| c _{YLSS, ZLSS} [mm] | 175 | 250 |
| alfa [deg] | 0.00 | |
| AL [m²/m] | 1.7000e+00 | |

| | |
|----------------|-----------|
| Jméno | CS4 |
| Typ | RECT |
| Detailní | 1200; 800 |
| Materiál | C30/37 |
| Výroba | beton |
| Vzpěr y-y, z-z | b b |
| Výpočet FEM | x |

| | |
|---------|-------------------------------|
| Projekt | Technologický park Kar. kraje |
| Část | Objekt IB |
| Popis | Prováděcí projekt |
| Autor | Ing. Martin Šafařík |



| | | |
|--|------------|------------|
| A [m ²] | 9.6000e-01 | |
| A y, z [m ²] | 8.0000e-01 | 8.0000e-01 |
| I y, z [m ⁴] | 1.1520e-01 | 5.1200e-02 |
| I w [m ⁶], t [m ⁴] | 0.0000e+00 | 1.2030e-01 |
| Wel y, z [m ³] | 1.9200e-01 | 1.2800e-01 |
| Wpl y, z [m ³] | 2.8800e-01 | 1.9200e-01 |
| d y, z [mm] | 0 | 0 |
| c YLSS, ZLSS [mm] | 400 | 600 |
| alfa [deg] | 0.00 | |
| AL [m ² /m] | 4.0000e+00 | |

| | |
|----------|-----------|
| Jméno | CS5 |
| Typ | RECT |
| Detailní | 1200; 900 |
| Materiál | C30/37 |

| | | |
|----------------|-------|---|
| Výroba | beton | |
| Vzpěr y-y, z-z | b | b |
| Výpočet FEM | x | |
| Obrázek | | |



| | | |
|--|------------|------------|
| A [m ²] | 1.0800e+00 | |
| A y, z [m ²] | 9.0000e-01 | 9.0000e-01 |
| I y, z [m ⁴] | 1.2960e-01 | 7.2900e-02 |
| I w [m ⁶], t [m ⁴] | 0.0000e+00 | 1.5685e-01 |
| Wel y, z [m ³] | 2.1600e-01 | 1.6200e-01 |
| Wpl y, z [m ³] | 3.2400e-01 | 2.4300e-01 |
| d y, z [mm] | 0 | 0 |
| c YLSS, ZLSS [mm] | 450 | 600 |
| alfa [deg] | 0.00 | |
| AL [m ² /m] | 4.2000e+00 | |

4.3. Podloží

| Jméno | C1x [MN/m ³] | C1y [MN/m ³] | Tuhost [MN/m ³] | C2x [MN/m] | C2y [MN/m] |
|---------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------|---------------|
| F6 tuhá | 1.0000e-01 | 1.0000e-01 | 1.5710e+00 | 3.1430e+00 | 3.1430e+00 |

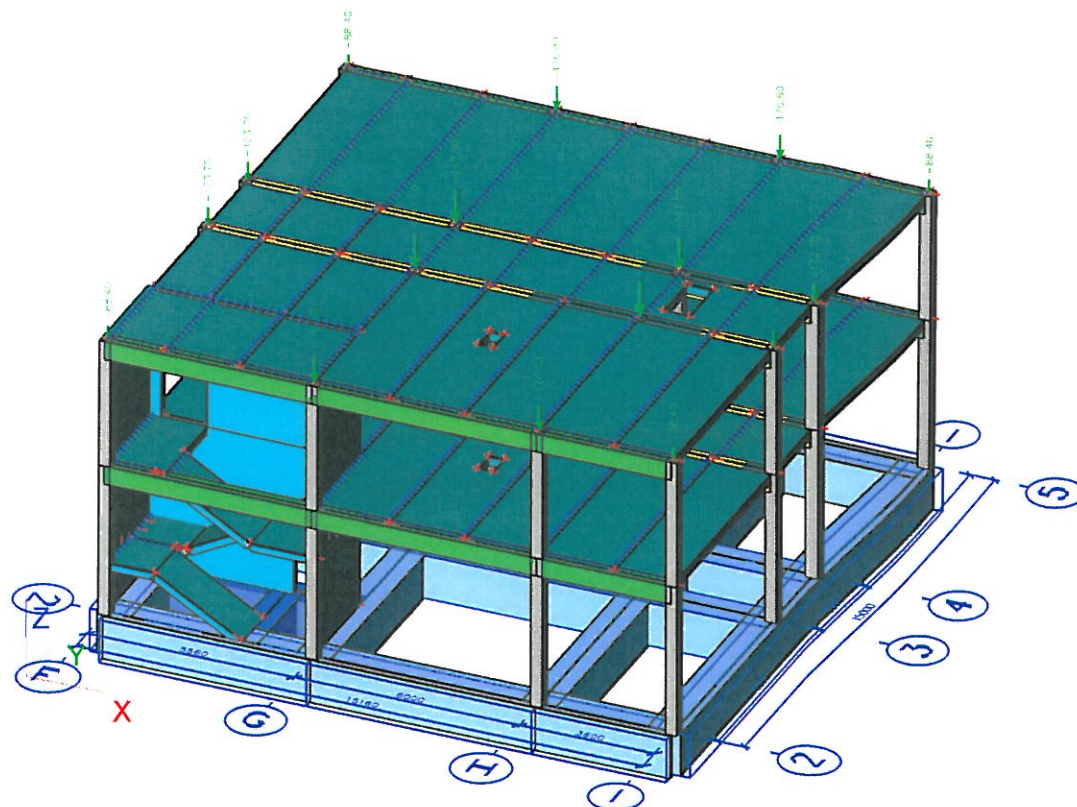
5. Zatížení a kombinace zatížení

5.1. Zatěžovací stavy

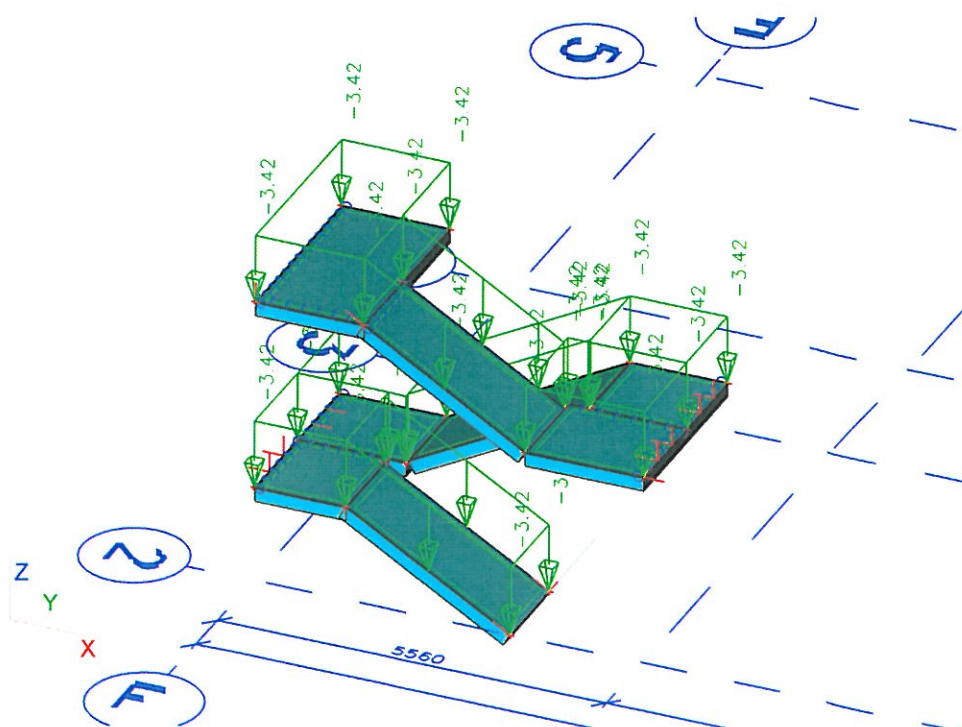
| Jméno | Popis | Typ působení | Skupina zatížení | Typ zatížení | Spec | Směr | Působení | Řídící zat. stav |
|-------|-------------------------------------|--------------|------------------|--------------|----------|------|------------|------------------|
| LC1 | Vlastní hmotnost konstrukce | Stálé | LG1 | Vlastní tíha | | -Z | | |
| LC2 | Podlahy | Stálé | LG1 | Standard | | | | |
| LC3 | Cihelné vyzdívky | Stálé | LG1 | Standard | | | | |
| LC5 | Budoucí podlaží | Stálé | LG1 | Standard | | | | |
| LC6 | Schodiště | Stálé | LG1 | Standard | | | | |
| LC7 | Užitné var.1 + přemístitelné příčky | Nahodilé | LG2 | Statické | Standard | | Krátkodobé | Žádný |
| LC8 | Užitné var.2 + přemístitelné příčky | Nahodilé | LG2 | Statické | Standard | | Krátkodobé | Žádný |
| LC10 | Užitné schodiště | Nahodilé | LG2 | Statické | Standard | | Krátkodobé | Žádný |
| LC11 | Vítr X+ | Nahodilé | LG4 | Statické | Standard | | Krátkodobé | Žádný |
| LC12 | Vítr X- | Nahodilé | LG4 | Statické | Standard | | Krátkodobé | Žádný |
| LC13 | Vítr Y+ | Nahodilé | LG4 | Statické | Standard | | Krátkodobé | Žádný |
| LC14 | Vítr Y- | Nahodilé | LG4 | Statické | Standard | | Krátkodobé | Žádný |

| | | |
|---------|--|-------------------------------|
| Projekt | | Technologický park Kar. kraje |
| Část | | Objekt IB |
| Popis | | Prováděcí projekt |
| Autor | | Ing. Martin Šafařík |

5.4. LC5-Budoucí podlaží



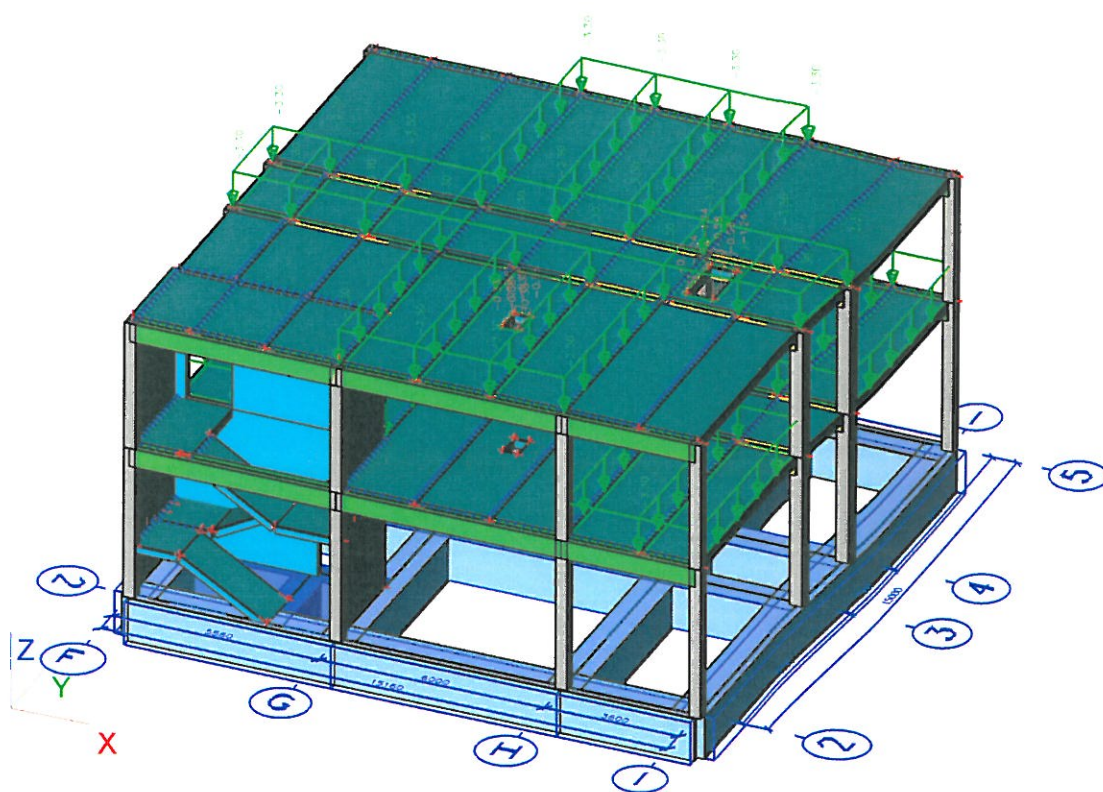
5.5. LC6-Schodiště



Projekt
Část
Popis
Autor

Technologický park Kar. kraje
Objekt IB
Prováděcí projekt
Ing. Martin Šafařík

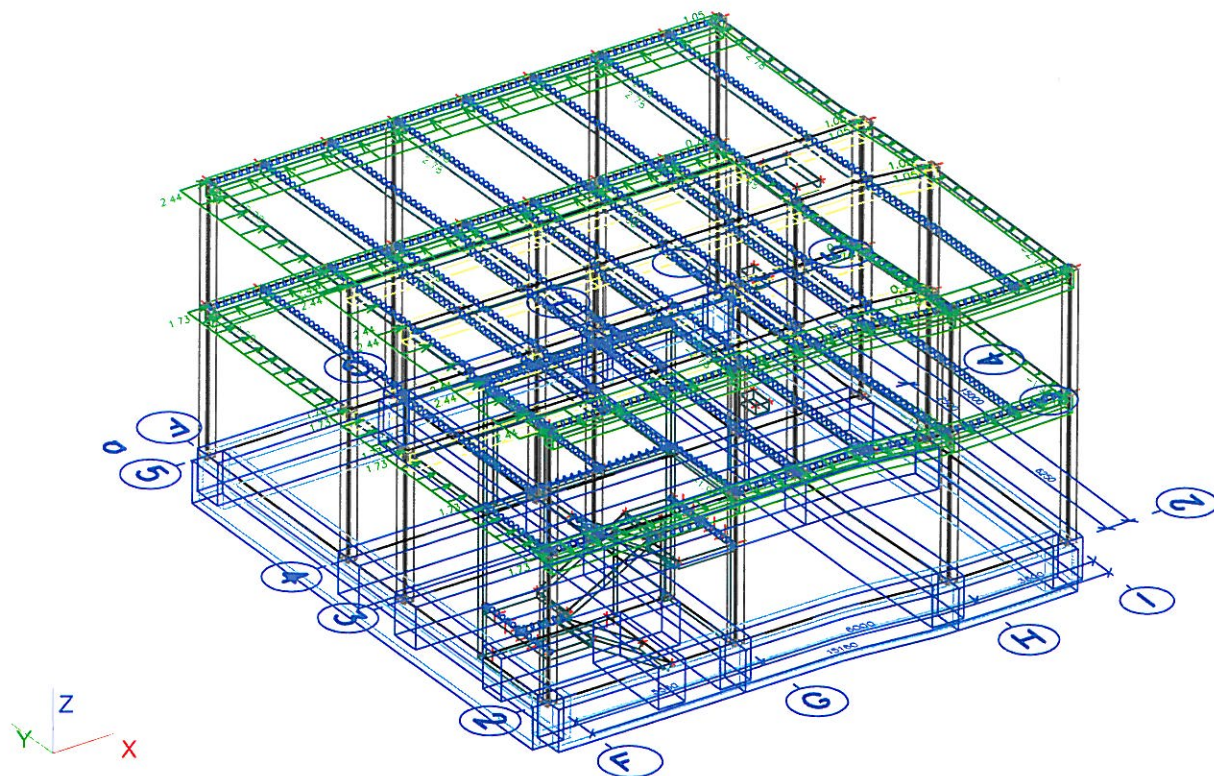
5.6. LC7-Užitné var.1+přemístitelné příčky



Projekt
Část
Popis
Autor

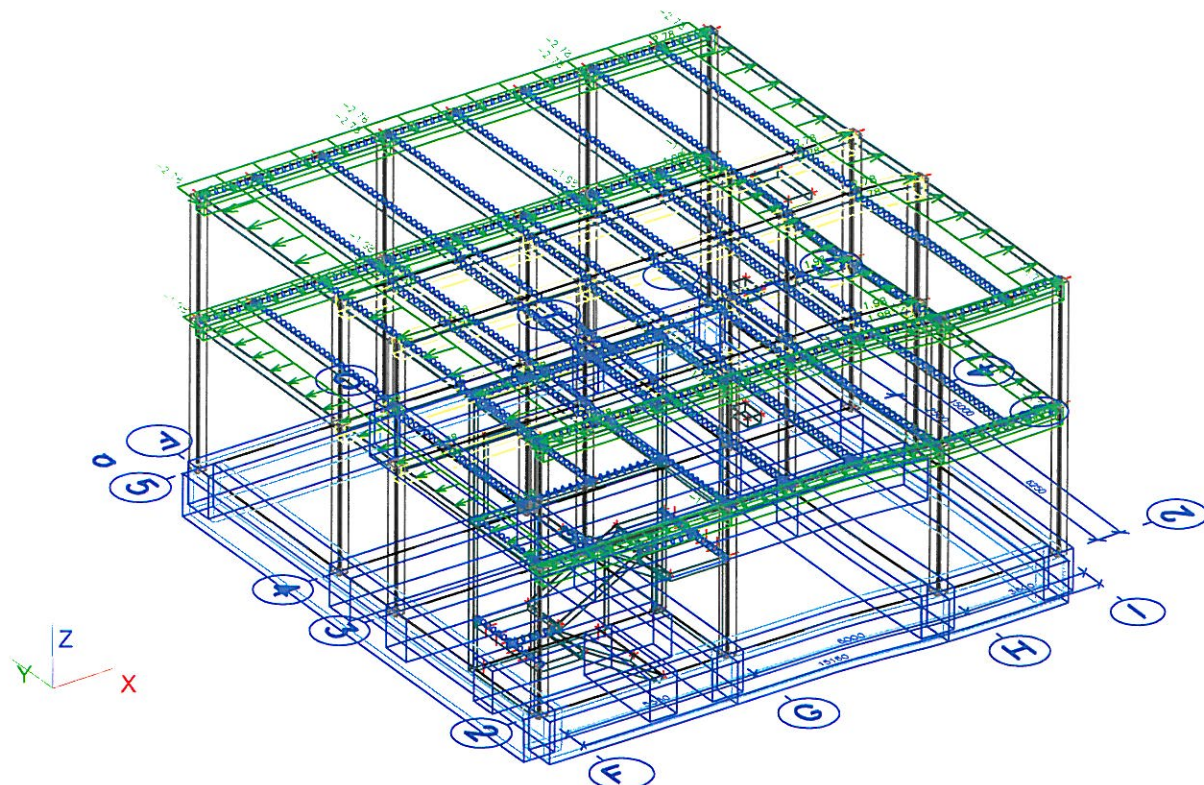
Technologický park Kar. kraje
Objekt IB
Prováděcí projekt
Ing. Martin Šafařík

5.9. LC11-Vítr X+



| | |
|---------|-------------------------------|
| Projekt | Technologický park Kar. kraje |
| Část | Objekt IB |
| Popis | Prováděcí projekt |
| Autor | Ing. Martin Šafařík |

5.12. LC14-Vítr Y-



5.13. Skupiny zatížení

| Jméno | Zatížení | Vztah | Součinitel 2 | Jméno | Zatížení | Vztah | Součinitel 2 |
|-------|----------|----------|-------------------|-------|----------|----------|--------------|
| LG1 | Stálé | | | LG4 | Nahodilé | Standard | Vítr |
| LG2 | Nahodilé | Standard | Kat B : kanceláře | LG10 | Stálé | | |

5.14. Kombinace

| Jméno | Typ | Zatěžovací stavy | Souč. [-] |
|-------|----------------|--|-----------|
| CO1 | EN - MSÚ (STR) | LC1 - Vlastní hmotnost konstrukce | 1.00 |
| | | LC2 - Podlahy | 1.00 |
| | | LC3 - Cihelné vyzdívky | 1.00 |
| | | LC5 - Budoucí podlaží | 1.00 |
| | | LC6 - Schodiště | 1.00 |
| | | LC7 - Užité var.1 + přemístitelné příčky | 1.00 |
| | | LC8 - Užité var.2 + přemístitelné příčky | 1.00 |
| | | LC10 - Užité schodiště | 1.00 |
| | | LC11 - Vítr X+ | 1.00 |
| | | | |
| | | | |
| CO2 | EN - MSÚ (STR) | LC1 - Vlastní hmotnost konstrukce | 1.00 |
| | | LC2 - Podlahy | 1.00 |
| | | LC3 - Cihelné vyzdívky | 1.00 |
| | | | |

| | |
|---------|-------------------------------|
| Projekt | Technologický park Kar. kraje |
| Část | Objekt IB |
| Popis | Prováděcí projekt |
| Autor | Ing. Martin Šafařík |

| Jméno | Typ | Zatěžovací stavy | Souč. [-] |
|-------|----------------|---|--------------|
| CO2 | EN - MSÚ (STR) | LC5 - Budoucí podlaží | 1.00 |
| | | LC6 - Schodiště | 1.00 |
| | | LC7 - Užitné var.1 + přemístitelné příčky | 1.00 |
| | | LC8 - Užitné var.2 + přemístitelné příčky | 1.00 |
| | | LC10 - Užitné schodiště | 1.00 |
| | | LC12 - Vítr X- | 1.00 |
| CO3 | EN - MSÚ (STR) | LC1 - Vlastní hmotnost konstrukce | 1.00 |
| | | LC2 - Podlahy | 1.00 |
| | | LC3 - Cihelné vyzdívky | 1.00 |
| | | LC5 - Budoucí podlaží | 1.00 |
| | | LC6 - Schodiště | 1.00 |
| | | LC7 - Užitné var.1 + přemístitelné příčky | 1.00 |
| | | LC8 - Užitné var.2 + přemístitelné příčky | 1.00 |
| | | LC10 - Užitné schodiště | 1.00 |
| CO4 | EN - MSÚ (STR) | LC13 - Vítr Y+ | 1.00 |
| | | LC1 - Vlastní hmotnost konstrukce | 1.00 |
| | | LC2 - Podlahy | 1.00 |
| | | LC3 - Cihelné vyzdívky | 1.00 |
| | | LC5 - Budoucí podlaží | 1.00 |
| | | LC6 - Schodiště | 1.00 |
| | | LC7 - Užitné var.1 + přemístitelné příčky | 1.00 |
| | | LC8 - Užitné var.2 + přemístitelné příčky | 1.00 |
| CO5 | EN-MSP char. | LC10 - Užitné schodiště | 1.00 |
| | | LC14 - Vítr Y- | 1.00 |
| | | LC1 - Vlastní hmotnost konstrukce | 1.00 |
| | | LC2 - Podlahy | 1.00 |
| | | LC3 - Cihelné vyzdívky | 1.00 |
| | | LC5 - Budoucí podlaží | 1.00 |
| | | LC6 - Schodiště | 1.00 |
| | | LC7 - Užitné var.1 + přemístitelné příčky | 1.00 |
| CO6 | EN-MSP char. | LC8 - Užitné var.2 + přemístitelné příčky | 1.00 |
| | | LC10 - Užitné schodiště | 1.00 |
| | | LC11 - Vítr X+ | 1.00 |
| | | LC1 - Vlastní hmotnost konstrukce | 1.00 |
| | | LC2 - Podlahy | 1.00 |
| | | LC3 - Cihelné vyzdívky | 1.00 |
| | | LC5 - Budoucí podlaží | 1.00 |
| | | LC6 - Schodiště | 1.00 |
| | | LC7 - Užitné var.1 + přemístitelné příčky | 1.00 |
| | | LC8 - Užitné var.2 + přemístitelné příčky | 1.00 |
| | | LC10 - Užitné schodiště | 1.00 |
| | | LC12 - Vítr X- | 1.00 |
| | | | |
| | | | |

| | |
|---------|-------------------------------|
| Projekt | Technologický park Kar. kraje |
| Část | Objekt IB |
| Popis | Prováděcí projekt |
| Autor | Ing. Martin Šafařík |

| Jméno | Typ | Zatěžovací stavy | Souč. [-] |
|-------|---------------|---|--------------|
| CO7 | EN-MSP char. | LC1 - Vlastní hmotnost konstrukce | 1.00 |
| | | LC2 - Podlahy | 1.00 |
| | | LC3 - Cihelné vyzdívky | 1.00 |
| | | LC5 - Budoucí podlaží | 1.00 |
| | | LC6 - Schodiště | 1.00 |
| | | LC7 - Užitné var.1 + přemístitelné příčky | 1.00 |
| | | LC8 - Užitné var.2 + přemístitelné příčky | 1.00 |
| | | LC10 - Užitné schodiště | 1.00 |
| | | LC13 - Vítr Y+ | 1.00 |
| | | | |
| CO8 | EN-MSP char. | LC1 - Vlastní hmotnost konstrukce | 1.00 |
| | | LC2 - Podlahy | 1.00 |
| | | LC3 - Cihelné vyzdívky | 1.00 |
| | | LC5 - Budoucí podlaží | 1.00 |
| | | LC6 - Schodiště | 1.00 |
| | | LC7 - Užitné var.1 + přemístitelné příčky | 1.00 |
| | | LC8 - Užitné var.2 + přemístitelné příčky | 1.00 |
| | | LC10 - Užitné schodiště | 1.00 |
| | | LC14 - Vítr Y- | 1.00 |
| | | | |
| CO9 | EN-MSP kvazi. | LC1 - Vlastní hmotnost konstrukce | 1.00 |
| | | LC2 - Podlahy | 1.00 |
| | | LC3 - Cihelné vyzdívky | 1.00 |
| | | LC5 - Budoucí podlaží | 1.00 |
| | | LC6 - Schodiště | 1.00 |
| | | LC7 - Užitné var.1 + přemístitelné příčky | 1.00 |
| | | LC8 - Užitné var.2 + přemístitelné příčky | 1.00 |
| | | LC10 - Užitné schodiště | 1.00 |
| | | LC11 - Vítr X+ | 1.00 |
| | | | |
| CO10 | EN-MSP kvazi. | LC1 - Vlastní hmotnost konstrukce | 1.00 |
| | | LC2 - Podlahy | 1.00 |
| | | LC3 - Cihelné vyzdívky | 1.00 |
| | | LC5 - Budoucí podlaží | 1.00 |
| | | LC6 - Schodiště | 1.00 |
| | | LC7 - Užitné var.1 + přemístitelné příčky | 1.00 |
| | | LC8 - Užitné var.2 + přemístitelné příčky | 1.00 |
| | | LC10 - Užitné schodiště | 1.00 |
| | | LC12 - Vítr X- | 1.00 |
| | | | |
| CO11 | EN-MSP kvazi. | LC1 - Vlastní hmotnost konstrukce | 1.00 |
| | | LC2 - Podlahy | 1.00 |
| | | LC3 - Cihelné vyzdívky | 1.00 |
| | | LC5 - Budoucí podlaží | 1.00 |
| | | LC6 - Schodiště | 1.00 |
| | | LC7 - Užitné var.1 + přemístitelné příčky | 1.00 |
| | | | |

| | |
|---------|-------------------------------|
| Projekt | Technologický park Kar. kraje |
| Část | Objekt IB |
| Popis | Prováděcí projekt |
| Autor | Ing. Martin Šafařík |

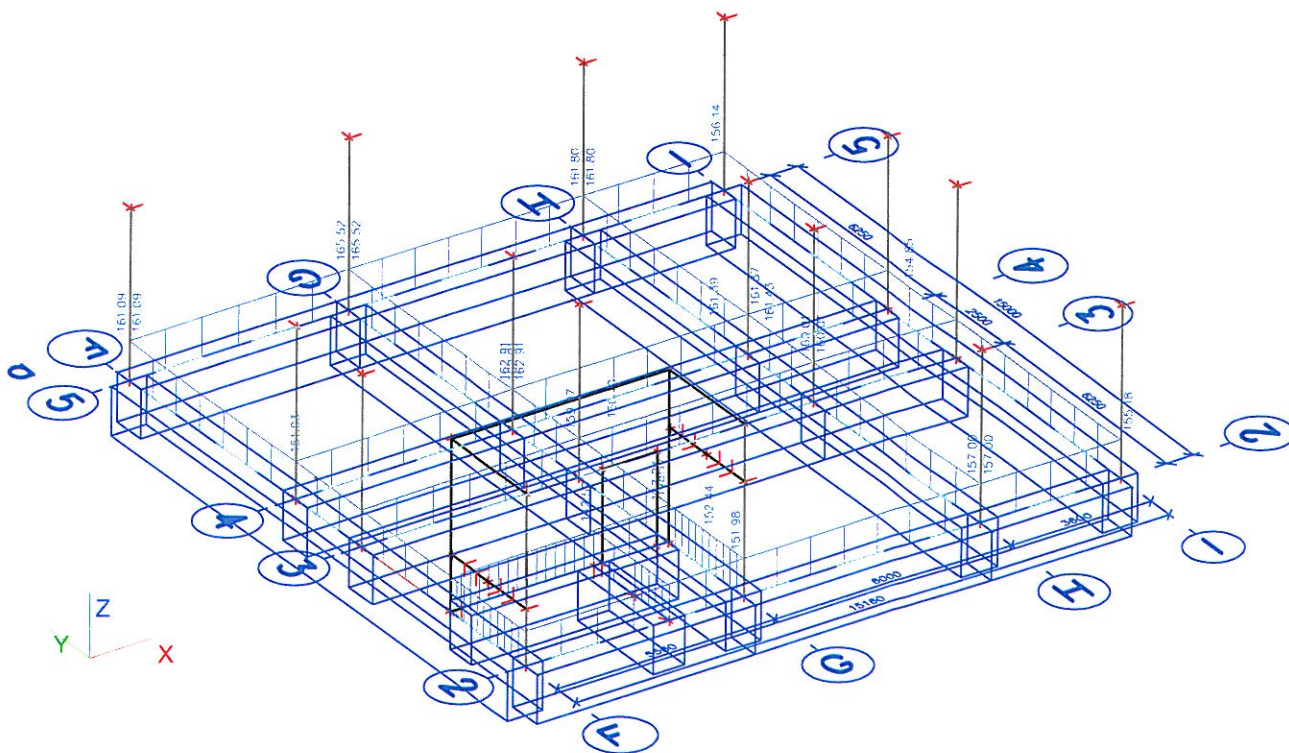
| Jméno | Typ | Zatěžovací stavy | Souč. [-] |
|-------|---------------|---|--------------|
| CO11 | EN-MSP kvazi. | LC8 - Užitné var.2 + přemístitelné příčky | 1.00 |
| | | LC10 - Užitné schodiště | 1.00 |
| | | LC13 - Vítr Y+ | 1.00 |
| CO12 | EN-MSP kvazi. | LC1 - Vlastní hmotnost konstrukce | 1.00 |
| | | LC2 - Podlahy | 1.00 |
| | | LC3 - Cihelné vyzdívky | 1.00 |
| | | LC5 - Budoucí podlaží | 1.00 |
| | | LC6 - Schodiště | 1.00 |
| | | LC7 - Užitné var.1 + přemístitelné příčky | 1.00 |
| | | LC8 - Užitné var.2 + přemístitelné příčky | 1.00 |
| | | LC10 - Užitné schodiště | 1.00 |
| | | LC14 - Vítr Y- | 1.00 |

5.15. Skupiny výsledků

| Jméno | Výpis | Jméno | Výpis | Jméno | Výpis | Jméno | Výpis |
|---------|-------|---------|-------|---------|-------|--------|-------|
| STR/GEO | CO1 | STR/GEO | CO4 | MSPChar | CO7 | MSPkva | CO10 |
| | CO2 | MSPChar | CO5 | | CO8 | | CO11 |
| | CO3 | | CO6 | MSPkva | CO9 | | CO12 |

6. Reakce, sedání a vnitřní síly v konstrukcích

6.1. Intenzity zatížení v základových konstrukcích



Li

| | |
|---------|-------------------------------|
| Projekt | Technologický park Kar. kraje |
| Část | Objekt IB |
| Popis | Prováděcí projekt |
| Autor | Ing. Martin Šafařík |

6.2. Intenzity na prvcích

Lineární výpočet, Extrém : Globální

Výběr : Vše

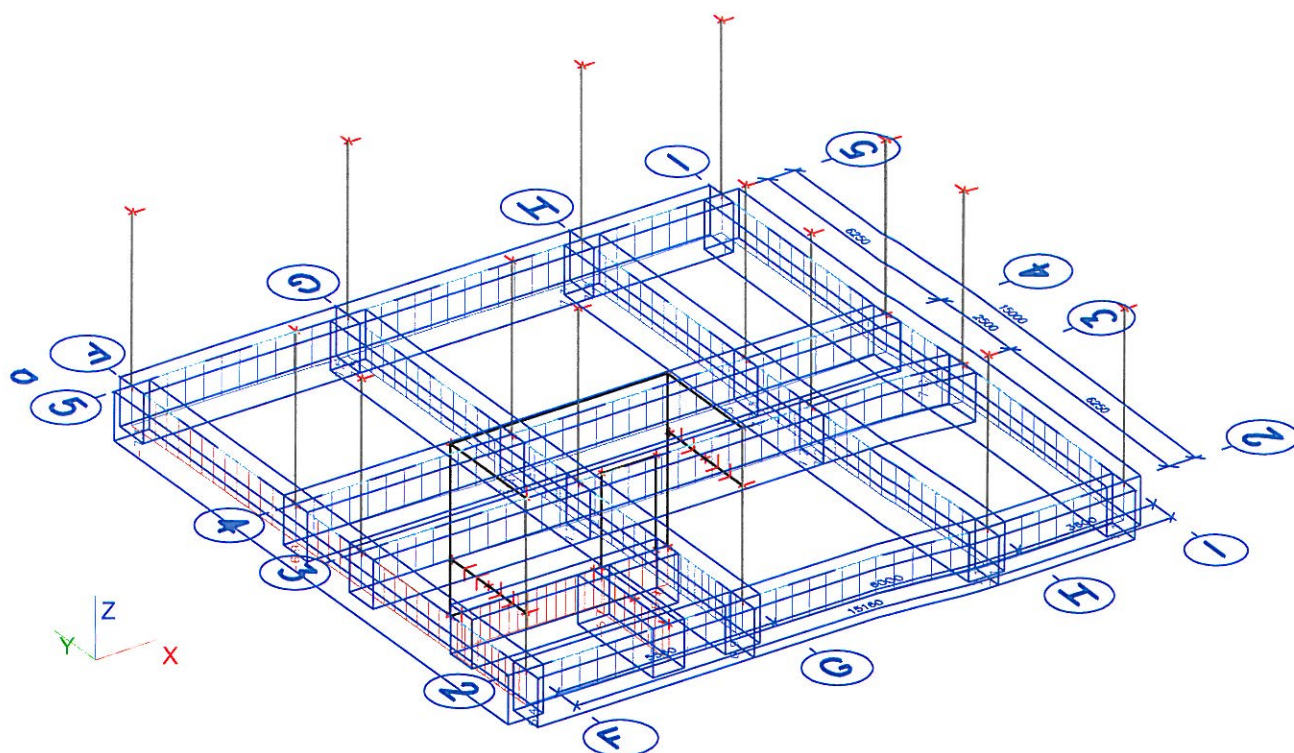
Třída : STR/GEO

| Stav | Liniová podpora | dx [m] | Rx [kN/m] | Ry [kN/m] | Rz [kN/m] | Mx [kNm/m] | My [kNm/m] | Mz [kNm/m] |
|--------|-----------------|-----------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| CO1/1 | Slb17 | 0.000 | -3.52 | 0.00 | 131.11 | 0.00 | -1.27 | 0.00 |
| CO2/2 | Slb17 | 2.860 | 2.83 | 0.00 | 94.92 | 0.00 | 0.09 | 0.00 |
| CO3/3 | Slb2 | 5.560 | -0.01 | -3.82 | 97.53 | 1.68 | 0.00 | 0.00 |
| CO4/4 | Slb2 | 5.560 | 0.00 | 3.92 | 141.26 | -0.87 | 0.00 | 0.00 |
| CO1/5 | Slb1 | 0.000 | -2.70 | -0.01 | 82.25 | 0.00 | -0.76 | 0.00 |
| CO3/6 | Slb3 | 15.000 | 0.05 | -0.02 | 165.52 | 0.00 | -0.12 | 0.00 |
| CO4/4 | Slb4 | 6.000 | 0.00 | 3.54 | 143.05 | -1.11 | 0.00 | 0.00 |
| CO3/7 | Slb2 | 4.610 | -0.02 | -3.59 | 128.33 | 1.80 | 0.00 | 0.00 |
| CO1/8 | Slb17 | 0.000 | -3.47 | 0.00 | 126.93 | 0.00 | -1.31 | 0.00 |
| CO3/9 | Slb6 | 11.429 | 1.10 | -0.01 | 149.71 | 0.00 | 1.12 | 0.00 |
| CO1/10 | Slb1 | 0.000 | 0.01 | 0.00 | 122.35 | 0.00 | -0.01 | 0.00 |

6.3. Klíč kombinace

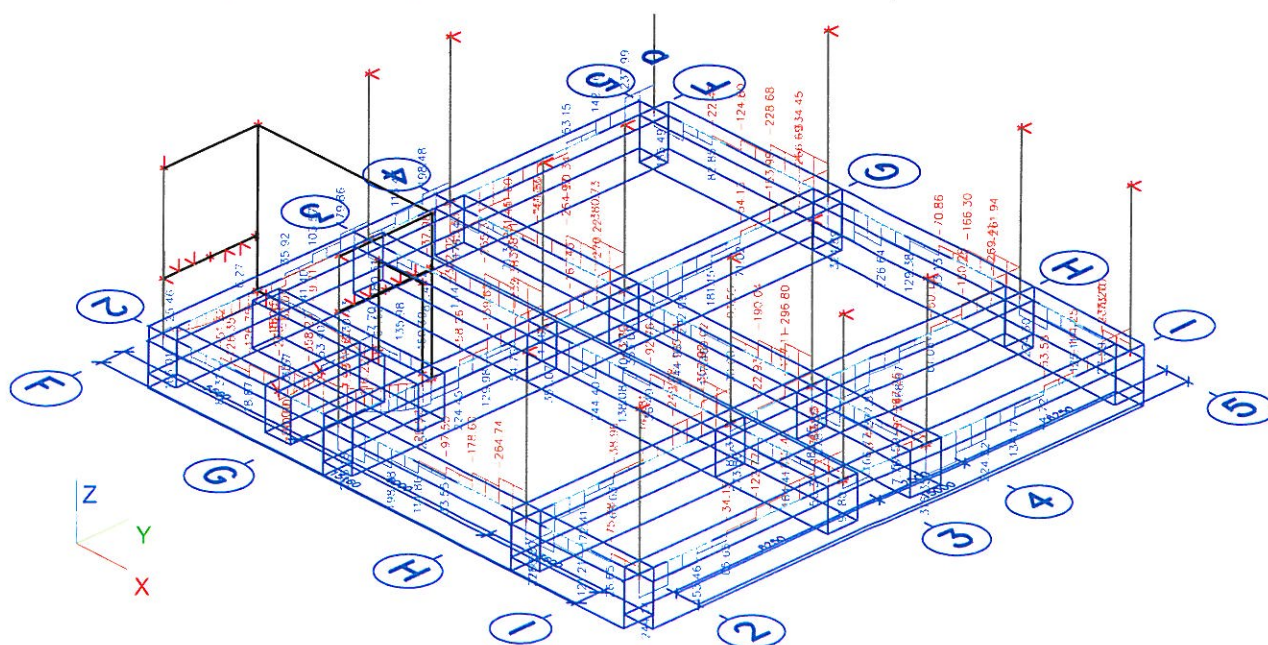
| Jméno | Popis kombinací |
|-------|--|
| 1 | LC1*1.35 +LC2*1.35 +LC3*1.35 +LC5*1.35 +LC6*1.35 +LC7*1.05 +LC8*1.05 +LC10*1.05 +LC11*1.50 |
| 2 | LC1*1.00 +LC2*1.00 +LC3*1.00 +LC5*1.00 +LC6*1.00 +LC10*1.05 +LC12*1.50 |
| 3 | LC1*1.00 +LC2*1.00 +LC3*1.00 +LC5*1.00 +LC6*1.00 +LC7*1.05 +LC8*1.05 +LC13*1.50 |
| 4 | LC1*1.35 +LC2*1.35 +LC3*1.35 +LC5*1.35 +LC6*1.35 +LC10*1.05 +LC14*1.50 |
| 5 | LC1*1.00 +LC2*1.00 +LC3*1.00 +LC5*1.00 +LC6*1.00 +LC11*1.50 |
| 6 | LC1*1.35 +LC2*1.35 +LC3*1.35 +LC5*1.35 +LC6*1.35 +LC7*1.50 +LC8*1.50 +LC13*0.90 |
| 7 | LC1*1.35 +LC2*1.35 +LC3*1.35 +LC5*1.35 +LC6*1.35 +LC7*1.05 +LC8*1.05 +LC13*1.50 |
| 8 | LC1*1.35 +LC2*1.35 +LC3*1.35 +LC5*1.35 +LC6*1.35 +LC7*1.05 +LC8*1.05 +LC11*1.50 |
| 9 | LC1*1.35 +LC2*1.35 +LC3*1.35 +LC5*1.35 +LC6*1.35 +LC7*1.50 +LC8*1.50 +LC10*1.50 +LC13*0.90 |
| 10 | LC1*1.35 +LC2*1.35 +LC3*1.35 +LC5*1.35 +LC6*1.35 |

6.4. Sedání základových konstrukcí

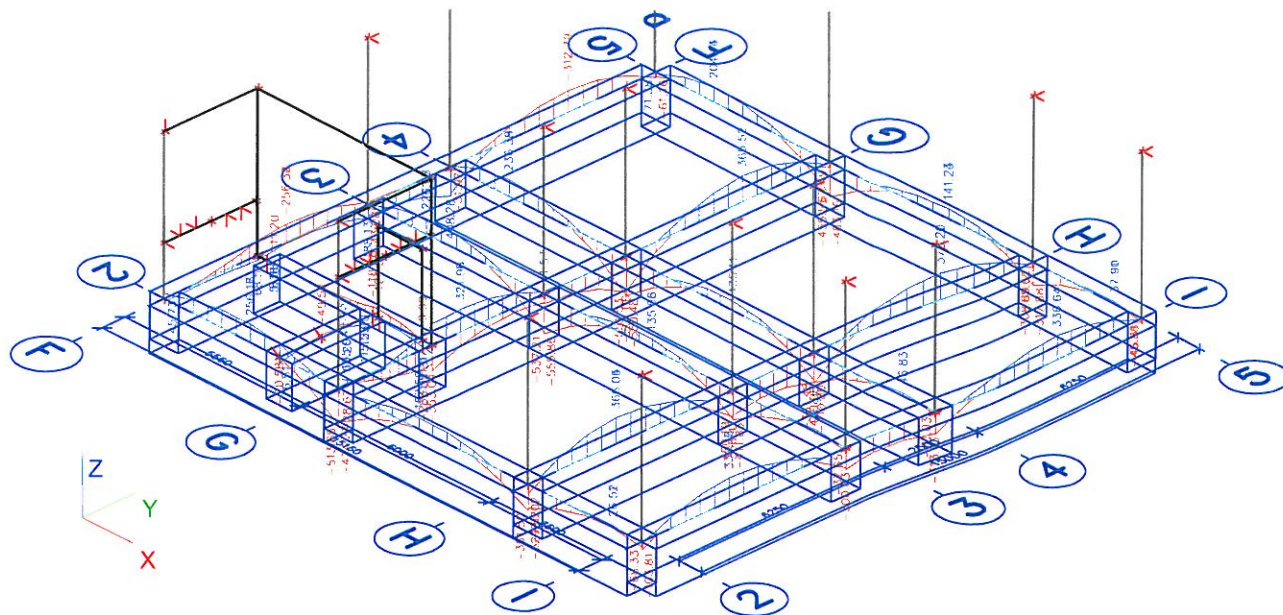


6.5. Výpočtové vnitřní síly v konstrukcích

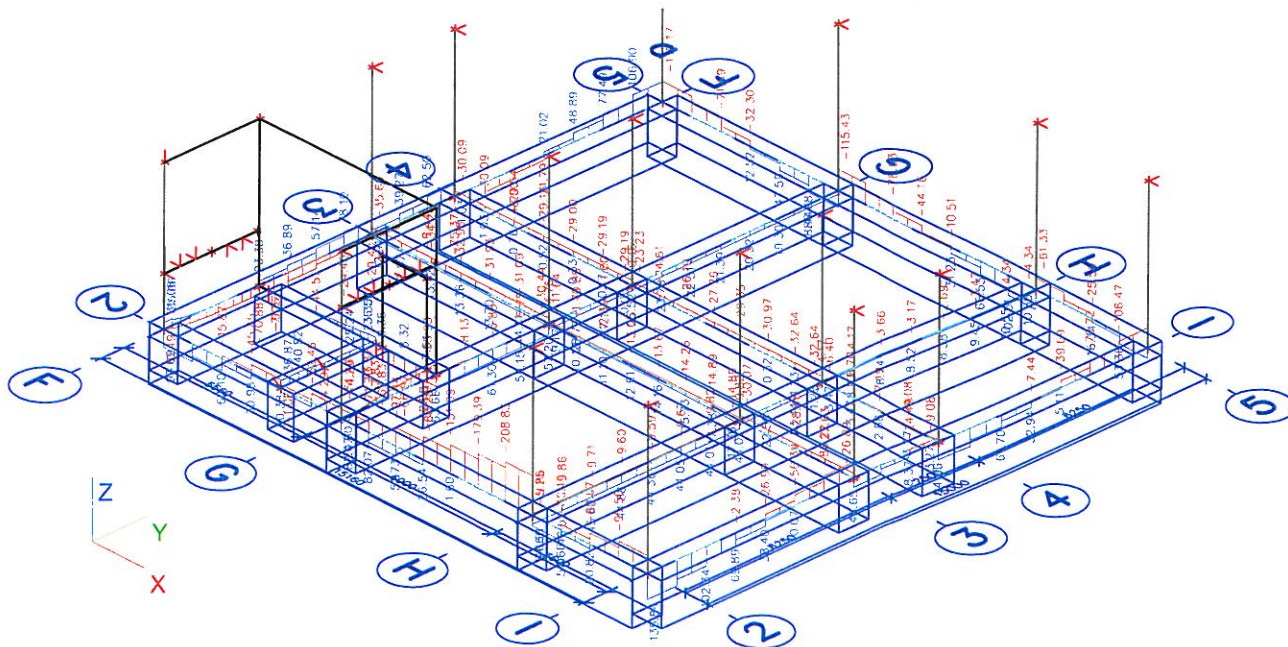
6.5.1. Vnitřní síly v základových konstrukcích -Vz (STR/GEO)



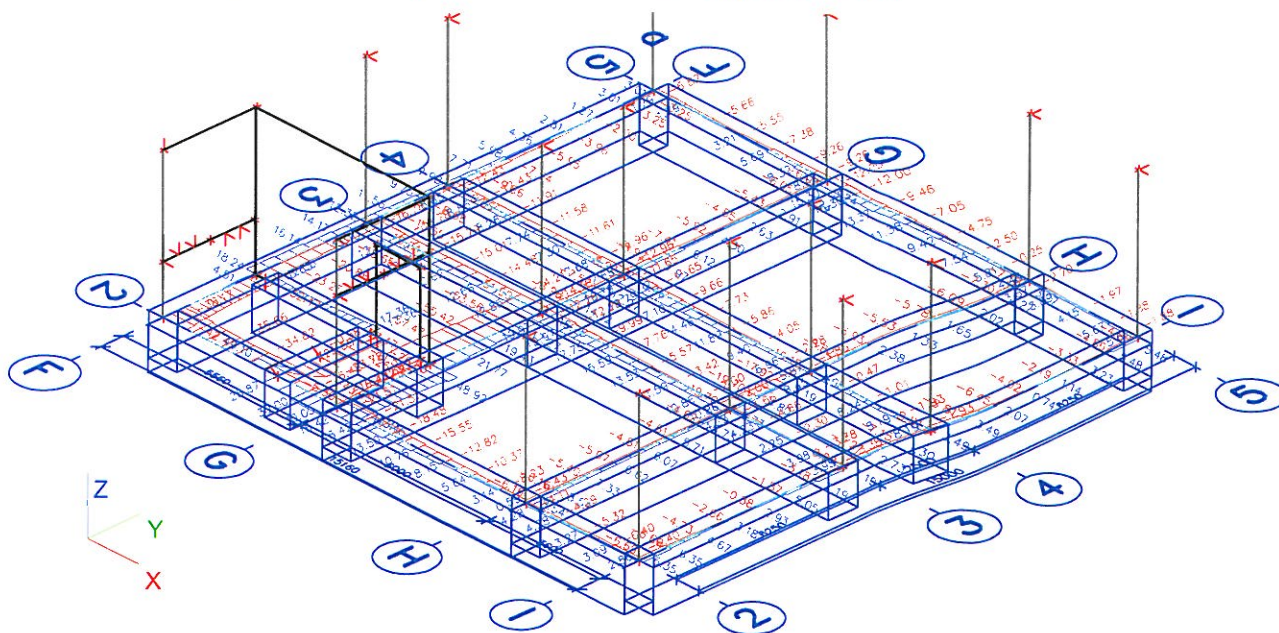
6.5.2. Vnitřní síly v základových konstrukcích -My (STR/GEO)



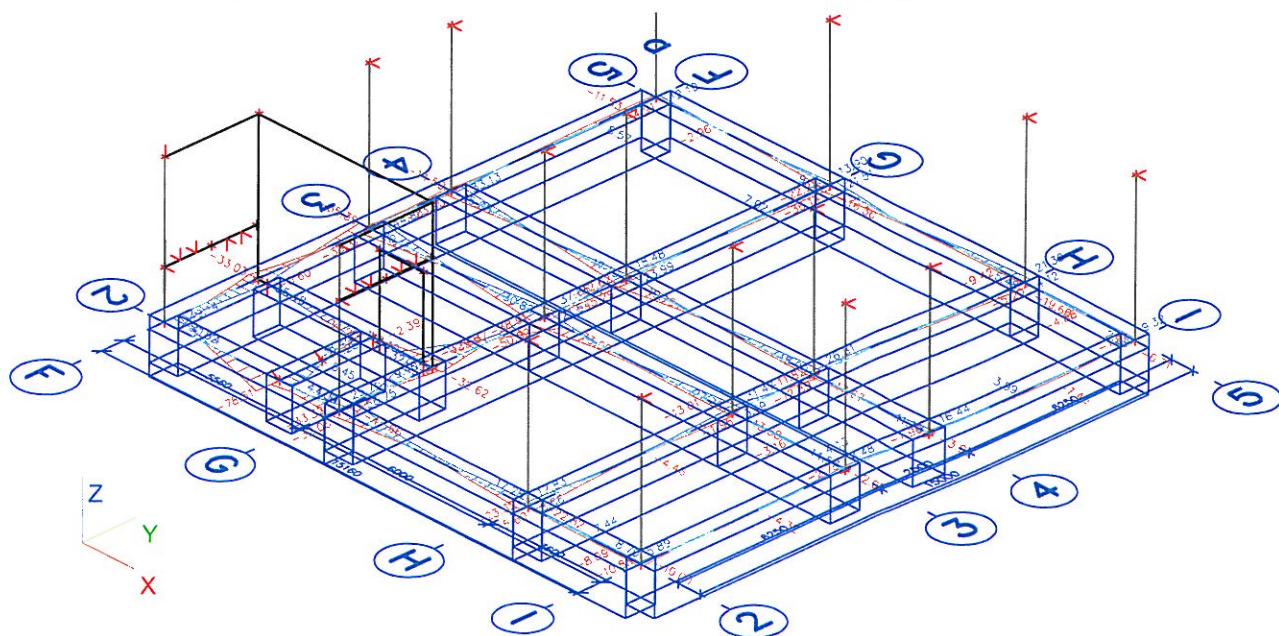
6.5.3. Vnitřní síly v základových konstrukcích -Mx (STR/GEO)



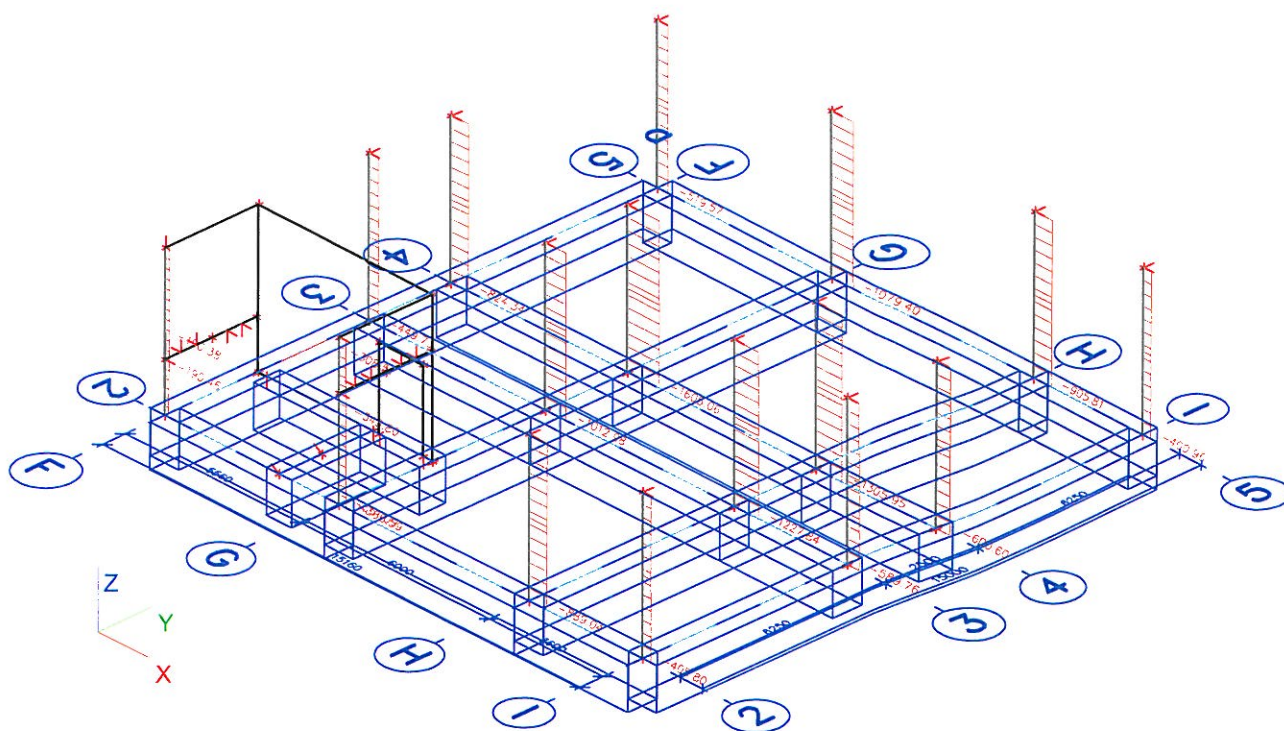
6.5.4. Vnitřní síly v základových konstrukcích - V_y (STR/GEO)



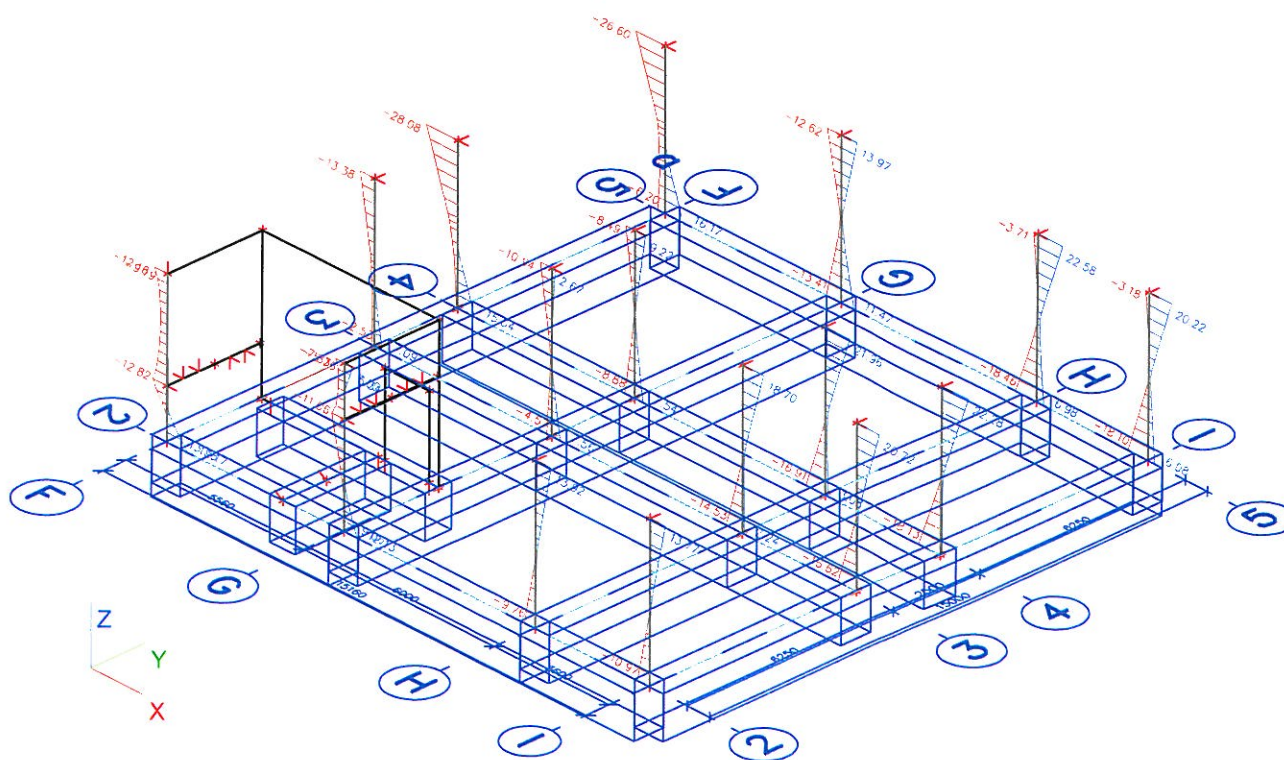
6.5.5. Vnitřní síly v základových konstrukcích - M_z (STR/GEO)



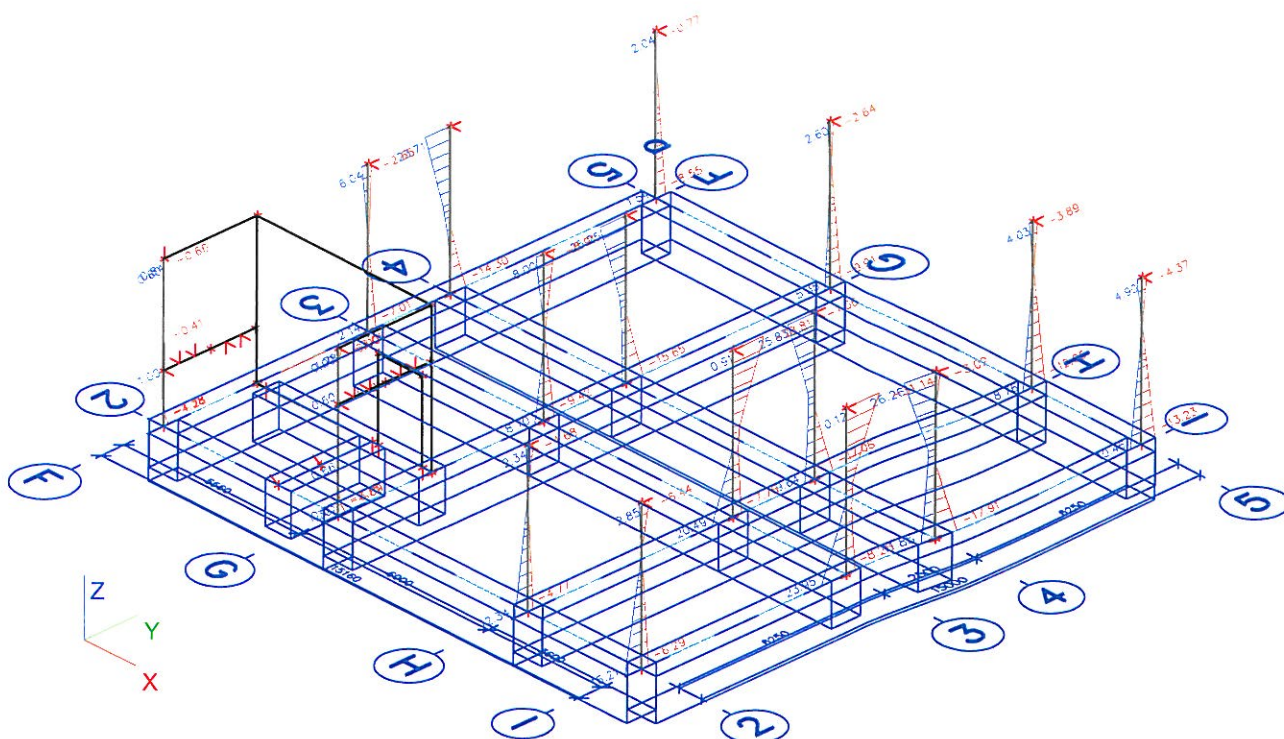
6.5.6. Vnitřní síly ve sloupech 1.NP - N (STR/GEO)



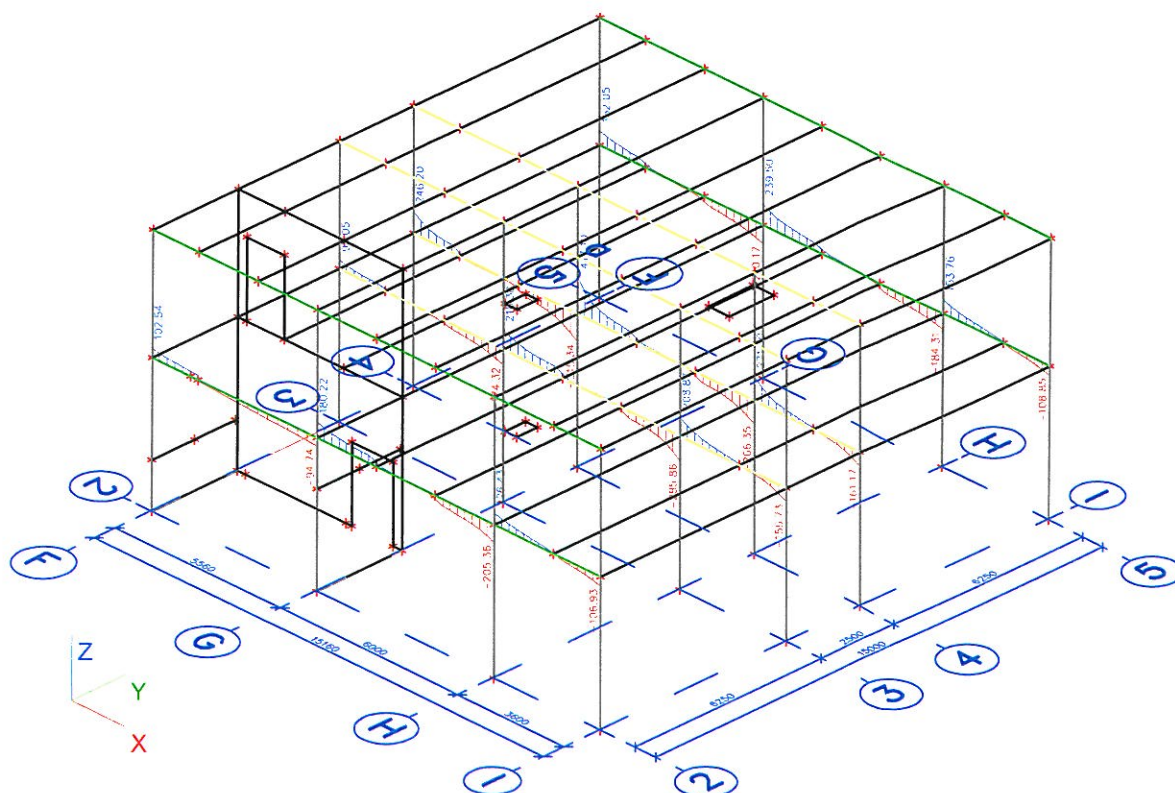
6.5.7. Vnitřní síly ve sloupech 1.NP - My



6.5.8. Vnitřní síly ve sloupech 1.NP - M_z

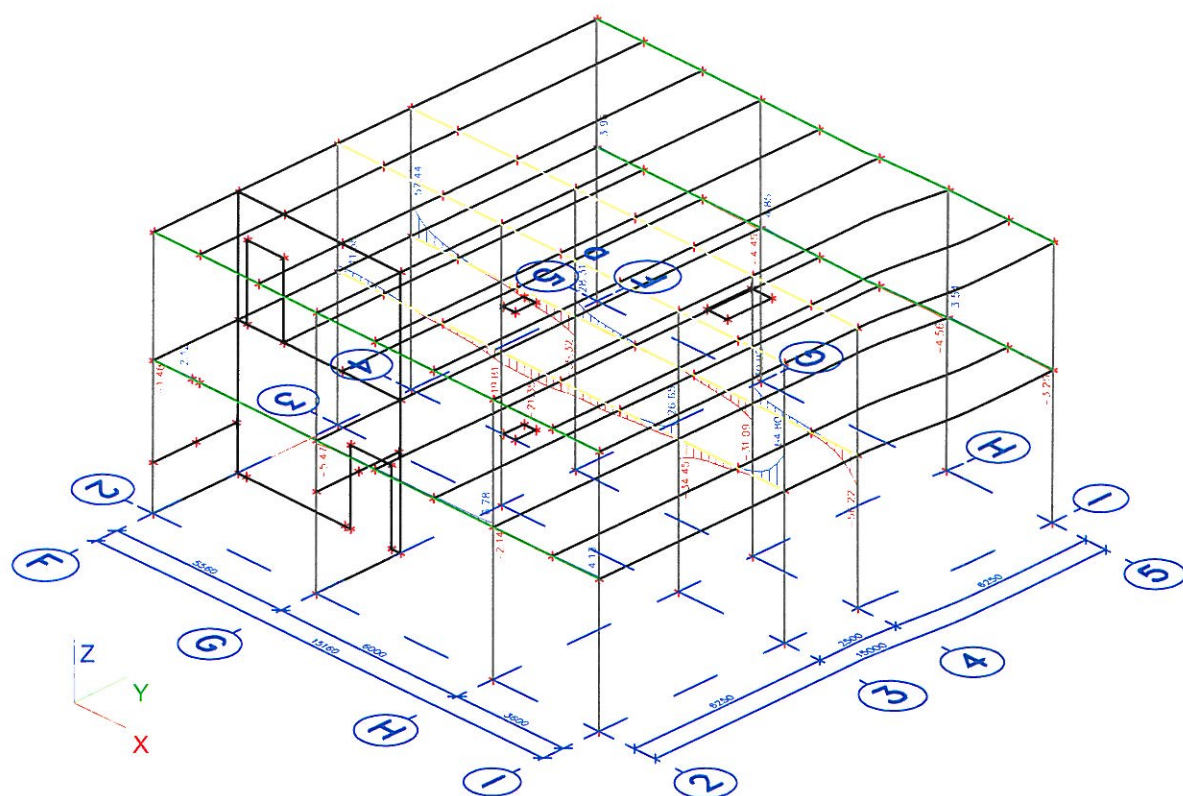


6.5.9. Vnitřní síly v průvlacích stropu nad 1.NP - V_z

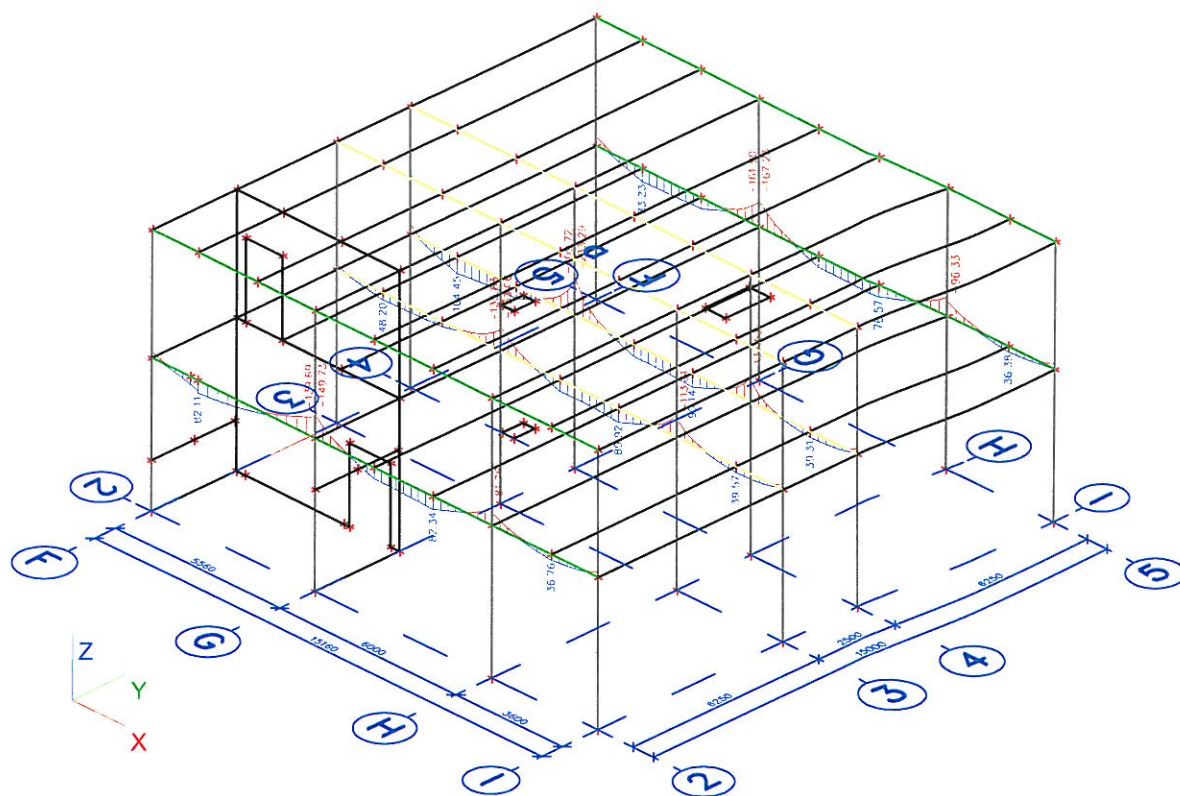


| | |
|---------|-------------------------------|
| Projekt | Technologický park Kar. kraje |
| Část | Objekt IB |
| Popis | Prováděcí projekt |
| Autor | Ing. Martin Šafařík |

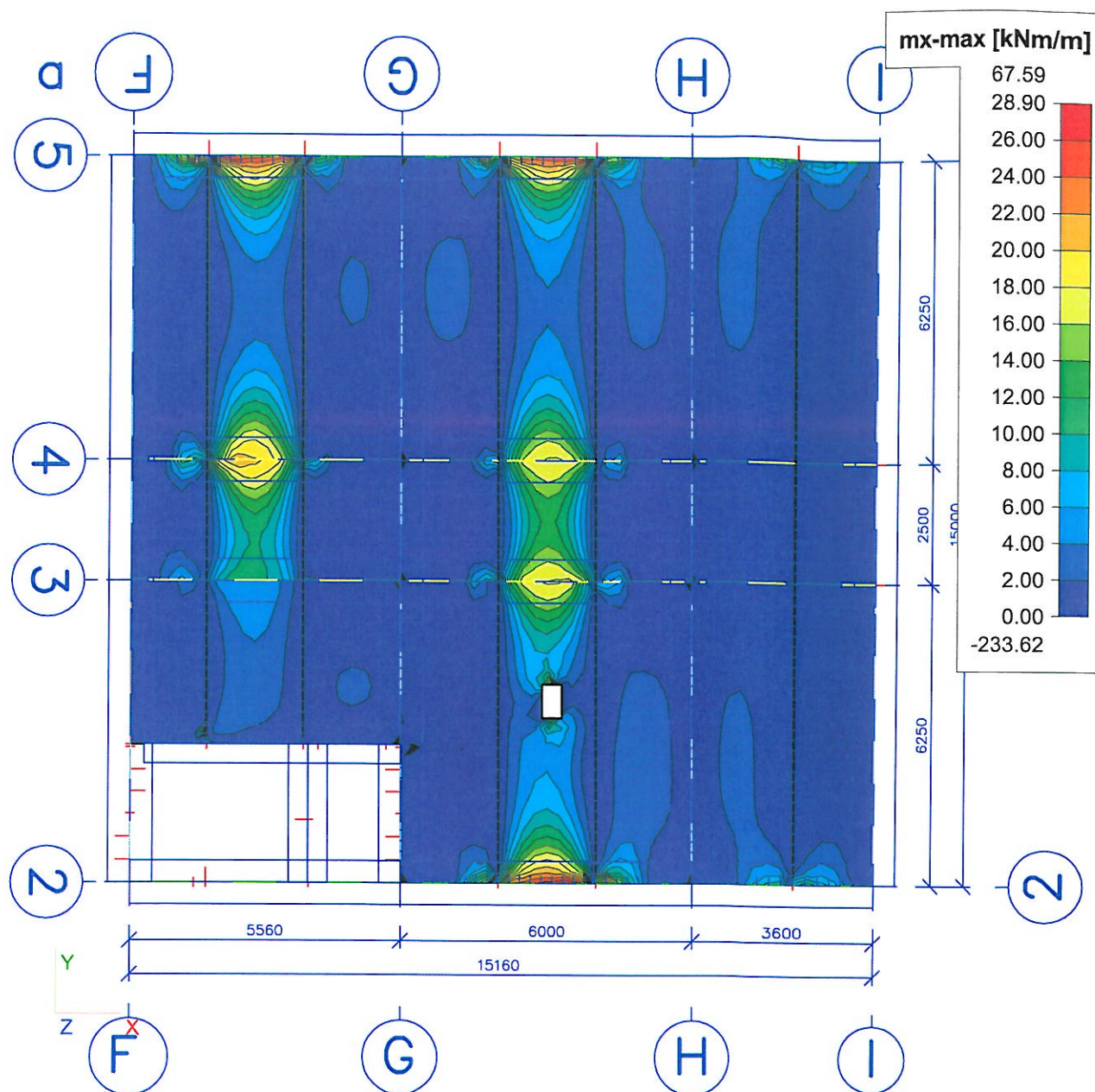
6.5.10. Vnitřní síly v průvlacích stropu nad 1.NP - M_x



6.5.11. Vnitřní síly v průvlacích stropu nad 1.NP - M_y



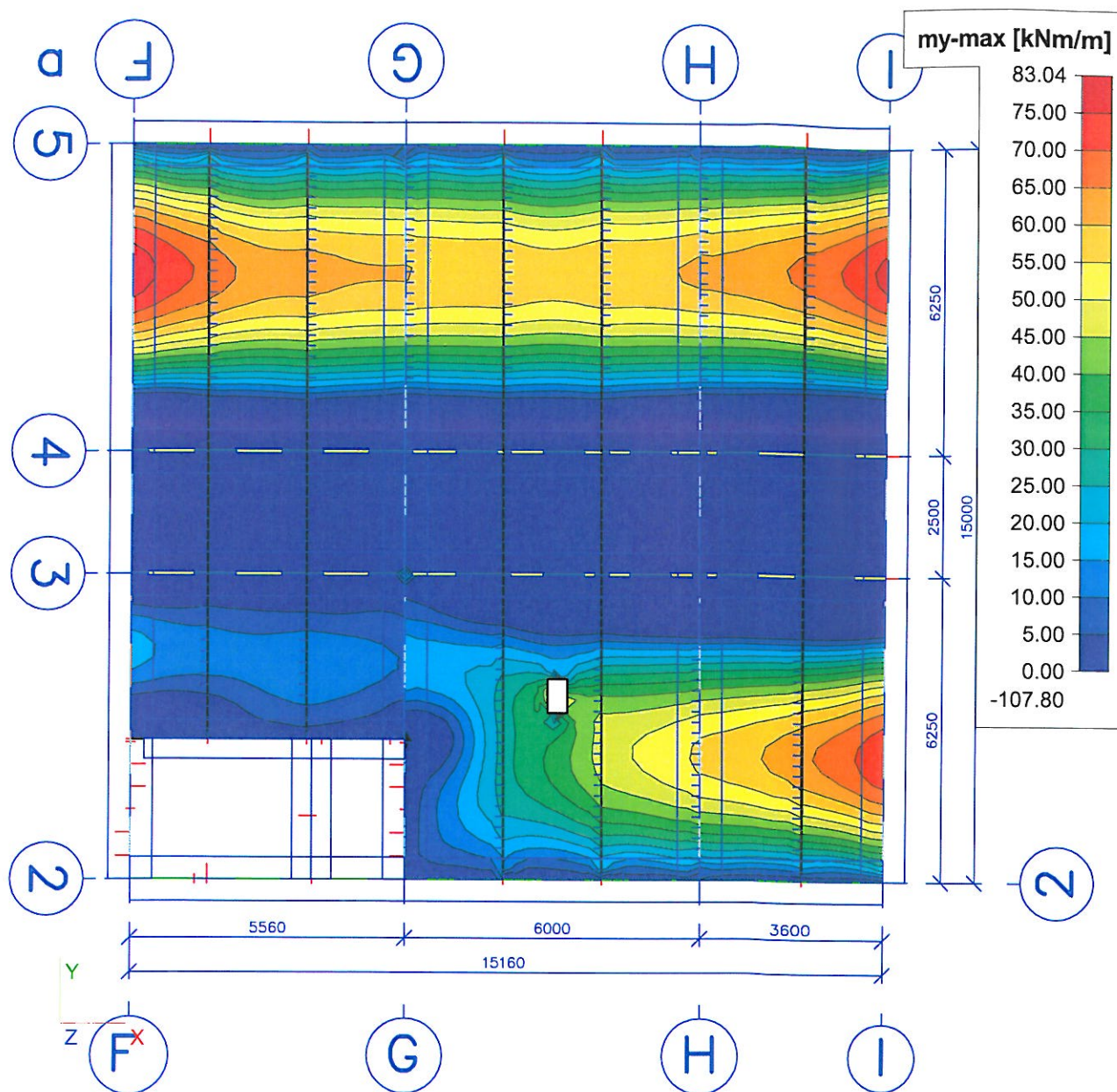
6.5.12. Vnitřní síly ve stropní desce nad 1.NP-mx max



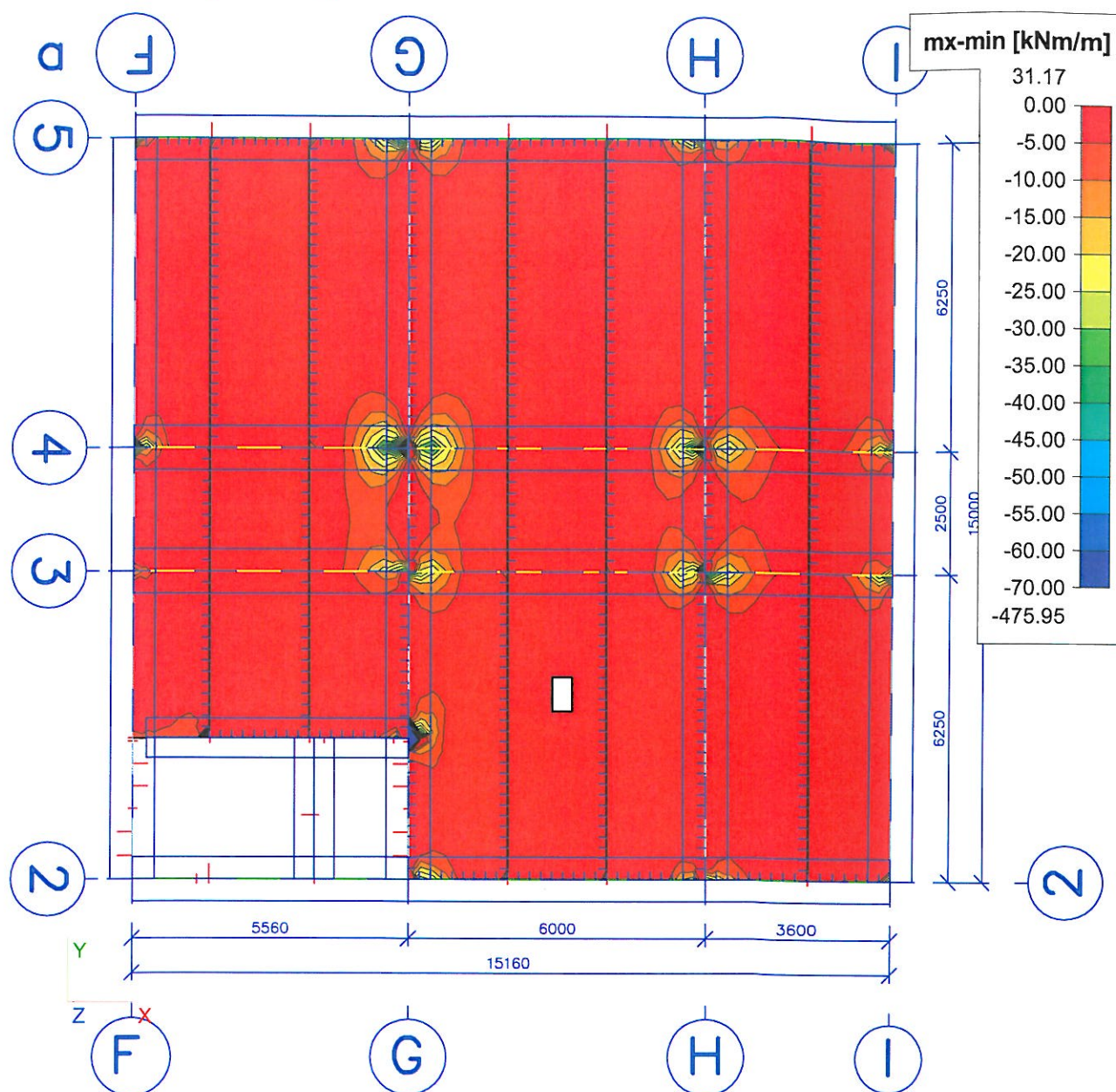
Projekt
Část
Popis
Autor

Technologický park Kar. kraje
Objekt IB
Prováděcí projekt
Ing. Martin Šafařík

6.5.13. Vnitřní síly ve stropní desce nad 1.NP-my max



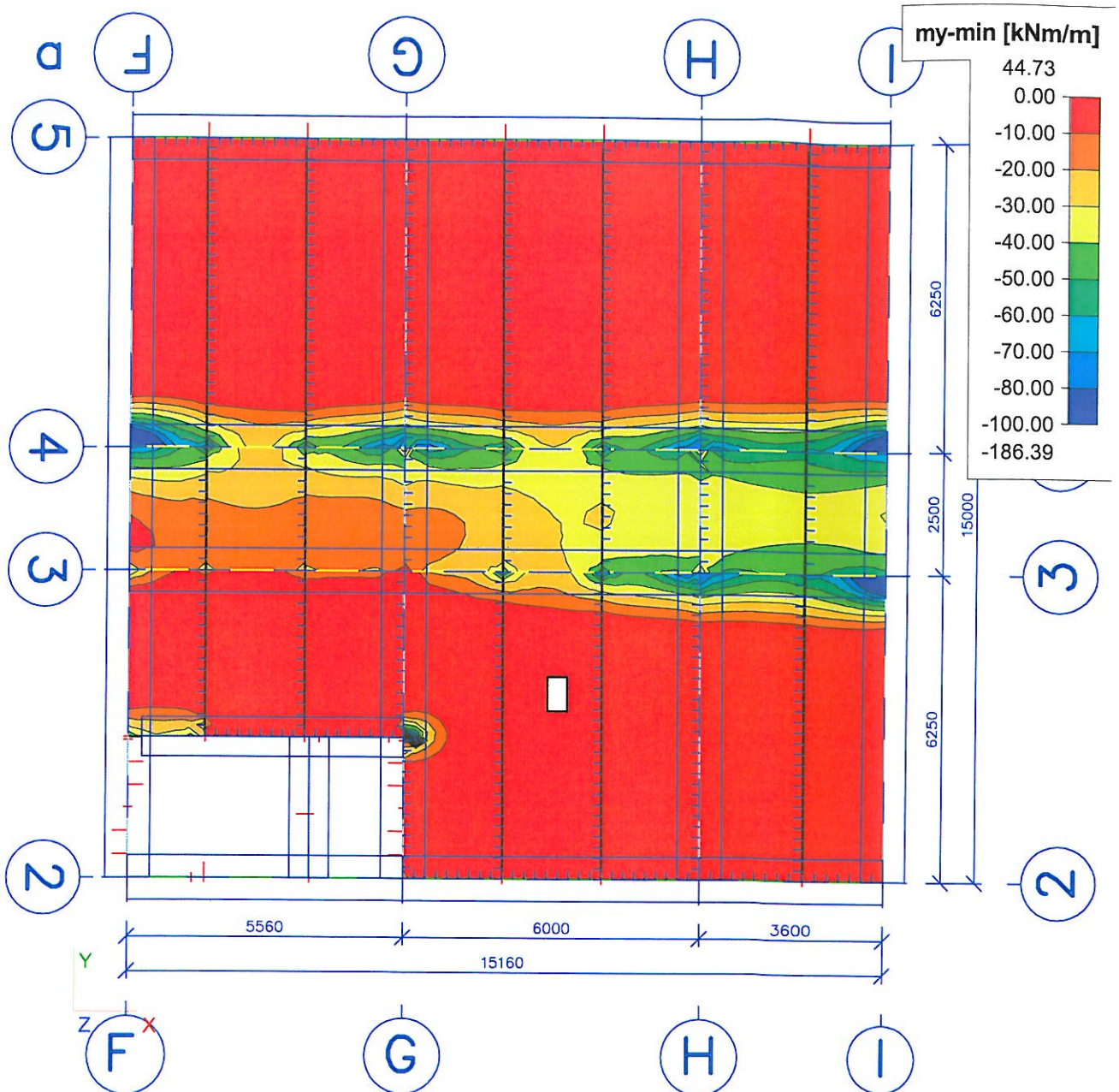
6.5.14. Vnitřní síly ve stropní desce nad 1.NP-mx min



Projekt
Část
Popis
Autor

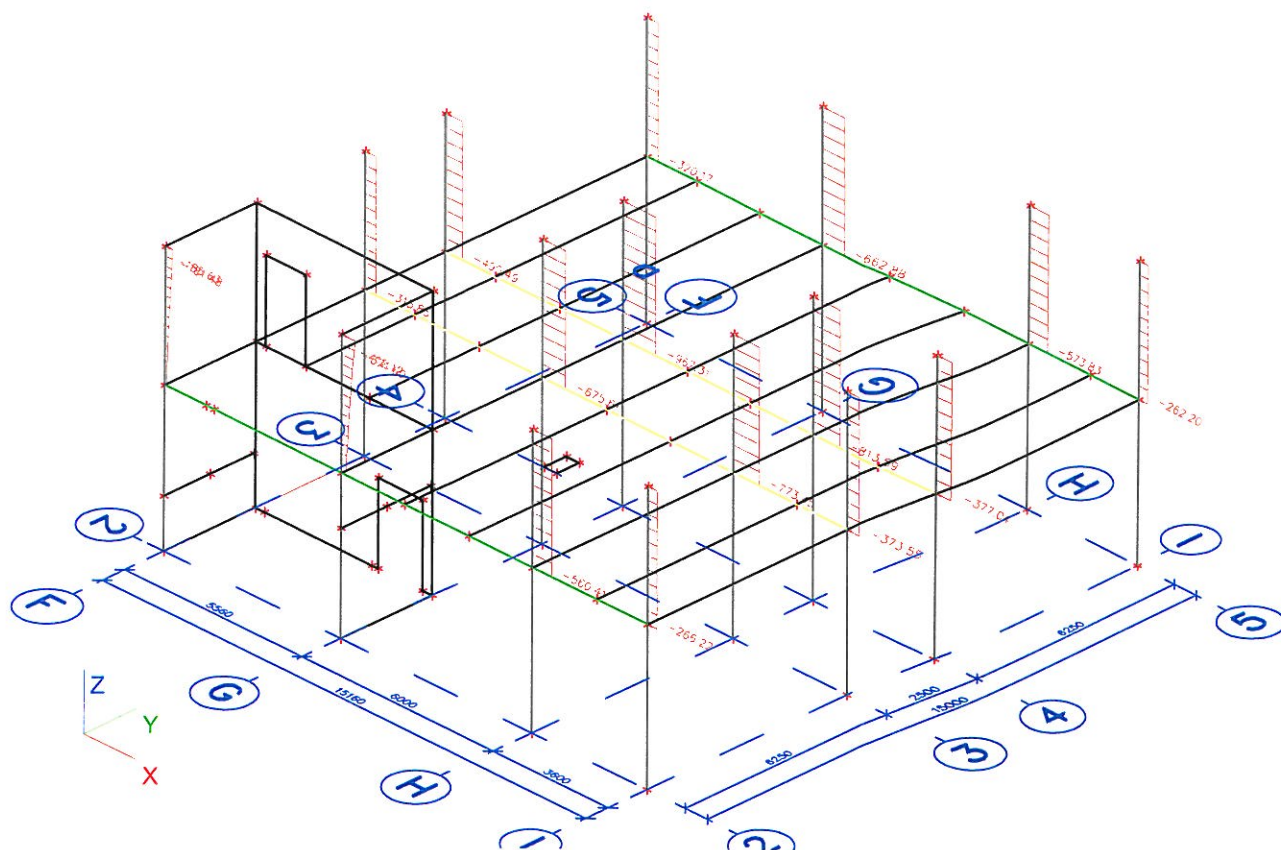
Technologický park Kar. kraje
Objekt IB
Prováděcí projekt
Ing. Martin Šafařík

6.5.15. Vnitřní síly ve stropní desce nad 1.NP-my min

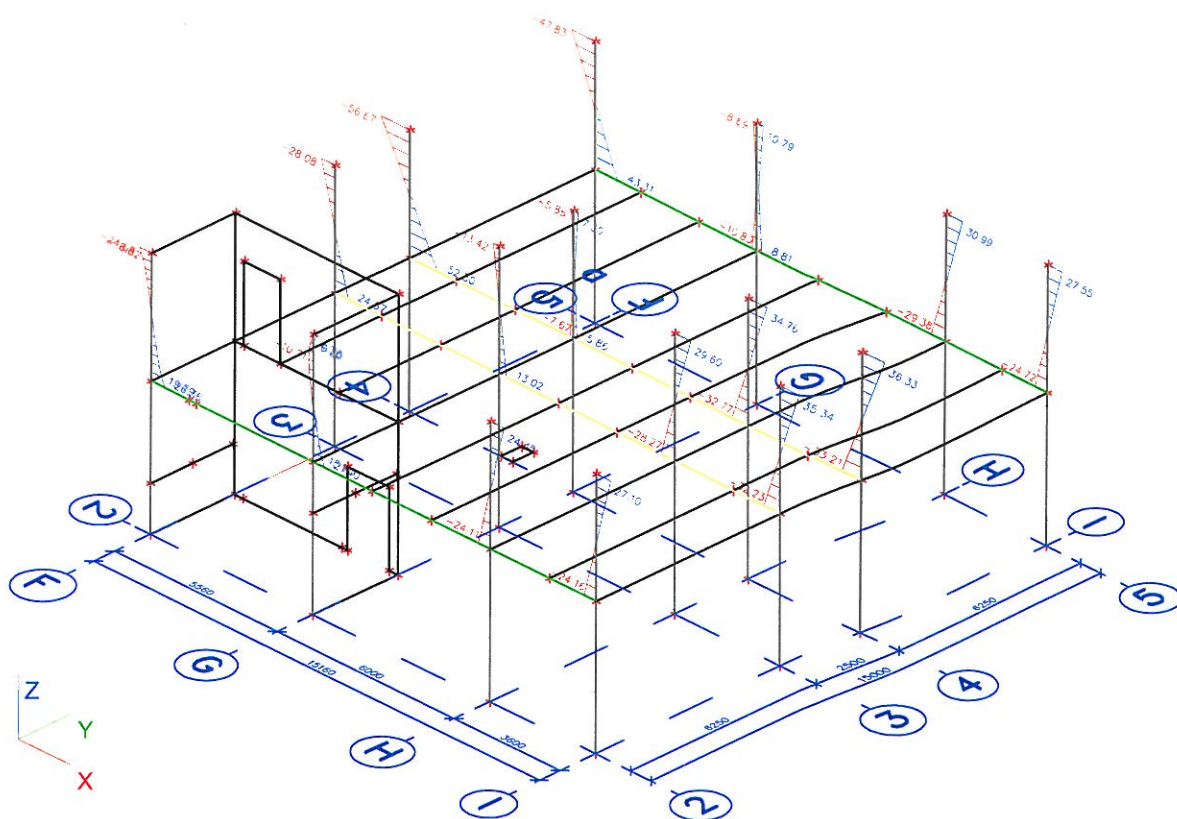


| | | |
|---------|--|-------------------------------|
| Projekt | | Technologický park Kar. kraje |
| Část | | Objekt IB |
| Popis | | Prováděcí projekt |
| Autor | | Ing. Martin Šafařík |

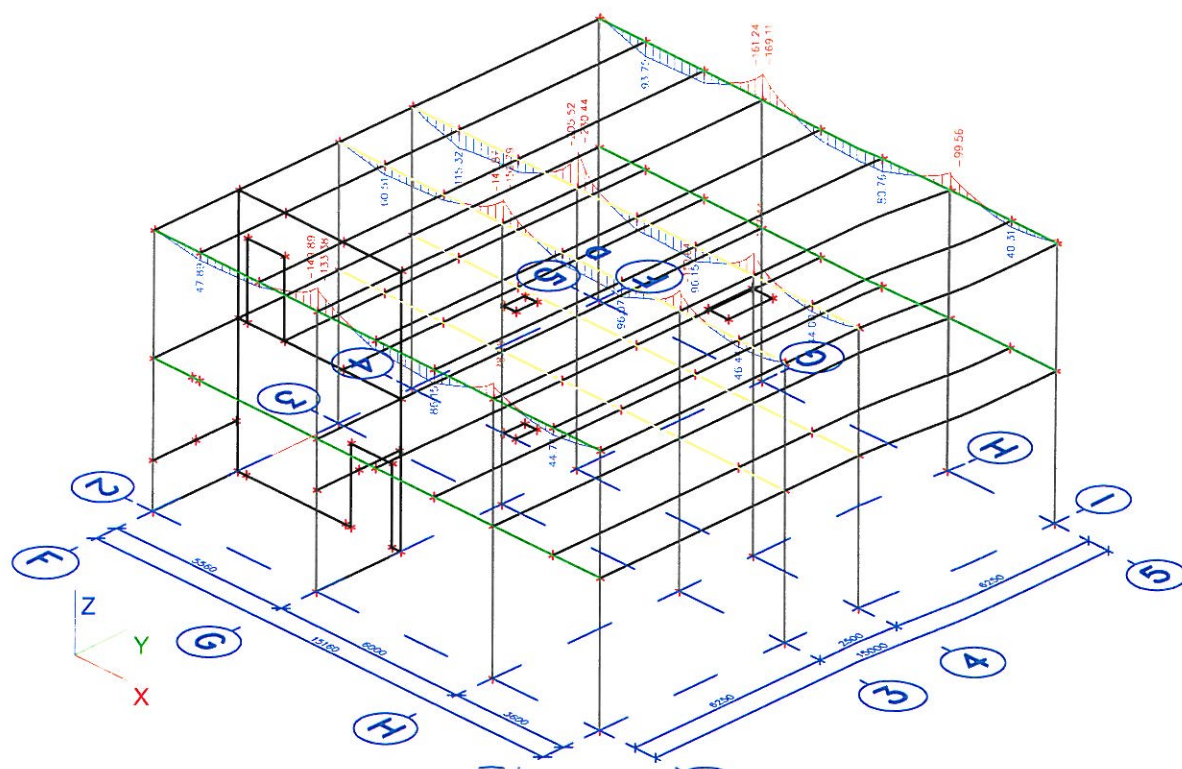
6.5.16. Vnitřní síly ve sloupech 2.NP - N



6.5.17. Vnitřní síly ve sloupech 2.NP - M_y

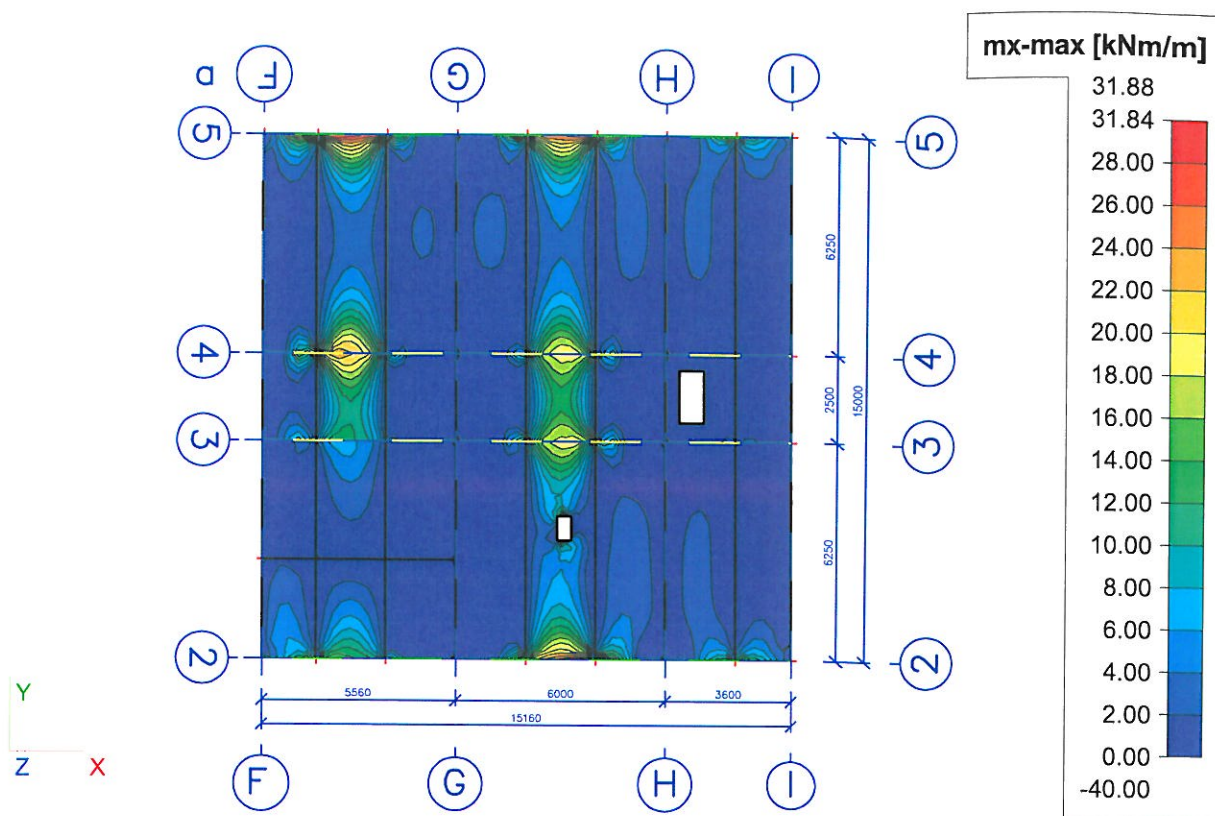


6.5.21. Vnitřní síly v průvlacích stropu nad 2.NP - M_y



| | |
|---------|-------------------------------|
| Projekt | Technologický park Kar. kraje |
| Část | Objekt IB |
| Popis | Prováděcí projekt |
| Autor | Ing. Martin Šafařík |

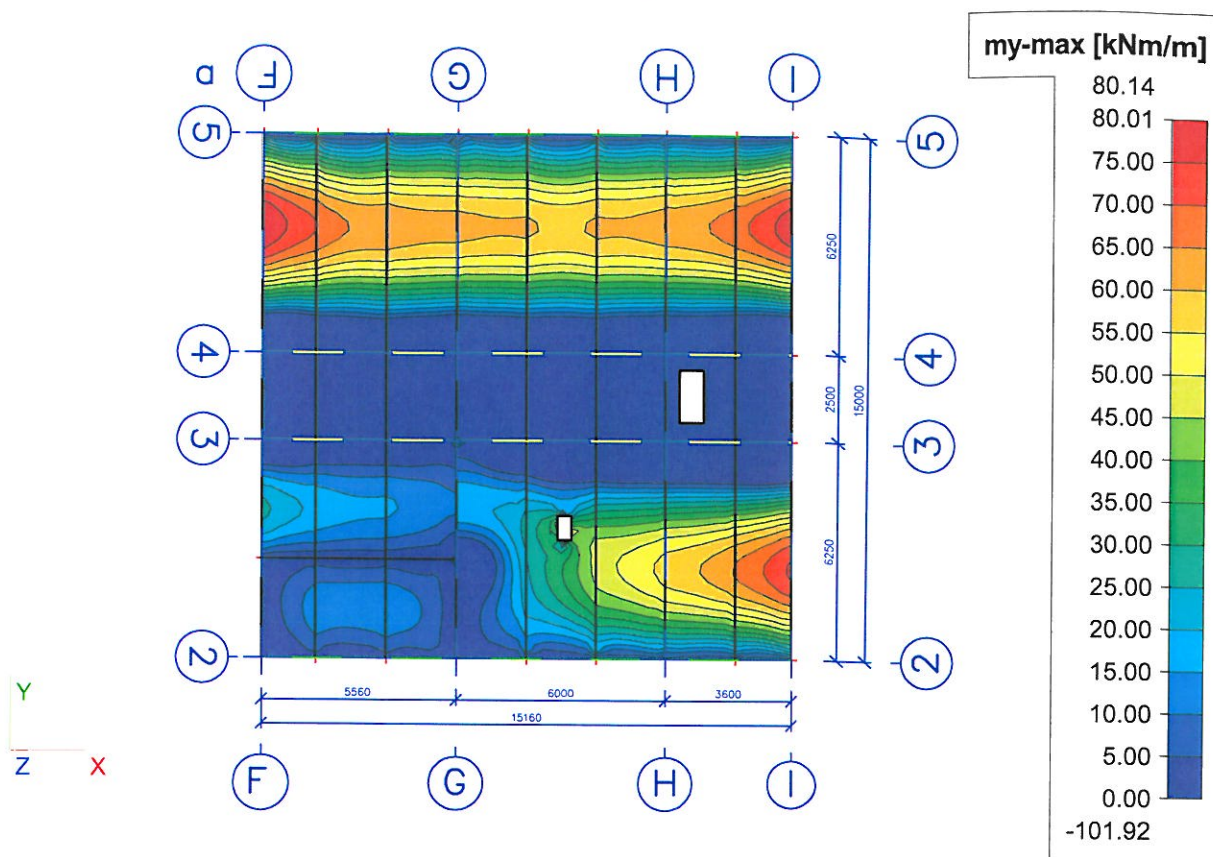
6.5.22. Vnitřní síly ve stropní desce nad 2.NP -mx max



Projekt
Část
Popis
Autor

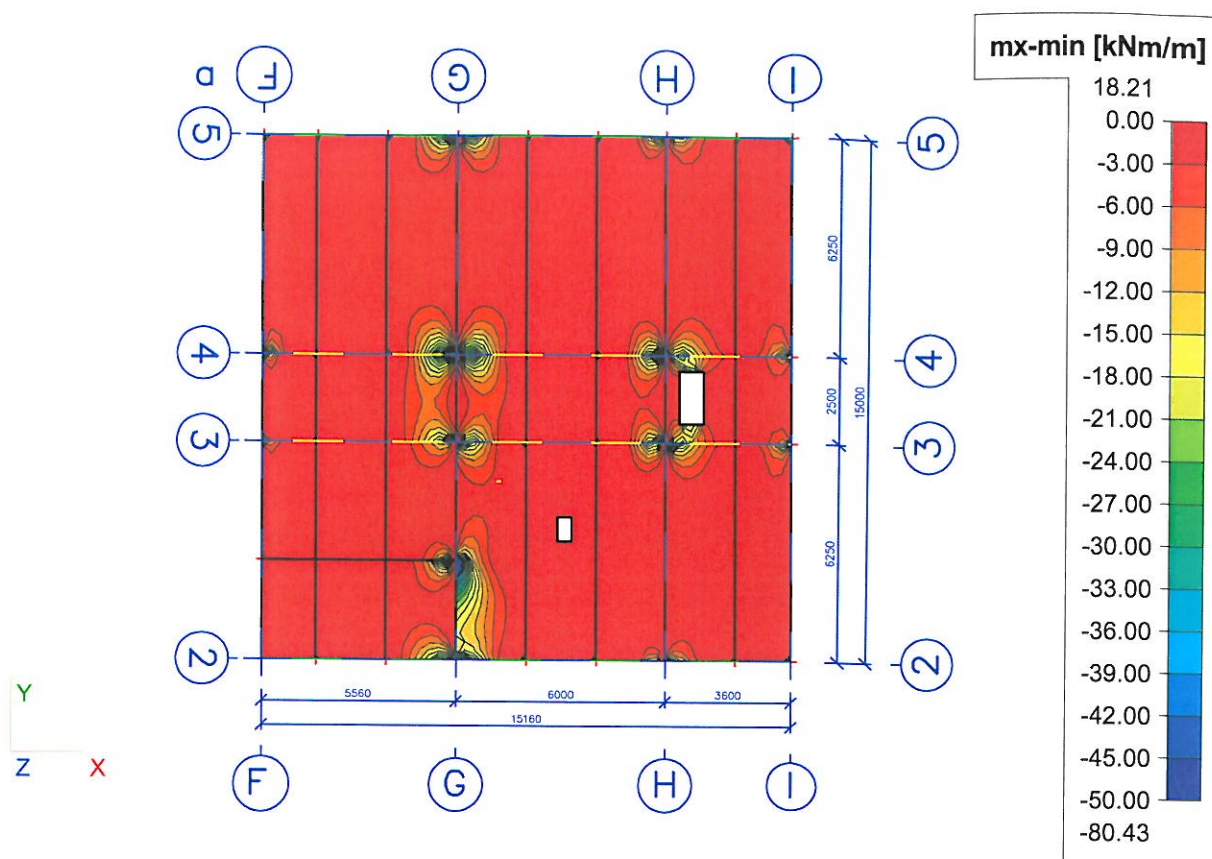
Technologický park Kar. kraje
Objekt IB
Prováděcí projekt
Ing. Martin Šafařík

6.5.23. Vnitřní síly ve stropní desce nad 2.NP -my max

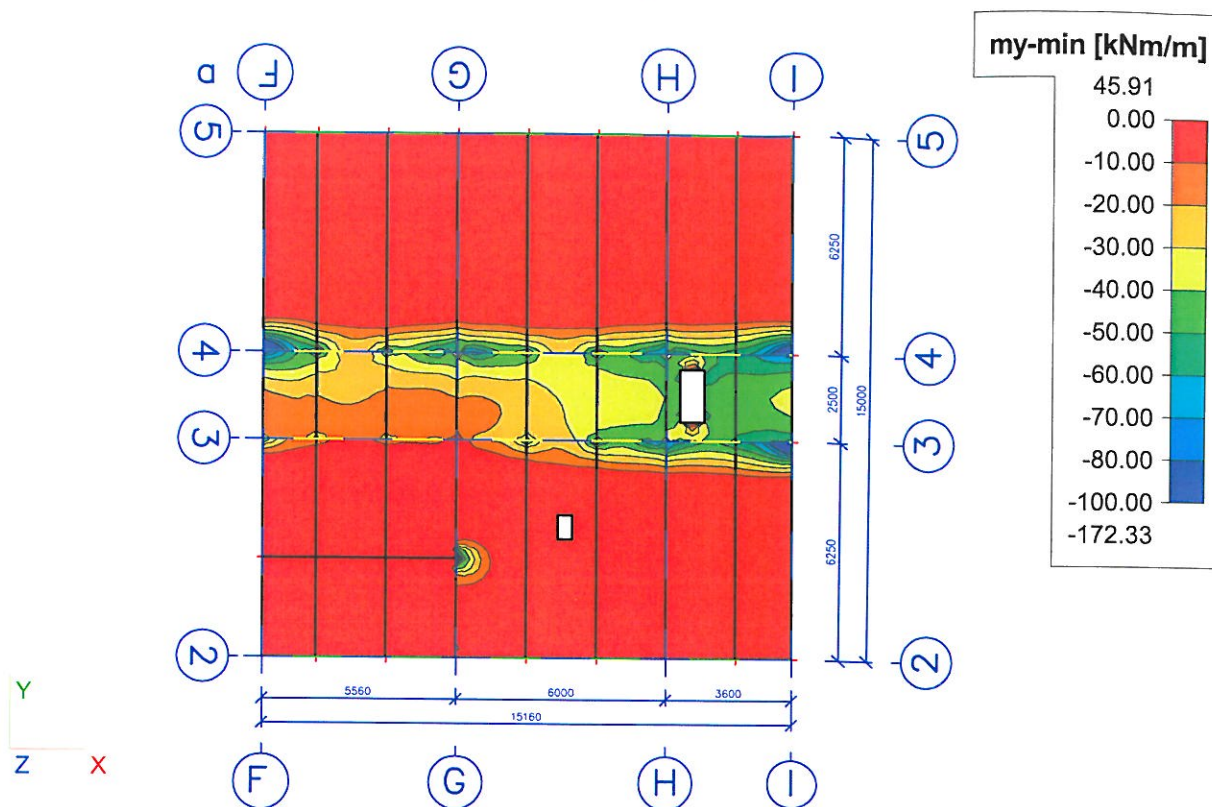


| | |
|---------|-------------------------------|
| Projekt | Technologický park Kar. kraje |
| Část | Objekt IB |
| Popis | Prováděcí projekt |
| Autor | Ing. Martin Šafařík |

6.5.24. Vnitřní síly ve stropní desce nad 2.NP -mx min



6.5.25. Vnitřní síly ve stropní desce nad 2.NP -my min



| | |
|---------|-------------------------------|
| Projekt | Technologický park Kar. kraje |
| Část | Objekt IB |
| Popis | Prováděcí projekt |
| Autor | Ing. Martin Šafařík |

7. Posouzení konstrukcí

Akce: K. Vary; Vědeckotechnický park
 Zpracoval: Ing. M. Šafařík
 Datum: 10.10.2012
 Objekt: Objekt I
 Prvek: Základová patka střední sloup
 Druh zeminy: Jíl plastický F6 tuhý až pevný

VÝPOČET ÚNOSNOSTI ZÁKLADOVÉ PŮDY
 pod obdélníkovým plošným základem
 podle ČSN 731001

Vstupní údaje:

| | | | |
|--------|---------------------------------------|--------|----------------------|
| | úroveň přízemí (± 0) = | 386,00 | [m n.m.] |
| | úroveň základové spáry relativní | -2,00 | [m] |
| | úroveň základové spáry absolutní | 384,00 | [m n.m.] |
| Vd | výslednice sil (v těžišti základu) | 1700 | [kN] |
| Mdx | moment ve směru šířky základu | 0 | [kNm] |
| Mdy | moment ve směru délky základu | 0 | [kNm] |
| b | šířka základu (menší rozměr) | 0,90 | [m] |
| l | délka základu | 10,00 | [m] |
| d | hloubka založení | 1,20 | [m] |
| fi | úhel vnitřního tření zeminy | 0 | [°] |
| c | normová soudržnost zeminy | 77 | [kPa] |
| gama 1 | objem. tíha zeminy nad základ. sparou | 19,00 | [kN/m ²] |
| gama 2 | objem. tíha zeminy pod základ. sparou | 21,00 | [kN/m ²] |
| delta | úhel odklonu sil od svislice | 0 | [°] |

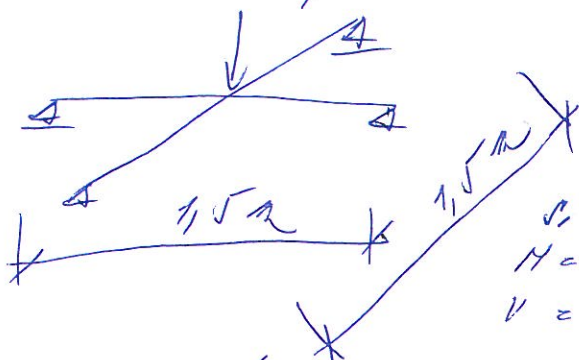
Výpočet:

| | | | |
|---------|--|------|-------|
| Rd | výpočtová únosnost základové půdy | 248 | [kPa] |
| ex | exc. výslednice ve směru šířky základu | 0,00 | [m] |
| ey | exc. výslednice ve směru délky základu | 0,00 | [m] |
| sigma d | namáhání základové půdy | 189 | [kPa] |

Posouzení:

| | | |
|--------|--------------------------------------|------|
| | namáhání základové půdy | 1 |
| | excentricita ve směru šířky základu | 1 |
| | excentricita ve směru délky základu | 1 |
| max Vd | možné zatížení při dané excentricitě | 2228 |

VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL ZÁKLADOVÉHO
FAZU VLIVEM PODOLOVÁNÍ - PŘOTAČ Ø 1,5m
BEZ VLASTNÍ HROTHOSTI FAZU
1) VNITŘNÍ PLOUČ - LÉČENÍ FAZU
1605,6 kN

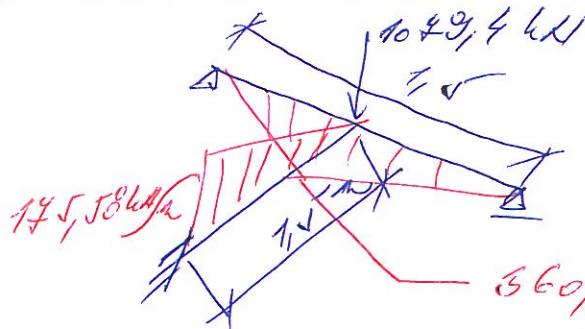


$$M_{Ed} = \frac{1}{4} \cdot \frac{1605,6}{2} \cdot 1,5 = 301,05 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1605,6}{2} = 401,4 \text{ kN}$$

SÍLY OD VL. TÍHY
 $H = \frac{1}{3} \cdot 36,45 \cdot 1,5^2 = 10,25 \text{ kNm}$
 $V = \frac{1}{2} \cdot 36,45 \cdot 1,5 = 27 \text{ kN}$

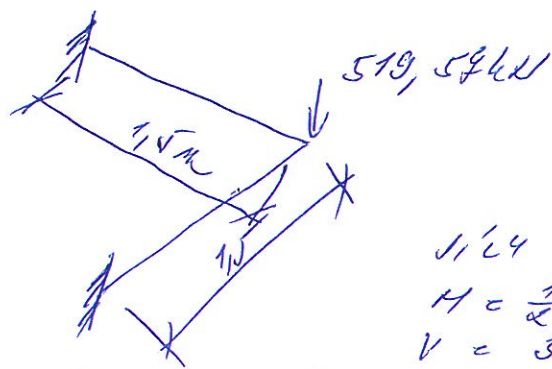
2) KRAVNÍ PLOUČ - LÉČENÍ " " " "



$$V_{Ed} = 481,19 \text{ kN}$$

SÍLY OD VLASTNÍ TÍHY
 $H = 16,31 \text{ kNm}$
 $V = 36,98 \text{ kN}$

3) POHOLÝ PLOUČ

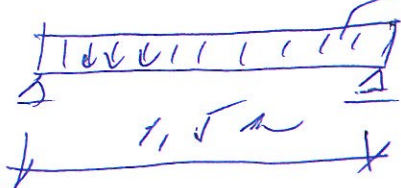


$$M_{Ed} = \frac{519,59}{2} = 259,795 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = \frac{519,59}{2} = 259,795 \text{ kN}$$

SÍLY OD VLASTNÍ TÍHY
 $H = \frac{1}{2} \cdot 36,45 \cdot 1,5^2 = 41 \text{ kNm}$
 $V = 36,45 \cdot 1,5 = 54,68 \text{ kN}$

4) ZÁKLADOVÝ FAS PŘI VTEKOVÍ
152 kN/m



$$M_{Ed} = \frac{1}{3} \cdot 152 \cdot 1,5^2 = 42,45 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot 152 \cdot 1,5 = 114 \text{ kN}$$

SÍLY OD VLASTNÍ TÍHY
 $H = \frac{1}{3} \cdot 36,45 \cdot 1,5^2 = 10,25 \text{ kNm}$
 $V = \frac{1}{2} \cdot 36,45 \cdot 1,5 = 27 \text{ kN}$

SÍLY VZNIKAVÉ V ZÁKLADOVÝCH FASECH VLIVEM
PODOLVÁNÍ BUDOU PŘI DIMENZOVÁNÍ
PŘI PÁŇÍ K BĚŽNÝM SILÁM V ZÁKL. FASECH

MAXIMÁLNÍ NÁMÁHANÍ ZÁKLADOVÉHO PŘÍSTU
S VLVEM PODPOLOHÍ

ad 1) VNITŘNÍ PLOUŤ - KŘÍŽEHNÍ PŘÍSTU

$$M_{Ed} = 301,05 \text{ kNm} + 10,25 \text{ kNm} + 556 \text{ kNm} = 867,3 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 401,4 \text{ kN} + 24 \text{ kN} + 404,3 \text{ kN} = 830,7 \text{ kN}$$

ad 2) KRAJNÍ PLOUŤ KŘÍŽEHNÍ, T

$$M_{Ed} = 360,88 \text{ kNm} + 16,31 + 483,16 \text{ kNm} = 860,35 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 481,19 \text{ kN} + 36,98 \text{ kN} + 324,9 \text{ kN} = 843,05 \text{ kN}$$

ad 3) ROHOVÝ PLOUŤ

$$M_{Ed} = 389,25 + 41 + 334 \text{ kNm} = 764,25 \text{ kNm}$$

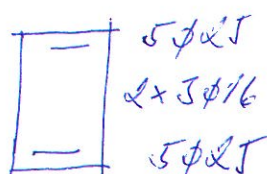
$$V_{Ed} = 259,49 + 54,68 + 233,2 = 547,37 \text{ kN}$$

ad 4) ZÁKLADOVÝ PŘÍSTU PŘÍSTU VĚTRU

$$M_{Ed} = 44,45 + 10,25 \text{ kNm} + 353 \text{ kNm} = 408 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 114 \text{ kN} + 24 \text{ kN} + 116,2 \text{ kN} = 254,2 \text{ kN}$$

PŘÍSTU PŘÍSTU VĚTRU VÝSTUŽEHNÍ HOHEM NA



TE ϕ K/250
TE ϕ E/250

MEZI ÚKOSKOSTI $M_{Rd} = 1102 \text{ kNm}$

A POSOUVANÍ PÍLA NA MEZI
ÚKOSKOSTI $V_{Rd} = 968 \text{ kN}$

JEDNĚ PĚTŠÍ, MEZI MAXIMÁLNÍ
NÁMÁHANÍ ZÁKLADOVÉHO PŘÍSTU
S VLVEM PODPOLOHÍ.

Posouzení obdélníku

Rozpětí stropní kce L = 6 m

Vstupní údaje

Stupeň vlivu prostředí

Návrhová životnost

Požární odolnost

Materiály:

XC4

80

REI

Zadání vnitřních sil

$m_{Ed} = 556$ kNm

$m_{Ed,g} = 303,95$ $m_{Ed,ch} = 398,04$ kNm

$V_{Ed} = 404$ kN

Zadání geometrie

h = 1200 mm

b = 900 mm

| Třída betonu : | C30/37 | Výztuž : | 10 505 R |
|--|--------|--|----------|
| $f_{ck} = 30$ Mpa | | $f_{yk} = 500$ Mpa | |
| $\alpha_{cc} = 1$ v ČR se uvažuje hodnotou 1 | | $\gamma_s = 1,15$ součinitel spolehlivosti materiálu | |
| $\gamma_c = 1,50$ součinitel spolehlivosti materiálu | | $E_s = 200,00$ Gpa | |
| $f_{ctm} = 2,9$ Mpa | | $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78$ Mpa | |
| $E_{cm} = 32,8$ Gpa | | $\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,17$ [‰] | |
| $\epsilon_{cu3} = 3,5$ [‰] | | | |

Rovnoměrné rozdělení napětí betonu v tlaku po výšce λx

$$\eta = 1 \quad \xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{cu3}} = 0,617$$

- bilineární pracovní diagram s vodorovnou horní větví bez omezeného přetvoření

Zadání plochy výztuže

Vrstva

Profil ve vrstvě

Počet prutů

Krytí profilu

Plocha na 1 mb

Celková plocha

Teoretická osa plochy výztuže

Účinná výška průřezu

Vzdálenost mezi pruty

Min světlost mezi pruty

| | 37 mm | 37 mm | 37 mm | 37 mm |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| i = | 1 | 2 | 3 | 4 |
| $\phi i =$ | 25 | 0 | 0 | 0 |
| ks = | 5 | 0 | 0 | 0 |
| ci = | 50 | 0 | 0 | 0 |
| ai = | 2454 | 0 | 0 | 0 |
| $a_{s1} =$ | 2454 | | | |
| $d_1 =$ | 63 | | | |
| $d =$ | 1138 | | | |

$s_1 = 169$ mm

$s \leq s_{s1,max}$ **Ok**

min. vzdálenosti prutů

$$s_{min} = \max(k_1 \cdot \phi_s + k_2 \cdot 20mm) = s_{min}$$

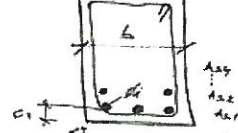
37 mm

$k_1 = 1,2$

$k_2 = 5$

$d_g = 32$ mm

TEAM - ODDĚLUK



Posouzení

$$x = \frac{a_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = 74,1 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,0651 < \xi_{bal,1} = 0,617$$

Vyhovuje

$$m_{Rd} = a_{s1} f_{yd} (d - 0,5 \lambda x) = 1182,21 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} = 556 < m_{Rd} = 1182,21 \text{ kNm/m}$$

Vyhovuje

Kontrola vyztužení

$$a_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}}, 0,0013 \cdot b_t \cdot d \right\}$$

$$a_{s1} = 2454 > a_{s,min} = 1541,9 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

$$a_{s,min} \geq \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}} = 1541,93 \text{ mm}^2$$

$$a_{s,min} \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d = 1330,88 \text{ mm}^2$$

$$a_{s1} \leq 0,04 A_c = 48000 \text{ mm}^2 > a_{s1} = 2454 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

Smyk

$$\min(V_{Rd,max}) = v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \cdot \left(\frac{\cot \Theta}{1 + \cot^2 \Theta} \right) = 3630,718 \text{ kN}$$

$\cot \Theta = 2,5$ - volíme

$$|V_{Ed}| \leq \min(V_{Rd,max}) \rightarrow \text{Lze navrhnout smykovou výztuž za předpokladu } \cot \Theta = 2,5$$

$$v = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,528$$

$$z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 1108 \text{ mm}$$

Třminky

n = 4 počet stříhů na třmínku
 $\phi i = 8$ mm - profil třmínku
a = 250 mm - osová vzdálenost třmínků
 $A_{sw} = 201$ mm² - plocha třmínků
 $a \leq s_{min}$

Osová vzdálenost třmínků je OK

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw} \cdot f_{yk} \cdot z \cdot \cot \Theta}{s} = 968,47 \text{ kN}$$

$$|V_{Ed}| = 404 \text{ kN} \leq V_{Rd,s} = 968,47 \text{ kN}$$

Navrhnutý třmínek vyhovuje

Návrh konstrukční smykové výztuže

- vzdálenost třmínků

$$s \leq 0,75 \cdot d = 853,1 \text{ mm}$$

$$s \leq 400 \text{ mm} \quad s_{s1,min} = 400$$

- omezení stupně vyztužení

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} \geq \rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$

$$\rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0,00088$$

$$s_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot \rho_{w,min}} = 254,92 \text{ mm}$$

$$s_{min} = \min(s_{s1,min}, s_w) = 254,92 \text{ mm}$$

Kontrola mezního stavu použitelnosti

1) Omezené napětí

- napětí v betonu při quasi-stálé kombinaci zatížení musí být $\|\sigma_c\| \leq k_2 \cdot f_{ck}, k_2 = 0.45$
- tahové napětí ve výztuži při charakteristickém zatížení nesmí překročit $\|\sigma_s\| \leq k_3 \cdot f_{yk}, k_3 = 0.80$
pokud je napětí ve výztuži vyvozeno vynuceným přetvořením, je možné použít podmínku $\|\sigma_s\| \leq k_4 \cdot f_{yk}, k_4 = 1.0$

Průřez bez trhlin :

$$\alpha'_e = E_s / E_{cm} = 6,091$$

$$A_i = b \cdot h + (\alpha'_e - 1) a_s = 1,09249 \text{ m}^2$$

$$a_{gr} = \frac{0,5 \cdot b \cdot h^2 + (\alpha'_e - 1) \cdot a_s \cdot d}{A_i} = 0,606 \text{ m}$$

$$I_i = \frac{b \cdot h^3}{12} + b \cdot h (a_{gr} - 0,5h)^2 + (\alpha'_e - 1) a_s \cdot (d - a_{gr})^2 = 0,133168 \text{ m}^4$$

$$m_{cr} = \frac{I_i \cdot f_{cm}}{(h - a_{gr})} = 649,518 \text{ kNm/m}$$

$m_{Ed,q} \leq m_{cr}$ - Pokud je podmínka splněna trhliny nevzniknou

$$m_{Edq} = 303,95 \text{ kN / m} \leq m_{cr} = 649,518 \text{ kN/m}$$

Trhliny nevzniknou

Průřez s trhlínami:

$$x_r = \frac{\alpha'_e \cdot a_s}{b} \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha'_e \cdot a_s}} \right) = 0,1785 \text{ m}$$

$$I_r = \frac{b \cdot x_r^3}{3} + \alpha'_e \cdot a_s \cdot (d - x_r)^2 = 0,0154545 \text{ m}^4$$

Posouzení napětí ve výztuži a v betonu

- Napětí v betonu kvazistálou kombinaci zatížení

$$\sigma_c = \frac{m_{Ed,q} \cdot x_r}{I_r} = 3,510 \text{ Mpa} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 13,50 \text{ Mpa} \quad \text{OK}$$

- Napětí ve výztuži pro charakteristickou kombinaci zatížení

$$\sigma_s = \alpha'_e \frac{m_{Ed,ch} \cdot (d - x_r)}{I_r} = 150,441 \text{ Mpa} \leq 0,8 \cdot f_{yk} = 400,00 \text{ Mpa} \quad \text{OK}$$

Napětí splňuje omezující podmínky

2) Kontrola trhlin

Výpočet hodnoty $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_1 \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} \left(1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff} \right)}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Šířku trhlin posuzujeme při kvazistálé kombinaci zatížení napětí ve výztuži

$\sigma_s =$ napětí v tažené výztuži vypočtené na průřezu porušeném trhlinou $\sigma_s = \alpha_e \cdot \frac{m_{Ed,q} \cdot (d - x_s)}{I_s}$

$\sigma_s = 114,9 \text{ Mpa}$

$\alpha_e = E_s / E_{cv} = 6,091$ poměr modulu pružnosti výztuže a betonu

$\rho_{p,eff} = (a_s + \xi_1^2 \cdot A_p) / A_{c,eff}$ je účinný stupeň vyztužení efektivní tažené oblasti betonu $A_{c,eff}$

$A_{c,eff} = b \cdot h_{c,eff} = 0,1406 \text{ m}^2$

$h_{c,eff} = \min\{ 2,5(h - d), (h - x) / 3, h / 2; \min\{ 156,25; 340,50; 600 \} \}$ $h_{c,eff} = 156,25 \text{ mm}$

Vliv doby trvání zatížení

☐ Krátkodobé zatížení, 0,6

☒ Dlouhodobé zatížení, 0,4

$k_1 = 0,4$

$a_s = 2454 \text{ mm}^2$ předpoklad výztuže

$\rho_{p,eff} = (a_s) / A_{c,eff} = 0,01745$

$f_{ct,eff} = 2,9 \text{ Mpa}$ - trhliny jsou očekávány po 28 dnech $f_{ct,eff} = f_{ctm}$

$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,000207 \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s} = 0,0003446$

$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,0003446$

Výpočet $s_{r,max}$

Případ $s \leq 5(c + \phi/2)$

$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 413,507 \text{ mm}$

Případ $s > 5(c + \phi/2)$

$s_{r,max} = 1,3 \cdot (h - x) = 1463,66 \text{ mm}$

$c = 50$ krytí podélné výztuže

$k_1 = 0,8$ pruty s velkou soudržností

$k_2 = 0,5$ pro ohyb

$k_3 = 3,4$ doporučená hodnota

$k_4 = 0,425$ doporučená hodnota

$\phi = 25$ profil prutů

Rozhodnutí podle kterého případu se bude počítat $s_{r,max}$

$5(c + \phi/2) = 312,5 \text{ mm}$

vzdálenost výztuže $168,75 \text{ mm}$

Případ $s \leq 5(c + \phi/2)$

$s_{r,max} = 413,51 \text{ mm}$

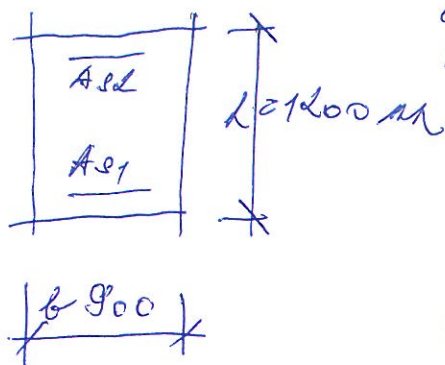
Kontrola trhlin

$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_{max}$

$w_k = 0,1425 \text{ mm} \leq w_{max} = 0,3 \text{ mm}$

Šířka trhlin pro dané prostředí vyhovuje

НАВЕН ВЪЗТУЖЕ НА КООЦЕНИ - ЗАКЛАДОНЕНО
~~ТА~~ СУ.



ЖЕТОК $0.30/34 \times 0.4$; $\times A \alpha$
 ОЦЕЛ, $R_{500} B$
 ЛЕВТИ, 50 MM

MAX. КРОУТИЦИ' МОМЕНТ

$$T_{Ed} = 208,85 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 361,5 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 248,65 \text{ kN}$$

ПЛОЩА ВЪЗТУЖЕ ТРО ЗАЧУКЕНИ' ОЧУДОНЕНО МОМЕНТУ
 $A_{s1} = A_{s2} = 1581 \text{ mm}^2$ (5 $\phi 20$) *НАВЕН ТРОДРОЛОПА'НИ'*
ВЪЗТУЖЕНО НА $15 \phi 25$

МИСЛЕ' ТЕН'И'КЛ' ТРО ЗАЧУКЕНИ' ПОСОУВАН'ЕИ' В'Л'У

$$A_{sw} = 201 \text{ mm}^2$$
 (4 $\phi 8$)

НАВЕНАИ' ТРОДРОЛОПА'НИ' НА КРОУЦЕНИ'

$$t_{ef} = \frac{1200 \times 0,9 \text{ m}}{2(1,2 + 0,9)} = \frac{1,08}{4,2} = 0,257 \text{ m}$$

АНАЛОГИЧК' ТЕНКОСТЕН'И' ТРОДРОЛОПА'НИ'

$$b_k = 0,9 - 0,257 = 0,643 \text{ m}$$

$$h_k = 1200 - 0,257 = 0,943 \text{ m}$$

$$A_k = b_k \times h_k = 0,643 \times 0,943 = 0,606 \text{ m}^2$$

$$u_k = 2(0,643 + 0,943) = 3,142 \text{ m}$$

ПЛАКОВЕ' ДИАГОНА'Л' (COF $\theta = 2,5$)

$$T_{Ed, max} = 2 \cdot 0,606 \cdot 0,528 \cdot 20000 \cdot 0,257 \cdot \cos 21,3^\circ \cdot \sin 21,3^\circ$$

$$\gamma = 0,6 \left[1 - \frac{30}{2,50} \right] = 0,528$$

$$T_{Ed, max} = 1134 \text{ kNm} > T_{Ed} = 208,83 \text{ kNm}$$

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Ed, max}} = \frac{208,83}{1134} = 0,184$$

$$V_{Ed, max} = 3644 \text{ kN} \quad (\text{viz. výpočet příkladu})$$

$$V_{Ed, max} > V_{Ed} = 248,65 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Ed, max}} = \frac{248,65}{3644} = 0,046$$

PODHLÍDKA KITEŘALCE

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Ed, max}} + \frac{V_{Ed}}{V_{Ed, max}} = 0,184 + 0,046 = 0,26 < 1$$

VPLNĚNO

NAVRH TĚHÁKŮ NA KROUCEHÍ

POSOUBAJÍCÍ SÍLA OD KROUCEHÍ

$$V_{Ed, w} = T_{Ed} \cdot k_u / (2 A_k) = 200,83 \cdot 0,943 / (2 \cdot 0,606) = 162,5 \text{ kN}$$

PŘI PŘEDTOKU, ŽE TUTO POŠOUBAJÍCÍ SÍLU PŘEVÉCHÉ POUZE JEDNA VĚTEV TĚHÁKŮ $\phi 8(10)$ PŘI $\cos \phi 2,5$ A PŘI VPLNĚNÍ PODMÍNEK $V_{Ed, w} = V_{Ed, s}$ PŘI KÁVČOVÉ VZTAČNOSTI TĚHÁKŮ

$$s_d = \frac{A_{st} f_{ywd} k_u \cos \phi}{V_{Ed, w}} = \frac{50 \cdot 434,48 \cdot 0,943 \cdot 2,5}{162,5} =$$

$= 315 \text{ mm}$ Z DŮVODŮ PŘEVÁŽENÍ VOLEBA VZTAČNOST TĚHÁKŮ QTOH CELKOVÝ STUPEŇ VYHODNĚNO VÝSTUŽENÍ

$$\rho_w = \frac{201 \text{ mm}^2}{900 \cdot 450} = 8,93 \cdot 10^{-4} > \rho_{w, min} = 8,8 \cdot 10^{-4}$$

$$< 0,5 \cdot \gamma_{fwd} / f_{ywd} = 0,012$$

ΚΑ'ΙΝΗ ΠΟΤΕ'ΛΝΕ' ΜΕΤΟΥΣΕ ΚΑ ΛΕΟΥΣΕΝ' -

$$\frac{\sigma_{ed} \cdot \cos \phi}{\lambda \cdot A_k} = \frac{208,83 \cdot 2,5}{\lambda \cdot 0,606} = 430,45 \text{ kN/m}$$

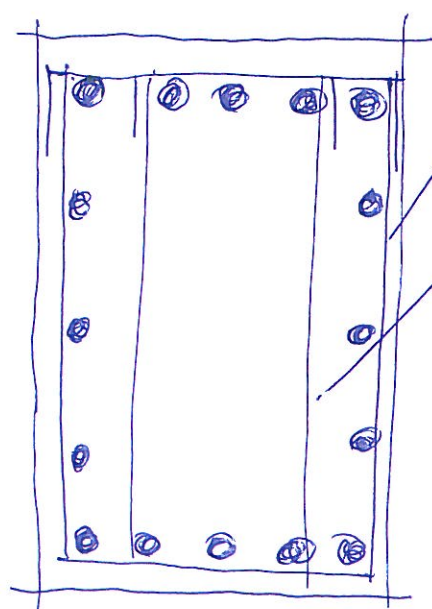
ΜΕΤΑ'ΕΛΕΥΟΣΤ ΜΕΤΙ ΠΟΤΕ'ΛΝΥ'ΗΙ ΠΡΟΥΤΥ α ≤ 500mm

$$\mu_s = 0,5b_k + 0,25k_k = 0,5 \cdot 0,643 + 0,25 \cdot 0,945 = 0,54$$

ΚΑ'ΙΝΗ ΠΟΤΕ'ΛΝΕ' ΜΕΤΟΥΣΕ

$$2 \times 3 \phi 16 \quad A_{se} = 1206 \text{ mm}^2$$

$$\frac{1206 \cdot 10^{-4} \cdot 434,48 \cdot 10^3}{0,300} = 1748,7 \text{ kN/m} > 430,45 \text{ kN/m}$$



5 φ 20 (ΜΕΤΟΥΣΟΝΑΚΟ 5 φ 25)
 ΤΕ φ 12 / 250

ΤΕ φ 8 / 250

2 x 3 φ 16

5 φ 20 (ΜΕΤΟΥΣΟΝΑΚΟ 5 φ 25)

Posouzení obdélníku

Rozpětí stropní kce L = 6 m

Vstupní údaje

Stupeň vlivu prostředí

XC4

Návrhová životnost

80

let

Požární odolnost

REI

Materiály:

Zadání vnitřních sil

$m_{Ed} = 119$ kNm

$m_{Ed,q} = 51,00$ $m_{Ed,ch} = 88,00$ kNm

$V_{Ed} = 150$ kN

Zadání geometrie

h = 1200 mm

b = 800 mm

| Třída betonu : | C30/37 | C30/37 | Výztuž : | 10 505 R | 10 505 R |
|--|--------|--------|--|----------|----------|
| $f_{ck} = 30$ Mpa | | | $f_{yk} = 500$ Mpa | | |
| $\alpha_{cc} = 1$ v ČR se uvažuje hodnotou 1 | | | $\gamma_s = 1,15$ součinitel spolehlivosti materiálu | | |
| $\gamma_c = 1,50$ součinitel spolehlivosti materiálu | | | $E_s = 200,00$ Gpa | | |
| $f_{ctm} = 2,9$ Mpa | | | $f_{yk} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78$ Mpa | | |
| $E_{cm} = 32,8$ Gpa | | | $\epsilon_{yd} = \frac{f_{yk}}{E_s} = 2,17$ [‰] | | |
| $\epsilon_{cu3} = 3,5$ [‰] | | | | | |

Rovnoměrné rozdělení napětí betonu v tlaku

po výšce λx

$$\eta = \frac{1}{0,8} \quad \xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu,3}}{\epsilon_{cu,3} + \epsilon_{cu,3}} = 0,617$$

- bilineární pracovní diagram s vodorovnou horní větví bez omezeného přetvoření

Zadání plochy výztuže

Vrstva

Profil ve vrstvě

Počet prutů

Krytí profilu

Plocha na 1 mb

Celková plocha

Teoretická osa plochy výztuže

Účinná výška průřezu

Vzdálenost mezi pruty

Min světllost mezi pruty

| | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| | 37 mm | 37 mm | 37 mm | 37 mm |
| i = | 1 | 2 | 3 | 4 |
| $\phi i =$ | 20 | 0 | 0 | 0 |
| ks = | 5 | 0 | 0 | 0 |
| ci = | 50 | 0 | 0 | 0 |
| ai = | 1571 | 0 | 0 | 0 |
| $a_{s1} =$ | 1571 | | | |
| $d_1 =$ | 60 | | | |
| $d =$ | 1140 | | | |

s1 = 150 mm

$s \leq s_{1,max}$ Ok

min. vzdálenosti prutů

$s_{min} = \max(k_1 \cdot \phi, d_g + k_2, 20mm)$

$= s_{min}$

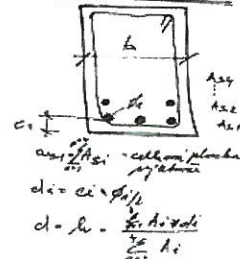
37 mm

$k_1 = 1,2$

$k_2 = 5$

$d_g = 32$ mm

TRAM - ODRÁŽKOVÉ



Posouzení

$$x = \frac{a_{s1} * f_{yk}}{b * \lambda * \eta * f_{cd}} = 53,4 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,0468 < \xi_{bal,1} = 0,617$$

Vyhovuje

$$m_{Rd} = a_{s1} f_{yk} (d - 0,5 \lambda x) = 763,99 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} = 119 < m_{Rd} = 763,99 \text{ kNm/m}$$

$m_{Ed} < m_{Rd}$ Vyhovuje

Kontrola vyztužení

$$a_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 * f_{ctm} * b_i * d}{f_{yk}}, 0,0013 * b_i * d \right\}$$

$$a_{s1} = 1571 > a_{s,min} = 1373,6 \text{ mm}^2$$

$a_{s1} > a_{s,min}$ Vyhovuje

$$a_{s1} \leq 0,04 A_c = 48000 \text{ mm}^2$$

$$> a_{s1} = 1571 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

Smyk

$$\min(V_{Rd,max}) = v * f_{cd} * b_w * z * \left(\frac{\cot \Theta}{1 + \cot^2 \Theta} \right) = 3258,765 \text{ kN}$$

$\cot \Theta = 2,5$ - volíme

$|V_{Ed}| \leq \min(V_{Rd,max}) \rightarrow$ Lze navrhnout smykovou výztuž za předpokladu $\cot \Theta = 2,5$

$$v = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,528$$

$$z = d - 0,5 * \lambda * x = 1119 \text{ mm}$$

Třminky

$\eta = 4$

počet střihů na třmínku

$\phi i = 8$

mm - profil třmínku

a = 250

mm - osová vzdálenost třmínků

$A_{sw} = 201$

mm² - plocha třmínků

$a \leq s_{min}$

Osová vzdálenost třmínků je OK

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw} * f_{yk}}{s} * z * \cot \Theta = 977,91 \text{ kN}$$

$$|V_{Ed}| \leq 150 \text{ kN} \leq V_{Rd,s} = 977,91 \text{ kN}$$

Navrnutý třmínek vyhovuje

Návrh konstrukční smykové výztuže

- vzdálenost třmínků

$$s \leq 0,75 * d = 855,0 \text{ mm}$$

$$s \leq 400 \text{ mm}$$

$$s_{vr,min} = 400$$

- omezení stupně vyztužení

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w * s} \geq \rho_{w,min} = 0,08 * \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$

$$\rho_{w,min} = 0,08 * \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0,00088$$

$$s_w = \frac{A_{sw}}{b_w * \rho_{w,min}} = 286,79 \text{ mm}$$

$$s_{min} = \min(s_{vr,min}, s_w) = 286,79 \text{ mm}$$

Kontrola mezního stavu použitelnosti

1) Omezené napětí

- napětí v betonu při quasi-stálé kombinaci zatížení musí být $\|\sigma_c\| \leq k_z \cdot f_{ck} \cdot k_2 = 0.45$
- tahové napětí ve výztuži při charakteristickém zatížení nesmí překročit $\|\sigma_s\| \leq k_z \cdot f_{yk} \cdot k_3 = 0.80$
pokud je napětí ve výztuži vyvozeno vynuceným přetvořením, je možné použít podmínku $\|\sigma_s\| \leq k_4 \cdot f_{yk} \cdot k_4 = 1.0$

Průřez bez trhlin :

$$\alpha'_e = E_s / E_{cm} = 6,091$$

$$A_i = b \cdot h + (\alpha'_e - 1) a_s = 0,96800 \text{ m}^2$$

$$a_{gi} = \frac{0,5 \cdot b \cdot h^2 + (\alpha'_e - 1) \cdot a_s \cdot d}{A_i} = 0,604 \text{ m}$$

$$I_i = \frac{b \cdot h^3}{12} + b \cdot h (a_{gi} - 0,5h)^2 + (\alpha'_e - 1) a_s \cdot (d - a_{gi})^2 = 0,117513 \text{ m}^4$$

$$m_{cr} = \frac{I_i \cdot f_{cm}}{(h - a_{gi})} = 571,535 \text{ kNm/m}$$

$m_{Ed,q} \leq m_{cr}$ - Pokud je podmínka splněna trhliny nevzniknou

$$m_{Ed,q} = 51 \text{ kN/m} \leq m_{cr} = 571,535 \text{ kN/m}$$

Trhliny nevzniknou

Průřez s trhlínami:

$$x_r = \frac{\alpha'_e \cdot a_s}{b} \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha'_e \cdot a_s}} \right) = 0,1536 \text{ m}$$

$$I_r = \frac{b \cdot x_r^3}{3} + \alpha'_e \cdot a_s \cdot (d - x_r)^2 = 0,0102753 \text{ m}^4$$

Posouzení napětí ve výztuži a v betonu

- Napětí v betonu kvazistálou kombinaci zatížení

$$\sigma_c = \frac{m_{Ed,q} \cdot x_r}{I_r} = 0,762 \text{ Mpa} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 13,50 \text{ Mpa} \quad \text{OK}$$

- Napětí ve výztuži pro charakteristickou kombinaci zatížení

$$\sigma_s = \alpha'_e \frac{m_{Ed,ch} \cdot (d - x_r)}{I_r} = 51,453 \text{ Mpa} \leq 0,8 \cdot f_{yk} = 400,00 \text{ Mpa} \quad \text{OK}$$

Napětí splňuje omezující podmínky

2) Kontrola trhlin

Výpočet hodnoty

$$\sigma_s - k_1 \cdot \frac{\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}}{\rho_{p,eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff}) \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Šířku trhlin posuzujeme při kvazistálé kombinaci zatížení napětí ve výztuži

$\sigma_s =$ napětí v tažené výztuži vypočtené na průřezu porušeném trhlinou

$\sigma_s = 29,8 \text{ Mpa}$

$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,091$ poměr modulu pružnosti výztuže a betonu

$\rho_{p,eff} = (a_s + \xi_1^2 \cdot A_p) / A_{c,eff}$ je účinný stupeň vyztužení efektivní tažené oblasti betonu

$A_{c,eff} = b \cdot h_{c,ef} = 0,1200 \text{ m}^2$

$h_{c,ef} = \min\{ 2,5(h-d), (h-x)/3, h/2, \min\{ 150,00 ; 348,80 ; 600 \} \}$ $h_{c,ef} = 150,00 \text{ mm}$

Vliv doby trvání zatížení

☐ Krátkodobé zatížení, 0.6

☒ Dlouhodobé zatížení, 0.4

$k_1 = 0,4$

$a_s = 1571 \text{ mm}^2$

$\rho_{p,eff} = (a_s) / A_{c,eff} = 0,01309$

$f_{ct,eff} = 2,9 \text{ Mpa}$ - trhliny jsou očekávány po 28 dnech $f_{ct,eff} = f_{ctm}$

$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = -0,000329 \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s} = 0,0000895$

$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,0000895$

Výpočet $s_{r,max}$

Případ $s \leq 5(c+\phi/2)$

$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 429,741 \text{ mm}$

Případ $s > 5(c+\phi/2)$

$s_{r,max} = 1,3 \cdot (h-x) = 1490,64 \text{ mm}$

$c = 50$ krytí podélné výztuže

$k_1 = 0,8$ pruty s velkou soudržností

$k_2 = 0,5$ pro ohyb

$k_3 = 3,4$ doporučená hodnota

$k_4 = 0,425$ doporučená hodnota

$\phi = 20$ profil prutů

Rozhodnutí podle kterého případu se bude počítat $s_{r,max}$

$5(c+\phi/2) = 300 \text{ mm}$

vzdálenost výztuže $150,00 \text{ mm}$

Případ $s \leq 5(c+\phi/2)$

$s_{r,max} = 429,74 \text{ mm}$

Kontrola trhlin

$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_{max}$

$w_k = 0,0384 \text{ mm} \leq w_{max} = 0,3 \text{ mm}$

Šířka trhlin pro dané prostředí vyhovuje

Posouzení obdélníku

Rozpětí stropní kce L = 6 m

Vstupní údaje

Stupeň vlivu prostředí

XC4

Návrhová životnost

80

let

Požární odolnost

REI

Materiály:

Zadání vnitřních sil

$m_{Ed} = 116$ kNm

$m_{Ed,q} = 50,00$ $m_{Ed,ch} = 82,00$ kNm

$V_{Ed} = 131$ kN

Zadání geometrie

h = 1200 mm

b = 300 mm

| Třída betonu : | C30/37 | C30/37 | Výztuž : | 10 505 R | 10 505 R |
|----------------------------|--------|--------|---|----------|------------------------------------|
| $f_{ck} = 30$ Mpa | | | $f_{yk} = 500$ Mpa | | |
| $\alpha_{cc} = 1$ | | | $\gamma_s = 1,15$ | | součinitel spolehlivosti materiálu |
| $\gamma_c = 1,50$ | | | $E_s = 200,00$ Gpa | | |
| $f_{ctm} = 2,9$ Mpa | | | $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78$ Mpa | | |
| $E_{cm} = 32,8$ Gpa | | | $\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,17$ [‰] | | |
| $\epsilon_{cu3} = 3,5$ [‰] | | | | | |

Rovnoměrné rozdělení napětí betonu v tlaku

po výšce λx

$$\eta = \frac{1}{0,8} \quad \xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{cu3}} = 0,617$$

- bilineární pracovní diagram s vodorovnou horní větví bez omezeného přetvoření

Zadání plochy výztuže

Vrstva

Profil ve vrstvě

Počet prutů

Krytí profilu

Plocha na 1 mb

Celková plocha

Teoretická osa plochy výztuže

Účinná výška průřezu

Vzdálenost mezi pruty

Min světlost mezi pruty

| | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| | 37 mm | 37 mm | 37 mm | 37 mm |
| i = | 1 | 2 | 3 | 4 |
| $\phi i =$ | 20 | 0 | 0 | 0 |
| ks = | 2 | 0 | 0 | 0 |
| ci = | 50 | 0 | 0 | 0 |
| ai = | 628 | 0 | 0 | 0 |
| $a_{s1} =$ | 628 | | | |
| $d_1 =$ | 60 | | | |
| $d =$ | 1140 | | | |

$s_1 = 160$ mm

Ok

min. vzdálenosti prutů

$$s_{min} = \max(k_1 \cdot \phi_s, d_s + k_2 \cdot 20 \text{ mm})$$

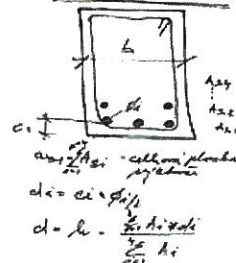
$$= s_{min} = 37 \text{ mm}$$

$$k_1 = 1,2$$

$$k_2 = 5$$

$$d_s = 32 \text{ mm}$$

TRAM - OZNAČENÍ



Posouzení

$$x = \frac{a_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = 56,9 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,0499 < \xi_{bal,1} = 0,617$$

Vyhovuje

$$m_{Rd} = a_{s1} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,5 \lambda x) = 305,21 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} = 116 < m_{Rd} = 305,21 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} < m_{Rd} \text{ Vyhovuje}$$

Kontrola vyztužení

$$a_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}}, 0,0013 \cdot b_t \cdot d \right\}$$

$$a_{s1} = 628 > a_{s,min} = 515,1 \text{ mm}^2$$

$$a_{s1} > a_{s,min} \text{ Vyhovuje}$$

$$a_{s1} \leq 0,04 A_c = 48000 \text{ mm}^2 > a_{s1} = 628 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

$$a_{s,min} \geq \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}} = 515,11 \text{ mm}^2$$

$$a_{s,min} \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d = 444,60 \text{ mm}^2$$

Smyk

$$\min(V_{Rd,max}) = v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \cdot \left(\frac{\cot \Theta}{1 + \cot^2 \Theta} \right) = 1220,483 \text{ kN}$$

$$\cot \Theta = 2,5 - \text{volime}$$

$$|V_{Ed}| \leq \min(V_{Rd,max}) \rightarrow \text{Lze navrhnout smykovou výztuž za předpokladu } \cot \Theta = 2,5$$

$$v = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,528$$

$$z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 1117 \text{ mm}$$

Třmínky

n = 2

počet střihů na třmínku

$\phi i = 8$

mm - profil třmínku

a = 250

mm - osová vzdálenost třmínků

$A_{sw} = 101$

mm² - plocha třmínků

$$a \leq s_{mm}$$

Osová vzdálenost třmínků je OK

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw} \cdot f_{yd}}{s} \cdot z \cdot \cot \Theta = 488,33 \text{ kN}$$

Návrh konstrukční smykové výztuže

- vzdálenost třmínků

$$s \leq 0,75 \cdot d = 855,0 \text{ mm}$$

$$s \leq 400 \text{ mm} \quad s_{v,min} = 400$$

- omezení stupně vyztužení

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} \geq \rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$

$$\rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0,00088$$

$$s_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot \rho_{w,min}} = 382,38 \text{ mm}$$

$$s_{min} = \min(s_{v,min}, s_w) = 382,38 \text{ mm}$$

$$|V_{Ed}| = 131 \text{ kN} \leq V_{Rd,s} = 488,33 \text{ kN}$$

Navrhnutý třmínek vyhovuje

Kontrola mezního stavu použitelnosti

1) Omezené napětí

- napětí v betonu při quasi-stálé kombinaci zatížení musí být $\|\sigma_c\| \leq k_2 \cdot f_{ck}, k_2 = 0.45$
- tahové napětí ve výztuži při charakteristickém zatížení nesmí překročit $\|\sigma_s\| \leq k_3 \cdot f_{yk}, k_3 = 0.80$
- pokud je napětí ve výztuži vyvozeno vynuceným přetvořením, je možné použít podmínku $\|\sigma_s\| \leq k_4 \cdot f_{yk}, k_4 = 1.0$

Průřez bez trhlin :

$$\alpha'_e = E_s / E_{cm} = 6,091$$

$$A_i = b \cdot h + (\alpha_e - 1) a_s = 0,36320 \text{ m}^2$$

$$a_{gr} = \frac{0,5 \cdot b \cdot h^2 + (\alpha_e - 1) \cdot a_s \cdot d}{A_i} = 0,605 \text{ m}$$

$$I_i = \frac{b \cdot h^3}{12} + b \cdot h (a_{gr} - 0,5h)^2 + (\alpha_e - 1) a_s \cdot (d - a_{gr})^2 = 0,044125 \text{ m}^4$$

$$m_{cr} = \frac{I_i \cdot f_{cm}}{(h - a_{gr})} = 214,711 \text{ kNm/m}$$

$m_{Ed,q} \leq m_{cr}$ - Pokud je podmínka splněna trhliny nevzniknou

$$m_{Ed,q} = 50 \text{ kN/m} \leq m_{cr} = 214,711 \text{ kN/m}$$

Trhliny nevzniknou

Průřez s trhlínami:

$$x_r = \frac{\alpha_e \cdot a_s}{b} \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot a_s}} \right) = 0,1583 \text{ m}$$

$$I_r = \frac{b \cdot x_r^3}{3} + \alpha_e \cdot a_s \cdot (d - x_r)^2 = 0,0040848 \text{ m}^4$$

Posouzení napětí ve výztuži a v betonu

- Napětí v betonu kvazistálou kombinaci zatížení

$$\sigma_c = \frac{m_{Ed,q} \cdot x_r}{I_r} = 1,937 \text{ Mpa} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 13,50 \text{ Mpa} \quad \text{OK}$$

- Napětí ve výztuži pro charakteristickou kombinaci zatížení

$$\sigma_s = \alpha_e \frac{m_{Ed,ch} \cdot (d - x_r)}{I_r} = 120,035 \text{ Mpa} \leq 0,8 \cdot f_{yk} = 400,00 \text{ Mpa} \quad \text{OK}$$

Napětí splňuje omezující podmínky

2) Kontrola trhlin

Výpočet hodnoty

$$\sigma_s = k_t \cdot \frac{\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}}{\rho_{p,eff}} \left(1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff} \right)$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Šířku trhlin posuzujeme při kvazistálé kombinaci zatížení napětí ve výztuži

$\sigma_s =$ napětí v tažené výztuži vypočtené na průřezu porušeném trhlinou

$\sigma_s = \alpha_e \frac{m_{Ed,q} \cdot (d - x_r)}{I_r}$

$\sigma_s = 73,2 \text{ Mpa}$

$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,091$ poměr modulu pružnosti výztuže a betonu

$\rho_{p,eff} = (a_s + \xi_1^2 \cdot A_p) / A_{c,eff}$ je účinný stupeň vyztužení efektivní tažené oblasti betonu

$A_{c,eff}$

$A_{c,eff} = b \cdot h_{c,ef} = 0,0450 \text{ m}^2$

$h_{c,ef} = \min\{ 2,5(h - d), (h - x) / 3, h / 2 \}; \min\{ 150,00 ; 347,25 ; 600 \} h_{c,ef} = 150,00 \text{ mm}$

Vliv doby trvání zatížení

☐ Krátkodobé zatížení, 0.6

☒ Dlouhodobé zatížení, 0.4

$k_t = 0,4$

$a_s = 628 \text{ mm}^2$

$a_p =$ plocha výztuže

$\rho_{p,eff} = (a_s) / A_{c,eff} = 0,01396$

$f_{ct,eff} = 2,9 \text{ Mpa}$ - trhliny jsou očekávány po 28 dnech

$f_{ct,eff} = f_{ctm}$

$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = -0,000084 \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s} = 0,0002196$

$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,0002196$

Výpočet $s_{r,max}$

Případ $s < 5(c + \phi/2)$

$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 413,507 \text{ mm}$

Případ $s > 5(c + \phi/2)$

$s_{r,max} = 1,3 \cdot (h - x) = 1486,01 \text{ mm}$

| | | |
|----------|-------|----------------------------|
| $c =$ | 50 | krytí podélné výztuže |
| $k_1 =$ | 0,8 | pruty s velkou soudržností |
| $k_2 =$ | 0,5 | pro ohyb |
| $k_3 =$ | 3,4 | doporučená hodnota |
| $k_4 =$ | 0,425 | doporučená hodnota |
| $\phi =$ | 20 | profil prutů |

Rozhodnutí podle kterého případu se bude počítat $s_{r,max}$

$5(c + \phi/2) = 300 \text{ mm}$

vzdálenost výztuže $160,00 \text{ mm}$

Případ $s \leq 5(c + \phi/2)$

$s_{r,max} = 413,51 \text{ mm}$

Kontrola trhlin

$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_{max}$

$w_k = 0,0908 \text{ mm} \leq w_{max} = 0,3 \text{ mm}$

Šířka trhlin pro dané prostředí vyhovuje

Prvek: Průvlak 400/500-spodní výztuž

Posouzení obdélníku

Rozpětí stropní kce L = 6 m

Vstupní údaje

Stupeň vlivu prostředí

Návrhová životnost

Požární odolnost

Materiály:

XC1

50

REI

Zadání vnitřních sil

$m_{Ed} = 89,48$ kNm

$m_{Ed,q} = 52,46$ kNm

$V_{Ed} = 247$ kN

$m_{Ed,ch} = 64,40$ kNm

Zadání geometrie

h = 500 mm

b = 400 mm

| Třída betonu : | C30/37 | Výztuž : | 10 505 R |
|----------------------------|--------|---|----------|
| $f_{ck} = 30$ Mpa | | $f_{yk} = 500$ Mpa | |
| $\alpha_{cc} = 1$ | | $\gamma_s = 1,15$ | |
| $\gamma_c = 1,50$ | | $E_s = 200,00$ Gpa | |
| $f_{ctm} = 2,9$ Mpa | | $f_{yk} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78$ Mpa | |
| $E_{cm} = 32,8$ Gpa | | $\epsilon_{yd} = \frac{f_{yk}}{E_s} = 2,17$ [‰] | |
| $\epsilon_{cu3} = 3,5$ [‰] | | | |

Rovnoměrné rozdělení napětí betonu v tlaku

po výšce λx

$$\eta = \frac{1}{0,8} \cdot \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{cu3}} = 0,617$$

- bilineární pracovní diagram s vodorovnou horní větví bez omezeného přetvoření

Zadání plochy výztuže

Vrstva

Profil ve vrstvě

Počet prutů

Krytí profilu

Plocha na 1 mb

Celková plocha

Teoretická osa plochy výztuže

Účinná výška průřezu

Vzdálenost mezi pruty

Min světlost mezi pruty

| | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| | 37 mm | 37 mm | 37 mm | 37 mm |
| i = | 1 | 2 | 3 | 4 |
| $\phi_i =$ | 16 | 0 | 0 | 0 |
| ks = | 3 | 0 | 0 | 0 |
| ci = | 30 | 0 | 0 | 0 |
| ai = | 603 | 0 | 0 | 0 |
| $a_{s1} =$ | 603 | | | |
| $d_1 =$ | 38 | | | |
| $d =$ | 462 | | | |

$s_1 = 146$ mm

Ok

min. vzdálenosti prutů

$s_{min} = \max(k_1 \cdot \phi_s + k_2, 20 \text{ mm})$

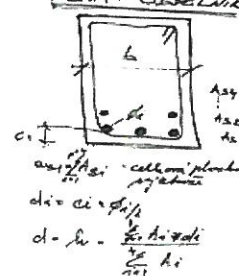
$= s_{min} = 37$ mm

$k_1 = 1,2$

$k_2 = 5$

$d_g = 32$ mm

TRAM - osy



Posouzení

$$x = \frac{a_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = 41,0 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,0887 < \xi_{bal,1} = 0,617$$

Vyhovuje

$$m_{Rd} = a_{s1} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,5 \lambda x) = 116,86 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} = 89,48 < m_{Rd} = 116,86 \text{ kNm/m}$$

$m_{Ed} < m_{Rd}$ Vyhovuje

Kontrola vyztužení

$$a_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_i \cdot d}{f_{yk}}, 0,0013 \cdot b_i \cdot d \right\}$$

$$a_{s1} = 603 > a_{s,min} = 278,3 \text{ mm}^2$$

$a_{s1} > a_{s,min}$ Vyhovuje

$$a_{s1} \leq 0,04 A_c = 20000 \text{ mm}^2$$

$$> a_{s1} = 603 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

Smyk

$$\min(V_{Rd,max}) = v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \cdot \left(\frac{\cot \Theta}{1 + \cot^2 \Theta} \right) = 649,053 \text{ kN}$$

$\cot \Theta = 2,5$ - volime

$$|V_{Ed}| \leq \min(V_{Rd,max}) \rightarrow \text{Lze navrhnout smykovou výztuž za předpokladu } \cot \Theta = 2,5$$

$$v = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,528$$

$$z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 446 \text{ mm}$$

Třminky

n = 2

počet stříhů na třmínku

$\phi_i = 8$

mm - profil třmínku

a = 190

mm - osová vzdálenost třmínků

$A_{sw} = 101$

mm² - plocha třmínků

$a \leq s_{min}$

Osová vzdálenost třmínků je OK

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw} \cdot f_{yd}}{s} \cdot z \cdot \cot \Theta = 256,28 \text{ kN}$$

$$|V_{Ed}| = 247 \text{ kN} \leq V_{Rd,s} = 256,28 \text{ kN}$$

Navrhnutý třmínek vyhovuje

Návrh konstrukční smykové výztuže

- vzdálenost třmínků

$$s \leq 0,75 \cdot d = 346,5 \text{ mm}$$

$$s \leq 400 \text{ mm}$$

$$s_{v,min} = 346,5$$

- omezení stupně vyztužení

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} \geq \rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$

$$\rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0,00088$$

$$s_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot \rho_{w,min}} = 286,79 \text{ mm}$$

$$s_{min} = \min(s_{v,min}, s_w) = 286,79 \text{ mm}$$

Kontrola mezního stavu použitelnosti

1) Omezené napětí

- napětí v betonu při quasi-stálé kombinaci zatížení musí být

$$|\sigma_c| \leq k_2 \cdot f_{ck}, k_2 = 0,45$$

- tahové napětí ve výztuži při charakteristickém zatížení nesmí překročit

$$|\sigma_s| \leq k_3 \cdot f_{yk}, k_3 = 0,80$$

pokud je napětí ve výztuži vyvozeno vynuceným přetvořením, je možné použít podmínku

$$|\sigma_s| \leq k_4 \cdot f_{yk}, k_4 = 1,0$$

Průřez bez trhlin:

$$\alpha'_e = E_s / E_{cm} = 6,091$$

$$A_i = b \cdot h + (\alpha_e - 1) a_s = 0,20307 \text{ m}^2$$

$$a_{gi} = \frac{0,5 \cdot b \cdot h^2 + (\alpha_e - 1) \cdot a_s \cdot d}{A_i} = 0,253 \text{ m}$$

$$I_i = \frac{b \cdot h^3}{12} + b \cdot h (a_{gi} - 0,5h)^2 + (\alpha_e - 1) a_s \cdot (d - a_{gi})^2 = 0,004303 \text{ m}^4$$

$$m_{cr} = \frac{I_i \cdot f_{cm}}{(h - a_{gi})} = 50,497 \text{ kNm/m}$$

$m_{Ed,q} \leq m_{cr}$ - Pokud je podmínka splněna trhliny nevzniknou

$$m_{Edq} = 52,46 \text{ kNm} \leq m_{cr} = 50,497 \text{ kNm/m}$$

Trhliny vzniknou

Průřez s trhlínami:

$$x_r = \frac{\alpha_e \cdot a_s}{b} \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot a_s}} \right) = 0,0834 \text{ m}$$

$$I_r = \frac{b \cdot x_r^3}{3} + \alpha_e \cdot a_s \cdot (d - x_r)^2 = 0,0006040 \text{ m}^4$$

Posouzení napětí ve výztuži a v betonu

- Napětí v betonu kvazistálou kombinací zatížení

$$\sigma_c = \frac{m_{Ed,q} \cdot x_r}{I_r} = 7,244 \text{ Mpa} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 13,50 \text{ Mpa} \quad \text{OK}$$

- Napětí ve výztuži pro charakteristickou kombinaci zatížení

$$\sigma_s = \alpha_e \cdot \frac{m_{Ed,ch} \cdot (d - x_r)}{I_r} = 245,891 \text{ Mpa} \leq 0,8 \cdot f_{yk} = 400,00 \text{ Mpa} \quad \text{OK}$$

Napětí splňuje omezující podmínky

2) Kontrola trhlin

Výpočet hodnoty

$$\sigma_s - k_1 \cdot \frac{\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Šířku trhlin posuzujeme při kvazistálé kombinaci zatížení napětí ve výztuži

$\sigma_s =$ napětí v tažené výztuži vypočtené na průřezu porušeném trhlinou $\sigma_s = \alpha_e \cdot \frac{m \cdot E_s \cdot \sigma_s \cdot (d - x_r)}{I_r}$

$\sigma_s = 200,3 \text{ Mpa}$

$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,091$ poměr modulu pružnosti výztuže a betonu

$\rho_{p,eff} = (a_s + \xi_1^2 \cdot A_p) / A_{c,eff}$ je účinný stupeň vyztužení efektivní tažené oblasti betonu $A_{c,eff}$

$A_{c,eff} = b \cdot h_{c,ef} = 0,0380 \text{ m}^2$

$h_{c,ef} = \min\{ 2,5(h - d), (h - x) / 3, h / 2 \}; \min\{ 95,00 ; 138,87 ; 250 \} h_{c,ef} = 95,00 \text{ mm}$

Vliv doby trvání zatížení

- ☐ Krátkodobé zatížení, 0.6
- ☒ Dlouhodobé zatížení, 0.4

$k_1 = 0,4$

$a_s = 603 \text{ mm}^2$
přepočtená výztuž

$\rho_{p,eff} = (a_s) / A_{c,eff} = 0,01587$

$f_{ct,eff} = 2,9 \text{ Mpa}$ - trhliny jsou očekávány po 28 dnech $f_{ct,eff} = f_{ctm}$

$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,000601 \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s} = 0,0006009$

$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,0006013$

Výpočet $s_{r,max}$

Případ $s \leq 5(c + \phi/2)$

$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 273,357 \text{ mm}$

Případ $s > 5(c + \phi/2)$

$s_{r,max} = 1,3 \cdot (h - x) = 596,73 \text{ mm}$

$c = 30$ krytí podélné výztuže

$k_1 = 0,8$ pruty s velkou soudržností

$k_2 = 0,5$ pro ohyb

$k_3 = 3,4$ doporučená hodnota

$k_4 = 0,425$ doporučená hodnota

$\phi = 16$ profil prutů

Rozhodnutí podle kterého případu se bude počítat

$s_{r,max}$

$5(c + \phi/2) = 190 \text{ mm}$

vzdálenost výztuže $146,00 \text{ mm}$

Případ $s \leq 5(c + \phi/2)$

$s_{r,max} = 273,36 \text{ mm}$

Kontrola trhlin

$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_{max}$

$w_k = 0,1644 \text{ mm} \leq w_{max} = 0,4 \text{ mm}$

Šířka trhlin pro dané prostředí vyhovuje

3) Kontrola průhybu

$$\frac{l}{d} \leq \lambda_d$$

$$\lambda_d = \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c2} \cdot \kappa_{c3} \cdot \lambda_{d,tab} = 58,70$$

$$\frac{l}{d} =$$

$$12,99 \leq \lambda_d = 58,70$$

Není nutné počítat průhyb

Součinitel závisí na tvaru průřezu

$$\kappa_{c1} = 1$$

- ☐ $\kappa_{c1} = 0,8$
☒ $\kappa_{c1} = 1,0$

pro T průřez s poměrem šířky/příruby kšířce žebra větší než 3

v ostatních případech

Součinitel závisí na rozpětí

- rozpětí $l = 6,00$ m

$$\kappa_{c2} = 1,00$$

Součinitel napětí tahové výztuže v extrémně namáhaném průřezu při časté kombinaci provozního zatížení

$$\kappa_{c3} = \frac{310}{\sigma_s} = \frac{500}{f_{yk}} \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}} = 1,31$$

$$A_{s,req} = 401,03 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,prov} = 603 \text{ mm}^2$$

Součinitel pro zohlednění různých nosných systémů

- ☐ prostě podepřený nosník, prostě podepřená desk
☒ krajní pole spojitěho nosníku nebo desky
☐ vnitřní pole nosníku nebo desky
☐ deska lokálně podepřená
☐ konzola

$$\kappa = 1,3$$

Referenční stupeň vyztužení

$$\rho_0 = \sqrt{f_{ck}} \cdot 10^{-3} = 0,00548 \geq \rho = 0,00326$$

Geometrický stupeň vyztužení tahovou výztuží

$$\rho = \frac{A_{s,prov}}{b \cdot d} = 0,00326$$

Požadovaný stupeň vyztužení tlakovou výztuží

$$\rho' = 0$$

Výpočet podle prvního vzorce

$$\lambda_{d,tab} = \left\langle \begin{aligned} &\kappa \left[11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \sqrt{f_{ck}} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right] \text{ pro } \rho \leq \rho_0 \\ &\kappa \left[11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho'}{\rho_0} \right] \text{ pro } \rho > \rho_0 \end{aligned} \right\rangle = 44,95$$

Prvek: Průvlak 400/500-spodní výztuž

Posouzení obdélníku

Rozpětí stropní kce L = 6 m

Vstupní údaje

Stupeň vlivu prostředí

Návrhová životnost

Požární odolnost

Materiály:

XC1

50

let

REI

Zadání vnitřních sil

$m_{Ed} = 233,16$ kNm

$m_{Ed,q} = 138,45$ kNm $m_{Ed,ch} = 168,10$ kNm

$V_{Ed} = 247$ kN

Zadání geometrie

h = 500 mm

b = 400 mm

| Třída betonu : | C30/37 | C30/37 | Výztuž : | 10 505 R | 10 505 R |
|----------------------------|--------|--------|---|----------|----------|
| $f_{ck} = 30$ Mpa | | | $f_{yk} = 500$ Mpa | | |
| $\alpha_{cc} = 1$ | | | $\gamma_s = 1,15$ | | |
| $\gamma_c = 1,50$ | | | $E_s = 200,00$ Gpa | | |
| $f_{ctm} = 2,9$ Mpa | | | $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78$ Mpa | | |
| $E_{cm} = 32,8$ Gpa | | | $\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,17$ [‰] | | |
| $\epsilon_{cu3} = 3,5$ [‰] | | | | | |

Rovnoměrné rozdělení napětí betonu v tlaku

po výšce λx

$$\eta = \frac{1}{\lambda} \quad \xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{cu3}} = 0,617$$

- bilineární pracovní diagram s vodorovnou horní větví bez omezeného přetvoření

Zadání plochy výztuže

Vrstva

Profil ve vrstvě

Počet prutů

Krytí profilu

Plocha na 1 mb

Celková plocha

Teoretická osa plochy výztuže

Účinná výška průřezu

Vzdálenost mezi pruty

Min světlost mezi pruty

| | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| | 37 mm | 37 mm | 37 mm | 37 mm |
| i = | 1 | 2 | 3 | 4 |
| $\phi_i =$ | 22 | 0 | 0 | 0 |
| ks = | 4 | 0 | 0 | 0 |
| ci = | 50 | 0 | 0 | 0 |
| ai = | 1521 | 0 | 0 | 0 |
| $a_{s1} =$ | 1521 | | | |
| $d_1 =$ | 61 | | | |
| $d =$ | 439 | | | |

$s_1 = 71$ mm

$s \leq s_{s1,max}$

Ok

min. vzdálenosti prutů

$$s_{min} = \max(k_1 \cdot \phi, d_g + k_2, 20mm)$$

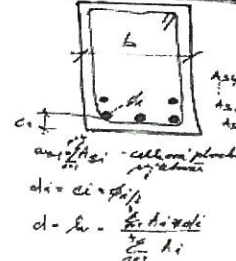
$$= s_{min} = 37 \text{ mm}$$

$$k_1 = 1,2$$

$$k_2 = 5$$

$$d_g = 32 \text{ mm}$$

TRAM - OCELIK



Posouzení

$$x = \frac{a_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = 103,3 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,2353 < \xi_{bal,1} = 0,617$$

Vyhovuje

$$m_{Rd} = a_{s1} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,5 \lambda x) = 262,91 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} = 233,16 < m_{Rd} = 262,91 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} < m_{Rd} \text{ Vyhovuje}$$

Kontrola vyztužení

$$a_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_i \cdot d}{f_{yk}}, 0,0013 \cdot b_i \cdot d \right\}$$

$$a_{s1} = 1521 > a_{s,min} = 264,5 \text{ mm}^2$$

$$a_{s1} > a_{s,min} \text{ Vyhovuje}$$

$$a_{s1} \leq 0,04 A_c = 20000 \text{ mm}^2$$

$$> a_{s1} = 1521 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

Smyk

$$\min(V_{Rd,max}) = v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \cdot \left(\frac{\cot \Theta}{1 + \cot^2 \Theta} \right) = 579,243 \text{ kN}$$

$$\cot \Theta = 2,5 - \text{volime}$$

$$|V_{Ed}| \leq \min(V_{Rd,max}) \rightarrow \text{Lze navrhnout smykovou výztuž za předpokladu } \cot \Theta = 2,5$$

$$v = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,528$$

$$z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 398 \text{ mm}$$

Třminky

n = 2

počet stříhů na třmínku

$\phi_i = 8$

mm - profil třmínku

a = 160

mm - osová vzdálenost třmínků

$A_{sw} = 101$

mm² - plocha třmínků

$$a \leq s_{min}$$

Osová vzdálenost třmínků je OK

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw} \cdot f_{yd}}{s} \cdot z \cdot \cot \Theta = 271,6 \text{ kN}$$

$$|V_{Ed}| = 247 \text{ kN} \leq V_{Rd,s} = 271,6 \text{ kN}$$

Navrhnutý třmínek vyhovuje

Návrh konstrukční smykové výztuže

- vzdálenost třmínků

$$s \leq 0,75 \cdot d = 329,3 \text{ mm}$$

$$s \leq 400 \text{ mm}$$

$$s_{vr,min} = 329,25$$

- omezení stupně vyztužení

$$\rho_n = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} \geq \rho_{n,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$

$$\rho_{n,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0,00088$$

$$s_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot \rho_{n,min}} = 286,79 \text{ mm}$$

$$s_{min} = \min(s_{vr,min}, s_w) = 286,79 \text{ mm}$$

Posouzení obdélníku

Rozpětí stropní kce L = 6 m

Vstupní údaje

Stupeň vlivu prostředí

Návrhová životnost

Požární odolnost

Materiály:

XC1

80

REI

Zadání vnitřních sil

$m_{Ed} = 233$ kNm

$m_{Ed,q} = 138,00$ $m_{Ed,ch} = 168,00$ kNm

$V_{Ed} = 315$ kN

Zadání geometrie

h = 500 mm

b = 400 mm

| Třída betonu : | C30/37 | C30/37 | Výztuž : | B500B | B500B |
|--|--------|--------|--|-------|-------|
| $f_{ck} = 30$ Mpa | | | $f_{yk} = 500$ Mpa | | |
| $\alpha_{cc} = 1$ v ČR se uvažuje hodnotou 1 | | | $\gamma_s = 1,15$ součinitel spolehlivosti materiálu | | |
| $\gamma_c = 1,50$ součinitel spolehlivosti materiálu | | | $E_s = 200,00$ Gpa | | |
| $f_{ctm} = 2,9$ Mpa | | | $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78$ Mpa | | |
| $E_{cm} = 32,8$ Gpa | | | $\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,17$ [‰] | | |
| $\epsilon_{cu3} = 3,5$ [‰] | | | | | |

Rovnoměrné rozdělení napětí betonu v tlaku

po výšce λx

$$\eta = 1 \quad \xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{cr3}} = 0,617$$

- bilineární pracovní diagram s vodorovnou horní větví bez omezeného přetvoření

Zadání plochy výztuže

Vrstva

Profil ve vrstvě

Počet prutů

Krytí profilu

Plocha na 1 mb

Celková plocha

Teoretická osa plochy výztuže

Účinná výška průřezu

Vzdálenost mezi pruty

Min světlost mezi pruty

| | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| | 37 mm | 37 mm | 37 mm | 37 mm |
| i = | 1 | 2 | 3 | 4 |
| $\phi i =$ | 25 | 0 | 0 | 0 |
| ks = | 3 | 0 | 0 | 0 |
| ci = | 60 | 0 | 0 | 0 |
| ai = | 1473 | 0 | 0 | 0 |
| $a_{s1} =$ | 1473 | | | |
| $d_1 =$ | 73 | | | |
| $d =$ | 428 | | | |

s1 = 103 mm

$s \leq s_{s1,max}$ OK

min. vzdálenosti prutů

$$s_{min} = \max(k_1 \cdot \phi, d_g + k_2 \cdot 20mm)$$

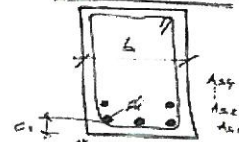
$$= s_{min} \quad 37 \text{ mm}$$

$$k_1 = 1,2$$

$$k_2 = 5$$

$$d_g = 32 \text{ mm}$$

TRAM - OSOVLAK



$a_{s1} = \frac{A_{s1}}{b \cdot d} = \frac{1473}{400 \cdot 428} = 0,85$
celková plocha výztuže
 $d_i = c_i + \phi_{i/2}$
 $d = d_1 + \frac{k_1 \cdot A_{s1} \cdot d_1}{\sum_{i=1}^n A_i}$

Posouzení

$$x = \frac{a_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = 100,0 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,2340 < \xi_{bal,1} = 0,617$$

Vyhovuje

$$m_{Rd} = a_{s1} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x) = 248,09 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} = 233 < m_{Rd} = 248,09 \text{ kNm/m}$$

$m_{Ed} < m_{Rd}$ Vyhovuje

Kontrola vyztužení

$$a_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_i \cdot d}{f_{yk}}; 0,0013 \cdot b_i \cdot d \right\}$$

$$a_{s1} = 1473 > a_{s,min} = 257,6 \text{ mm}^2$$

$a_{s1} > a_{s,min}$ Vyhovuje

$$a_{s1} \leq 0,04 A_c = 20000 \text{ mm}^2$$

$$> a_{s1} = 1473 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

Smyk

$$\min(V_{Rd,max}) = v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \cdot \left(\frac{\cot \Theta}{1 + \cot^2 \Theta} \right) = 564,389 \text{ kN}$$

$\cot \Theta = 2,5$ - volíme

$$|V_{Ed}| \leq \min(V_{Rd,max}) \rightarrow \text{Lze navrhnout smykovou výztuž za předpokladu } \cot \Theta = 2,5$$

$$v = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,528$$

$$z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 387 \text{ mm}$$

Třminky

n = 2

počet stříhů na třmínku

$\phi i = 8$

mm - profil třmínku

a = 100

mm - osová vzdálenost třmínků

$A_{sw} = 101$

mm² - plocha třmínků

$a \leq s_{min}$

Osová vzdálenost třmínků je OK

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw} \cdot f_{yk} \cdot d}{s} \cdot z \cdot \cot \Theta = 423,41 \text{ kN}$$

$$|V_{Ed}| = 315 \text{ kN} \leq V_{Rd,s} = 423,41 \text{ kN}$$

Navrhnutý třmínek vyhovuje

Návrh konstrukční smykové výztuže

- vzdálenost třmínků

$$s \leq 0,75 \cdot d = 320,6 \text{ mm}$$

$$s \leq 400 \text{ mm}$$

$$s_{sv,min} = 320,625$$

- omezení stupně vyztužení

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} \geq \rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$

$$\rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0,00088$$

$$s_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot \rho_{w,min}} = 286,79 \text{ mm}$$

$$s_{min} = \min(s_{sv,min}, s_w) = 286,79 \text{ mm}$$

Posouzení obdélníku

Rozpětí stropní kce L = 6 m

Vstupní údaje

Stupeň vlivu prostředí

Návrhová životnost

Požární odolnost

Materiály:

XC1

80

REI

Zadání vnitřních sil

$m_{Ed} = 167$ kNm

$m_{Ed,q} = 103,00$ $m_{Ed,ch} = 121,00$ kNm

$V_{Ed} = 240$ kN

Zadání geometrie

h = 500 mm

b = 350 mm

| Třída betonu : | C30/37 | C30/37 | Výztuž : | B500B | B500B |
|----------------------------|--------|--------|----------------------------|-------|-------|
| $f_{ck} = 30$ Mpa | | | $f_{yk} = 500$ Mpa | | |
| $\alpha_{cc} = 1$ | | | $\gamma_s = 1,15$ | | |
| $\gamma_c = 1,50$ | | | $E_s = 200,00$ Gpa | | |
| $f_{ctm} = 2,9$ Mpa | | | $f_{ctd} = 434,78$ Mpa | | |
| $E_{cm} = 32,8$ Gpa | | | $\epsilon_{yd} = 2,17$ [‰] | | |
| $\epsilon_{cu3} = 3,5$ [‰] | | | | | |

Rovnoměrné rozdělení napětí betonu v tlaku

po výšce λx

$$\eta = 1 \quad \xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu,3}}{\epsilon_{cu,3} + \epsilon_{cu,3}} = 0,617$$

$$\lambda = 0,8$$

- bilineární pracovní diagram s vodorovnou horní větví bez omezeného přetvoření

Zadání plochy výztuže

Vrstva

Profil ve vrstvě

Počet prutů

Krytí profilu

Plocha na 1 mb

Celková plocha

Teoretická osa plochy výztuže

Účinná výška průřezu

Vzdálenost mezi pruty

Min světllost mezi pruty

| | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| | 37 mm | 37 mm | 37 mm | 37 mm |
| i = | 1 | 2 | 3 | 4 |
| $\phi_i =$ | 22 | 0 | 0 | 0 |
| ks = | 3 | 0 | 0 | 0 |
| ci = | 60 | 0 | 0 | 0 |
| ai = | 1140 | 0 | 0 | 0 |
| $a_{s1} =$ | 1140 | | | |
| $d_1 =$ | 71 | | | |
| $d =$ | 429 | | | |

$$s_1 = 82 \text{ mm}$$

$$s \leq s_{s1,max}$$

Ok

min. vzdálenosti prutů

$$s_{min} = \max(k_1 \cdot \phi_s, d_s + k_2 \cdot 20 \text{ mm})$$

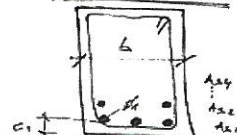
$$= s_{min} \quad 37 \text{ mm}$$

$$k_1 = 1,2$$

$$k_2 = 5$$

$$d_s = 32 \text{ mm}$$

TEAM - OBRÁZKY



$a_{s1} = \frac{a_{s1}}{b} \cdot b$

$d = h - \frac{\sum \phi_i}{2}$

$d = h - \frac{\sum \phi_i}{2}$

Posouzení

$$x = \frac{a_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = 88,5 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,2064 < \xi_{bal,1} = 0,617$$

Vyhovuje

$$m_{Rd} = a_{s1} \cdot f_{yk} \cdot (d - 0,5 \lambda x) = 195,15 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} = 167 < m_{Rd} = 195,15 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} < m_{Rd} \quad \text{Vyhovuje}$$

Kontrola vyztužení

$$a_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_i \cdot d}{f_{yk}}, 0,0013 \cdot b_i \cdot d \right\}$$

$$a_{s1} = 1140 > a_{s,min} = 226,2 \text{ mm}^2$$

$$a_{s1} > a_{s,min} \quad \text{Vyhovuje}$$

$$a_{s1} \leq 0,04 A_c = 20000 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

$$a_{s,min} \geq \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_i \cdot d}{f_{yk}} = 226,15 \text{ mm}^2$$

$$a_{s,min} \geq 0,0013 \cdot b_i \cdot d = 195,20 \text{ mm}^2$$

Smyk

$$\min(V_{Rd,max}) = v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \cdot \left(\frac{\cot \Theta}{1 + \cot^2 \Theta} \right) = 501,616 \text{ kN}$$

$$\cot \Theta = 2,5 - \text{volíme}$$

$$|V_{Ed}| \leq \min(V_{Rd,max}) \rightarrow \text{Lze navrhnout smykovou výztuž za předpokladu } \cot \Theta = 2,5$$

$$v = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,528$$

$$z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 394 \text{ mm}$$

Třmínky

$$n = 2$$

počet střihů na třmínku

$$\phi_i = 8$$

mm - profil třmínku

$$a = 150$$

mm - osová vzdálenost třmínků

$$A_{sw} = 101$$

mm² - plocha třmínků

$$a \leq s_{min}$$

Osová vzdálenost třmínků je OK

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw} \cdot f_{yk}}{s} \cdot z \cdot \cot \Theta = 286,72 \text{ kN}$$

$$|V_{Ed}| = 240 \text{ kN} \leq V_{Rd,s} = 286,72 \text{ kN}$$

Navrhnutý třmínek vyhovuje

Návrh konstrukční smykové výztuže

- vzdálenost třmínků

$$s \leq 0,75 \cdot d = 321,8 \text{ mm}$$

$$s \leq 400 \text{ mm}$$

$$s_{sv,min} = 321,75$$

- omezení stupně vyztužení

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} \geq \rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$

$$\rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0,00088$$

$$s_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot \rho_{w,min}} = 327,76 \text{ mm}$$

$$s_{min} = \min(s_{sv,min}, s_w) = 321,75 \text{ mm}$$

Prvek Průvlak 350500-spodní výztuž

Posouzení obdélníku

Rozpětí stropní kce L = 6 m

Vstupní údaje

Stupeň vlivu prostředí

XC1

Návrhová životnost

80

let

Požární odolnost

REI

Materiály:

Zadání vnitřních sil

$m_{Ed} = 83,15$ kNm

$m_{Ed,q} = 48,36$ $m_{Ed,ch} = 59,86$ kNm

$V_{Ed} = 247$ kN

Zadání geometrie

h = 500 mm

b = 350 mm

| Třída betonu : | C30/37 | C30/37 | Výztuž : | B500B | B500B |
|--|--------|--------|--|-------|-------|
| $f_{ck} = 30$ Mpa | | | $f_{yk} = 500$ Mpa | | |
| $\alpha_{cc} = 1$ v ČR se uvažuje hodnotou 1 | | | $\gamma_s = 1,15$ součinitel spolehlivosti materiálu | | |
| $\gamma_c = 1,50$ součinitel spolehlivosti materiálu | | | $E_s = 200,00$ Gpa | | |
| $f_{ctm} = 2,9$ Mpa | | | $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78$ Mpa | | |
| $E_{cm} = 32,8$ Gpa | | | $\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,17$ [‰] | | |
| $\epsilon_{cu3} = 3,5$ [‰] | | | | | |

Rovnoměrné rozdělení napětí betonu v tlaku

po výšce λx

$$\eta = 1 \quad \xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{cu3}} = 0,617$$

$$\lambda = 0,8$$

- bilineární pracovní diagram s vodorovnou horní větví bez omezeného přetvoření

Zadání plochy výztuže

Vrstva

Profil ve vrstvě

Počet prutů

Krytí profilu

Plocha na 1 mb

Celková plocha

Teoretická osa plochy výztuže

Účinná výška průřezu

Vzdálenost mezi pruty

Min světlost mezi pruty

$$s \leq s_{s,max}$$

| | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| | 37 mm | 37 mm | 37 mm | 37 mm |
| i = | 1 | 2 | 3 | 4 |
| $\phi i =$ | 16 | 0 | 0 | 0 |
| ks = | 3 | 0 | 0 | 0 |
| ci = | 30 | 0 | 0 | 0 |
| ai = | 603 | 0 | 0 | 0 |
| $a_{s1} =$ | 603 | | | |
| $d_1 =$ | 38 | | | |
| $d =$ | 462 | | | |

$$s_1 = 121 \text{ mm}$$

Ok

min. vzdálenosti prutů

$$s_{min} = \max(k_1 \cdot \phi_s + k_2, 20 \text{ mm})$$

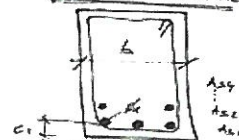
$$= s_{min} \quad 37 \text{ mm}$$

$$k_1 = 1,2$$

$$k_2 = 5$$

$$d_s = 32 \text{ mm}$$

TRAM - ODESLUK



$$d = h - \frac{\sum_{i=1}^n A_{si} \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n A_{si}}$$

Posouzení

$$x = \frac{a_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = 46,8 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,1014 < \xi_{bal,1} = 0,617$$

Vyhovuje

$$m_{Rd} = a_{s1} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,5 \lambda x) = 116,25 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} = 83,15 < m_{Rd} = 116,25 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} < m_{Rd} \quad \text{Vyhovuje}$$

Kontrola vyztužení

$$a_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}}, 0,0013 \cdot b_t \cdot d \right\}$$

$$a_{s1} = 603 > a_{s,min} = 243,5 \text{ mm}^2$$

$$a_{s1} > a_{s,min} \quad \text{Vyhovuje}$$

$$a_{s1} \leq 0,04 A_c = 20000 \text{ mm}^2$$

$$> a_{s1} = 603 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

Smyk

$$\min(V_{Rd,max}) = v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \cdot \left(\frac{\cot \Theta}{1 + \cot^2 \Theta} \right) = 564,937 \text{ kN}$$

$$\cot \Theta = 2,5 - \text{volíme}$$

$$|V_{Ed}| \leq \min(V_{Rd,max}) \rightarrow \text{Lze navrhnout smykovou výztuž za předpokladu } \cot \Theta = 2,5$$

$$v = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,528$$

$$z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 443 \text{ mm}$$

Třminky

$$n = 2$$

počet stříhů na třmínku

$$\phi i = 8$$

mm - profil třmínku

$$a = 190$$

mm - osová vzdálenost třmínků

$$A_{sw} = 101$$

mm² - plocha třmínků

$$a \leq s_{min}$$

Osová vzdálenost třmínků je OK

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw} \cdot f_{yd}}{s} \cdot z \cdot \cot \Theta = 254,93 \text{ kN}$$

$$|V_{Ed}| = 247 \text{ kN} \leq V_{Rd,s} = 254,93 \text{ kN}$$

Navrhnutý třmínek vyhovuje

Návrh konstrukční smykové výztuže

- vzdálenost třmínků

$$s \leq 0,75 \cdot d = 346,5 \text{ mm}$$

$$s \leq 400 \text{ mm} \quad s_{vr,min} = 346,5$$

- omezení stupně vyztužení

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} \geq \rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$

$$\rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0,00088$$

$$s_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot \rho_{w,min}} = 327,76 \text{ mm}$$

$$s_{min} = \min(s_{vr,min}, s_w) = 327,76 \text{ mm}$$

Kontrola mezního stavu použitelnosti

1) Omezené napětí

- napětí v betonu při quasi-stálé kombinaci zatížení musí být $|\sigma_c| \leq k_2 \cdot f_{ck}, k_2 = 0.45$
- tahové napětí ve výztuži při charakteristickém zatížení nesmí překročit $|\sigma_s| \leq k_3 \cdot f_{yk}, k_3 = 0.80$
- pokud je napětí ve výztuži vyvozeno vynuceným přetvořením, je možné použít podmínku $|\sigma_s| \leq k_4 \cdot f_{yk}, k_4 = 1.0$

Průřez bez trhlin:

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,091$$

$$A_t = b \cdot h + (\alpha_e - 1) a_s = 0,17807 \text{ m}^2$$

$$a_{gi} = \frac{0,5 \cdot b \cdot h^2 + (\alpha_e - 1) \cdot a_s \cdot d}{A_t} = 0,254 \text{ m}$$

$$I_i = \frac{b \cdot h^3}{12} + b \cdot h (a_{gi} - 0,5h)^2 + (\alpha_e - 1) a_s \cdot (d - a_{gi})^2 = 0,003781 \text{ m}^4$$

$$m_{cr} = \frac{I_i \cdot f_{ctm}}{(h - a_{gi})} = 44,462 \text{ kNm/m}$$

$m_{Ed, q} \leq m_{cr}$ - Pokud je podmínka splněna trhliny nevzniknou

$$m_{Edq} = 48,36 \text{ kN/m} \leq m_{cr} = 44,462 \text{ kN/m}$$

Trhliny vzniknou

Průřez s trhlínami:

$$x_r = \frac{\alpha_e \cdot a_s}{b} \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot a_s}} \right) = 0,0885 \text{ m}$$

$$I_r = \frac{b \cdot x_r^3}{3} + \alpha_e \cdot a_s \cdot (d - x_r)^2 = 0,0005934 \text{ m}^4$$

Posouzení napětí ve výztuži a v betonu

- Napětí v betonu kvazistálou kombinací zatížení

$$\sigma_c = \frac{m_{Ed, q} \cdot x_r}{I_r} = 7,216 \text{ Mpa} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 13,50 \text{ Mpa} \quad \text{OK}$$

- Napětí ve výztuži pro charakteristickou kombinaci zatížení

$$\sigma_s = \alpha_e \frac{m_{Ed, ch} \cdot (d - x_r)}{I_r} = 229,464 \text{ Mpa} \leq 0,8 \cdot f_{yk} = 400,00 \text{ Mpa} \quad \text{OK}$$

Napětí splňuje omezující podmínky

2) Kontrola trhlin

Výpočet hodnoty

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Šířku trhlin posuzujeme při kvazistálé kombinaci zatížení napětí ve výztuži

$\sigma_s =$ napětí v tažené výztuži vypočtené na průřezu porušeném trhlinou $\sigma_s = \alpha_e \frac{m_{Ed,q} \cdot (d - x_r)}{I_r}$

$\sigma_s = 185,4 \text{ Mpa}$

$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,091$ poměr modulu pružnosti výztuže a betonu

$\rho_{p,eff} = (a_s + \xi_1^2 \cdot A_p) / A_{c,eff}$ je účinný stupeň vyztužení efektivní tažené oblasti betonu $A_{c,eff}$

$A_{c,eff} = b \cdot h_{c,ef} = 0,0333 \text{ m}^2$

$h_{c,ef} = \min\{ 2,5(h - d), (h - x) / 3, h / 2; \min\{ 95,00; 137,15; 250 \} \}$ $h_{c,ef} = 95,00 \text{ mm}$

Vliv doby trvání zatížení

☐ Krátkodobé zatížení, 0.6

☒ Dlouhodobé zatížení, 0.4

$k_t = 0,4$

$a_s = 603 \text{ mm}^2$

$\rho_{p,eff} = (a_s) / A_{c,eff} = 0,01814$

$f_{ct,eff} = 2,9 \text{ Mpa}$ - trhliny jsou očekávány po 28 dnech $f_{ct,eff} = f_{ctm}$

$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,000572 \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s} = 0,0005561$

$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,0005723$

Výpočet $s_{r,max}$

Případ $s < 5(c + \phi/2)$

$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 251,937 \text{ mm}$

Případ $s > 5(c + \phi/2)$

$s_{r,max} = 1,3 \cdot (h - x) = 589,12 \text{ mm}$

$c = 30$ krytí podélné výztuže

$k_1 = 0,8$ pruty s velkou soudržností

$k_2 = 0,5$ pro ohyb

$k_3 = 3,4$ doporučená hodnota

$k_4 = 0,425$ doporučená hodnota

$\phi = 16$ profil prutů

Rozhodnutí podle kterého případu se bude počítat $s_{r,max}$

$5(c + \phi/2) = 190 \text{ mm}$

vzdálenost výztuže $121,00 \text{ mm}$

Případ $s \leq 5(c + \phi/2)$

$s_{r,max} = 251,94 \text{ mm}$

Kontrola trhlin

$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_{max}$

$w_k = 0,1442 \text{ mm} \leq w_{max} = 0,4 \text{ mm}$

Šířka trhlin pro dané prostředí vyhovuje

Posouzení obdélníku

Rozpětí stropní kce L = 6 m

Vstupní údaje

Stupeň vlivu prostředí

Návrhová životnost

Požární odolnost

Materiály:

XC1

80

REI

Zadání vnitřních sil

$m_{Ed} = 89,3$ kNm

$m_{Ed,q} = 52,40$ $m_{Ed,ch} = 64,40$ kNm

$V_{Ed} = 247$ kN

Zadání geometrie

h = 500 mm

b = 400 mm

| Třída betonu : | C30/37 | Výztuž : | B500B |
|----------------------------|------------------------------------|--|------------------------------------|
| $f_{ck} = 30$ Mpa | | $f_{yk} = 500$ Mpa | |
| $\alpha_{cc} = 1$ | v ČR se uvažuje hodnotou 1 | $\gamma_s = 1,15$ | součinitel spolehlivosti materiálu |
| $\gamma_c = 1,50$ | součinitel spolehlivosti materiálu | $E_s = 200,00$ Gpa | |
| $f_{ctm} = 2,9$ Mpa | | $f_{wd} = \frac{f_{ctm}}{\gamma_s} = 434,78$ Mpa | |
| $E_{cm} = 32,8$ Gpa | | $\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,17$ [‰] | |
| $\epsilon_{cu3} = 3,5$ [‰] | | | |

Rovnoměrné rozdělení napětí betonu v tlaku ηf_{cd}

po výšce λx

$$\eta = 1 \quad \xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu,3}}{\epsilon_{cu,3} + \epsilon_{cu,3}} = 0,617$$

$$\lambda = 0,8$$

- bilineární pracovní diagram s vodorovnou horní větví bez omezeného přetvoření

Zadání plochy výztuže

Vrstva

Profil ve vrstvě

Počet prutů

Krytí profilu

Plocha na 1 mb

Celková plocha

Teoretická osa plochy výztuže

Účinná výška průřezu

Vzdálenost mezi pruty

Min světlost mezi pruty

| | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| | 37 mm | 37 mm | 37 mm | 37 mm |
| i = | 1 | 2 | 3 | 4 |
| $\phi i =$ | 16 | 0 | 0 | 0 |
| ks = | 3 | 0 | 0 | 0 |
| ci = | 30 | 0 | 0 | 0 |
| ai = | 603 | 0 | 0 | 0 |
| $a_{s1} =$ | 603 | | | |
| $d_1 =$ | 38 | | | |
| $d =$ | 462 | | | |

$$s_1 = 146 \text{ mm}$$

$$s \leq s_{s1,max}$$

Ok

min. vzdálenosti prutů

$$s_{min} = \max(k_1 \cdot \phi_s + k_2 \cdot 20 \text{ mm})$$

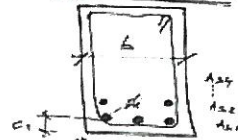
$$= s_{min} \quad 37 \text{ mm}$$

$$k_1 = 1,2$$

$$k_2 = 5$$

$$d_s = 32 \text{ mm}$$

PRAM - OZVLÁŠŤ



$a_{s1} = \frac{\sum A_{si}}{\sum A_{si}} \cdot d$
 $d = d_s - \frac{\sum A_{si}}{\sum A_{si}} \cdot d$

Posouzení

$$x = \frac{a_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = 41,0 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,0887 < \xi_{bal,1} = 0,617$$

Vyhovuje

$$m_{Rd} = a_{s1} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x) = 116,86 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} = 89,3 < m_{Rd} = 116,86 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} < m_{Rd} \quad \text{Vyhovuje}$$

Kontrola vyztužení

$$a_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}}, 0,0013 \cdot b_t \cdot d \right\}$$

$$a_{s1} = 603 > a_{s,min} = 278,3 \text{ mm}^2$$

$$a_{s1} > a_{s,min} \quad \text{Vyhovuje}$$

$$a_{s1} \leq 0,04 A_c = 20000 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

$$a_{s,min} \geq \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}} = 278,34 \text{ mm}^2$$

$$a_{s,min} \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d = 240,24 \text{ mm}^2$$

Smyk

$$\min(V_{Rd,max}) = v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \cdot \left(\frac{\cot \Theta}{1 + \cot^2 \Theta} \right) = 649,053 \text{ kN}$$

$$\cot \Theta = 2,5 - \text{volime}$$

$$|V_{Ed}| \leq \min(V_{Rd,max}) \rightarrow \text{Lze navrhnout smykovou výztuž za předpokladu } \cot \Theta = 2,5$$

$$v = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,528$$

$$z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 446 \text{ mm}$$

Třmínky

n = 2

počet střihů na třmínku

$\phi i = 8$

mm - profil třmínku

a = 190

mm - osová vzdálenost třmínků

$A_{sw} = 101$

mm² - plocha třmínků

$$a \leq s_{min}$$

Osová vzdálenost třmínků je OK

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw} \cdot f_{yd}}{s} \cdot z \cdot \cot \Theta = 256,28 \text{ kN}$$

$$|V_{Ed}| = 247 \text{ kN} \leq V_{Rd,s} = 256,28 \text{ kN}$$

Navrhnutý třmínek vyhovuje

Návrh konstrukční smykové výztuže

- vzdálenost třmínků

$$s \leq 0,75 \cdot d = 346,5 \text{ mm}$$

$$s \leq 400 \text{ mm} \quad s_{sv,min} = 346,5$$

- omezení stupně vyztužení

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} \geq \rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$

$$\rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0,00088$$

$$s_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot \rho_{w,min}} = 286,79 \text{ mm}$$

$$s_{min} = \min(s_{sv,min}, s_w) = 286,79 \text{ mm}$$

Kontrola mezního stavu použitelnosti

1) Omezené napětí

- napětí v betonu při quasi-stálé kombinaci zatížení musí být $\|\sigma_c\| \leq k_2 \cdot f_{ck}, k_2 = 0.45$
- tahové napětí ve výztuži při charakteristickém zatížení nesmí překročit $\|\sigma_s\| \leq k_3 \cdot f_{yk}, k_3 = 0.80$
- pokud je napětí ve výztuži vyvozeno vynuceným přetvořením, je možné použít podmínku $\|\sigma_s\| \leq k_4 \cdot f_{yk}, k_4 = 1.0$

Průřez bez trhlin :

$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,091$$

$$A_t = b \cdot h + (\alpha_e - 1) a_s = 0,20307 \text{ m}^2$$

$$a_{gi} = \frac{0,5 \cdot b \cdot h^2 + (\alpha_e - 1) \cdot a_s \cdot d}{A_t} = 0,253 \text{ m}$$

$$I_i = \frac{b \cdot h^3}{12} + b \cdot h (a_{gi} - 0,5h)^2 + (\alpha_e - 1) a_s \cdot (d - a_{gi})^2 = 0,004303 \text{ m}^4$$

$$m_{cr} = \frac{I_i \cdot f_{cm}}{(h - a_{gi})} = 50,497 \text{ kNm/m}$$

$m_{Ed,q} \leq m_{cr}$ - Pokud je podmínka splněna trhliny nevzniknou

$$m_{Ed,q} = 52,4 \text{ kN/m} \leq m_{cr} = 50,497 \text{ kN/m}$$

Trhliny vzniknou

Průřez s trhlinami:

$$x_r = \frac{\alpha_e \cdot a_s}{b} \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot a_s}} \right) = 0,0834 \text{ m}$$

$$I_r = \frac{b \cdot x_r^3}{3} + \alpha_e \cdot a_s \cdot (d - x_r)^2 = 0,0006040 \text{ m}^4$$

Posouzení napětí ve výztuži a v betonu

- Napětí v betonu kvazistálou kombinací zatížení

$$\sigma_c = \frac{m_{Ed,q} \cdot x_r}{I_r} = 7,236 \text{ Mpa} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 13,50 \text{ Mpa} \quad \text{OK}$$

- Napětí ve výztuži pro charakteristickou kombinaci zatížení

$$\sigma_s = \alpha_e \frac{m_{Ed, ch} \cdot (d - x_r)}{I_r} = 245,891 \text{ Mpa} \leq 0,8 \cdot f_{yk} = 400,00 \text{ Mpa} \quad \text{OK}$$

Napětí splňuje omezující podmínky

2) Kontrola trhlin

Výpočet hodnoty

$$\sigma_s - k_t \cdot \frac{\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Šířku trhlin posuzujeme při kvazistálé kombinaci zatížení napětí ve výztuži

$\sigma_s =$ napětí v tažené výztuži vypočtené na průřezu porušeném trhlinou

$$\sigma_s = \alpha_e \frac{m \cdot f_{td,q} \cdot (d - x_t)}{I_t}$$

$\sigma_s = 200,1 \text{ Mpa}$

$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,091$ poměr modulu pružnosti výztuže a betonu

$\rho_{p,eff} = (a_s + \xi_1^2 \cdot A_p) / A_{c,eff}$ je účinný stupeň vyztužení efektivní tažené oblasti betonu

$A_{c,eff} = b \cdot h_{c,ef} = 0,0380 \text{ m}^2$

$h_{c,ef} = \min\{2,5(h-d), (h-x)/3, h/2\} = \min\{95,00; 138,87; 250\} = 95,00 \text{ mm}$

Vliv doby trvání zatížení

- ☐ Krátkodobé zatížení, 0,6
- ☒ Dlouhodobé zatížení, 0,4

$k_t = 0,4$

$a_s = 603 \text{ mm}^2$

$a_p =$ předpřítlačení výztuže

$\rho_{p,eff} = (a_s) / A_{c,eff} = 0,01587$

$f_{ct,eff} = 2,9 \text{ Mpa}$ - trhliny jsou očekávány po 28 dnech

$f_{ct,eff} = f_{ctm}$

$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,000600 \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s} = 0,0006002$

$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,0006002$

Výpočet $s_{r,max}$

Případ $s \leq 5(c+\phi/2)$

$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 273,357 \text{ mm}$

Případ $s > 5(c+\phi/2)$

$s_{r,max} = 1,3 \cdot (h-x) = 596,73 \text{ mm}$

$c = 30$ krytí podélné výztuže

$k_1 = 0,8$ pruty s velkou soudržností

$k_2 = 0,5$ pro ohyb

$k_3 = 3,4$ doporučená hodnota

$k_4 = 0,425$ doporučená hodnota

$\phi = 16$ profil prutů

Rozhodnutí podle kterého případu se bude počítat $s_{r,max}$

$5(c+\phi/2) = 190 \text{ mm}$

vzdálenost výztuže $146,00 \text{ mm}$

Případ $s \leq 5(c+\phi/2)$

$s_{r,max} = 273,36 \text{ mm}$

Kontrola trhlin

$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_{max}$

$w_k = 0,1641 \text{ mm} \leq w_{max} = 0,4 \text{ mm}$

Šířka trhlin pro dané prostředí vyhovuje

Akce: K.Vary, Vědeckotechnický park
Zpracoval: Ing. Martin Šafařík
Datum: 3.12.2012
Prvek: Objekt IB strop nad 1.NP m-x pole

POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI
OHÝBANÉHO ŽELEZOBETONOVÉHO PRŮŘEZU
podle ČSN EN 1992-1-1

Posouzení desky

Rozpětí stropní kce L = 2,4 m

Vstupní údaje

Stupeň vlivu prostředí XC1
Návrhová životnost 80 let
Požární odolnost 30 REI

Materiály:

Zadání vnitřních sil

$m_{Ed} = 18$ kNm
 $m_{Ed,q} = 10,00$ kNm
 $V_{Ed} = 100$ kN
 $m_{Ed,ch} = 14,00$ kNm

Zadání geometrie

h = 250 mm

| Třída betonu : | C30/37 | Výztuž : | B 500 B |
|--|--------|---|---------|
| $f_{ck} = 30$ Mpa | | $f_{yk} = 500$ Mpa | |
| $\alpha_{cc} = 1$ | | $\gamma_s = 1,15$ | |
| $\gamma_c = 1,50$ | | $E_s = 200,00$ Gpa | |
| $f_{cd} = \alpha_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 20,00$ Mpa | | $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78$ Mpa | |
| $f_{ctm} = 2,9$ Mpa | | $\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,17$ [‰] | |
| $E_{cm} = 32,8$ Gpa | | | |
| $\epsilon_{cu3} = 3,5$ [‰] | | | |

Normované rozdělení napětí betonu v tlaku po výšce λx
 $\eta = 1$
 $\lambda = 0,8$
 $\xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{cu3}} = 0,617$

- bilineární pracovní diagram s vodorovnou horní větví bez omezeného přetvoření

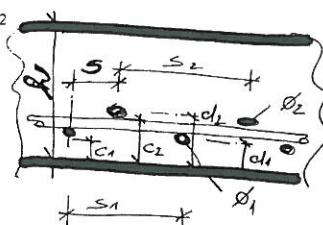
Zadání plochy výztuže

Vrstva
Profil ve vrstvě
Osová vzdálenost
Krytí profilu
Plocha na 1 mb
Celková plocha
Teoretická osa plochy výztuže
Účinná výška průřezu

| | 37 mm | 37 mm | 37 mm | 37 mm |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| i | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ϕ_i | 8 | 0 | | |
| s_i | 150 | 0 | | |
| c_i | 40 | 0 | | |
| a_i | 335 | 0 | 0 | 0 |
| $a_{s1} = 335$ mm ² | | | | |
| $d_1 = 44$ mm | | | | |
| $d = 206$ mm | | | | |

min. vzdálenosti prutů

$s_{min} = \max(k_1 \cdot \phi, d_g + k_2, 20mm)$
 $s_{min} = 37$ mm
 $k_1 = 1,2$
 $k_2 = 5$
 $d_g = 32$ mm



$$x = \frac{a_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = 9,1 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,0442042 < \xi_{bal,1} = 0,617$$

Vyhovuje

$$m_{Rd} = a_{s1} f_{yd} (d - 0,5 \lambda x) = 29,48 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} = 18 < m_{Rd} = 29,48 \text{ kNm/m}$$

Vyhovuje

Kontrola vyztužení

$$a_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}}; 0,0013 \cdot b_t \cdot d \right\}$$

$$a_{s1} = 335 > a_{s,min} = 310,3 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

$$a_{s1} \leq 0,04 A_c = 10000 \text{ mm}^2 > a_{s1} = 335 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

$$a_{s,min} \geq \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}} = 310,27 \text{ mm}^2$$

$$a_{s,min} \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d = 267,80 \text{ mm}^2$$

Konstrukční podmínky

Maximální vzdálenost prutů $s_{s1,max} = 2h \leq 300 \text{ mm} = 300 \text{ mm}$
Výpočet vzdálenosti ze skupiny vložek si $s = 150 \text{ mm}$

$$s \leq s_{s1,max} \quad s \geq s_{min}$$

Osová vzdálenost prutů - OK
Min. vzdálenost prutů OK

Rozdělovací výztuž

Profil rozdělovací výztuže $\phi_{st} = 7$ mm
Vzdálenost rozdělovací výztuže $s_{st} = 75$ mm
 $A_{st} = 513$ mm²
Min. rozděl $a_{s,req} = 0,2 \cdot a_{s1} = 67$ mm²
 $A_{st} > a_{s,req}$

Maximální osová vzdálenost

$$s_{max,slab} = \min(3h; 400 \text{ mm}) = 400 \text{ mm}$$

$$s_{st} = 75 \quad s_{max,slab} = 400 \text{ mm}$$

$$s_{st} > s_{max,slab}$$

Plocha rozdělovací výztuže vyhovuje

Vzdálenost rozdělovací výztuže vyhovuje

Akce: K.Vary, Vědeckotechnický park
Zpracoval: Ing. Martin Šafařík
Datum: 4.12.2012
Prvek: Objekt IB strop nad 1.NP m-y podpora

POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI
OHÝBANÉHO ŽELEZOBETONOVÉHO PRŮŘEZU
podle ČSN EN 1992-1-1

Posouzení desky

Rozpětí stropní kce L = 6,25 m

Vstupní údaje

Stupeň vlivu prostředí XC1
Návrhová životnost 80 let
Požární odolnost 30 REI
Materiály:

Zadání vnitřních sil

$m_{Ed} = 40$ kNm
 $m_{Ed,q} = 20,00$ kNm
 $V_{Ed} = 120$ kN
 $m_{Ed,ch} = 30,00$ kNm

Zadání geometrie

h = 250 mm

| Třída betonu : | C30/37 | Výztuž : | B 500 B |
|--|--------|---|---------|
| $f_{ck} = 30$ Mpa | | $f_{yk} = 500$ Mpa | |
| $\alpha_{cc} = 1$ | | $\gamma_s = 1,15$ | |
| $\gamma_c = 1,50$ | | $E_s = 200,00$ Gpa | |
| $f_{cd} = \alpha_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 20,00$ Mpa | | $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78$ Mpa | |
| $f_{ctm} = 2,9$ Mpa | | $\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,17$ [‰] | |
| $E_{cm} = 32,8$ Gpa | | | |
| $\epsilon_{cu3} = 3,5$ [‰] | | | |

Průměrné rozdělení napětí betonu v tlaku ηf_{cd}
po výšce λx
 $\eta = 1$
 $\lambda = 0,8$
 $\xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{cu3}} = 0,617$

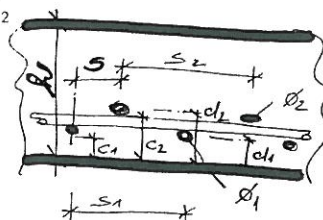
- bilineární pracovní diagram s vodorovnou horní větví bez omezeného přetvoření

Zadání plochy výztuže

Vrstva
Profil ve vrstvě
Osová vzdálenost
Krytí profilu
Plocha na 1 mb
Celková plocha
Teoretická osa plochy výztuže
Účinná výška průřezu

| | 37 mm | 37 mm | 37 mm | 37 mm |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| i = | 1 | 2 | 3 | 4 |
| $\phi_i =$ | 8 | 8 | | |
| $s_i =$ | 150 | 250 | | |
| $c_i =$ | 40 | 40 | | |
| $a_i =$ | 335 | 201 | 0 | 0 |
| $a_{s1} =$ | 536 | | | |
| $d_1 =$ | 44 | | | |
| $d =$ | 206 | | | |

min. vzdálenosti prutů
 $s_{min} = \max(k_1 \cdot \phi_g + k_2, 20mm)$
 $s_{min} = 37$ mm
 $k_1 = 1,2$
 $k_2 = 5$
 $d_g = 32$ mm



$$x = \frac{a_{s1} * f_{yd}}{b * \lambda * \eta * f_{cd}} = 14,6 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,0707267 < \xi_{bal,1} = 0,617$$

Vyhovuje

$$m_{Rd} = a_{s1} f_{yd} (d - 0,5 \lambda x) = 46,66 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} = 40 < m_{Rd} = 46,66 \text{ kNm/m}$$

Vyhovuje

Kontrola vyztužení

$$a_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 * f_{ctm} * b_i * d}{f_{yk}}; 0,0013 * b_i * d \right\}$$

$$a_{s1} = 536 > a_{s,min} = 310,3 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

$$a_{s1} \leq 0,04 A_c = 10000 \text{ mm}^2 > a_{s1} = 536 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

$$a_{s,min} \geq \frac{0,26 * f_{ctm} * b_i * d}{f_{yk}} = 310,27 \text{ mm}^2$$

$$a_{s,min} \geq 0,0013 * b_i * d = 267,80 \text{ mm}^2$$

$$536 \text{ mm}^2$$

Konstrukční podmínky

Maximální vzdálenost prutů $s_{s1,max} = 2h \leq 300 \text{ mm} = 300 \text{ mm}$
Výpočet vzdálenosti ze skupiny vložek si $s = 94 \text{ mm}$

$s \leq s_{s1,max}$ $s > s_{min}$
Osová vzdálenost prutů - OK
Min. vzdálenost prutů OK

Rozdělovací výztuž

Profil rozdělovací výztuže $\phi_{st} = 8$ mm
Vzdálenost rozdělovací výztuže $s_{st} = 150$ mm
 $A_{st} = 335$ mm²
Min. rozdělovací $a_{s,reg} = 0,2 * a_{s1} = 107$ mm²
 $A_{st} > a_{s,reg}$

Plocha rozdělovací výztuže vyhovuje

Maximální osová vzdálenost
 $s_{max,slab} = \min(3h; 400 \text{ mm}) = 400 \text{ mm}$
 $s_{st} = 150$ $s_{max,slab} = 400 \text{ mm}$
 $s_{st} > s_{max,slab}$
Vzdálenost rozdělovací výztuže vyhovuje

Akce: K.Vary, Vědeckotechnický park
Zpracoval: Ing. Martin Šafařík
Datum: 3.12.2012
Prvek: Objekt IB strop nad 1.NP m-x podpora

POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI
OHÝBANÉHO ŽELEZOBETONOVÉHO PRŮŘEZU
podle ČSN EN 1992-1-1

Posouzení desky

Rozpětí stropní kce L = 6,25 m

Vstupní údaje

Stupeň vlivu prostředí XC1
Návrhová životnost 80 let
Požární odolnost 30 REI
Materiály:

Zadání vnitřních sil

$m_{Ed} = 70$ kNm
 $m_{Ed,q} = 40,00$ kNm
 $V_{Ed} = 120$ kN
 $m_{Ed,ch} = 50,00$ kNm

Zadání geometrie

h = 250 mm

| Třída betonu : | C30/37 | Výztuž : | B 500 B |
|--|--------|---|---------|
| $f_{ck} = 30$ Mpa | | $f_{yk} = 500$ Mpa | |
| $\alpha_{cc} = 1$ | | $\gamma_s = 1,15$ | |
| $\gamma_c = 1,50$ | | $E_s = 200,00$ Gpa | |
| $f_{cd} = \alpha_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 20,00$ Mpa | | $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78$ Mpa | |
| $f_{ctm} = 2,9$ Mpa | | $\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,17$ [‰] | |
| $E_{cm} = 32,8$ Gpa | | | |
| $\epsilon_{cu3} = 3,5$ [‰] | | | |

Provozní rozdělení napětí betonu v tlaku ηf_{cd}
pro výšce λx
 $\eta = 1$
 $\lambda = 0,8$
 $\xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{cu3}} = 0,617$

- bilineární pracovní diagram s vodorovnou horní větví bez omezeného přetvoření

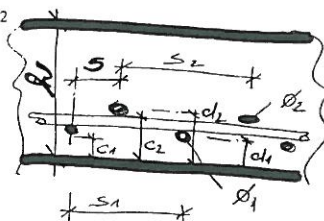
Zadání plochy výztuže

Vrstva
Profil ve vrstvě
Osová vzdálenost
Krytí profilu
Plocha na 1 mb
Celková plocha
Teoretická osa plochy výztuže
Účinná výška průřezu
Posouzení

| | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| | 37 mm | 37 mm | 37 mm | 37 mm |
| i = | 1 | 2 | 3 | 4 |
| $\phi_i =$ | 7 | 8 | | |
| $s_i =$ | 75 | 150 | | |
| $c_i =$ | 30 | 30 | | |
| $a_i =$ | 513 | 335 | 0 | 0 |
| $a_{s1} =$ | 848 | | | |
| $d_1 =$ | 34 | | | |
| $d =$ | 216 | | | |

min. vzdálenosti prutů

$s_{min} = \max(k_1 \cdot \phi, d_g + k_2, 20mm)$
 $s_{min} = 37$ mm
 $k_1 = 1,2$
 $k_2 = 5$
 $d_g = 32$ mm



$$x = \frac{a_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = 23,0 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,1065625 < \xi_{bal,1} = 0,617$$

Vyhovuje

$$m_{Rd} = a_{s1} f_{yd} (d - 0,5 \lambda x) = 76,37 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} = 70 < m_{Rd} = 76,37 \text{ kNm/m}$$

Vyhovuje

Kontrola vyztužení

$$a_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_i \cdot d}{f_{yk}}; 0,0013 \cdot b_i \cdot d \right\}$$

$$a_{s1} = 848 > a_{s,min} = 325,8 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

$$a_{s1} \leq 0,04 A_c = 10000 \text{ mm}^2 > a_{s1} = 848 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

$$a_{s,min} \geq \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_i \cdot d}{f_{yk}} = 325,79 \text{ mm}^2$$

$$a_{s,min} \geq 0,0013 \cdot b_i \cdot d = 281,19 \text{ mm}^2$$

Konstrukční podmínky

Maximální vzdálenost prutů $s_{s1,max} = 2h \leq 300 \text{ mm} = 300 \text{ mm}$
Výpočet vzdálenosti ze skupiny vložek si $s = 50 \text{ mm}$

$s \leq s_{s1,max}$ $s > s_{min}$
Osová vzdálenost prutů - OK
Min. vzdálenost prutů OK

Rozdělovací výztuž

Profil rozdělovací výztuže $\phi_{st} = 8$ mm
Vzdálenost rozdělovací výztuže $s_{st} = 100$ mm
 $A_{st} = 503$ mm²
Min. rozdělovací výztuž $a_{s,req} = 0,2 \cdot a_{s1} = 170$ mm²
 $A_{st} > a_{s,req}$

Plocha rozdělovací výztuže vyhovuje

Maximální osová vzdálenost

$$s_{max,slab} = \min(3h; 400 \text{ mm}) = 400 \text{ mm}$$

$$s_{st} = 100 < s_{max,slab} = 400 \text{ mm}$$

Vzdálenost rozdělovací výztuže vyhovuje

36

Akce: K.Vary, Vědeckotechnický park
Zpracoval: Ing. Martin Šafařík
Datum: 3.12.2012
Prvek: Objekt IB strop nad 1.NP m-y pole

POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI
OHÝBANÉHO ŽELEZOBETONOVÉHO PRŮŘEZU
podle ČSN EN 1992-1-1

Posouzení desky

Rozpětí stropní kce L = 6,25 m

Vstupní údaje

Stupeň vlivu prostředí XC1

Návrhová životnost 80 let

Požární odolnost 30 REI

Materiály:

Zadání vnitřních sil

$m_{Ed} = 78,35$ kNm
 $m_{Ed,q} = 48,46$ kNm
 $V_{Ed} = 120$ kN
 $m_{Ed,ch} = 56,73$ kNm

Zadání geometrie

h = 250 mm

| Třída betonu : | C30/37 | Výztuž : | B 500 B |
|--|--------|---|---------|
| $f_{ck} = 30$ Mpa | | $f_{yk} = 500$ Mpa | |
| $\alpha_{cc} = 1$ | | $\gamma_s = 1,15$ | |
| $\gamma_c = 1,50$ | | $E_s = 200,00$ Gpa | |
| $f_{cd} = \alpha_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 20,00$ Mpa | | $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78$ Mpa | |
| $f_{ctm} = 2,9$ Mpa | | $\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,17$ [‰] | |
| $E_{cm} = 32,8$ Gpa | | | |
| $\epsilon_{cu3} = 3,5$ [‰] | | | |

rovnoměrné rozdělení napětí betonu v tlaku ηf_{cd}
po výšce λx
 $\eta = 1$
 $\lambda = 0,8$
 $\xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{cu3}} = 0,617$

- bilineární pracovní diagram s vodorovnou horní větví bez omezeného přetvoření

Zadání plochy výztuže

Vrstva

Profil ve vrstvě

Osová vzdálenost

Krytí profilu

Plocha na 1 mb

Celková plocha

Teoretická osa plochy výztuže

Účinná výška průřezu

Posouzení

$$x = \frac{a_{s1} * f_{yd}}{b * \lambda * \eta * f_{cd}} = 27,6 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,1276413 < \xi_{bal,1} = 0,617$$

Vyhovuje

Kontrola vyztužení

$$a_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 * f_{ctm} * b_i * d}{f_{yk}}; 0,0013 * b_i * d \right\}$$

$$a_{s1} = 1016 > a_{s,min} = 325,7 \text{ mm}^2$$

$$a_{s1} \leq 0,04 A_c = 10000 \text{ mm}^2$$

$$> a_{s1} = 1016 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

Konstrukční podmínky

Maximální vzdálenost prutů $s_{s1,max} = 2h \leq 300 \text{ mm} = 300 \text{ mm}$

Výpočet vzdálenosti ze skupiny vložek si $s = 43 \text{ mm}$

$$s \leq s_{s1,max} \quad s > s_{min}$$

Osová vzdálenost prutů - OK
Min. vzdálenost prutů OK

Rozdělovací výztuž

Profil rozdělovací výztuže

Vzdálenost rozdělovací výztuže

$$\phi_{st} = 8 \text{ mm}$$

$$s_{st} = 100 \text{ mm}$$

$$A_{st} = 503 \text{ mm}^2$$

$$A_{st} > a_{s,reg} = 203 \text{ mm}^2$$

Plocha rozdělovací výztuže vyhovuje

Maximální osová vzdálenost

$$s_{max,slab} = \min(3h; 400 \text{ mm}) = 400 \text{ mm}$$

$$s_{st} = 100 \quad s_{max,slab} = 400 \text{ mm}$$

$$s_{st} > s_{max,slab}$$

Vzdálenost rozdělovací výztuže vyhovuje

min. vzdálenosti prutů

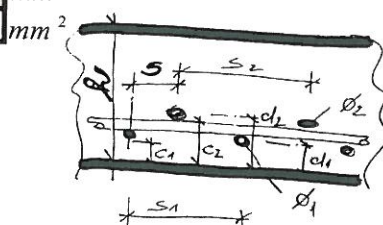
$$s_{min} = \max(k_1 \cdot \phi, d_g + k_2, 20 \text{ mm})$$

$$= s_{min} = 37 \text{ mm}$$

$$k_1 = 1,2$$

$$k_2 = 5$$

$$d_g = 32 \text{ mm}$$



$$m_{Rd} = a_{s1} f_{yd} (d - 0,5 \lambda x) = 90,63 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} = 78,35 < m_{Rd} = 90,63 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} < m_{Rd} \quad \text{Vyhovuje}$$

Smyk

*) u desek nebývá obvykle nutné provádět kontrolu smykové únosnosti

Únosnost ve smyku desky bez smykové výztuže

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot b_w \cdot d = 122,96 \text{ kN/m}$$

s minimální hodnotou

$$v_{Rd,c} = v_{min} \cdot b_w \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c = 0,12$$

$$k = 1 + (200 / d)^{1/2} \leq 2,0 \quad k = 1,96168834$$

$$\rho_1 = a_{s1} / (b_w \cdot d) \leq 0,02 \quad \rho_1 = 0,00470$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,527$$

$$v_{Rd,c} \geq v_{min} \cdot b_w \cdot d = 113,90 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,c} = 122,96 \text{ kN/m} \geq v_{Ed,red} = 120,00 \text{ kN/m}$$

Smyková výztuž není třeba

Kontrola mezního stavu použitelnosti

1) Omezené napětí

- napětí v betonu při quasi-stálé kombinaci zatížení musí být $|\sigma_c| \leq k_2 \cdot f_{ck}, k_2 = 0.45$

- tahové napětí ve výztuži při charakteristickém zatížení nesmí překročit $|\sigma_s| \leq k_3 \cdot f_{yk}, k_3 = 0.80$

pokud je napětí ve výztuži vyvozeno vynuceným přetvořením, je možné použít podmínku $|\sigma_s| \leq k_4 \cdot f_{yk}, k_4 = 1.0$

Průřez bez trhlin :

$$\alpha'_e = E_s / E_{cm} = 6,091$$

$$A_i = b \cdot h + (\alpha_e - 1) a_s = 0,25517 \text{ m}^2$$

$$a_{gi} = \frac{0,5 \cdot b \cdot h^2 + (\alpha_e - 1) \cdot a_s \cdot d}{A_i} = 0,127 \text{ m}$$

$$I_i = \frac{b \cdot h^3}{12} + b \cdot h (a_{gi} - 0,5h)^2 + (\alpha_e - 1) a_s \cdot (d - a_{gi})^2 = 0,001344 \text{ m}^4$$

$$m_{cr} = \frac{I_i \cdot f_{cm}}{(h - a_{gi})} = 31,617 \text{ kNm/m}$$

$m_{Ed,q} \leq m_{cr}$ - Pokud je podmínka splněna trhliny nevzniknou

$$m_{Ed,q} = 48,46 \text{ kN/m} \leq m_{cr} = 31,617 \text{ kN/m}$$

Trhliny vzniknou

Průřez s trhlinami:

$$x_r = \frac{\alpha_e \cdot a_s}{b} \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot a_s}} \right) = 0,0459 \text{ m}$$

$$I_r = \frac{b \cdot x_r^3}{3} + \alpha_e \cdot a_s \cdot (d - x_r)^2 = 0,0002118 \text{ m}^4$$

$$\sigma_c = \frac{m_{Ed,q} \cdot x_r}{I_r} = 10,505 \text{ Mpa} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 13,50 \text{ Mpa} \quad \text{OK}$$

$$\sigma_s = \alpha_e \cdot \frac{m_{Ed,q} \cdot (d - x_r)}{I_r} = 277,924 \text{ Mpa} \leq 0,8 \cdot f_{yk} = 400,00 \text{ Mpa} \quad \text{OK}$$

2) Kontrola trhlin

Výpočet hodnoty $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$\sigma_s =$ napětí v tažené výztuži vypočtené na průřezu porušeném trhlinou

$$\sigma_s = 277,924 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_s = \alpha_e \frac{m_{Ed, ch} \cdot (d - x_r)}{I_r} =$$

$$\alpha'_e = E_s / E_{cm} = 6,091$$

poměr modulu pružnosti výztuže a betonu

$$\rho_{p,eff} = (a_s + \xi_1^2 \cdot A_p) / A_{c,eff}$$

je účinný stupeň vyztužení efektivní tažené oblasti betonu

$A_{c,eff}$

$$A_{c,eff} = b \cdot h_{c,ef} = 0,0680 \text{ m}^2$$

$$h_{c,ef} = \min\{2,5(h-d), (h-x)/3, h/2\}; \min\{84,37; 68,03; 125\} h_{c,ef} = 68,03 \text{ mm}$$

Vliv doby trvání zatížení

☐ Krátkodobé zatížení, 0,6

☒ Dlouhodobé zatížení, 0,4

$$k_t = 0,4$$

$$a_s = 1016 \text{ mm}^2$$

$$a_p = 0 \text{ předpínací výztuž}$$

$$\rho_{p,eff} = (a_s) / A_{c,eff} = 0,01493$$

$$f_{ct,eff} = 2,9 \text{ Mpa} - \text{trhliny jsou očekávány po 28 dnech} \quad f_{ct,eff} = f_{ctm}$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,000966 \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s} = 0,0008338$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,0009664$$

Výpočet $s_{r,max}$

Případ $s \leq 5(c+\phi/2)$

$$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 187,390 \text{ mm}$$

Případ $s > 5(c+\phi/2)$

$$s_{r,max} = 1,3 \cdot (h - x) = 289,12 \text{ mm}$$

$c = 30$ krytí podélné výztuže

$k_1 = 0,8$ pruty s velkou soudružností

$k_2 = 0,5$ pro ohyb

$k_3 = 3,4$ doporučená hodnota

$k_4 = 0,425$ doporučená hodnota

$\phi = 7,5$ profil prutů

Rozhodnutí podle kterého případu se bude počítat

$s_{r,max}$

$$5(c+\phi/2) = 168,737113 \text{ mm}$$

$$\text{vzdálenost výztuže} = 42,8571429 \text{ mm}$$

Případ $s \leq 5(c+\phi/2)$

$$s_{r,max} = 187,39 \text{ mm}$$

Kontrola trhlin

$$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_{max}$$

$$w_k = 0,1811 \text{ mm} \leq w_{max} = 0,4 \text{ mm}$$

Šířka trhlin pro dané prostředí vyhovuje

3) Kontrola průhybu

$$\frac{l}{d} \leq \lambda_d \quad \lambda_d = \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c2} \cdot \kappa_{c3} \cdot \lambda_{d,tab} = 32,73$$

$$\frac{l}{d} = 28,90 \leq \lambda_d = 32,73$$

Není nutné počítat průhyb

Součinitel závisí na tvaru průřezu

$$\kappa_{c1} = 1$$

- ☐ $\kappa_{c1} = 0,8$
- ☒ $\kappa_{c1} = 1,0$

pro T průřez s poměrem šířkyprůřezu kšířce žebra větší než 3

v ostatních případech

Součinitel závislý na rozpětí

- rozpětí $l = 6,25$ m

$$\kappa_{c2} = 1,00$$

Součinitel napětí tahové výztuže v extrémně namáhaném průřezu při časté kombinaci provozního zatížení

$$\kappa_{c3} = \frac{310}{\sigma_s} = \frac{500}{f_{yk}} \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}} = 1,16$$

$$A_{s,req} = 878,14 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,prov} = 1016 \text{ mm}^2$$

Součinitel pro zohlednění různých nosných systémů

- ☐ prostě podepřený nosník, prostě podepřená desk
- ☒ krajní pole spojitého nosníku nebo desky
- ☐ vnitřní pole nosníku nebo desky
- ☐ deska lokálně podepřená
- ☐ konzola

$$\kappa = 1,3$$

Referenční stupeň vyztužení

$$\rho_0 = \sqrt{f_{ck}} \cdot 10^{-3} = 0,00548 \geq \rho = 0,00470$$

Geometrický stupeň vyztužení tahovou výztuží

$$\rho = \frac{A_{s,prov}}{b \cdot d} = 0,00470$$

Požadovaný stupeň vyztužení tlakovou výztuží

$$\rho^* = 0,00E+00$$

Výpočet podle prvního vzorce

$$\lambda_{d,tab} = \left\langle \begin{aligned} &\kappa \left[11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \sqrt{f_{ck}} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right] \text{ pro } \rho \leq \rho_0 \\ &\kappa \left[11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho^*} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho^*}{\rho_0} \right] \text{ pro } \rho > \rho_0 \end{aligned} \right\rangle = 28,30$$

Posouzení desky na požární odolnost zjednodušenou zonovou metodou

Vstupní údaje

Stupeň vlivu prostředí **XC1**
Návrhová životnost **80 let**
Požární odolnost **30 REI**

Zadání geometrie

d = **216 mm**

Třída betonu : **C30/37**

Výztuž : **B 500 B**

$f_{cd} = 20,00$ Mpa

$f_{yd} = 434,78$ Mpa

$m_{Ed} = 78,35$ kNm

a = **30 mm**

$A_{s,req} = 878$ mm²

$A_{s,prov} = 1016$ mm²

$\gamma_{m,\Phi} = 1,15$

$\eta_{fi} = 0,7$

- krytí výztuže

- plocha výztuže nutné

- plocha výztuže navrhnuté

- součinitel spolehlivosti materiálu (doporučeno 1)

- redukční součinitel

$\phi_i = 8$ mm - průměr profilů

ad = **34 mm** - osová vzdálenost od povrchu

Kontrola z hlediska navrhované požární odolnosti

Výška desky

- tl. desky na **60** <= **250** mm

Výška desky na požár vyhovuje

Krytí výztuže

- a desky **10** <= **33,75** mm

Krytí výztuže na požár vyhovuje

Typ pnutí desky

☒ Deska působící v jednom směru

☐ Deska působící ve dvou směrech $l_y/l_x < 1,5$

☐ Deska působící ve dvou směrech $1,5 < l_y/l_x < 2$

☐ Deska lokálně podepřená

Stanovení upravené osové vzdálenosti pokud nevychází krytí výztuže z kontrolního hlediska

Stanovení návrhového napětí výztuže za požáru

$$\sigma_{s,fi} = \eta_{fi} \frac{E_{d,fi}}{E_d} \frac{f_{yk,20^\circ C}}{\gamma_s} \cdot \frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} = 271,48 \text{ Mpa}$$

Hodnota redukčního součinitele

$$k_{s,\Theta_{cr}} = \frac{\sigma_{s,fi}}{f_{yk}} = 0,543$$

Upravená požadovaná osová vzdálenost

$$a' = a + \Delta a = a + 0,1 \cdot (500 - \Theta_{cr}) = 7 \text{ mm}$$

30 mm $a' \geq a_d$ 7 mm

Upravená osová vzdálenost OK

Výpočet krytické teploty pro rozmezí teplot 350-700°C

$$\Theta_{cr} = 526,82 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Teplota je v rozmezí - OK

Posouzení zjednodušenou metodou

Redukční součinitel pevnosti betonu na povrchu tlačného betonu

Teplota na straně tlačného betonu

$$k_{c,\Phi} = 1$$

$$f_{cd,\Phi} = \frac{k_{c,\Phi} \cdot f_{ck}}{\gamma_{m,\Phi}} = 26,09 \text{ Mpa}$$

$$k_{c,\Phi} = 1,0$$

$$k_{c,\Phi} = 1,0 - 1,0 \cdot (\Phi - 100) / 500$$

pro $20^\circ\text{C} < \Phi < 100^\circ\text{C}$

pro $100^\circ\text{C} < \Phi < 600^\circ\text{C}$

Stanovení redukčního součinitele na základě

osové vzdálenosti výztuže od povrchu betonu $a_d = 34$ mm

$$k_{s,\Phi} = 1,000$$

Požární odolnost = **30 REI**

Redukovaná pevnost výztuže

$$f_{yd,\Phi} = \frac{k_{s,\Phi} \cdot f_{yk}}{\gamma_{m,\Phi}} = 434,78 \text{ Mpa}$$

$$x = \frac{A_{s,prov} \cdot f_{yd,\Phi}}{b \cdot \eta \cdot \lambda \cdot f_{cd,\Phi}} = 21,16 \text{ mm}$$

Teplota z grafu **250 °C**

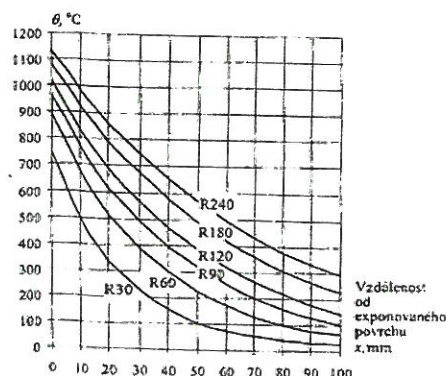
$$m_{Rd,\Phi} = a_{s,prov} \cdot f_{yd,\Phi} \cdot (d - 0,5 \lambda x) = 91,77 \text{ kNm/m}$$

Účinek zatížení při požáru

$$m_{Ed,\Phi} = \eta_{\Phi} \cdot m_{Ed} = 54,85 \text{ kNm/m}$$

$$91,77$$

$$m_{Rd,\Phi} \geq m_{Ed,\Phi} \quad 54,85 \text{ kNm/m}$$



Obr. 2.15 Rozložení teplot pro desku tl. 200 mm pro odolnost do 240 min a vzdálenost x od exponovaného povrchu

Deska požadavkům na **30 REI** vyhovuje

Moment únosnosti za požáru vychází větší než namáhání při požáru

Akce: K.Vary, Vědeckotechnický park

Zpracoval: Ing. Martin Šafařík

Datum: 10.10.2012

Prvek: Strop nad 1.NP ,2.NP - POLE

Posouzení desky

Rozpětí stropní kce L = 6,25 m

Vstupní údaje

Stupeň vlivu prostředí XC1

Návrhová životnost 80 let

Požární odolnost 30 REI

Materiály:

| Třída betonu : | C30/37 | C30/37 | Výztuž : | B 505 B | B 505 B |
|--|--------|--------|---|---------|------------------------------------|
| $f_{ck} =$ | 30 | Mpa | $f_{yk} =$ | 500 | Mpa |
| $\alpha_{cc} =$ | 1 | | $\gamma_s =$ | 1,15 | součinitel spolehlivosti materiálu |
| $\gamma_c =$ | 1,50 | | $E_s =$ | 200,00 | Gpa |
| $f_{cd} = \alpha_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} =$ | 20,00 | Mpa | $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} =$ | 434,78 | Mpa |
| $f_{ctm} =$ | 2,9 | Mpa | $\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} =$ | 2,17 | [‰] |
| $E_{cm} =$ | 32,8 | Gpa | | | |
| $\varepsilon_{cu3} =$ | 3,5 | [‰] | | | |

Normované rozdělení napětí betonu v tlaku

po výšce λx

$$\eta = 1$$

$$\lambda = 0,8$$

$$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{cu3}} = 0,617$$

- bilineární pracovní diagram s vodorovnou horní větví bez omezeného přetvoření

Zadání plochy výztuže

Vrstva

Profil ve vrstvě

Osová vzdálenost

Krytí profilu

Plocha na 1 mb

Celková plocha

Teoretická osa plochy výztuže

Účinná výška průřezu

Posouzení

$$x = \frac{a_{s1} * f_{yd}}{b * \lambda * \eta * f_{cd}} = 22,0 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,10258 < \xi_{bal,1} = 0,617$$

Vyhovuje

Kontrola vyztužení

$$a_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 * f_{ctm} * b_i * d}{f_{yk}}; 0,0013 * b_i * d \right\}$$

$$a_{s1} = 808 > a_{s,min} = 322,3 \text{ mm}^2$$

$$a_{s1} \leq 0,04 A_c = 10000 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

Konstrukční podmínky

Maximální vzdálenost prutů

$$s_{s1,max} = 2h \leq 300 \text{ mm} = 300 \text{ mm}$$

Výpočet vzdálenosti ze skupiny vložek si

$$s = 140 \text{ mm}$$

$$s \leq s_{s1,max} \quad s > s_{min}$$

Osová vzdálenost prutů - OK

Min. vzdálenost prutů OK

Rozdělovací výztuž

Profil rozdělovací výztuže

$$\phi_{st} = 8 \text{ mm}$$

Vzdálenost rozdělovací výztuže

$$s_{st} = 200 \text{ mm}$$

$$A_{st} = 251 \text{ mm}^2$$

$$\text{Min. rozděl} \quad a_{s,req} = 0,2 * a_{s1} = 162 \text{ mm}^2$$

$$A_{st} > a_{s,req}$$

Plocha rozdělovací výztuže vyhovuje

Maximální osová vzdálenost

$$s_{max,slab} = \min(3h; 400 \text{ mm}) = 400 \text{ mm}$$

$$s_{st} = 200 \quad s_{max,slab} = 400 \text{ mm}$$

$$s_{st} > s_{max,slab}$$

Vzdálenost rozdělovací výztuže vyhovuje

Zadání vnitřních sil

$$m_{Ed} = 70 \text{ kNm}$$

$$m_{Ed,q} = 40,00 \text{ kNm} \quad m_{Ed,ch} = 50,00 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 110 \text{ kN}$$

Zadání geometrie

$$h = 250 \text{ mm}$$

min. vzdálenosti prutů

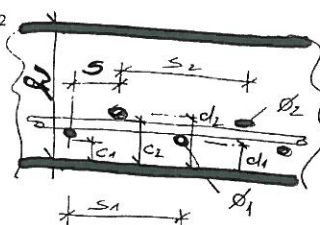
$$s_{min} = \max(k_1 * \phi_s + k_2 * 20 \text{ mm})$$

$$= s_{min} = 37 \text{ mm}$$

$$k_1 = 1,2$$

$$k_2 = 5$$

$$d_s = 32 \text{ mm}$$



$$m_{Rd} = a_{s1} f_{yd} (d - 0,5 \lambda x) = 72,08 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} = 70 < m_{Rd} = 72,08 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} < m_{Rd} \quad \text{Vyhovuje}$$

$$a_{s,min} \geq \frac{0,26 * f_{ctm} * b_i * d}{f_{yk}} = 322,32 \text{ mm}^2$$

$$a_{s,min} \geq 0,0013 * b_i * d = 278,20 \text{ mm}^2$$

$$a_{s1} = 808 \text{ mm}^2$$

Smyk

*) u desek nebývá obvykle nutné provádět kontrolu smykové únosnosti

Únosnost ve smyku desky bez smykové výztuže

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot b_w \cdot d = 113,42 \text{ kN/m}$$

s minimální hodnotou

$$v_{Rd,c} = v_{min} \cdot b_w \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c = 0,12$$

$$k = 1 + (200 / d)^{1/2} \leq 2,0 \quad k = 1,96673649$$

$$\rho_1 = a_{s1} / (b_w \cdot d) \leq 0,02 \quad \rho_1 = 0,00377$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,529$$

$$v_{Rd,c} \geq v_{min} \cdot b_w \cdot d = 113,15 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,c} = 113,42 \text{ kN/m} \geq v_{Ed,red} = 110,00 \text{ kN/m}$$

Smyková výztuž není třeba

Kontrola mezního stavu použitelnosti

1) Omezené napětí

- napětí v betonu při quasi-stálé kombinaci zatížení musí být $|\sigma_c| \leq k_2 \cdot f_{ck}, k_2 = 0.45$

- tahové napětí ve výztuži při charakteristickém zatížení nesmí překročit $|\sigma_s| \leq k_3 \cdot f_{yk}, k_3 = 0.80$

pokud je napětí ve výztuži vyvozeno vynuceným přetvořením, je možné použít podmínku $|\sigma_s| \leq k_4 \cdot f_{yk}, k_4 = 1.0$

Průřez bez trhlin :

$$\alpha'_e = E_s / E_{cm} = 6,091$$

$$A_l = b \cdot h + (\alpha'_e - 1) a_s = 0,25411 \text{ m}^2$$

$$a_{gi} = \frac{0,5 \cdot b \cdot h^2 + (\alpha'_e - 1) \cdot a_s \cdot d}{A_l} = 0,126 \text{ m}$$

$$I_i = \frac{b \cdot h^3}{12} + b \cdot h (a_{gi} - 0,5h)^2 + (\alpha'_e - 1) a_s \cdot (d - a_{gi})^2 = 0,001334 \text{ m}^4$$

$$m_{cr} = \frac{I_i \cdot f_{cm}}{(h - a_{gi})} = 31,275 \text{ kNm/m}$$

$m_{Ed,q} \leq m_{cr}$ - Pokud je podmínka splněna trhliny nevzniknou

$$m_{Ed,q} = 40 \text{ kN/m} \leq m_{cr} = 31,275 \text{ kN/m}$$

Trhliny vzniknou

Průřez s trhlinami:

$$x_r = \frac{\alpha'_e \cdot a_s}{b} \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha'_e \cdot a_s}} \right) = 0,0412 \text{ m}$$

$$I_r = \frac{b \cdot x_r^3}{3} + \alpha'_e \cdot a_s \cdot (d - x_r)^2 = 0,0001702 \text{ m}^4$$

$$\sigma_c = \frac{m_{Ed,q} \cdot x_r}{I_r} = 9,689 \text{ Mpa} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 13,50 \text{ Mpa} \quad \text{OK}$$

$$\sigma_s = \alpha'_e \cdot \frac{m_{Ed,q} \cdot (d - x_r)}{I_r} = 309,073 \text{ Mpa} \leq 0,8 \cdot f_{yk} = 400,00 \text{ Mpa} \quad \text{OK}$$

2) Kontrola trhlin

Výpočet hodnoty $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$\sigma_s =$ napětí v tažené výztuži vypočtené na průřezu porušeném trhlinou

$$\sigma_s = 309,073 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_s = \alpha_e \frac{m_{Ed, ch} \cdot (d - x_r)}{I_r} =$$

$$\alpha'_e = E_s / E_{cm} = 6,091$$

poměr modulu pružnosti výztuže a betonu

$$\rho_{p,eff} = (a_s + \xi_1^2 \cdot A_p) / A_{c,eff}$$

je účinný stupeň vyztužení efektivní tažené oblasti betonu

$$A_{c,eff}$$

$$A_{c,eff} = b \cdot h_{c,ef} = 0,0696 \text{ m}^2$$

$$h_{c,ef} = \min\{2,5(h-d), (h-x)/3, h/2\}; \min\{90,00; 69,59; 125\} \} h_{c,ef} = 69,59 \text{ mm}$$

Vliv doby trvání zatížení

☐ Krátkodobé zatížení, 0.6

☒ Dlouhodobé zatížení, 0.4

$$k_t = 0,4$$

$$a_s = 808 \text{ mm}^2$$

$$a_p = 0 \text{ předpínací výztuž}$$

$$\rho_{p,eff} = (a_s) / A_{c,eff} = 0,01161$$

$$f_{ct,eff} = 2,9 \text{ Mpa} - \text{trhliny jsou očekávány po 28 dnech} \quad f_{ct,eff} = f_{ctm}$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,001011 \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s} = 0,0009272$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,0010111$$

Výpočet $S_{r,max}$

Případ $s < 5(c+\phi/2)$

$$S_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 277,730 \text{ mm}$$

Případ $s > 5(c+\phi/2)$

$$S_{r,max} = 1,3 \cdot (h - x) = 296,46 \text{ mm}$$

| | | |
|----------|-------|----------------------------|
| $c =$ | 30 | krytí podélné výztuže |
| $k_1 =$ | 0,8 | pruty s velkou soudržností |
| $k_2 =$ | 0,5 | pro ohyb |
| $k_3 =$ | 3,4 | doporučená hodnota |
| $k_4 =$ | 0,425 | doporučená hodnota |
| $\phi =$ | 12 | profil prutů |

Rozhodnutí podle kterého případu se bude počítat

$S_{r,max}$

$$5(c+\phi/2) = 180 \text{ mm}$$

$$\text{vzdálenost výztuže} = 140 \text{ mm}$$

Případ $s \leq 5(c+\phi/2)$

$$S_{r,max} = 277,73 \text{ mm}$$

Kontrola trhlin

$$w_k = S_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_{max}$$

$$w_k = 0,2808 \text{ mm} \leq w_{max} = 0,4 \text{ mm}$$

Šířka trhlin pro dané prostředí vyhovuje

3) Kontrola průhybu

$$\frac{l}{d} \leq \lambda_d$$

$$\lambda_d = \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c2} \cdot \kappa_{c3} \cdot \lambda_{d,tab} = 37,79$$

$$\frac{l}{d} = 29,21 \leq \lambda_d = 37,79$$

Není nutné počítat průhyb

Součinitel závisí na tvaru průřezu

$$\kappa_{c1} = 1$$

☐ $\kappa_{c1} = 0,8$

pro T průřez s poměrem šířky přiruby k šířce žebra větší než 3

☒ $\kappa_{c1} = 1,0$

v ostatních případech

Součinitel závislý na rozpětí

- rozpětí $l = 6,25$ m

$$\kappa_{c2} = 1,00$$

Součinitel napětí tahové výztuže v extrémně namáhaném průřezu při časté kombinaci provozního zatížení

$$\kappa_{c3} = \frac{310}{\sigma_s} = \frac{500}{f_{yk}} \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}} = 1,03$$

$$A_{s,req} = 784,53 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,prov} = 808 \text{ mm}^2$$

Součinitel pro zohlednění různých nosných systémů

☐ prostě podepřený nosník, prostě podepřená deska

☒ krajní pole spojitěho nosníku nebo desky

☐ vnitřní pole nosníku nebo desky

☐ deska lokálně podepřená

☐ konzola

$$\kappa = 1,3$$

Referenční stupeň vyztužení

$$\rho_0 = \sqrt{f_{ck}} \cdot 10^{-3} = 0,00548 \geq \rho = 0,00377$$

Geometrický stupeň vyztužení tahovou výztuží

$$\rho = \frac{A_{s,prov}}{b \cdot d} = 0,00377$$

Požadovaný stupeň vyztužení tlakovou výztuží

$$\rho' = 0,00E+00$$

Výpočet podle prvního vzorce

$$\lambda_{d,tab} = \left\langle \begin{aligned} &\kappa \left[11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \sqrt{f_{ck}} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right] \text{ pro } \rho \leq \rho_0 \\ &\kappa \left[11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho'}{\rho_0} \right] \text{ pro } \rho > \rho_0 \end{aligned} \right\rangle = 36,70$$

Posouzení desky na požární odolnost zjednodušenou zonovou metodou

Vstupní údaje

Stupeň vlivu prostředí
Návrhová životnost
Požární odolnost

XC1

80

let

30

REI

Zadání geometrie

d = 214

mm

Třída betonu : C30/37

Výztuž : B 505 B

$f_{cd} = 20,00$ Mpa

$f_{yd} = 434,78$ Mpa

$m_{Ed} = 70$ kNm

a = 30 mm

$A_{s,req} = 785$ mm²

$A_{s,prov} = 808$ mm²

$\gamma_{m,\Phi} = 1,15$

$\eta_{fi} = 0,7$

- krytí výztuže

- plocha výztuže nutné

- plocha výztuže navrhnuté

- součinitel spolehlivosti materiálu (doporučeno 1)

- redukční součinitel

$\phi_i = 12$ mm - průměr profilů

ad = 36 mm - osová vzdálenost od povrchu

Kontrola z hlediska navrhované požární odolnosti

Výška desky

- tl.:desky na 60 <= 250 mm

Výška desky na požár vyhovuje

Krytí výztuže

- a desky 10 <= 36 mm

Krytí výztuže na požár vyhovuje

Typ prutů desky

☒ Deska působící v jednom směru

☐ Deska působící ve dvou směrech $l_y/l_x < 1,5$

☐ Deska působící ve dvou směrech $1,5 < l_y/l_x < 2$

☐ Deska lokálně podepřená

Stanovení upravené osově vzdálenosti pokud nevychází krytí výztuže z kontrolního hlediska

Stanovení návrhového napětí výztuže za požáru

$$\sigma_{s,fi} = \eta_{fi} \frac{E_{d,fi}}{E_d} \frac{f_{yk,20^\circ C}}{\gamma_s} \cdot \frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} = 192,89 \text{ Mpa}$$

Hodnota redukčního součinitele

$$k_{s,\Theta_{cr}} = \frac{\sigma_{s,fi}}{f_{yk}} = 0,386$$

Upravená požadovaná osová vzdálenost

$$a' = a + \Delta a = a + 0,1 \cdot (500 - \Theta_{cr}) = 1 \text{ mm}$$

$$30 \text{ mm } a' \geq a_d \text{ 1 mm}$$

Upravená osová vzdálenost OK

Výpočet krytické teploty pro rozmezí teplot 350-700°C

$$\Theta_{cr} = 589,69 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{Teplota je v rozmezí - OK}$$

Posouzení zjednodušenou metodou

Redukční součinitel pevnosti betonu na povrchu tlaceného betonu

Teplota na straně tlaceného betonu 30

$$k_{c,\Phi} = 1$$

$$f_{cd,\Phi} = \frac{k_{c,\Phi} \cdot f_{ck}}{\gamma_{m,\Phi}} = 26,09 \text{ Mpa}$$

$$k_{c,\Phi} = 1,0$$

$$k_{c,\Phi} = 1,0 - 1,0 \cdot (\Phi - 100) / 500 \quad \text{pro } 20^\circ\text{C} < \Phi < 100^\circ\text{C}$$

$$\text{pro } 100^\circ\text{C} < \Phi < 600^\circ\text{C}$$

Stanovení redukčního součinitele na základě

osové vzdálenosti výztuže od povrchu betonu $a_d = 36 \text{ mm}$

$$k_{s,\Phi} = 1,000 \quad \text{Požární odolnost} = 30 \text{ REI}$$

Redukovaná pevnost výztuže

$$f_{yd,\Phi} = \frac{k_{s,\Phi} \cdot f_{yk}}{\gamma_{m,\Phi}} = 434,78 \text{ Mpa}$$

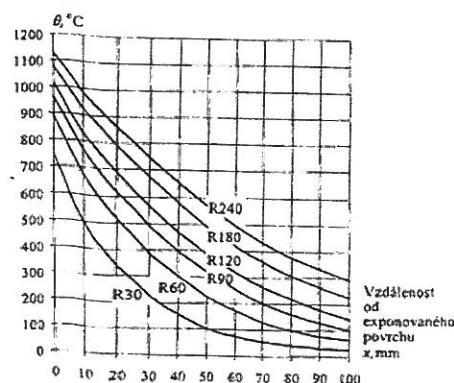
$$x = \frac{A_{s,prov} \cdot f_{yd,\Phi}}{b \cdot \eta \cdot \lambda \cdot f_{cd,\Phi}} = 16,83 \text{ mm} \quad \text{Teplota z grafu } 250 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$m_{Rd,\Phi} = a_{s,prov} f_{yd,\Phi} (d - 0,5 \lambda x) = 72,80 \text{ kNm/m}$$

Účinek zatížení při požáru

$$m_{Ed,\Phi} = \eta_{\Phi} \cdot m_{Ed} = 49,00 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Rd,\Phi} \geq m_{Ed,\Phi} \quad 49,00 \text{ kNm/m}$$



Obr. 2.15 Rozložení teplot pro desku tl. 200 mm pro odolnost do 240 min a vzdálenost x od exponovaného povrchu

Deska požadavkům na 30 REI vyhovuje

Moment únosnosti za požáru vychází větší než namáhání při požáru

Akce: K.Vary, Vědeckotechnický park
Zpracoval: Ing. Martin Šafařík
Datum: 10.10.2012
Prvek: Strop nad 1.NP, 2.NP-podpora

POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI
OHÝBANÉHO ŽELEZOBETONOVÉHO PRŮŘEZU
podle ČSN EN 1992-1-1

Posouzení desky

Rozpětí stropní kce L = 6,25 m

Vstupní údaje

Stupeň vlivu prostředí XC1
Návrhová životnost 80 let
Požární odolnost 30 REI

Materiály:

Zadání vnitřních sil

$m_{Ed} = 80$ kNm
 $m_{Ed,q} = 60,00$ kNm
 $V_{Ed} = 110$ kN
 $m_{Ed,ch} = 70,00$ kNm

Zadání geometrie

h = 250 mm

| Třída betonu : | C30/37 | Výztuž : | B 505 B |
|--|------------------------------------|---|------------------------------------|
| $f_{ck} = 30$ Mpa | | $f_{yk} = 500$ Mpa | |
| $\alpha_{cc} = 1$ | v ČR se uvažuje hodnotou 1 | $\gamma_s = 1,15$ | součinitel spolehlivosti materiálu |
| $\gamma_c = 1,50$ | součinitel spolehlivosti materiálu | $E_s = 200,00$ Gpa | |
| $f_{cd} = \alpha_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 20,00$ Mpa | | $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78$ Mpa | |
| $f_{ctm} = 2,9$ Mpa | | $\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,17$ [‰] | |
| $E_{cm} = 32,8$ Gpa | | | |
| $\epsilon_{cu3} = 3,5$ [‰] | | | |

rovnoměrné rozdělení napětí betonu v tlaku po výšce λx
 $\eta = 1$
 $\lambda = 0,8$
 $\xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{cu3}} = 0,617$

- bilineární pracovní diagram s vodorovnou horní větví bez omezeného přetvoření

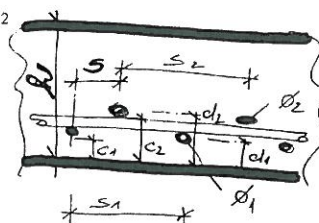
Zadání plochy výztuže

Vrstva
Profil ve vrstvě
Osová vzdálenost
Krytí profilu
Plocha na 1 mb
Celková plocha
Teoretická osa plochy výztuže
Účinná výška průřezu

| | 37 mm | 37 mm | 37 mm | 37 mm |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| i | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ϕ_i | 12 | 0 | | |
| s_i | 120 | 0 | | |
| c_i | 30 | 0 | | |
| a_i | 942 | 0 | 0 | 0 |
| $a_{s1} =$ | 942 | | | |
| $d_1 =$ | 36 | | | |
| $d =$ | 214 | | | |

min. vzdálenosti prutů

$s_{min} = \max(k_1 \cdot \phi_g + k_2, 20mm)$
 $= s_{min} = 37$ mm
 $k_1 = 1,2$
 $k_2 = 5$
 $d_g = 32$ mm



$$x = \frac{a_{s1} * f_{yd}}{b * \lambda * \eta * f_{cd}} = 25,6 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,1196767 < \xi_{bal,1} = 0,617$$

Vyhovuje

$$m_{Rd} = a_{s1} f_{yd} (d - 0,5 \lambda x) = 83,49 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} = 80 < m_{Rd} = 83,49 \text{ kNm/m}$$

Vyhovuje

Kontrola vyztužení

$$a_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 * f_{ctm} * b_i * d}{f_{yk}}; 0,0013 * b_i * d \right\}$$

$$a_{s1} = 942 > a_{s,min} = 322,3 \text{ mm}^2$$

$$a_{s1} \leq 0,04 A_c = 10000 \text{ mm}^2 > a_{s1} = 942 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

$$a_{s,min} \geq \frac{0,26 * f_{ctm} * b_i * d}{f_{yk}} = 322,32 \text{ mm}^2$$

$$a_{s,min} \geq 0,0013 * b_i * d = 278,20 \text{ mm}^2$$

Konstrukční podmínky

Maximální vzdálenost prutů $s_{s1,max} = 2h \leq 300 \text{ mm} = 300 \text{ mm}$
Výpočet vzdálenosti ze skupiny vložek si $s = 120 \text{ mm}$

$s \leq s_{s1,max}$ $s \geq s_{min}$

Osová vzdálenost prutů - OK
Min. vzdálenost prutů OK

Rozdělovací výztuž

Profil rozdělovací výztuže $\phi_{st} = 8$ mm
Vzdálenost rozdělovací výztuže $s_{st} = 200$ mm
 $A_{st} = 251$ mm²
Min. rozdělovací výztuž $a_{s,req} = 0,2 * a_{s1} = 188$ mm²
 $A_{st} > a_{s,req}$

Plocha rozdělovací výztuže vyhovuje

Maximální osová vzdálenost

$$s_{max,slab} = \min(3h; 400 \text{ mm}) = 400 \text{ mm}$$

$$s_{st} = 200 \text{ mm}$$

$$s_{max,slab} = 400 \text{ mm}$$

$$s_{st} > s_{max,slab}$$

Vzdálenost rozdělovací výztuže vyhovuje

Akce: K.Vary, Vědeckotechnický park
Zpracoval: Ing. Martin Šafařík
Datum: 4.12.2012
Prvek: Objekt IB strop nad 2.NP m-x pole

POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI
OHÝBANÉHO ŽELEZOBETONOVÉHO PRŮŘEZU
podle ČSN EN 1992-1-1

Posouzení desky

Rozpětí stropní kce L = 2,4 m

Vstupní údaje

Stupeň vlivu prostředí XC1
Návrhová životnost 80 let
Požární odolnost 30 REI

Materiály:

Zadání vnitřních sil

$m_{Ed} = 18$ kNm
 $m_{Ed,q} = 10,00$ kNm
 $V_{Ed} = 100$ kN
 $m_{Ed,ch} = 14,00$ kNm

Zadání geometrie

h = 250 mm

| Třída betonu : | C30/37 | Výztuž : | B 500 B |
|--|--------|---|---------|
| $f_{ck} = 30$ Mpa | | $f_{yk} = 500$ Mpa | |
| $\alpha_{cc} = 1$ | | $\gamma_s = 1,15$ | |
| $\gamma_c = 1,50$ | | $E_s = 200,00$ Gpa | |
| $f_{cd} = \alpha_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 20,00$ Mpa | | $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78$ Mpa | |
| $f_{ctm} = 2,9$ Mpa | | $\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,17$ [‰] | |
| $E_{cm} = 32,8$ Gpa | | | |
| $\epsilon_{cu3} = 3,5$ [‰] | | | |

Rovnoměrné rozdělení napětí betonu v tlaku po výšce λx
 $\eta = 1$
 $\lambda = 0,8$
 $\xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{cu3}} = 0,617$

- bilineární pracovní diagram s vodorovnou horní větví bez omezeného přetvoření

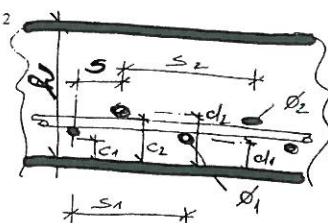
Zadání plochy výztuže

Vrstva
Profil ve vrstvě
Osová vzdálenost
Krytí profilu
Plocha na 1 mb
Celková plocha
Teoretická osa plochy výztuže
Účinná výška průřezu

| | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| | 37 mm | 37 mm | 37 mm | 37 mm |
| i = | 1 | 2 | 3 | 4 |
| $\phi_i =$ | 8 | 0 | | |
| $s_i =$ | 150 | 0 | | |
| $c_i =$ | 40 | 0 | | |
| $a_i =$ | 335 | 0 | 0 | 0 |
| $a_{s1} =$ | 335 | | | |
| $d_1 =$ | 44 | | | |
| $d =$ | 206 | | | |

min. vzdálenosti prutů

$s_{min} = \max(k_1 \cdot \phi + k_2 \cdot 20mm)$
 $s_{min} = 37$ mm
 $k_1 = 1,2$
 $k_2 = 5$
 $d_g = 32$ mm



$$x = \frac{a_{s1} * f_{yd}}{b * \lambda * \eta * f_{cd}} = 9,1 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,0442042 < \xi_{bal,1} = 0,617$$

Vyhovuje

$$m_{Rd} = a_{s1} f_{yd} (d - 0,5 \lambda x) = 29,48 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} = 18 < m_{Rd} = 29,48 \text{ kNm/m}$$

Vyhovuje

Kontrola vyztužení

$$a_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 * f_{ctm} * b_i * d}{f_{yk}}; 0,0013 * b_i * d \right\}$$

$$a_{s1} = 335 > a_{s,min} = 310,3 \text{ mm}^2$$

$$a_{s1} \leq 0,04 A_c = 10000 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

$$a_{s,min} \geq \frac{0,26 * f_{ctm} * b_i * d}{f_{yk}} = 310,27 \text{ mm}^2$$

$$a_{s,min} \geq 0,0013 * b_i * d = 267,80 \text{ mm}^2$$

$$a_{s1} = 335 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

Konstrukční podmínky

Maximální vzdálenost prutů $s_{s1,max} = 2h \leq 300 \text{ mm} = 300 \text{ mm}$
Výpočet vzdálenosti ze skupiny vložek si $s = 150 \text{ mm}$

$s \leq s_{s1,max}$ $s \geq s_{min}$

Osová vzdálenost prutů - OK
Min. vzdálenost prutů OK

Rozdělovací výztuž

Profil rozdělovací výztuže $\phi_{st} = 7$ mm
Vzdálenost rozdělovací výztuže $s_{st} = 75$ mm
 $A_{st} = 513$ mm²
Min. rozdělovací $a_{s,req} = 0,2 * a_{s1} = 67$ mm²
 $A_{st} > a_{s,req}$

Plocha rozdělovací výztuže vyhovuje

Maximální osová vzdálenost

$$s_{max,slab} = \min(3h; 400 \text{ mm}) = 400 \text{ mm}$$

$$s_{st} = 75$$

$$s_{max,slab} = 400 \text{ mm}$$

$$s_{st} > s_{max,slab}$$

Vzdálenost rozdělovací výztuže vyhovuje

Akce: K.Vary, Vědeckotechnický park
Zpracoval: Ing. Martin Šafařík
Datum: 4.12.2012
Prvek: Objekt IB strop nad 2.NP m-y podpora

POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI
OHÝBANÉHO ŽELEZOBETONOVÉHO PRŮŘEZU
podle ČSN EN 1992-1-1

Posouzení desky

Rozpětí stropní kce L = 6,25 m

Vstupní údaje

Stupeň vlivu prostředí XC1
Návrhová životnost 80 let
Požární odolnost 30 REI

Materiály:

Zadání vnitřních sil

$m_{Ed} = 70$ kNm
 $m_{Ed,q} = 40,00$ kNm
 $V_{Ed} = 120$ kN
 $m_{Ed,ch} = 50,00$ kNm

Zadání geometrie

h = 250 mm

| Třída betonu : | C30/37 | Výztuž : | B 500 B |
|--|--------|---|------------------------------------|
| $f_{ck} = 30$ Mpa | | $f_{yk} = 500$ Mpa | |
| $\alpha_{cc} = 1$ | | $\gamma_s = 1,15$ | součinitel spolehlivosti materiálu |
| $\gamma_c = 1,50$ | | $E_s = 200,00$ Gpa | |
| $f_{cd} = \alpha_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 20,00$ Mpa | | $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78$ Mpa | |
| $f_{ctm} = 2,9$ Mpa | | $\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,17$ [‰] | |
| $E_{cm} = 32,8$ Gpa | | | |
| $\epsilon_{cu3} = 3,5$ [‰] | | | |

Průměrné rozdělení napětí betonu v tlaku po výšce λx
 $\eta = 1$
 $\lambda = 0,8$
 $\xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{cu3}} = 0,617$

- bilineární pracovní diagram s vodorovnou horní větví bez omezeného přetvoření

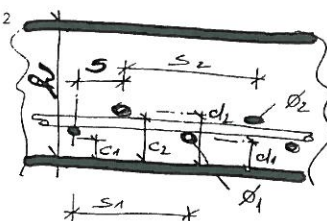
Zadání plochy výztuže

Vrstva
Profil ve vrstvě
Osová vzdálenost
Krytí profilu
Plocha na 1 mb
Celková plocha
Teoretická osa plochy výztuže
Účinná výška průřezu

| | 37 mm | 37 mm | 37 mm | 37 mm |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| i = | 1 | 2 | 3 | 4 |
| $\phi_i =$ | 7 | 8 | | |
| $s_i =$ | 75 | 150 | | |
| $c_i =$ | 40 | 40 | | |
| $a_i =$ | 513 | 335 | 0 | 0 |
| $a_{s1} =$ | 848 | | | |
| $d_1 =$ | 44 | | | |
| $d =$ | 206 | | | |

min. vzdálenosti prutů

$s_{min} = \max(k_1 \cdot \phi, d_g + k_2, 20mm)$
 $s_{min} = 37$ mm
 $k_1 = 1,2$
 $k_2 = 5$
 $d_g = 32$ mm



$$x = \frac{a_{s1} * f_{yd}}{b * \lambda * \eta * f_{cd}} = 23,0 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,1117278 < \xi_{bal,1} = 0,617$$

Vyhovuje

$$m_{Rd} = a_{s1} f_{yd} (d - 0,5 \lambda x) = 72,68 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} = 70 < m_{Rd} = 72,68 \text{ kNm/m}$$

Vyhovuje

Kontrola vyztužení

$$a_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 * f_{ctm} * b_i * d}{f_{yk}}; 0,0013 * b_i * d \right\}$$

$$a_{s1} = 848 > a_{s,min} = 310,7 \text{ mm}^2$$

$$a_{s1} \leq 0,04 A_c = 10000 \text{ mm}^2 > a_{s1} = 848 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

$$a_{s,min} \geq \frac{0,26 * f_{ctm} * b_i * d}{f_{yk}} = 310,73 \text{ mm}^2$$

$$a_{s,min} \geq 0,0013 * b_i * d = 268,19 \text{ mm}^2$$

$$848 \text{ mm}^2$$

Konstrukční podmínky

Maximální vzdálenost prutů $s_{s1,max} = 2h \leq 300 \text{ mm} = 300 \text{ mm}$
Výpočet vzdálenosti ze skupiny vložek si $s = 50 \text{ mm}$

$$s \leq s_{s1,max} \quad s \geq s_{min}$$

Osová vzdálenost prutů - OK
Min. vzdálenost prutů OK

Rozdělovací výztuž

Profil rozdělovací výztuže $\phi_{st} = 8$ mm
Vzdálenost rozdělovací výztuže $s_{st} = 100$ mm
 $A_{st} = 503$ mm²
Min. rozdělovací $a_{s,req} = 0,2 * a_{s1} = 170$ mm²
 $A_{st} > a_{s,req}$

Plocha rozdělovací výztuže vyhovuje

Maximální osová vzdálenost

$$s_{max,slab} = \min(3h; 400 \text{ mm}) = 400 \text{ mm}$$

$$s_{st} = 100 \quad s_{max,slab} = 400 \text{ mm}$$

$$s_{st} > s_{max,slab}$$

Vzdálenost rozdělovací výztuže vyhovuje

Akce: K.Vary, Vědeckotechnický park
Zpracoval: Ing. Martin Šafařík
Datum: 4.12.2012
Prvek: Objekt IB strop nad 2.NP m-y pole

POSOUZENÍ ÚNOSNOSTI
OHÝBANÉHO ŽELEZOBETONOVÉHO PRŮŘEZU
podle ČSN EN 1992-1-1

Posouzení desky

Rozpětí stropní kce L = 6,25 m

Vstupní údaje

Stupeň vlivu prostředí XC1
Návrhová životnost 80 let
Požární odolnost 30 REI

Materiály:

Zadání vnitřních sil

$m_{Ed} = 80,06$ kNm
 $m_{Ed,q} = 49,58$ kNm
 $V_{Ed} = 120$ kN
 $m_{Ed,ch} = 57,98$ kNm

Zadání geometrie

h = 250 mm

| Třída betonu : | C30/37 | C30/37 | Výztuž : | B 500 B | B 500 B |
|--|--------|--------|---|---------|---------|
| $f_{ck} = 30$ Mpa | | | $f_{yk} = 500$ Mpa | | |
| $\alpha_{cc} = 1$ | | | $\gamma_s = 1,15$ | | |
| $\gamma_c = 1,50$ | | | $E_s = 200,00$ Gpa | | |
| $f_{cd} = \alpha_{cc} \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 20,00$ Mpa | | | $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78$ Mpa | | |
| $f_{ctm} = 2,9$ Mpa | | | $\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,17$ [‰] | | |
| $E_{cm} = 32,8$ Gpa | | | | | |
| $\epsilon_{cu3} = 3,5$ [‰] | | | | | |

Rovnoměrné rozdělení napětí betonu v tlaku po výšce λx
 $\eta = 1$
 $\lambda = 0,8$
 $\xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{cu3}} = 0,617$

- bilineární pracovní diagram s vodorovnou horní větví bez omezeného přetvoření

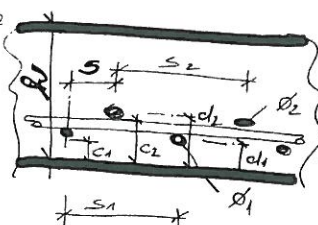
Zadání plochy výztuže

Vrstva
Profil ve vrstvě
Osová vzdálenost
Krytí profilu
Plocha na 1 mb
Celková plocha
Teoretická osa plochy výztuže
Účinná výška průřezu

| | | | | |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 37 mm | 37 mm | 37 mm | 37 mm |
| i = | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ϕ_i = | 7 | 8 | | |
| s _i = | 75 | 100 | | |
| c _i = | 30 | 30 | | |
| a _i = | 513 | 503 | 0 | 0 |
| $a_{s1} = 1016$ mm ² | | | | |
| $d_1 = 34$ mm | | | | |
| d = 216 mm | | | | |

min. vzdálenosti prutů

$s_{min} = \max(k_1 \cdot \phi, d_g + k_2, 20mm)$
 $= s_{min} = 37$ mm
 $k_1 = 1,2$
 $k_2 = 5$
 $d_g = 32$ mm



$$x = \frac{a_{s1} * f_{yd}}{b * \lambda * \eta * f_{cd}} = 27,6 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,1276413 < \xi_{bal,1} = 0,617$$

Vyhovuje

$$m_{Rd} = a_{s1} f_{yd} (d - 0,5 \lambda x) = 90,63 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} = 80,06 < m_{Rd} = 90,63 \text{ kNm/m}$$

Vyhovuje

Kontrola vyztužení

$$a_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 * f_{ctm} * b_i * d}{f_{yk}}; 0,0013 * b_i * d \right\}$$

$$a_{s1} = 1016 > a_{s,min} = 325,7 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

$$a_{s1} \leq 0,04 A_c = 10000 \text{ mm}^2 > a_{s1} = 1016 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

$$a_{s,min} \geq \frac{0,26 * f_{ctm} * b_i * d}{f_{yk}} = 325,71 \text{ mm}^2$$

$$a_{s,min} \geq 0,0013 * b_i * d = 281,13 \text{ mm}^2$$

Konstrukční podmínky

Maximální vzdálenost prutů $s_{s1,max} = 2h \leq 300 \text{ mm} = 300 \text{ mm}$
Výpočet vzdálenosti ze skupiny vložek si $s = 43 \text{ mm}$

$s \leq s_{s1,max}$ $s \geq s_{min}$
Osová vzdálenost prutů - OK
Min. vzdálenost prutů OK

Rozdělovací výztuž

Profil rozdělovací výztuže $\phi_{st} = 8$ mm
Vzdálenost rozdělovací výztuže $s_{st} = 100$ mm
 $A_{st} = 503$ mm²
Min. rozdělovací $a_{s,req} = 0,2 * a_{s1} = 203$ mm²
 $A_{st} > a_{s,req}$

Plocha rozdělovací výztuže vyhovuje

Maximální osová vzdálenost $s_{max,slab} = \min(3h; 400 \text{ mm}) = 400 \text{ mm}$
 $s_{st} = 100$ $s_{max,slab} = 400 \text{ mm}$
 $s_{st} > s_{max,slab}$
Vzdálenost rozdělovací výztuže vyhovuje

Smyk

*) u desek nebývá obvykle nutné provádět kontrolu smykové únosnosti

Únosnost ve smyku desky bez smykové výztuže

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot b_w \cdot d = 122,96 \text{ kN/m}$$

s minimální hodnotou

$$v_{Rd,c} = v_{min} \cdot b_w \cdot d$$

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_c = 0,12$$

$$k = 1 + (200 / d)^{1/2} \leq 2,0 \quad k = 1,96168834$$

$$\rho_1 = a_{s1} / (b_w \cdot d) \leq 0,02 \quad \rho_1 = 0,00470$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,527$$

$$v_{Rd,c} \geq v_{min} \cdot b_w \cdot d = 113,90 \text{ kN/m}$$

$$v_{Rd,c} = 122,96 \text{ kN/m} \geq v_{Ed,red} = 120,00 \text{ kN/m}$$

Smyková výztuž není třeba

Kontrola mezního stavu použitelnosti

1) Omezené napětí

- napětí v betonu při quasi-stálé kombinaci zatížení musí být $|\sigma_c| \leq k_2 \cdot f_{ck}, k_2 = 0.45$

tahové napětí ve výztuži při charakteristickém zatížení nesmí překročit $|\sigma_s| \leq k_3 \cdot f_{yk}, k_3 = 0.80$

pokud je napětí ve výztuži vyvozeno vynuceným přetvořením, je možné použít podmínku $|\sigma_s| \leq k_4 \cdot f_{yk}, k_4 = 1.0$

Průřez bez trhlin :

$$\alpha'_e = E_s / E_{cm} = 6,091$$

$$A_i = b \cdot h + (\alpha_e - 1) a_s = 0,25517 \text{ m}^2$$

$$a_{gi} = \frac{0,5 \cdot b \cdot h^2 + (\alpha_e - 1) \cdot a_s \cdot d}{A_i} = 0,127 \text{ m}$$

$$I_i = \frac{b \cdot h^3}{12} + b \cdot h (a_{gi} - 0,5h)^2 + (\alpha_e - 1) a_s \cdot (d - a_{gi})^2 = 0,001344 \text{ m}^4$$

$$m_{cr} = \frac{I_i \cdot f_{cm}}{(h - a_{gi})} = 31,617 \text{ kNm/m}$$

$m_{Ed,q} \leq m_{cr}$ - Pokud je podmínka splněna trhliny nevzniknou

$$m_{Ed,q} = 49,58 \text{ kN/m} \leq m_{cr} = 31,617 \text{ kN/m}$$

Trhliny vzniknou

Průřez s trhlínami:

$$x_r = \frac{\alpha_e \cdot a_s}{b} \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot a_s}} \right) = 0,0459 \text{ m}$$

$$I_r = \frac{b \cdot x_r^3}{3} + \alpha_e \cdot a_s \cdot (d - x_r)^2 = 0,0002118 \text{ m}^4$$

$$\sigma_c = \frac{m_{Ed,q} \cdot x_r}{I_r} = 10,748 \text{ Mpa} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 13,50 \text{ Mpa} \quad \text{OK}$$

$$\sigma_s = \alpha_e \cdot \frac{m_{Ed,ch} \cdot (d - x_r)}{I_r} = 284,048 \text{ Mpa} \leq 0,8 \cdot f_{yk} = 400,00 \text{ Mpa} \quad \text{OK}$$

2) Kontrola trhlin

Výpočet hodnoty $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

σ_s = napětí v tažené výztuži vypočtené na průřezu porušeném trhlinou

$$\sigma_s = 284,048 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_s = \alpha_e \frac{m_{Ed, ch} \cdot (d - x_r)}{I_r} =$$

$$\alpha'_e = E_s / E_{cm} = 6,091$$

poměr modulu pružnosti výztuže a betonu

$$\rho_{p,eff} = (a_s + \xi_1^2 \cdot A_p) / A_{c,eff}$$

je účinný stupeň vyztužení efektivní tažené oblasti betonu

$$A_{c,eff}$$

$$A_{c,eff} = b \cdot h_{c,ef} = 0,0680 \text{ m}^2$$

$$h_{c,ef} = \min\{2,5(h-d), (h-x)/3, h/2\}; \min\{84,37; 68,03; 125\} h_{c,ef} = 68,03 \text{ mm}$$

Vliv doby trvání zatížení

☐ Krátkodobé zatížení, 0.6

☒ Dlouhodobé zatížení, 0.4

$$k_t = 0,4$$

$$a_s = 1016 \text{ mm}^2$$

$$a_p = 0 \text{ předpínací výztuž}$$

$$\rho_{p,eff} = (a_s) / A_{c,eff} = 0,01493$$

$$f_{ct,eff} = 2,9 \text{ Mpa} - \text{trhliny jsou očekávány po 28 dnech} \quad f_{ct,eff} = f_{ctm}$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,000997 \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s} = 0,0008521$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,0009970$$

Výpočet $S_{r,max}$

Případ $s \leq 5(c+\phi/2)$

$$S_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 187,390 \text{ mm}$$

Případ $s > 5(c+\phi/2)$

$$S_{r,max} = 1,3 \cdot (h - x) = 289,12 \text{ mm}$$

$$c = 30 \text{ krytí podélné výztuže}$$

$$k_1 = 0,8 \text{ pruty s velkou soudrůžností}$$

$$k_2 = 0,5 \text{ pro ohyb}$$

$$k_3 = 3,4 \text{ doporučená hodnota}$$

$$k_4 = 0,425 \text{ doporučená hodnota}$$

$$\phi = 7,5 \text{ profil prutů}$$

Rozhodnutí podle kterého případu se bude počítat

$$S_{r,max}$$

$$5(c+\phi/2) = 168,737113 \text{ mm}$$

$$\text{vzdálenost výztuže} = 42,8571429 \text{ mm}$$

Případ $s \leq 5(c+\phi/2)$

$$S_{r,max} = 187,39 \text{ mm}$$

Kontrola trhlin

$$w_k = S_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_{max}$$

$$w_k = 0,1868 \text{ mm} \leq w_{max} = 0,4 \text{ mm}$$

Šířka trhlin pro dané prostředí vyhovuje

3) Kontrola průhybu

$$\frac{l}{d} \leq \lambda_d \quad \lambda_d = \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c2} \cdot \kappa_{c3} \cdot \lambda_{d,tab} = 32,03$$

$$\frac{l}{d} = 28,90 \leq \lambda_d = 32,03$$

Není nutné počítat průhyb

Součinitel závislí na tvaru průřezu

$$\kappa_{c1} = 1$$

- ☐ $\kappa_{c1} = 0,8$
☒ $\kappa_{c1} = 1,0$

pro T průřez s poměrem šířkyprůřezu kšířce žebra větší než 3

v ostatních případech

Součinitel závislí na rozpětí

- rozpětí $l = 6,25$ m

$$\kappa_{c2} = 1,00$$

Součinitel napětí tahové výztuže v extrémně namáhaném průřezu při časté kombinaci provozního zatížení

$$\kappa_{c3} = \frac{310}{\sigma_s} = \frac{500}{f_{yk}} \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}} = 1,13$$

$$A_{s,req} = 897,31 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,prov} = 1016 \text{ mm}^2$$

Součinitel pro zohlednění různých nosných systémů

- ☐ prostě podepřený nosník, prostě podepřená desk
☒ krajní pole spojitého nosníku nebo desky
☐ vnitřní pole nosníku nebo desky
☐ deska lokálně podepřená
☐ konzola

$$\kappa = 1,3$$

Referenční stupeň vyztužení

$$\rho_0 = \sqrt{f_{ck}} \cdot 10^{-3} = 0,00548 \geq \rho = 0,00470$$

Geometrický stupeň vyztužení tahovou výztuží

$$\rho = \frac{A_{s,prov}}{b \cdot d} = 0,00470$$

Požadovaný stupeň vyztužení tlakovou výztuží

$$\rho' = 0,00E+00$$

Výpočet podle prvního vzorce

$$\lambda_{d,tab} = \left\langle \begin{aligned} &\kappa \left[11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \sqrt{f_{ck}} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right] \text{ pro } \rho \leq \rho_0 \\ &\kappa \left[11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho'}{\rho_0} \right] \text{ pro } \rho > \rho_0 \end{aligned} \right\rangle = 28,30$$

Posouzení obdélníku

Rozpětí stropní kce L = 6 m

Vstupní údaje

Stupeň vlivu prostředí

Návrhová životnost

Požární odolnost

Materiály:

XC1

80

let

REI

REI

Zadání vnitřních sil

$m_{Ed} = 168,81$ kNm

$m_{Ed,g} = 105,55$

$m_{Ed,ch} = 122,42$ kNm

$V_{Ed} = 243$ kN

Zadání geometrie

h = 500 mm

b = 350 mm

| Třída betonu : | C30/37 | C30/37 | Výztuž : | B500B | B500B |
|--|--------|--------|--|-------|-------|
| $f_{ck} = 30$ Mpa | | | $f_{yk} = 500$ Mpa | | |
| $\alpha_{cc} = 1$ v ČR se uvažuje hodnotou 1 | | | $\gamma_s = 1,15$ součinitel spolehlivosti materiálu | | |
| $\gamma_c = 1,50$ součinitel spolehlivosti materiálu | | | $E_s = 200,00$ Gpa | | |
| $f_{ctm} = 2,9$ Mpa | | | $f_{ctd} = \frac{f_{ctm}}{\gamma_s} = 434,78$ Mpa | | |
| $E_{cm} = 32,8$ Gpa | | | $\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = 2,17$ [‰] | | |
| $\epsilon_{cu3} = 3,5$ [‰] | | | | | |

Rovnoměrné rozdělení napětí betonu v tlaku

po výšce λx

$\eta = 1$

$\lambda = 0,8$

$$\xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{cu3}} = 0,617$$

- bilineární pracovní diagram s vodorovnou horní větví bez omezeného přetvoření

Zadání plochy výztuže

Vrstva

Profil ve vrstvě

Počet prutů

Krytí profilu

Plocha na 1 mb

Celková plocha

Teoretická osa plochy výztuže

Účinná výška průřezu

Vzdálenost mezi pruty

Min světlost mezi pruty

| | 37 mm | 37 mm | 37 mm | 37 mm |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| i = | 1 | 2 | 3 | 4 |
| $\phi_i =$ | 22 | 0 | 0 | 0 |
| ks = | 3 | 0 | 0 | 0 |
| ci = | 60 | 0 | 0 | 0 |
| ai = | 1140 | 0 | 0 | 0 |
| $a_{s1} =$ | 1140 | | | |
| $d_1 =$ | 71 | | | |
| $d =$ | 429 | | | |

$s_1 = 82$ mm

$s \leq s_{s1,max}$

Ok

min. vzdálenosti prutů

$$s_{min} = \max(k_1 \cdot \phi, d_g + k_2, 20mm)$$

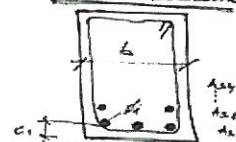
$$= s_{min} = 37 \text{ mm}$$

$$k_1 = 1,2$$

$$k_2 = 5$$

$$d_g = 32 \text{ mm}$$

TRAM - obdélník



Posouzení

$$x = \frac{a_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = 88,5 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,2064 < \xi_{bal,1} = 0,617$$

Vyhovuje

$$m_{Rd} = a_{s1} f_{yd} (d - 0,5 \lambda x) = 195,15 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} = 168,81 < m_{Rd} = 195,15 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} < m_{Rd} \text{ Vyhovuje}$$

Kontrola vyztužení

$$a_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_i \cdot d}{f_{yk}}, 0,0013 \cdot b_i \cdot d \right\}$$

$$a_{s1} = 1140 > a_{s,min} = 226,2 \text{ mm}^2$$

$$a_{s1} > a_{s,min} \text{ Vyhovuje}$$

$$a_{s1} \leq 0,04 A_c = 20000 \text{ mm}^2$$

$$a_{s1} > a_{s1} = 1140 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

$$a_{s,min} \geq \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_i \cdot d}{f_{yk}} = 226,15 \text{ mm}^2$$

$$a_{s,min} \geq 0,0013 \cdot b_i \cdot d = 195,20 \text{ mm}^2$$

Smyk

$$\min(V_{Rd,max}) = v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \cdot \left(\frac{\cot \Theta}{1 + \cot^2 \Theta} \right) = 501,616 \text{ kN}$$

$$\cot \Theta = 2,5 - \text{volime}$$

$|V_{Ed}| \leq \min(V_{Rd,max}) \rightarrow$ Lze navrhnout smykovou výztuž za předpokladu $\cot \Theta = 2,5$

$$v = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,528$$

$$z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 394 \text{ mm}$$

Třminky

n = 2

počet stříhů na třmínku

$\phi_i = 8$

mm - profil třmínku

a = 150

mm - osová vzdálenost třmínků

$A_{sw} = 101$

mm² - plocha třmínků

$$a \leq s_{min}$$

Osová vzdálenost třmínků je OK

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw} \cdot f_{yd}}{s} \cdot z \cdot \cot \Theta = 286,72 \text{ kN}$$

$$|V_{Ed}| \leq 243 \text{ kN} \leq V_{Rd,s} = 286,72 \text{ kN}$$

Navrhnutý třmínek vyhovuje

Návrh konstrukční smykové výztuže

- vzdálenost třmínků

$$s \leq 0,75 \cdot d = 321,8 \text{ mm}$$

$$s \leq 400 \text{ mm}$$

$$s_{vr,min} = 321,75$$

- omezení stupně vyztužení

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} \geq \rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$

$$\rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0,00088$$

$$s_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot \rho_{w,min}} = 327,76 \text{ mm}$$

$$s_{min} = \min(s_{vr,min}, s_w) = 321,75 \text{ mm}$$

Posouzení obdélníku

Rozpětí stropní kce L = 6 m

Vstupní údaje

Stupeň vlivu prostředí

Návrhová životnost

Požární odolnost

Materiály:

XC1

80

REI

let

REI

Zadání vnitřních sil

$m_{Ed} = 230,4$ kNm

$m_{Ed,q} = 138,00$ $m_{Ed,ch} = 167,00$ kNm

$V_{Ed} = 413$ kN

Zadání geometrie

h = 500 mm

b = 400 mm

| Třída betonu : | C30/37 | C30/37 | Výztuž : | B500B | B500B |
|--|--------|--------|--|-------|-------|
| $f_{ck} = 30$ Mpa | | | $f_{yk} = 500$ Mpa | | |
| $\alpha_{cc} = 1$ v ČR se uvažuje hodnotou 1 | | | $\gamma_s = 1,15$ součinitel spolehlivosti materiálu | | |
| $\gamma_c = 1,50$ | | | $E_s = 200,00$ Gpa | | |
| $f_{ctm} = 20,00$ Mpa | | | $f_{yk} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78$ Mpa | | |
| $f_{ctm} = 2,9$ Mpa | | | $\epsilon_{yd} = \frac{f_{yk}}{E_s} = 2,17$ [‰] | | |
| $E_{cm} = 32,8$ Gpa | | | | | |
| $\epsilon_{cu3} = 3,5$ [‰] | | | | | |

Rovnoměrné rozdělení napětí betonu v tlaku

po výšce λx

$$\eta = 1 \quad \xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{cu3}} = 0,617$$

$$\lambda = 0,8$$

- bilineární pracovní diagram s vodorovnou horní větví bez omezeného přetvoření

Zadání plochy výztuže

Vrstva

Profil ve vrstvě

Počet prutů

Krytí profilu

Plocha na 1 mb

Celková plocha

Teoretická osa plochy výztuže

Účinná výška průřezu

Vzdálenost mezi pruty

Min světlost mezi pruty

| | 37 mm | 37 mm | 37 mm | 37 mm |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| i = | 1 | 2 | 3 | 4 |
| $\phi_i =$ | 25 | 0 | 0 | 0 |
| ks = | 3 | 0 | 0 | 0 |
| ci = | 60 | 0 | 0 | 0 |
| ai = | 1473 | 0 | 0 | 0 |

$$a_{s1} = 1473 \text{ mm}^2$$

$$d_1 = 73 \text{ mm}$$

$$d = 428 \text{ mm}$$

$$s_1 = 103 \text{ mm}$$

$$s \leq s_{s1,max} \text{ Ok}$$

min. vzdálenosti prutů

$$s_{min} = \max(k_1 \cdot \phi, d_g + k_2 \cdot 20 \text{ mm})$$

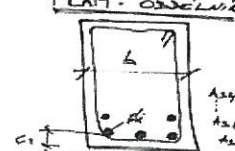
$$= s_{min} \quad 37 \text{ mm}$$

$$k_1 = 1,2$$

$$k_2 = 5$$

$$d_g = 32 \text{ mm}$$

TEAM - ODBĚLNÍK



Posouzení

$$x = \frac{a_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = 100,0 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,2340 < \xi_{bal,1} = 0,617$$

Vyhovuje

$$m_{Rd} = a_{s1} \cdot f_{yk} \cdot (d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x) = 248,09 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} = 230,4 < m_{Rd} = 248,09 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} < m_{Rd} \text{ Vyhovuje}$$

Kontrola vyztužení

$$a_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_i \cdot d}{f_{yk}}, 0,0013 \cdot b_i \cdot d \right\}$$

$$a_{s1} = 1473 > a_{s,min} = 257,6 \text{ mm}^2$$

$$a_{s1} > a_{s,min} \text{ Vyhovuje}$$

$$a_{s1} \leq 0,04 A_c = 20000 \text{ mm}^2$$

$$> a_{s1} = 1473 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

Smyk

$$\min(V'_{Rd,max}) = v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \cdot \left(\frac{\cot \Theta}{1 + \cot^2 \Theta} \right) = 564,389 \text{ kN}$$

$$\cot \Theta = 2,5 - \text{volime}$$

$$|V'_{Ed}| \leq \min(V'_{Rd,max}) \rightarrow \text{Lze navrhnout smykovou výztuž za předpokladu } \cot \Theta = 2,5$$

$$v = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,528$$

$$z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 387 \text{ mm}$$

Třminky

$$n = 2$$

počet střihů na třmínku

$$\phi_i = 8$$

mm - profil třmínku

$$a = 100$$

mm - osová vzdálenost třmínků

$$A_{sw} = 101$$

mm² - plocha třmínků

$$a \leq s_{min}$$

Osová vzdálenost třmínků je OK

$$V'_{Rd,s} = \frac{A_{sw} \cdot f_{yk}}{s} \cdot z \cdot \cot \Theta = 423,41 \text{ kN}$$

$$|V'_{Ed}| = 413 \text{ kN} \leq V'_{Rd,s} = 423,41 \text{ kN}$$

Navrhnutý třmínek vyhovuje

Návrh konstrukční smykové výztuže

- vzdálenost třmínků

$$s \leq 0,75 \cdot d = 320,6 \text{ mm}$$

$$s \leq 400 \text{ mm}$$

$$s_{v,min} = 320,625$$

- omezení stupně vyztužení

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} \geq \rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$

$$\rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0,00088$$

$$s_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot \rho_{w,min}} = 286,79 \text{ mm}$$

$$s_{min} = \min(s_{v,min}, s_w) = 286,79 \text{ mm}$$

Posouzení obdélníku

Rozpětí stropní kce L = 6 m

Vstupní údaje

Stupeň vlivu prostředí

Návrhová životnost

Požární odolnost

Materiály:

XC1

80

let

REI

Zadání vnitřních sil

$m_{Ed} = 93,73$ kNm

$m_{Ed,q} = 55,73$ $m_{Ed,ch} = 67,60$ kNm

$V_{Ed} = 243$ kN

Zadání geometrie

h = 500 mm

b = 350 mm

| Třída betonu : | C30/37 | C30/37 | Výztuž : | B500B | B500B |
|----------------------------|--------|--------|---|-------|-------|
| $f_{ck} = 30$ Mpa | | | $f_{yk} = 500$ Mpa | | |
| $\alpha_{cc} = 1$ | | | $\gamma_s = 1,15$ | | |
| $\gamma_c = 1,50$ | | | $E_s = 200,00$ Gpa | | |
| $f_{ctm} = 2,9$ Mpa | | | $f_{yk} = 434,78$ Mpa | | |
| $E_{cm} = 32,8$ Gpa | | | $\epsilon_{yd} = \frac{f_{yk}}{E_s} = 2,17$ [‰] | | |
| $\epsilon_{cu3} = 3,5$ [‰] | | | | | |

Rovnoměrné rozdělení napětí betonu v tlaku

po výšce λx

$$\eta = 1 \quad \xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{st3}} = 0,617$$

- bilineární pracovní diagram s vodorovnou horní větví bez omezeného přetvoření

Zadání plochy výztuže

Vrstva

Profil ve vrstvě

Počet prutů

Krytí profilu

Plocha na 1 mb

Celková plocha

Teoretická osa plochy výztuže

Účinná výška průřezu

Vzdálenost mezi pruty

Min světllost mezi pruty

| | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| | 37 mm | 37 mm | 37 mm | 37 mm |
| i = | 1 | 2 | 3 | 4 |
| $\phi i =$ | 16 | 0 | 0 | 0 |
| ks = | 3 | 0 | 0 | 0 |
| ci = | 30 | 0 | 0 | 0 |
| ai = | 603 | 0 | 0 | 0 |
| $a_{s1} =$ | 603 | | | |
| $d_1 =$ | 38 | | | |
| $d =$ | 462 | | | |

$s_1 = 121$ mm

$s \leq s_{s1,max}$ **OK**

min. vzdálenosti prutů

$$s_{min} = \max(k_1 \cdot \phi, d_g + k_2 \cdot 20mm)$$

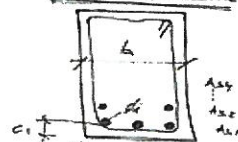
$$= s_{min} \quad 37 \text{ mm}$$

$$k_1 = 1,2$$

$$k_2 = 5$$

$$d_g = 32 \text{ mm}$$

TRAM - ODESLUK



Posouzení

$$x = \frac{a_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = 46,8 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,1014 < \xi_{bal,1} = 0,617$$

Vyhovuje

$$m_{Rd} = a_{s1} \cdot f_{yk} \cdot (d - 0,5 \lambda x) = 116,25 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} = 93,73 < m_{Rd} = 116,25 \text{ kNm/m}$$

Vyhovuje

Kontrola vyztužení

$$a_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}}, 0,0013 \cdot b_t \cdot d \right\}$$

$$a_{s1} = 603 > a_{s,min} = 243,5 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

$$a_{s1} \leq 0,04 A_c = 20000 \text{ mm}^2 > a_{s1} = 603 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

$$a_{s,min} \geq \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_t \cdot d}{f_{yk}} = 243,55 \text{ mm}^2$$

$$a_{s,min} \geq 0,0013 \cdot b_t \cdot d = 210,21 \text{ mm}^2$$

Smyk

$$\min(V_{Rd,max}) = v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \cdot \left(\frac{\cot \Theta}{1 + \cot^2 \Theta} \right) = 564,937 \text{ kN}$$

$$|V_{Ed}| \leq \min(V_{Rd,max}) \rightarrow \text{Lze navrhnout smykovou výztuž za předpokladu } \cot \Theta = 2,5$$

$$v = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,528$$

$$z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 443 \text{ mm}$$

Třminky

n = 2 počet střihů na třmínku
 $\phi i = 8$ mm - profil třmínku
a = 190 mm - osová vzdálenost třmínků
 $A_{sw} = 101$ mm² - plocha třmínků
 $a \leq s_{min}$

Osová vzdálenost třmínků je OK

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw} \cdot f_{yk}}{s} \cdot z \cdot \cot \Theta = 254,93 \text{ kN}$$

$$|V_{Ed}| = 243 \text{ kN} \leq V_{Rd,s} = 254,93 \text{ kN}$$

Navrhnutý třmínek vyhovuje

Návrh konstrukční smykové výztuže

- vzdálenost třmínků

$$s \leq 0,75 \cdot d = 346,5 \text{ mm}$$

$$s \leq 400 \text{ mm}$$

$$s_{vr,min} = 346,5$$

- omezení slupně vyztužení

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} \geq \rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$

$$\rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0,00088$$

$$s_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot \rho_{w,min}} = 327,76 \text{ mm}$$

$$s_{min} = \min(s_{vr,min}, s_w) = 327,76 \text{ mm}$$

Kontrola mezního stavu použitelnosti

1) Omezené napětí

- napětí v betonu při quasi-stálé kombinaci zatížení musí být $\|\sigma_c\| \leq k_2 \cdot f_{ct}, k_2 = 0.45$
 - tahové napětí ve výztuži při charakteristickém zatížení nesmí překročit $\|\sigma_s\| \leq k_3 \cdot f_{yk}, k_3 = 0.80$
- pokud je napětí ve výztuži vyvozeno vynuceným přetvořením, je možné použít podmínku $\|\sigma_s\| \leq k_4 \cdot f_{yk}, k_4 = 1.0$

Průřez bez trhlin:

$$\alpha'_e = E_s / E_{cm} = 6,091$$

$$A_i = b \cdot h + (\alpha_e - 1) a_s = 0,17807 \text{ m}^2$$

$$a_{gi} = \frac{0,5 \cdot b \cdot h^2 + (\alpha_e - 1) \cdot a_s \cdot d}{A_i} = 0,254 \text{ m}$$

$$I_i = \frac{b \cdot h^3}{12} + b \cdot h (a_{gi} - 0,5 h)^2 + (\alpha_e - 1) a_s \cdot (d - a_{gi})^2 = 0,003781 \text{ m}^4$$

$$m_{cr} = \frac{I_i \cdot f_{cm}}{(h - a_{gi})} = 44,462 \text{ kNm/m}$$

$m_{Ed,q} \leq m_{cr}$ - Pokud je podmínka splněna trhliny nevzniknou

$$m_{Ed,q} = 55,73 \text{ kN/m} \leq m_{cr} = 44,462 \text{ kN/m}$$

Trhliny vzniknou

Průřez s trhlínami:

$$x_r = \frac{\alpha_e \cdot a_s}{b} \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot a_s}} \right) = 0,0885 \text{ m}$$

$$I_r = \frac{b \cdot x_r^3}{3} + \alpha_e \cdot a_s \cdot (d - x_r)^2 = 0,0005934 \text{ m}^4$$

Posouzení napětí ve výztuži a v betonu

- Napětí v betonu kvazistálou kombinací zatížení

$$\sigma_c = \frac{m_{Ed,q} \cdot x_r}{I_r} = 8,316 \text{ Mpa} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 13,50 \text{ Mpa} \quad \text{OK}$$

- Napětí ve výztuži pro charakteristickou kombinaci zatížení

$$\sigma_s = \alpha_e \frac{m_{Ed,ch} \cdot (d - x_r)}{I_r} = 259,134 \text{ Mpa} \leq 0,8 \cdot f_{yk} = 400,00 \text{ Mpa} \quad \text{OK}$$

Napětí splňuje omezující podmínky

2) Kontrola trhlin

Výpočet hodnoty $\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}$

$$\sigma_s - k_i \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_i \cdot \frac{f_{ct,eff}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Šířku trhlin posuzujeme při kvazistálé kombinaci zatížení napětí ve výztuži

$\sigma_s =$ napětí v tažené výztuži vypočtené na průřezu porušeném trhlinou

$\sigma_s = \alpha_e \frac{m \cdot \sigma_{ct} \cdot (d - x_r)}{I_r}$

$\sigma_s = 213,6 \text{ Mpa}$

$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,091$ poměr modulu pružnosti výztuže a betonu

$\rho_{p,eff} = (a_s + \xi_1^2 \cdot A_p) / A_{c,eff}$ je účinný stupeň vyztužení efektivní tažené oblasti betonu

$A_{c,eff}$

$A_{c,eff} = b \cdot h_{c,eff} = 0,0333 \text{ m}^2$

$h_{c,eff} = \min\{2,5(h-d), (h-x)/3, h/2\}; \min\{95,00; 137,15; 250\} h_{c,eff} = 95,00 \text{ mm}$

Vliv doby trvání zatížení

☐ Krátkodobé zatížení, 0.6

☒ Dlouhodobé zatížení, 0.4

$k_i = 0,4$

$a_s = 603 \text{ mm}^2$

$a_p =$ plocha výztuže

$\rho_{p,eff} = (a_s) / A_{c,eff} = 0,01814$

$f_{ct,eff} = 2,9 \text{ Mpa}$ - trhliny jsou očekávány po 28 dnech

$f_{ct,eff} = f_{cm}$

$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,000714 \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s} = 0,0006409$

$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = 0,0007135$

Výpočet $s_{r,max}$

Případ $s \leq 5(c+\phi/2)$

$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 251,937 \text{ mm}$

Případ $s > 5(c+\phi/2)$

$s_{r,max} = 1,3 \cdot (h-x) = 589,12 \text{ mm}$

$c = 30$ krytí podélné výztuže

$k_1 = 0,8$ pruty s velkou soudržností

$k_2 = 0,5$ pro ohyb

$k_3 = 3,4$ doporučená hodnota

$k_4 = 0,425$ doporučená hodnota

$\phi = 16$ profil prutů

Rozhodnutí podle kterého případu se bude počítat $s_{r,max}$

$5(c+\phi/2) = 190 \text{ mm}$

vzdálenost výztuže $121,00 \text{ mm}$

Případ $s \leq 5(c+\phi/2)$

$s_{r,max} = 251,94 \text{ mm}$

Kontrola trhlin

$w_k = s_{r,max} (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq w_{max}$

$w_k = 0,1798 \text{ mm} \leq w_{max} = 0,4 \text{ mm}$

Šířka trhlin pro dané prostředí vyhovuje

3) Kontrola průhybu

$$\frac{l}{d} \leq \lambda_d$$

$$\lambda_d = \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c2} \cdot \kappa_{c3} \cdot \lambda_{d,tab} = 46,24$$

$$\frac{l}{d} =$$

$$12,99 \leq \lambda_d = 46,24$$

Není nutné počítat průhyb

Součinitel závislí na tvaru průřezu

$$\kappa_{cJ} = 1$$

$$\begin{aligned} \text{○ } \kappa_{c1} &= 0,8 \\ \text{● } \kappa_{c1} &= 1,0 \end{aligned}$$

pro T průřez s poměrem šířky k výšce větší než 3

v ostatních případech

Součinitel závislý na rozpětí

- rozpětí $l = 6,00$ m

$$\kappa_{c2} = 1,00$$

Součinitel napětí tahové výztuže v extrémně namáhaném průřezu při časté kombinaci provozního zatížení

$$\begin{aligned} \kappa_{c3} &= \frac{310}{\sigma_s} = \frac{500}{f_{yk}} \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}} = 1,24 \\ A_{s,req} &= 400,34 \text{ mm}^2 \\ A_{s,prov} &= 603 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Součinitel pro zohlednění různých nosných systémů

- ☐ prostě podepřený nosník, prostě podepřená deska
- ☒ krajní pole spojitého nosníku nebo desky
- ☐ vnitřní pole nosníku nebo desky
- ☐ deska lokálně podepřená
- ☐ konzola

$$\kappa = 1,3$$

Referenční stupeň vyztužení

$$\rho_0 = \sqrt{f_{ck}} \cdot 10^{-3} = 0,00548 \geq \rho = 0,00373$$

Geometrický stupeň vyztužení tahovou výztuží

$$\rho = \frac{A_{s,prov}}{b \cdot d} = 0,00373$$

Požadovaný stupeň vyztužení tlakovou výztuží

$$\rho' = 0$$

Výpočet podle prvního vzorce

$$\lambda_{d,tab} = \left\langle \begin{aligned} &\kappa \left[11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \sqrt{f_{ck}} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right] \text{ pro } \rho \leq \rho_0 \\ &\kappa \left[11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho'}{\rho_0} \right] \text{ pro } \rho > \rho_0 \end{aligned} \right\rangle = 37,28$$

Posouzení obdélníku

Rozpětí stropní kce L = 6 m

Vstupní údaje

Stupeň vlivu prostředí

Návrhová životnost

Požární odolnost

Materiály:

XCI

80

REI

Zadání vnitřních sil

$m_{Ed} = 115,41$ kNm

$m_{Ed,q} = 68,16$ $m_{Ed,ch} = 83,16$ kNm

$V_{Ed} = 413$ kN

Zadání geometrie

h = 500 mm

b = 400 mm

| Třída betonu : | C30/37 | Výztuž : | B500B |
|----------------------------|--------|---|------------------------------------|
| $f_{ck} = 30$ Mpa | | $f_{yk} = 500$ Mpa | |
| $\alpha_{cc} = 1$ | | $\gamma_s = 1,15$ | součinitel spolehlivosti materiálu |
| $\gamma_c = 1,50$ | | $E_s = 200,00$ Gpa | |
| $f_{ctm} = 2,9$ Mpa | | $f_{yk} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 434,78$ Mpa | |
| $E_{cm} = 32,8$ Gpa | | $\epsilon_{yd} = \frac{f_{yk}}{E_s} = 2,17$ [‰] | |
| $\epsilon_{cu3} = 3,5$ [‰] | | | |

Rovnoměrné rozdělení napětí betonu v tlaku

po výšce λx

$$\eta = 1 \quad \xi_{bal,1} = \frac{\epsilon_{cu3}}{\epsilon_{cu3} + \epsilon_{cu3}} = 0,617$$

$$\lambda = 0,8$$

- bilineární pracovní diagram s vodorovnou horní větví bez omezeného přetvoření

Zadání plochy výztuže

Vrstva

Profil ve vrstvě

Počet prutů

Krytí profilu

Plocha na 1 mb

Celková plocha

Teoretická osa plochy výztuže

Účinná výška průřezu

Vzdálenost mezi pruty

Min světlost mezi pruty

| | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| | 37 mm | 37 mm | 37 mm | 37 mm |
| i = | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ϕ_i = | 16 | 0 | 0 | 0 |
| ks = | 3 | 0 | 0 | 0 |
| ci = | 30 | 0 | 0 | 0 |
| ai = | 603 | 0 | 0 | 0 |
| $a_{s1} =$ | 603 | | | |
| $d_1 =$ | 38 | | | |
| $d =$ | 462 | | | |

$$s_1 = 146 \text{ mm}$$

$$s \leq s_{s1,max} \quad \text{Ok}$$

min. vzdálenosti prutů

$$s_{min} = \max(k_1 \cdot \phi_s d_g + k_2, 20 \text{ mm})$$

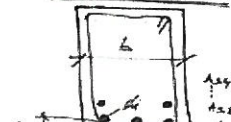
$$= s_{min} \quad 37 \text{ mm}$$

$$k_1 = 1,2$$

$$k_2 = 5$$

$$d_g = 32 \text{ mm}$$

PRAMEN - ODESLÁVČ



Posouzení

$$x = \frac{a_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} = 41,0 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = 0,0887 < \xi_{bal,1} = 0,617$$

Vyhovuje

$$m_{Rd} = a_{s1} f_{yd} (d - 0,5 \lambda x) = 116,86 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} = 115,41 < m_{Rd} = 116,86 \text{ kNm/m}$$

$$m_{Ed} < m_{Rd} \quad \text{Vyhovuje}$$

Kontrola vyztužení

$$a_{s,min} = \max \left\{ \frac{0,26 \cdot f_{ctm} \cdot b_i \cdot d}{f_{yk}}, 0,0013 \cdot b_i \cdot d \right\}$$

$$a_{s1} = 603 > a_{s,min} = 278,3 \text{ mm}^2$$

$$a_{s1} > a_{s,min} \quad \text{Vyhovuje}$$

$$a_{s1} \leq 0,04 A_c = 20000 \text{ mm}^2$$

$$> a_{s1} = 603 \text{ mm}^2$$

Vyhovuje

Smyk

$$\min(V_{Rd,max}) = v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \cdot \left(\frac{\cot \Theta}{1 + \cot^2 \Theta} \right) = 649,053 \text{ kN}$$

$$\cot \Theta = 2,5 - \text{volíme}$$

$$|V_{Ed}| \leq \min(V_{Rd,max}) \rightarrow \text{Lze navrhnout smykovou výztuž za předpokladu } \cot \Theta = 2,5$$

$$v = 0,6 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right] = 0,528$$

$$z = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 446 \text{ mm}$$

Třmínky

n = 2 počet střihů na třmínku

$\phi_i = 8$ mm - profil třmínku

a = 100 mm - osová vzdálenost třmínků

$A_{sw} = 101$ mm² - plocha třmínků

$$a \leq s_{min}$$

Osová vzdálenost třmínků je OK

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw} \cdot f_{yd}}{s} \cdot z \cdot \cot \Theta = 486,93 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 413 \text{ kN} \leq V_{Rd,s} = 486,93 \text{ kN}$$

Navrhnutý třmínek vyhovuje

Návrh konstrukční smykové výztuže

- vzdálenost třmínků

$$s \leq 0,75 \cdot d = 346,5 \text{ mm}$$

$$s \leq 400 \text{ mm} \quad s_{s1,min} = 346,5$$

- omezení stupně vyztužení

$$\rho_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot s} \geq \rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$

$$\rho_{w,min} = 0,08 \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = 0,00088$$

$$s_w = \frac{A_{sw}}{b_w \cdot \rho_{w,min}} = 286,79 \text{ mm}$$

$$s_{min} = \min(s_{s1,min}, s_w) = 286,79 \text{ mm}$$

Kontrola mezního stavu použitelnosti

1) Omezené napětí

- napětí v betonu při quasi-stálé kombinaci zatížení musí být

$$\|\sigma_c\| \leq k_2 \cdot f_{ck}, k_2 = 0.45$$

- tahové napětí ve výztuži při charakteristickém zatížení nesmí překročit

$$\|\sigma_s\| \leq k_3 \cdot f_{yk}, k_3 = 0.80$$

pokud je napětí ve výztuži vyvozeno vynuceným přetvořením, je možné použít podmínku

$$\|\sigma_s\| \leq k_4 \cdot f_{yk}, k_4 = 1.0$$

Průřez bez trhlin:

$$\alpha'_e = E_s / E_{cm} = 6,091$$

$$A_i = b \cdot h + (\alpha_e - 1) a_s = 0,20307 \text{ m}^2$$

$$a_{gr} = \frac{0,5 \cdot b \cdot h^2 + (\alpha_e - 1) \cdot a_s \cdot d}{A_i} = 0,253 \text{ m}$$

$$I_i = \frac{b \cdot h^3}{12} + b \cdot h (a_{gr} - 0,5h)^2 + (\alpha_e - 1) a_s \cdot (d - a_{gr})^2 = 0,004303 \text{ m}^4$$

$$m_{cr} = \frac{I_i \cdot f_{cm}}{(h - a_{gr})} = 50,497 \text{ kNm/m}$$

$m_{Ed,q} \leq m_{cr}$ - Pokud je podmínka splněna trhliny nevzniknou

$$m_{Ed,q} = 68,16 \text{ kNm} \leq m_{cr} = 50,497 \text{ kNm/m}$$

Trhliny vzniknou

Průřez s trhlínami:

$$x_r = \frac{\alpha_e \cdot a_s}{b} \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{\alpha_e \cdot a_s}} \right) = 0,0834 \text{ m}$$

$$I_r = \frac{b \cdot x_r^3}{3} + \alpha_e \cdot a_s \cdot (d - x_r)^2 = 0,0006040 \text{ m}^4$$

Posouzení napětí ve výztuži a v betonu

- Napětí v betonu kvazistálou kombinací zatížení

$$\sigma_c = \frac{m_{Ed,q} \cdot x_r}{I_r} = 9,412 \text{ Mpa} \leq 0,45 \cdot f_{ck} = 13,50 \text{ Mpa} \quad \text{OK}$$

- Napětí ve výztuži pro charakteristickou kombinaci zatížení

$$\sigma_s = \alpha_e \cdot \frac{m_{Ed,ch} \cdot (d - x_r)}{I_r} = 317,521 \text{ Mpa} \leq 0,8 \cdot f_{yk} = 400,00 \text{ Mpa} \quad \text{OK}$$

Napětí splňuje omezující podmínky

2) Kontrola trhlin

Výpočet hodnoty $\sigma_s - k_t \cdot \frac{\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})$

$$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}}{\rho_{p,eff}} (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

Šířku trhlin posuzujeme při kvazistálé kombinaci zatížení napětí ve výztuži

$\sigma_s =$ napětí v tažené výztuži vypočtené na průřezu porušeném trhlinou $\sigma_s = \alpha_e \cdot \frac{m \cdot \epsilon_{cl,eff} \cdot (d - x_s)}{I_r}$

$\sigma_s = 260,2 \text{ Mpa}$

$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 6,091$ poměr modulu pružnosti výztuže a betonu

$\rho_{p,eff} = (a_s + \xi_1^2 \cdot A_p) / A_{c,eff}$ je účinný stupeň vyztužení efektivní tažené oblasti betonu $A_{c,eff}$

$A_{c,eff} = b \cdot h_{c,ef} = 0,0380 \text{ m}^2$

$h_{c,ef} = \min\{2,5(h - d), (h - x) / 3, h / 2\} \cdot \min\{95,00 ; 138,87 ; 250\} h_{c,ef} = 95,00 \text{ mm}$

Vliv doby trvání zatížení

☐ Krátkodobé zatížení, 0,6

☒ Dlouhodobé zatížení, 0,4

$k_t = 0,4$

$a_s = 603 \text{ mm}^2$
 $a_p =$ předpřítlačí vyztuž

$\rho_{p,eff} = (a_s) / A_{c,eff} = 0,01587$

$f_{cl,eff} = 2,9 \text{ Mpa}$ - trhliny jsou očekávány po 28 dnech $f_{cl,eff} = f_{ctm}$

$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 0,000901 \geq 0,6 \frac{\sigma_s}{E_s} = 0,0007807$

$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm} = 0,0009010$

Výpočet $s_{r,max}$

Případ $s \leq 5(c + \phi/2)$

$s_{r,max} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \phi / \rho_{p,eff} = 273,357 \text{ mm}$

Případ $s > 5(c + \phi/2)$

$s_{r,max} = 1,3 \cdot (h - x) = 596,73 \text{ mm}$

$c = 30$ krytí podélné výztuže
 $k_1 = 0,8$ pruty s velkou soudržností
 $k_2 = 0,5$ pro ohyb
 $k_3 = 3,4$ doporučená hodnota
 $k_4 = 0,425$ doporučená hodnota
 $\phi = 16$ profil prutů

Rozhodnutí podle kterého případu se bude počítat $s_{r,max}$

$5(c + \phi/2) = 190 \text{ mm}$
vzdálenost výztuže $146,00 \text{ mm}$

Případ $s \leq 5(c + \phi/2)$

$s_{r,max} = 273,36 \text{ mm}$

Kontrola trhlin

$w_k = s_{r,max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) \leq w_{max}$

$w_k = 0,2463 \text{ mm} \leq w_{max} = 0,4 \text{ mm}$

Šířka trhlin pro dané prostředí vyhovuje

102

3) Kontrola průhybu

$$\frac{l}{d} \leq \lambda_d$$

$$\lambda_d = K_{c1} \cdot K_{c2} \cdot K_{c3} \cdot \lambda_{d,tab} = 45,51$$

$$\frac{l}{d} =$$

$$12,99 \leq \lambda_d = 45,51$$

Není nutné počítat průhyb

Součinitel závislý na tvaru průřezu

$$K_{c2} =$$

$$1$$

$$\begin{aligned} \text{○ } K_{c1} &= 0,8 \\ \text{● } K_{c1} &= 1,0 \end{aligned}$$

pro T průřez s poměrem šířky příruby k šířce žebra větší než 3

v ostatních případech

Součinitel závislý na rozpětí

- rozpětí $l = 6,00 \text{ m}$

$$K_{c2} = 1,00$$

Součinitel napětí tahové výztuže v extrémně namáhaném průřezu při časté kombinaci provozního zatížení

$$K_{c3} = \frac{310}{\sigma_s} = \frac{500}{f_{yk}} \frac{A_{s,prov}}{A_{s,reg}} = 1,01$$

$A_{s,reg} = 555,09 \text{ mm}^2$
 $A_{s,prov} = 603 \text{ mm}^2$

Součinitel pro zohlednění různých nosných systémů

- ☐ prostě podepřený nosník, prostě podepřená desk
- ☒ krajní pole spojitěho nosníku nebo desky
- ☐ vnitřní pole nosníku nebo desky
- ☐ deska lokálně podepřená
- ☐ konzola

$$K_{c3} = 1,3$$

Referenční stupeň vyztužení

$$\rho_0 = \sqrt{f_{ck}} \cdot 10^{-3} = 0,00548 \geq \rho = 0,00326$$

Geometrický stupeň vyztužení tahovou výztuží

$$\rho = \frac{A_{s,prov}}{b \cdot d} = 0,00326$$

Požadovaný stupeň vyztužení tlakovou výztuží

$$\rho' = 0$$

Výpočet podle prvního vzorce

$$\lambda_{d,tab} = \left\langle \begin{aligned} &K \left[11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \sqrt{f_{ck}} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{\frac{3}{2}} \right] \text{ pro } \rho \leq \rho_0 \\ &K \left[11 + 1,5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho'}{\rho_0} \right] \text{ pro } \rho > \rho_0 \end{aligned} \right\rangle = 44,95$$

Sloup 300/300

1. NP - STŘEDNÍ

BETON B 45

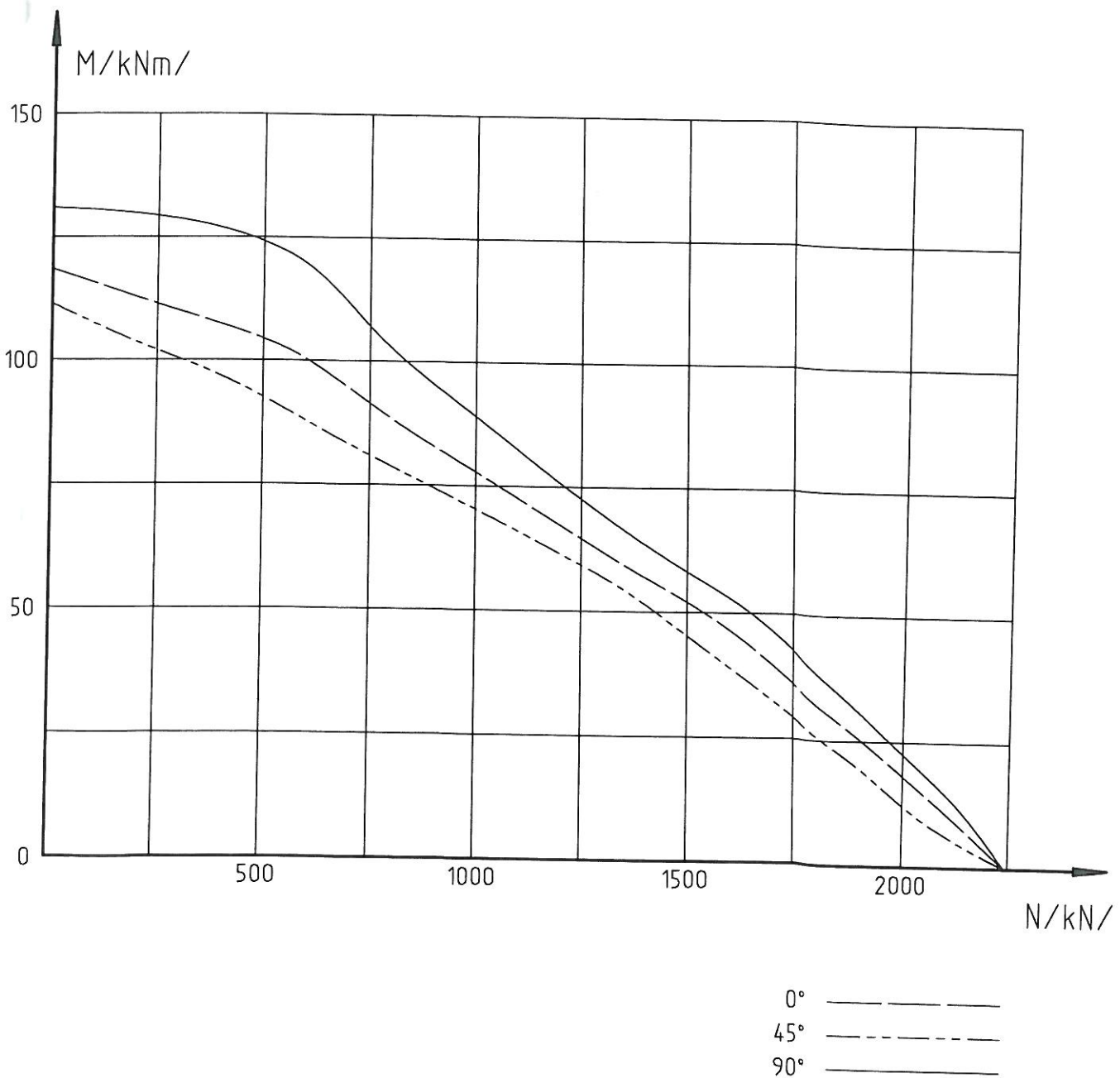
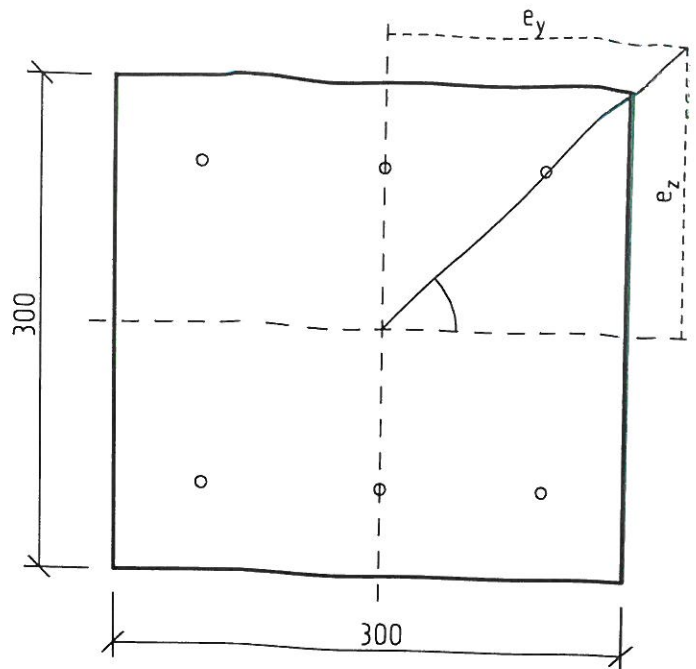
$l = 4,200\text{m}$

$L_y = 4,326\text{m}$

$L_z = 4,662\text{m}$

6 \varnothing R 25

OCEL 10505/R /
($\approx 500\text{MPa}$)



Sloup 300/300

1. HF - L EAJXII

BETON B 45

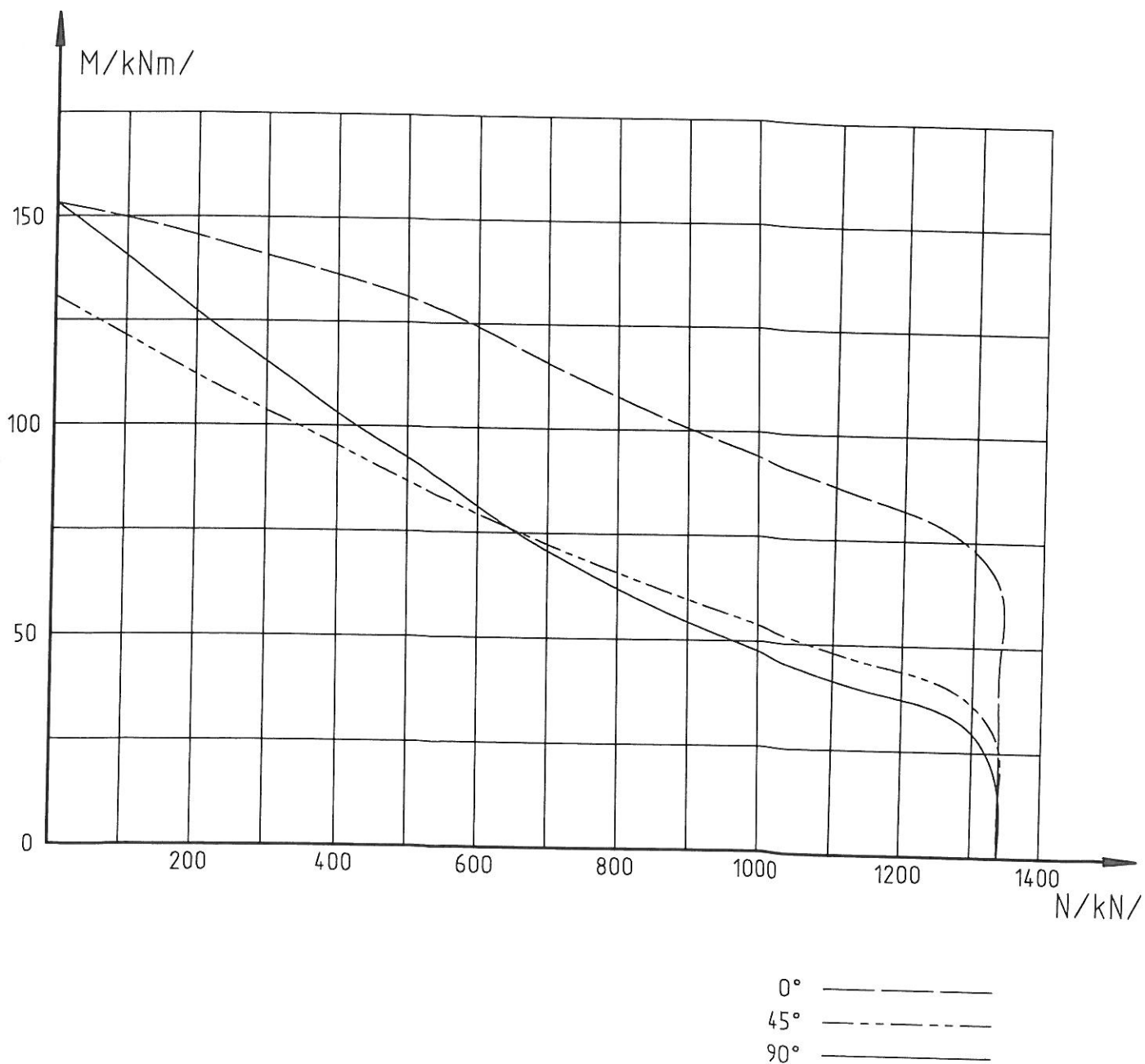
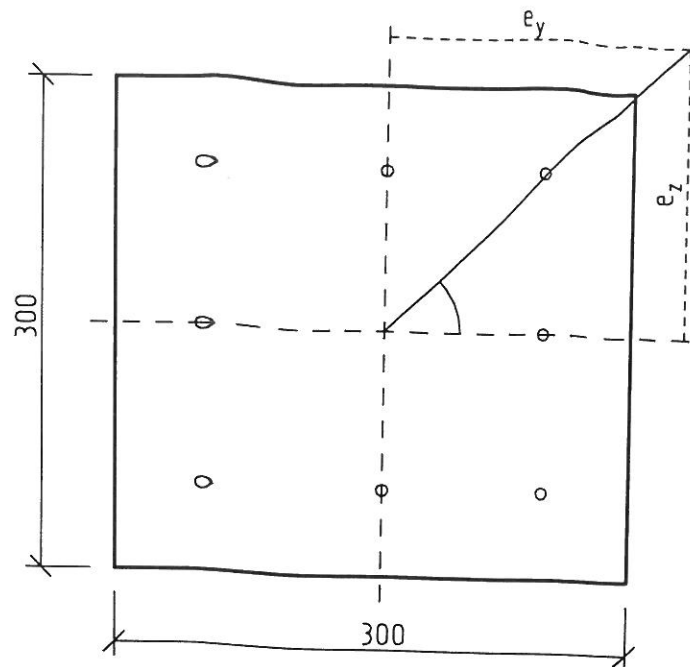
OCEL 10505/R /

$l = 4,200\text{m}$

$L_y = 4,620\text{m}$

$L_z = 7,056\text{m}$

8 \emptyset R 25



Sloup 300/300
2 HP - ST EEPN

BETON B 45

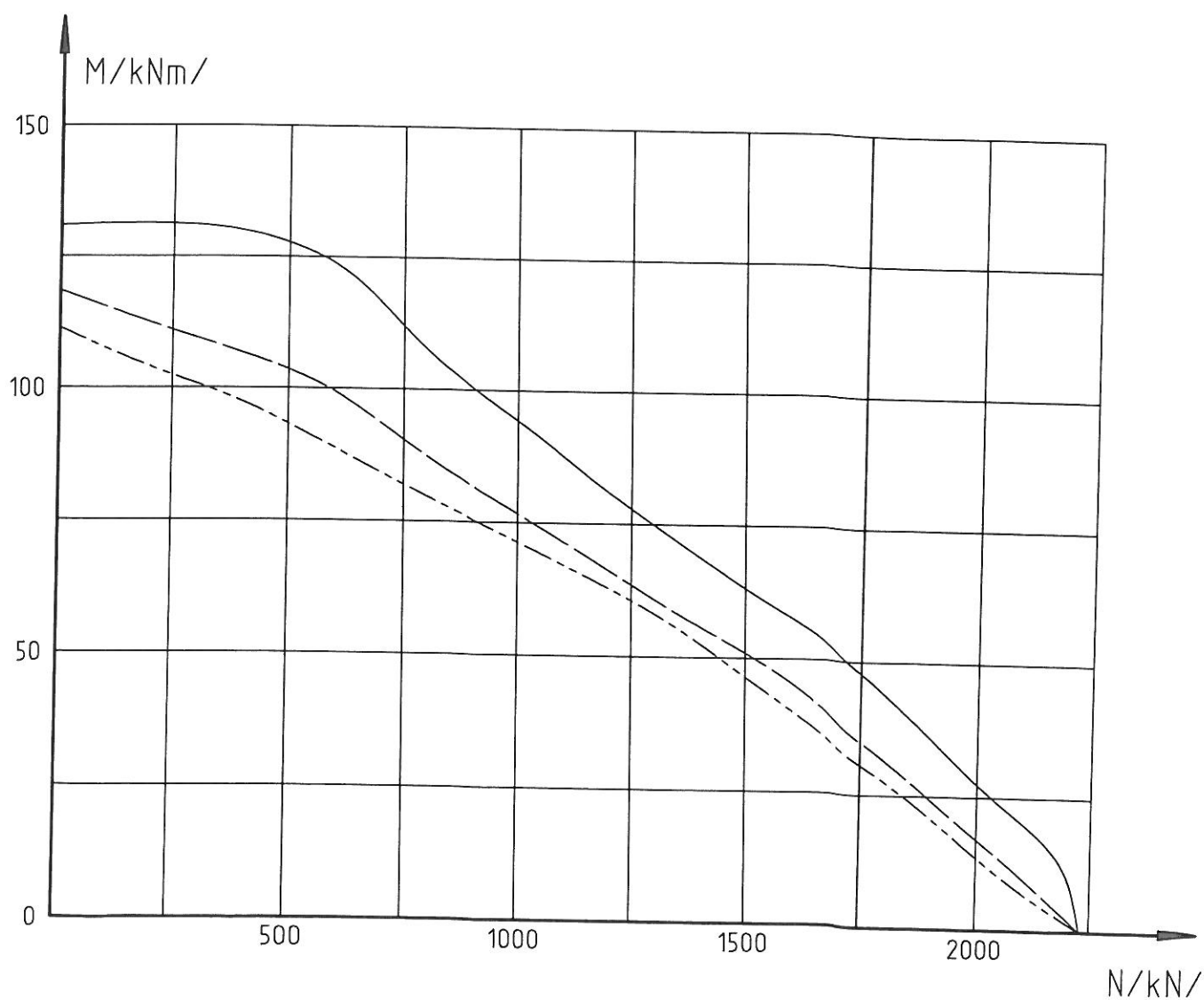
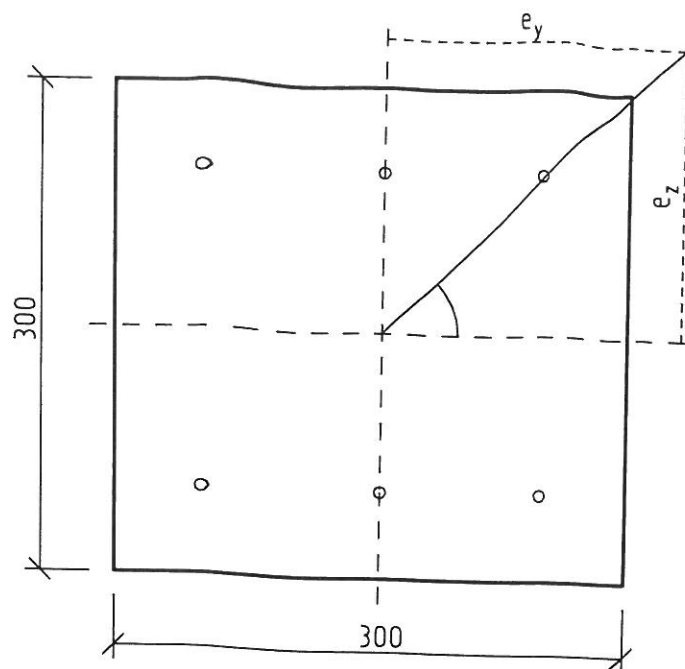
OCEL 10505/R /

$l = 4,000\text{m}$

$L_y = 4,400\text{m}$

$L_z = 4,400\text{m}$

6 \emptyset R 25



0° ———
45° - - -
90° . . .

sloup 300/300

2 NP - KRAVNI

BETON B 45

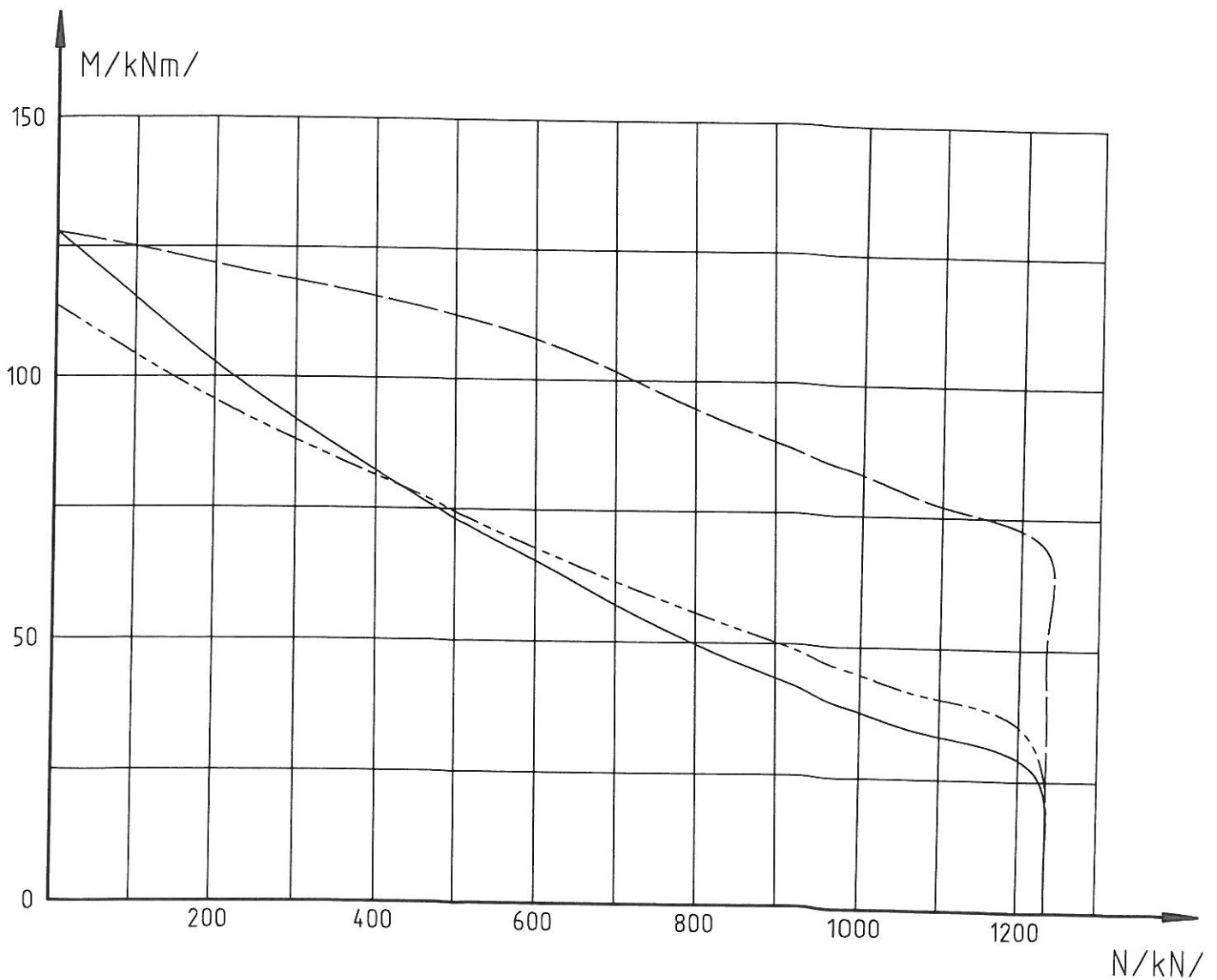
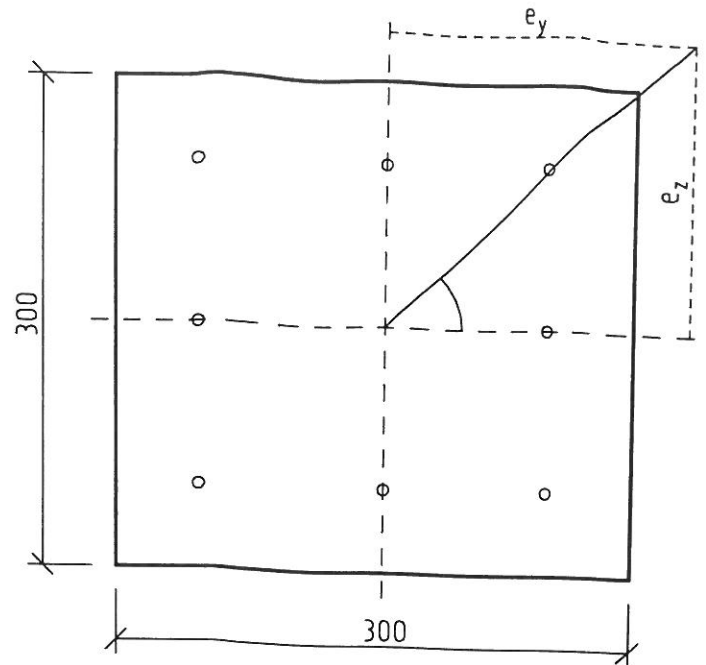
OCEL 10505/R /

$l = 4,000\text{m}$

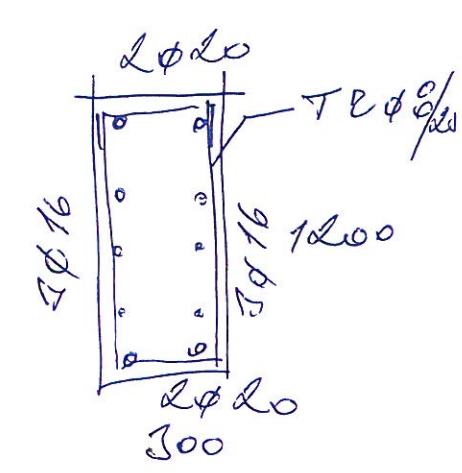
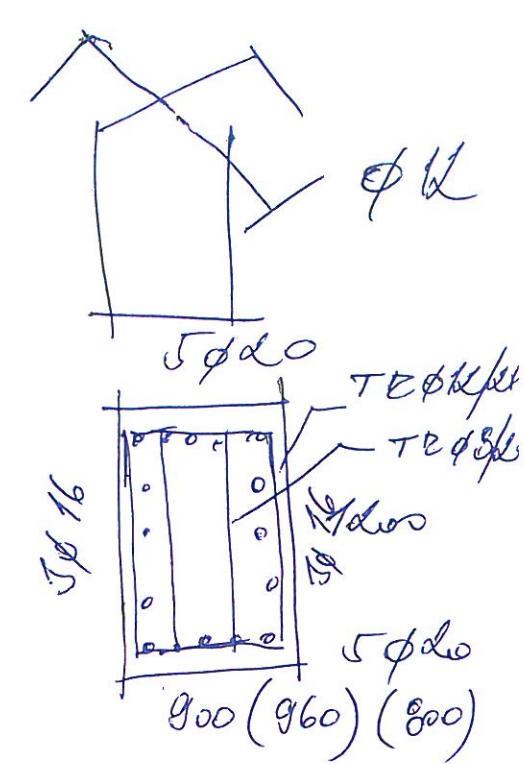
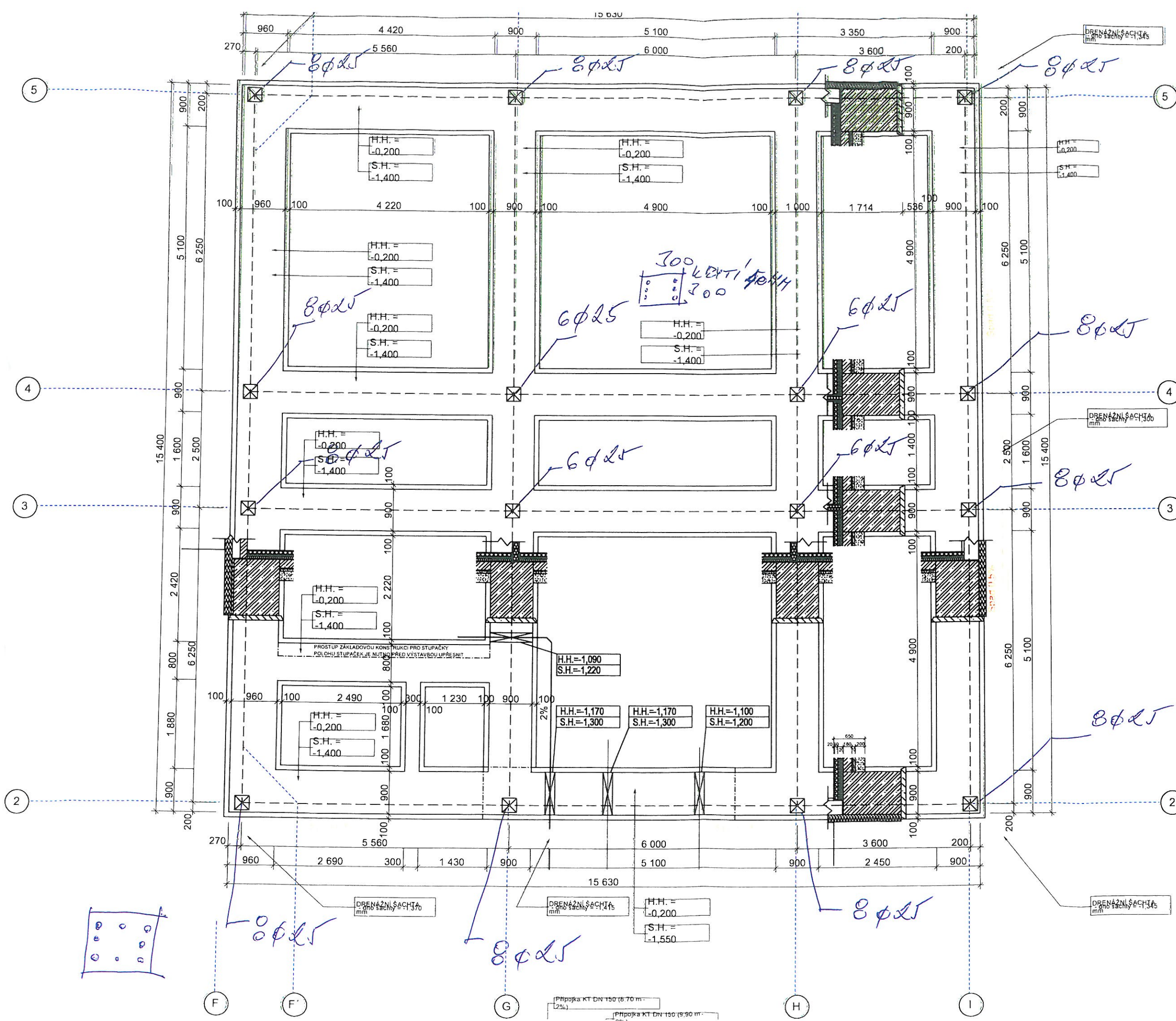
$L_y = 4,400\text{m}$

$L_z = 7,080\text{m}$

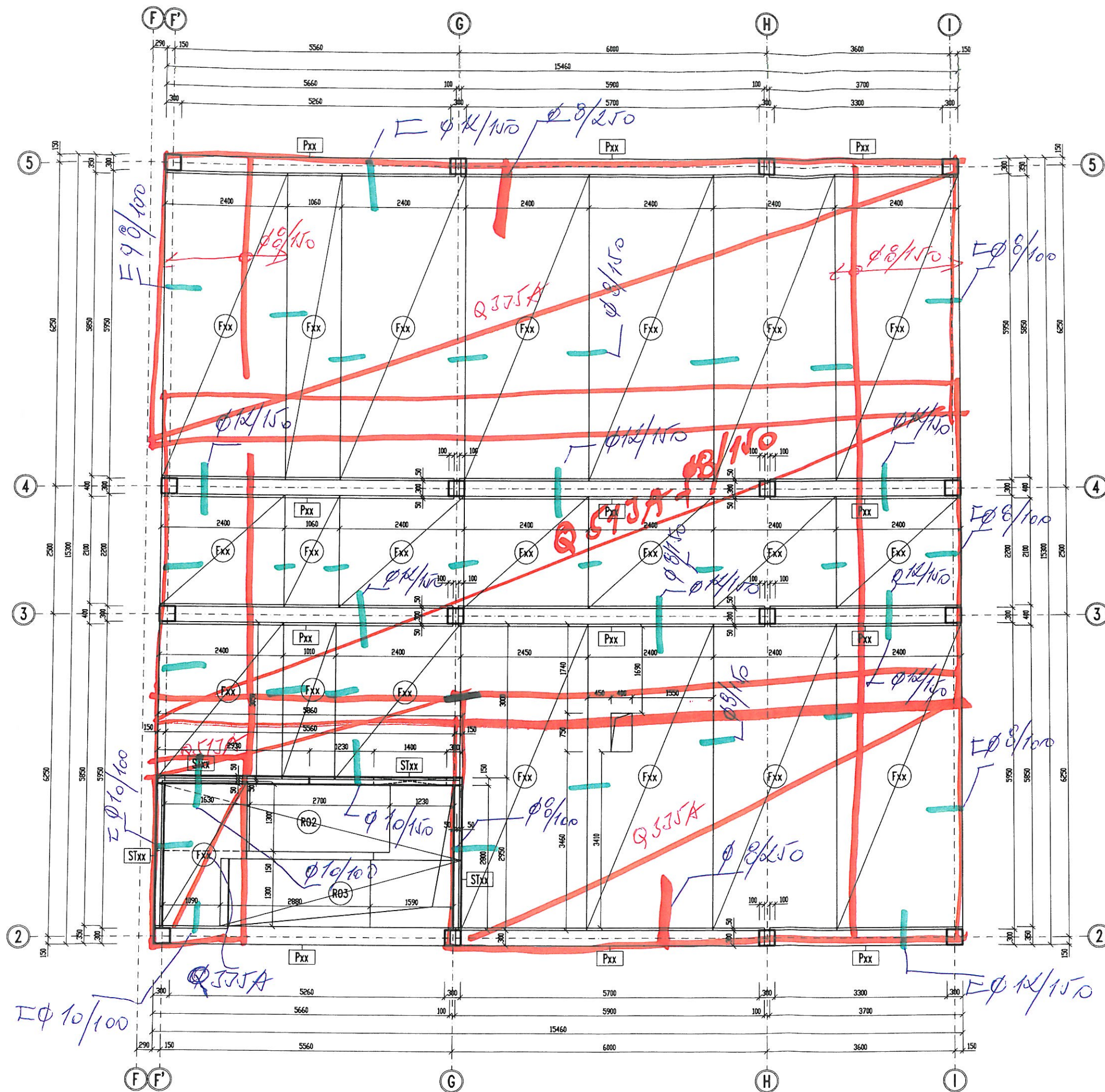
8 \emptyset R 22



0° ———
45° - - -
90° . . .



RETOH
 C30/37 XC4/AX
 OCEL S500J
 KERTE' 50MM



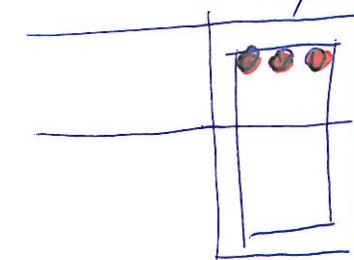
STROJ KRAJ 1.NF

— NA FIVCEXHU

— HOREKI' VYETUZE

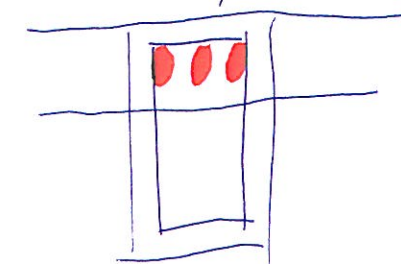
LEANKI' PRUVLAKY

3φ & 2



STEDKI' PRUVLAKY

3φ & 5



HOREKI' VYETUZE PRUVLAKU
PELVATIT K VYETUZE
PLOUPO

