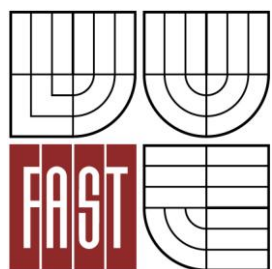




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

MONOLITICKÝ VÍCEPODLAŽNÍ STĚNOVÝ OBJEKT

MONOLITHIC MULTI-STOREY WALL BUILDING

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. JAKUB VYMAZAL

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. ZDENĚK BAŽANT, CSc.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Jakub Vymazal
Název	Monolitický vícepodlažní stěnový objekt
Vedoucí diplomové práce	doc. Ing. Zdeněk Bažant, CSc.
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2014
Datum odevzdání diplomové práce	16. 1. 2015
V Brně dne 31. 3. 2014	

.....
prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Schematické výkresy zadaného objektu (půdorysy, řezy)

EC z oboru betonových a zděných staveb, geotechniky atd.

Zich, M., Bažant, Z.: Plošné betonové konstrukce, nádrže a zásobníky

Zich, M.: Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódů

Majdúch: Zásady vystužovania betónových konštrukcií

Skripta, podklady a opory používané ve výuce na ÚBZK FAST VUT v Brně

Výpočetní programy pro PC

Další potřebná literatura po dohodě s vedoucím diplomové práce

Zásady pro vypracování

Návrh tvaru a dimenzí konstrukce, výpočet stavby jako celku

Výkresy výztuže a tvaru stavby

Výpočet provést vhodným výpočetním programem

Kontrola výpočtu zjednodušenou metodou

Další konstrukce (výpočet, výkresy tvaru a výztuže) dle zadání vedoucího diplomní práce

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x).

Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 1x na CD

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

.....

doc. Ing. Zdeněk Bažant, CSc.

Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Diplomová práce s názvem „Monolitický vícepodlažní objekt“ je zpracována ve formě projektové dokumentace dle platných předpisů. Objekt se nachází v Boskovicích na ulici Hybešova, číslo popisné 35. Jeho půdorysné rozměry jsou 52,8m x 12,5m. Celková výška budovy včetně atiky je 22,3m od úrovně základové spáry. Objekt je doplněn lodžii na jižní straně. Pohyb mezi podlažími zajišťuje 2-ramenné schodiště. Jedná se o železobetonovou konstrukci. Je navržena jako 6-ti podlažní s plochou střechou. Hlavní nosný systém tvoří soustava stěn a oboustranně uložených stropů, které jsou navzájem vetknuty. Stěny jsou řešeny jako pilíře. Budova je uložena na pásových základech. Modulové rozměry konstrukce jsou 8,7m v podélném směru a 5,2m v příčném směru. Výškový modul jsou 3,0m. Práce se zabývá řešením 1.N.P.

Klíčová slova:

Monolitická železobetonová konstrukce, plochá střecha, oboustranně uložená deska, deska uložená na 3 stranách, stěna, pilíř, lodžie, 2-ramenné schodiště

Abstract

Final thesis with title: "Monolithic multi-storey wall building" is processed as a project documentation according to valid assessment. The object is located in the city of Boskovice, 35 Hybešova street. Its ground plan dimensions are 52,8m x 12,5m. Total height of object is 22,3m including roof-wall, measured from the level of base chink. There are enclosed balconies on the south direction. Movement between floors is ensured by 2-flighted stairs. Object is It is made of reinforced concrete. It is designed as 6-floor bulding with a flat roof. The main supporting construction is created by system of walls and reciprocally assigned ceilings, which are sticked together. Walls are designed as pillars. The building is assigned to a belt bases. Module dimensions are 8,7m in longitudinal direction and 5,2m in transversal direction. Height dimension is 3,0m. The thesis is dealing with the 1st upper floor.

Keywords:

Monolithic reinforced concrete bulding, flat roof, reciprocally assigned slab, 3-sided assigned slab, wall, pillar, enclosed balcony, 2-flighted stairs

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Jakub Vymazal *Monolitický vícepodlažní stěnový objekt*. Brno, 2015. 22 s., 67 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a
zděných konstrukcí. Vedoucí práce doc. Ing. Zdeněk Bažant, CSc.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13.1.2015

.....
podpis autora
Bc. Jakub Vymazal

Poděkování

Tímto chci poděkovat vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Zdeňkovi Bažantovi, CSc. za odborné vedení, cenné rady a připomínky při zpracování této diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat přátelům a rodině za jejich podporu.

OBSAH

1. ÚVOD.....	9
1.1 OBECNĚ O BYTOVÝCH DOMECH.....	9
1.2 CÍLE PRÁCE.....	9
2. TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	9
2.1 POUŽITÉ NORMY.....	9
2.2 ZÁKLADNÍ IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE.....	10
2.3 POPIS OBJEKTU.....	10
2.4 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O STAVBĚ.....	11
2.5 ZATÍŽENÍ.....	11
2.5.1 STÁLÁ ZATÍŽENÍ-CHARAKTERISTICKÉ HODNOTY.....	11
2.5.2 UŽITNÉ ZATÍŽENÍ-CHARAKTERISTICKÉ HODNOTY.....	12
2.6 KLIMATICKÉ ZATÍŽENÍ.....	12
2.7 GEOLOGICKÉ PODMÍNKY.....	12
2.8 STATICKÉ ŘEŠENÍ.....	12
2.9 POPIS KONSTRUKCE.....	12
2.9.1 SPODNÍ STAVBA.....	12
2.9.2 ZÁKLADNÍ PRVKY HL. NOSNÉ KONSTRUKCE.....	13
2.10 SKLADBA PODLAH.....	16
2.11 MATERIÁLY.....	17
2.12 SCHÉMA KONSTRUKCE.....	17
3. ZÁVĚR.....	18
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A LITERATURY.....	19
SEZNAM PŘÍLOH.....	20
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	21

1. ÚVOD

1.1 OBECNĚ O BYTOVÝCH DOMECH

První bytové domy se objevily v Nizozemsku po 1. světové válce. V Německu se objevily v roce 1923, první blok bytových domů byl postaven v roce 1939 v Paříži, podobné bloky byly stavěny též ve Švédsku a Finsku.

Stavba bytových domů sloužila jako rychlé a levné bydlení, přesto se nikde v západních zemích nestavěly v tak masovém měřítku, jako ve východním bloku. Západní Evropa od jejich výstavby upustila již v 70. letech, ve Východní Evropě se ale stavěly až do začátku devadesátých let 20. století. S jejich výstavbou se přestalo prakticky ihned po pádu železné opony. Idea takto stavěného domu byla v zásadě dvojí: snížení nákladů a pracnosti stavby, což bylo způsobeno nutností rychle vybudovat velké množství bytů pro rostoucí populaci.

1.2 CÍLE PRÁCE

Cílem práce je navrhnout nosnou železobetonovou konstrukci 6-ti podlažního bytového domu, včetně 2-ramenného schodiště a venkovní lodžie s modulovými rozměry 8,7m a 5,2m. Výškový modul jsou 3m. Dále zpracovat 3D model. Posoudit jednotlivé konstrukční prvky ve výpočetním programu. Ručním výpočtem ověřit vybrané prvky. Zpracovat výkresovou dokumentaci a technickou zprávu.

2. TECHNICKÁ ZPRÁVA

2.1 POUŽITÉ NORMY

- ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí, 2004
- ČSN EN 1991-1 až 4: Zatížení stavebních konstrukcí, 2004 až 2007
- ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí - část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby, 2006
- Ostatní použité normy viz. Seznam použitých zdrojů a literatury str. 19

2.2 ZÁKLADNÍ IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

NÁZEV:	Bytový dům
MÍSTO STAVBY:	Boskovice, Hybešova 35
OKRES:	Blansko
KRAJ:	Jihomoravský
INVESTOR:	Ing. Tomáš Alexa, Stodolní 69, Ostrava
VYPRACOVAL:	Bc. Jakub Vymazal, Hybešova 58, Boskovice 680 01
POVOLACÍ ÚŘAD:	Stavební úřad

2.3 POPIS OBJEKTU

Bytový dům bude sloužit pro zájemce o ubytování v oblasti Boskovicka. Z důvodu navýšení pracovních míst v dané lokalitě došlo k zvýšení poptávky po ubytování a dosavadní kapacita daného města je nevyhovující. V projektu se počítá s 36 byty o ploše jednoho bytu 75 m². Byt je vybaven 3 pokoji. 2 projektovány jako ložnice (12,3m² a 11,9 m²) a jeden jako obývací pokoj (18,5m²). V bytě se nachází dále prostorná kuchyně (15,6m²) s venkovní lodžii. Koupelna a WC jsou odděleny příčkou. V bytě se nachází také šatna (1,5m²) pro odkládání věcí. Byty jsou situovány po 6 oddělených bytových jednotkách na 1 podlaží. Dům má celkově 6 podlaží s konstrukční výškou 3m a světlou průchozí výškou 2,75m. V domě je také suterén, který bude využíván jako skladovací sklepní prostory. Každý byt má 1 kóji.

Dům je ze statického hlediska řešen jako podélný systém stěn se ztužujícími příčnými stěnami. Modulové rozměry jsou 8,7m v podélném a 5,2m v příčném směru. Celkové rozměry objektu jsou 52,8m x 12,5m. Celková výška objektu včetně atiky je 22,3m. Atika má výšku 0,5m. Stěny jsou navzájem provázány výztuží se stropní deskou z důvodu zajištění jejího vetknutí. Tato deska je řešena jako oboustranně uložená a nachází se v ní otvor pro vedení inženýrských sítí o rozměrech 0,4m x 1,1m. Deska je vyztužena pomocí svařovaných sítí z důvodu jejího malého zatížení a také kvůli urychlení postupu výstavby. Její tloušťka je 150mm. Šířka stěn je 300mm a jsou navíc opatřeny tepelnou izolací z pěnového polystyrenu EPS, tloušťky 150mm. Stěny jsou vyztuženy pomocí vázané výztuže. Je to dáno jejich velkou variabilitou co se týče počtu otvorů pro okna a dveře. Jako hlavní nosná výztuž stěn byly použity profily průměru 12mm a jako konstrukční výztuž pro třmínky a spony výztuž průměru 6mm.

Objekt je založen na základových pasech šířky 940mm a výšky 700mm, které se nacházejí pod hlavními nosnými stěnami.

2.4 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O STAVBĚ

ZASTAVĚNÁ PLOCHA OBJEKTU:	660 m ²
OBESTAVĚNÝ PROSTOR:	14 718m ³
DÉLKA BUDOVI:	52,8 m
ŠÍŘKA BUDOVI:	12,5 m
PODÉLNÝ MODUL:	8,7 m
PŘÍČNÝ MODUL:	5,2 m
VÝŠKOVÝ MODUL:	3 m
POČET PODLAŽÍ:	6
KONSTRUKČNÍ VÝŠKA V 1.N.P:	3,00 m
SVĚTLÁ VÝŠKA V 1.N.P:	2,75 m

2.5 ZATÍŽENÍ

2.5.1 STÁLÁ ZATÍŽENÍ – CHARAKTERISTICKÉ HODNOTY

VLASTNÍ TÍHA KONSTRUKCE:	Určení vlastní tíhy bylo nastavené jako automatické v programu SCIA Engineer 2012
STŘEŠNÍ PLÁŠŤ:	
PODLAHA S1:	4,15 kN/m ² 1,43 kN/m ²
PODLAHA S2:	1,43 kN/m ²
PODLAHA S3:	0,40 kN/m ²
PODLAHA S4:	0,27 kN/m ²
PŘÍČKY:	3,16 kN/m ²

2.5.2 UŽITNÁ ZATÍŽENÍ – CHARAKTERISTICKÉ HODNOTY

STROPNÍ KONSTRUKCE:	2 kN/m ²
SCHODIŠTĚ:	3 kN/m ²
LODŽIE:	3 kN/m ²

2.6 KLIMATICKÉ ZATÍŽENÍ-- CHARAKTERISTICKÉ HODNOTY

ZATÍŽENÍ SNĚHEM:	sněhová oblast III $q_k=1,2$ kN/m ²
ZATÍŽENÍ VĚTREM:	větrná oblast II $q_k=1,8$ kN/m ²

2.7 GEOLOGICKÉ PODMÍNKY

-dle zadání

$R_d= 200$ kPa (dle zadání)

$\gamma_s= 20$ kN/ m³

$\varphi_d= 30^\circ$

2.8 STATICKÉ ŘEŠENÍ

Jednotlivé moduly konstrukce jsou tvořeny osami a to tak, že v příčném směru osami A, B, C, D,E, F,G a v podélném směru osami 1, 2, 3. Konstrukce stěn je řešena jako piliřová, kdy jsou posouzena místa s nejvíce namáhanými pilíři. Detailní popis viz. Odst. 2.9.2 Základní prvky hlavní nosné konstrukce.

2.9 POPIS KONSTRUKCE

2.9.1 SPODNÍ STAVBA

Založení celého objektu je provedeno na železobetonových pásech o rozměrech 0,94m x 0,7m, které probíhají pod hlavními nosnými stěnami. Jejich provedení je navrženo bez podkladního betonu. Základové pásy jsou ke stěnám kotveny pomocí přesahu výztuží, jejíž délka nad lícem pásu je 1500mm.

Zateplení spodní stavby je řešeno z vnější strany extrudovaným polystyrenem XPS tloušťky 80mm a v úrovni stropu suterénu expanzním polystyrenem EPS tloušťky 150mm.

Hydroizolace řešena zaizolováním základové desky pomocí Izol glastek 40 special mineral proti zemní vlhkosti a drenážní trubkou Raudren G průměru 100mm, která je vedena 1,2m od líce vnějšího zdiva v úrovni základové spáry.

2.9.2 ZÁKLADNÍ PRVKY HLAVNÍ NOSNÉ KONSTRUKCE

STĚNY S1-S8

V podélném směru se nachází 3 stěny. Stěna S1, S2 a S3. Jejich osová vzdálenost je 5,2m. Ve stěně S1 se nachází 2 typy otvorů. 2 Typy otvorů pro dveře, jeden o velikosti 0,95m x 2,1m, pro dveře šířky 800mm. Druhý délky 0,75m x 2,1m pro dveře šířky 600mm. Ve stěně S2 se nachází otvory pro okno (2,4m x 1,5m, parapet 0,9mm) a otvor pro dveře s oknem na balkon (0,8m x 2,4m u dveřní části a 1,6m x 1,5m, parapet 0,9mm u okenní části). Ve stěně S3 se nachází otvory pro 2 typy oken. Prvním typem je otvor 2,2m x 1,5m, parapet 0,9m a druhým je okno ve schodišťové šachtě o rozměrech 1,5m x 1,5m, parapet 0,9m.

V příčném směru se nachází stěny S4-S8, jejichž osová vzdálenost je 8,7m. Ve stěně S4 se nachází otvory pro okna rozměrů 2,4m x 1,5m, parapet výšky 0,9m a 2,2m x 1,5m, parapet výšky 0,9m. Ve stěně S5 se nachází dveřní otvor rozměrů 0,95m x 2,1m. Stěny S6, S7 a S8 jsou bez otvorů a jsou vyztuženy dle konstrukčních zásad.

Zateplení stěn je řešeno vnějším pláštěm po celém obvodu konstrukce. Zateplení je řešeno pomocí expanzního polystyrenu EPS tloušťky 150mm nad úroveň terénu a extrudovaným polystyrenem XPS tloušťky 80mm pod úroveň terénu.

DESKA D1

Deska je řešena jako oboustranně vetknutá. Vetknutí desky je zajištěno výztuží vytaženou ze stěn, na kterých je deska uložena. Tloušťka desky je 150mm. Nachází se v ní otvor pro vedení inženýrských sítí o rozměrech 1,1m x 0,4m. Tato deska je zatížena tíhou příček, podlah a účinkem nahodilého zatížení. Deska je vyztužena pomocí svařovaných sítí.

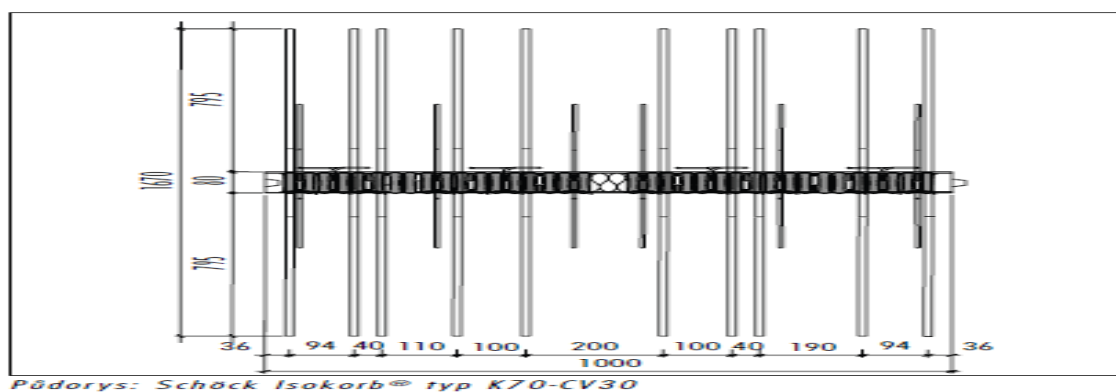
Rozměry sítí:

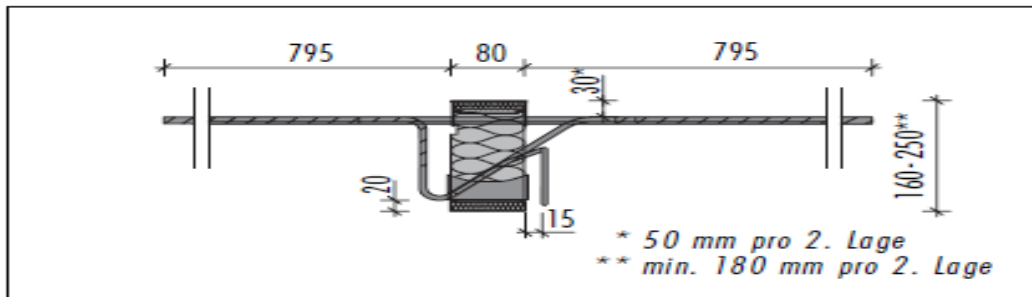
Typové označení	KY50	KY49	KY86
Rozteč př. drátů [mm]	150	100	100
Rozteč pod. drátů [mm]	150	100	100
Délka [mm]	3	3	6
Šířka [mm]	2	3	2,4
∅ pod. drátů [mm]	8	8	8
∅ př. drátů [mm]	8	8	8
Min. přesah pod. drátů [mm]	75	50	75
Min. přesah př. drátů [mm]	25	50	75
Hmotnost [kg/m ²]	5,4	7,9	7,9
Hmotnost [kg/ks]	32,39	47,4	113,76
Počet [ks]	109	51	12
Celková hmotnost [kg]	7 313		

DESKA D2

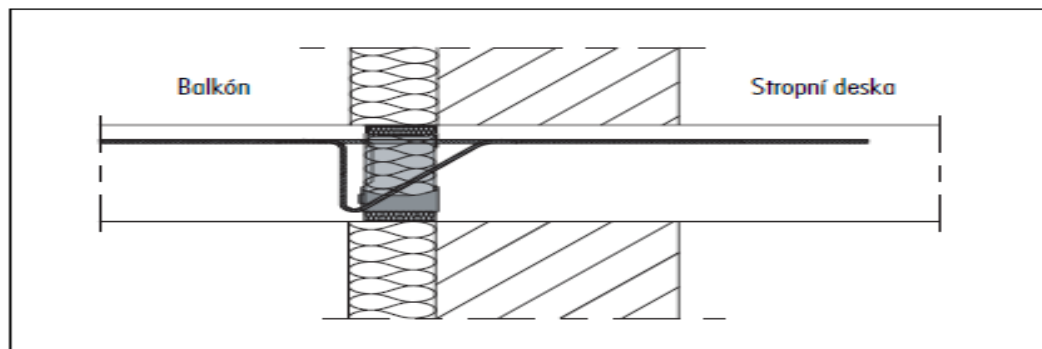
Je řešena jako vetknutá po 3 svých stranách. Vetknutí je zajištěno výztuží vytaženou ze stěn, na kterých je deska uložena. Jedná se o venkovní desku, tvořící lodžii. Její tloušťka je 160mm.

Zateplení desky je řešeno pomocí přerušení tepelného toku pomocí prvku Isokorb na styku se stěnou. Rozměry prvku Isokorb 70M-CV30-VV:





Schöck Isokorb® typ K60 - K100

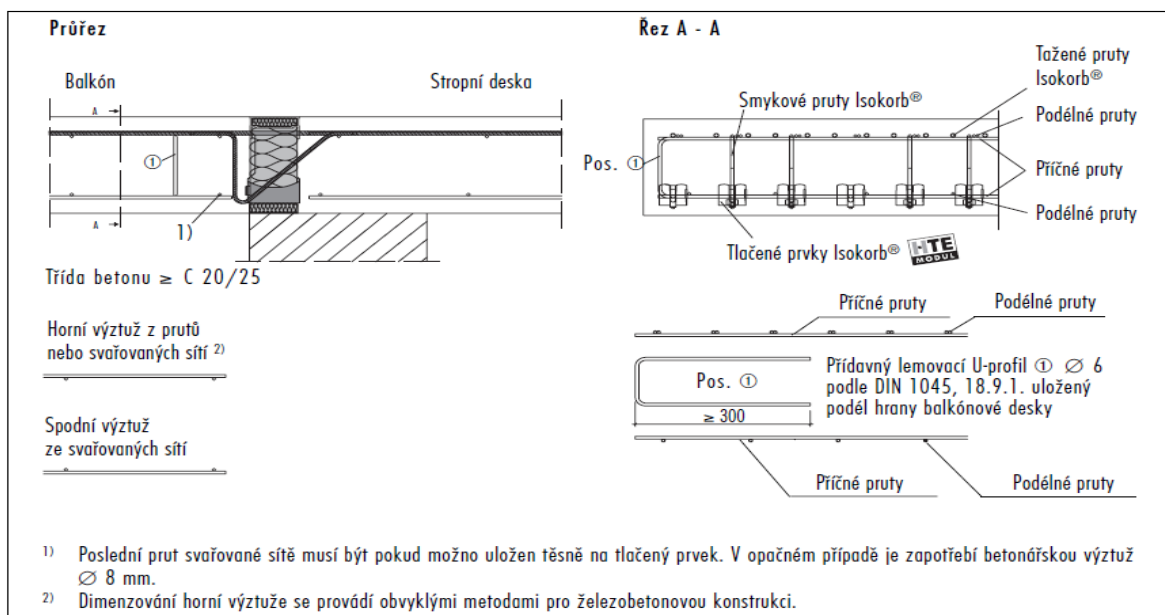


Obr. 6: Zdivo s vnější izolací se stejnou výškovou úrovní balkónu a stropu

VÝPIS VÝZTUŽÍ:

Schöck Isokorb® typ	K50-CV30	K60-CV30	K70-CV30	K80-CV30*
Délka prvku (m)	1,00	1,00	1,00	1,00
Tažená výztuž	16 Ø 8	9 Ø 12	10 Ø 12	11 Ø 12
Smyková výztuž	6 Ø 6	6 Ø 6	6 Ø 6	6 Ø 8
Tlačené prvky	10	15	16	17
Přídavné třmínky	-	4	4	4

ZPŮSOB DOVYZTUŽENÍ BETONÁŘSKOU VÝZTUŽÍ:



SCHODIŠTĚ L1

Je řešeno jako dvojrámenné přímočaré s mezilehlou podestou. Podesty jsou prostě uložené na stěnách.

2.10 SKLADBA PODLAH

P1: DEKFLOOR 33 (PŘEDSÍŇ, KOUPELNA, ZÁCHOD)

- DLAŽBA RAKO TL. 10mm
 - LEPÍCÍ TMEL TL. 6mm
 - PENETRACE
 - ROZNÁŠECÍ BET. MAZANINA TL 50mm
 - DEKSEPAR TL. 0,2mm
 - RIGIFLOOR TL. 30mm
 - ŽB. DESKA TL. 150mm
- ### P2: DEKFLOOR 37 (OBÝVACÍ MÍSTNOSTI)
- EGGER FLOOR LINE TL. 10mm
 - TLUMÍCÍ PODLOŽKA TL. 5mm
 - DEKSEPAR TL. 0,2mm
 - RIGIFLOOR 4000 TL. 30mm
 - ŽB DESKA TL. 150mm

P3: DEKROOF 01 (STŘEŠNÍ PLÁŠŤ)

- DEKPLAN 76 TL. 1,5mm
- FILTEK 300
- EPS 100 S TL. 80mm
- SPÁDOVÉ KLÍNY EPS 100 S TL. 80mm
- GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL TL. 4mm
- DEKPRIMER
- ŽB. DESKA TL. 150 MM

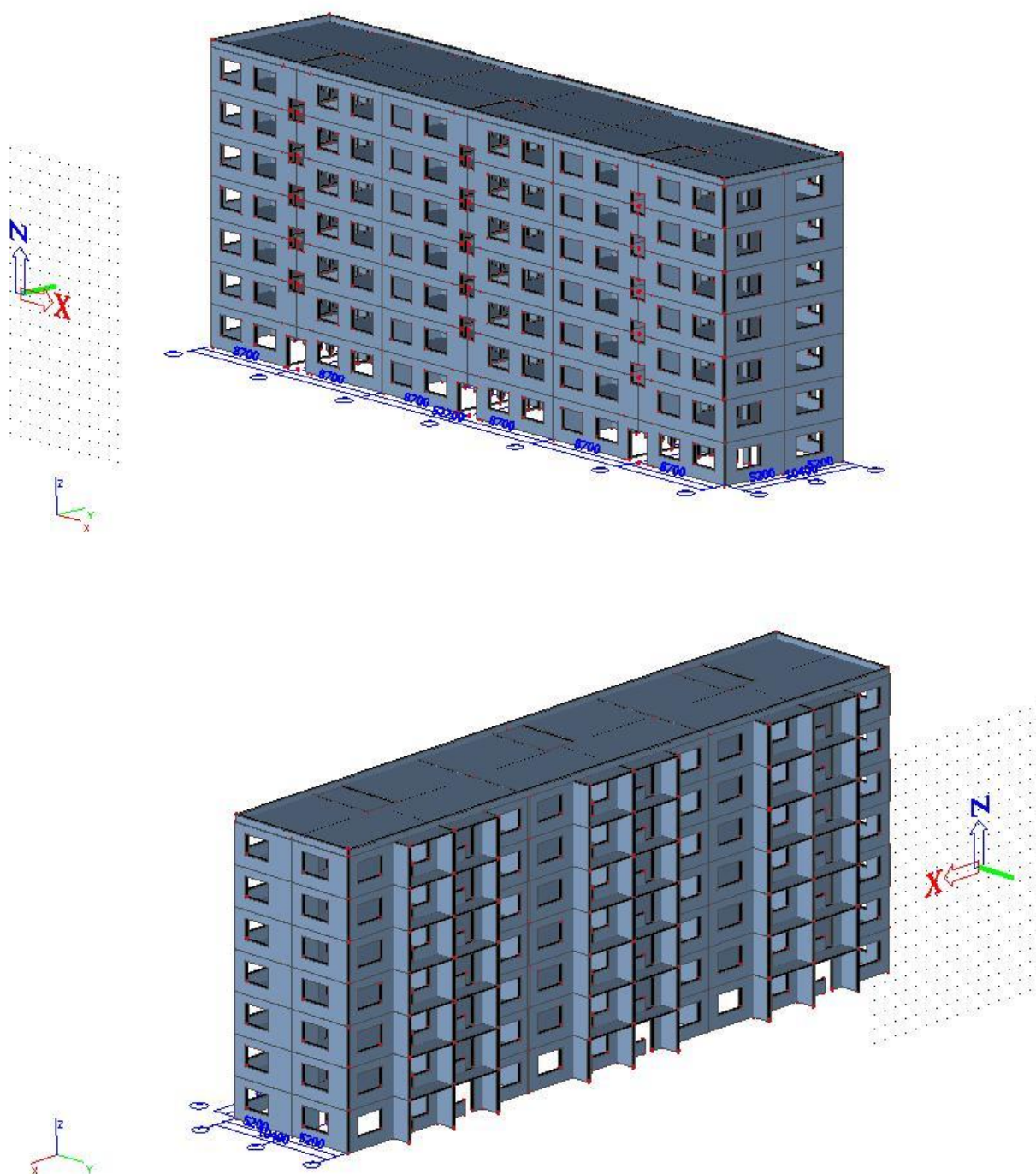
P4: DEKFLOOR 30 (LODŽIE, SCHODIŠTĚ)

- DLAŽBA RAKO TL. 10mm
- LEPÍCÍ TMEL TL. 6mm
- PENETRACE
- ŽB. DESKA TL. 150m

2.11 MATERIÁL

Konstrukce je zhotovena z betonu pevnostní třídy C30/37 a pro vyztužení byla použita ocel B550. Pro zateplení použity polystyreny EPS a XPS a Isokorb.

2.12 SCHÉMA KONSTRUKCE



ZÁVĚR

Cílem mé práce bylo navrhnout základní nosný systém pro bytový dům dle zadaných parametrů.

Za tímto účelem jsem si sestrojil model konstrukce ve výpočetním programu SCIA ENGINEER 2014 z kterého jsem získal potřebné dimenzační vnitřní síly. Tyto síly jsem dále ve statickém výpočtu posoudil dle norem a zpracoval k nim výkresovou dokumentaci.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A LITERATURY

Normy

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí, Český normalizační institut, březen 2004.
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, Český normalizační institut, duben 2004.
- [3] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem, Český normalizační institut, červenec 2005.
- [4] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem, Český normalizační institut, červenec 2005.
- [5] ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, Český normalizační institut, prosinec 2006.
- [6] ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, Český normalizační institut, prosinec 2006.

5.2. Ostatní literatura

- [7] ZICH, M.; NEČAS, R.; KOLÁČEK, J.; STRNAD, J., Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódů, spec. publikace, ISBN 978-80-86897-38-7, Verlag Dashofer, nakladatelství, Praha, září 2010
- [8] TERZIJSKI, I.; ŠTĚPÁNEK, P.; ČÍRTEK, L.; PANÁČEK, J.; ZMEK, B., Betonové prvky. Studijní opora pro programy s kombinovanou formou studia., VUT Brno, Brno, 2005
- [9] MAJDÚCH, D., Zásady vystužovania betónových konštrukcií, Alfa / Edícia stavebnickej literatury, Bratislava, 1984

Internetové zdroje

- [10] ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA. GeoINFO. Geology [vid. 2013-04-05] Data. Dostupné z: <http://mapy.geology.cz/website/geoinfo/>

Použitý software

- [11] MICROSOFT WORD, Microsoft Corporation
- [12] MICROSOFT EXCEL, Microsoft Corporation
- [13] AUTODESK AutoCAD 2011, AUTODESK, Inc.
- [14] Scia Engineer 2012, Scia group nv
- [15] Schock Isokorb 2014

SEZNAM PŘÍLOH

STATICKÝ VÝPOČET:

1. SCHEMA KONSTRUKCE
2. DESKA D1- SCHEMA, ZAT. STAVY, VNITŘNÍ SÍLY, KOMBINACE
3. DESKA D1- REDUKCE MOMENTU NAD PODPORAMI
4. DESKA D2- SCHEMA, ZAT. STAVY, VNITŘNÍ SÍLY, KOMBINACE
5. DESKA D2- REDUKCE MOMENTU NAD PODPORAMI
6. STĚNA S1- SCHEMA, ZAT. STAVY, VNITŘNÍ SÍLY, KOMBINACE
7. STĚNA S1- REAKCE OD DESKY D1
8. STĚNA S1- OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI POMOCÍ INTERAKČNÍCH DIAGRAMŮ
9. STĚNA S2- SCHEMA, ZAT. STAVY, VNITŘNÍ SÍLY, KOMBINACE
10. STĚNA S2- REAKCE OD DESKY D1
11. STĚNA S2- OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI POMOCÍ INTERAKČNÍCH DIAGRAMŮ
12. DESKA D2- VÝPOČET ÚNOSNOSTI ISOKORBU

VÝKRESY:

1. VÝKRES TVARU
2. SCHEMA KONSTRUKCE
3. PŮDORYS 1. N. P.
4. SVISLÝ ŘEZ A-A'
5. DESKA D1
6. DESKA D2
7. STĚNA S1
8. STĚNA S2
9. STĚNA S3
10. STĚNA S4
11. STĚNA S5
12. STĚNA S6
13. STĚNA S7
14. STĚNA S8
15. SCHODIŠTĚ L1

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

f_{ck} - charakteristická pevnost betonu v tlaku

f_{cd} – návrhová pevnost betonu v tlaku

f_{ctm} – charakteristická pevnost betonu v tahu

E_{cm} – modul pružnosti betonu

E_s – modul pružnosti oceli

f_{yk} – charakteristická pevnost oceli v tahu

f_{yd} – návrhová pevnost oceli v tahu

g_k – stálé zatížení charakteristické

g_d – stálé zatížení návrhové

q_k – užité zatížení charakteristické

q_d – užité zatížení návrhové

M_{ed} – návrhový ohybový moment

V_{ed} – návrhová posouvající síla

d_s – průměr prutu

d_{ss} - průměr třmínku

c_{min} – minimální hodnota krycí vrstvy

c_{nom} – nominální hodnoty krycí vrstvy

$d_{1,2}$ – vzdálenost líce od osy prutu

s_n – vzdálenost mezer mezi výztuží

A_{cc} – tlačaná plocha betonu

$A_{s,req}$ – požadovaná plocha výztuže

A_s – navržená plocha výztuže

h – výška průřezu

λ – součinitel

x – vzdálenost tlačené části od líce

a_{cc} – vzdálenost těžiště od líce

z_c – rameno vnitřních sil

M_{rd} – odpor průřezu v ohybu

ε_s - přetvoření výztuže

$A_{s,min}$ – minimální plocha výztuže

$A_{s,max}$ – maximální plocha výztuže

k – součinitel výšky

b_w – nejmenší šířka průřezu v tažené oblasti

ρ_l – stupeň vyztužení

A_{sw} – průřezová plocha smykové výztuže
 θ – úhel tlakových diagonál
 s – vzdálenost třmínek
 $l_{b,d}$ – základní kotevní délka
 $l_{b,min}$ – minimální kotevní délka
 σ_{sd} – tahové napětí v ocelových prutech
 $v_{m,(z)}$ – charakteristická střední rychlost větru
 $q_{p,(z)}$ – maximální charakteristický tlak větru
 w_1 – tlak větru na povrchy objektů
 F_w – síla vyvozená větrem
 S_k – zatížení sněhem
 I_y – moment setrvačnosti vzhledem k ose y
 I_z – moment setrvačnosti vzhledem k ose z
 A_c – plocha průřezu
 h – výška průřezu
 b – šířka průřezu
 $A_{s1,2}$ – plochy výztuží
 N_{rd} – únosnost průřezu v tlaku
 λ – součinitel vzpěrnosti
 φ_d – úhel vnitřního tření

1, ROZMĚRY

podélný modul: $l = 8,7\text{m}$

příčný modul: $b = 5,2\text{m}$

výškový modul: $h = 3,0\text{m}$

- detailní rozměry viz. př. č. ①

2, ZATÍŽENÍ

2.1 STÁLÉ

VLASTNÍ TÍHA - ŘEŠENO POMOCÍ SCIA ENGINEER 2014

OSTATNÍ STÁLÉ - ROZEPSÁNO V DESCE D1-PODLAHY

2.2 PROMĚNNÉ

STROPNÍ KSCĚ $q_{k1} = 2,2\text{N/m}^2$

SCHODIŠTĚ $q_{k2} = 3,9\text{N/m}^2$

BALKONY $q_{k3} = 3,9\text{N/m}^2$

2.3 KLIMATICKÉ

• SNĚHEM

$$C_e = 1,0$$

$$C_{d1} = 1,0$$

OBLAST III

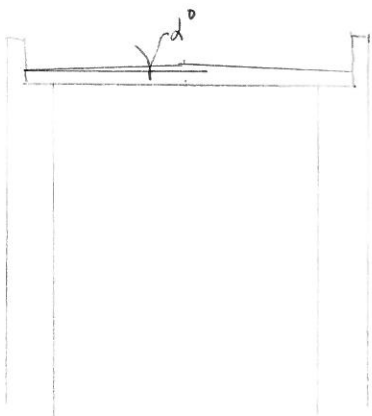
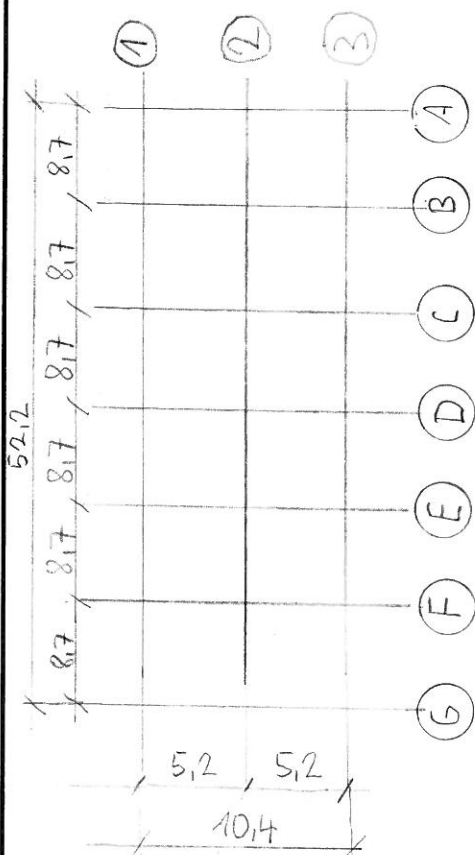
$$s_{k0} = 1,5\text{N/m}^2$$

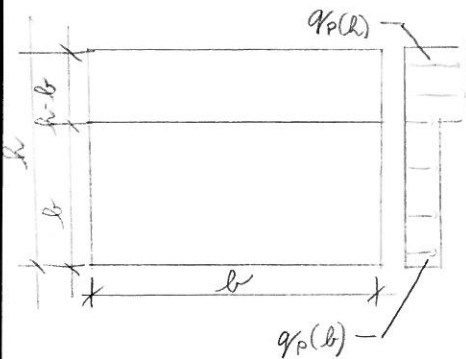
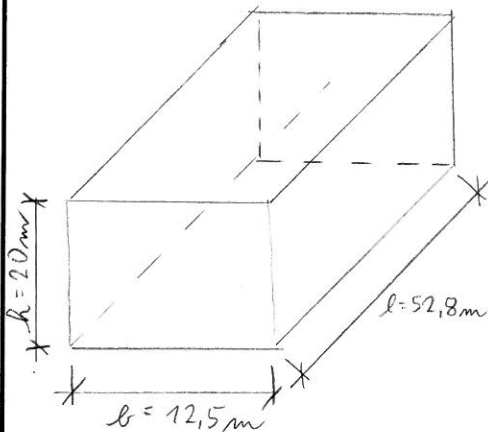
$$\mu = 3\%$$

$$\mu = 1,72^\circ$$

$$c_{w1} = 0,8$$

$$c_{w2} = 0,8 + \frac{0,8 \cdot \mu}{30} = 0,8 + \frac{0,8 \cdot 1,72}{30} = 0,846$$





$$\mu = \min \{ 0,18; 0,1846 \} = 0,18$$

$$\Delta_k = \Delta_{k0} \cdot C_e \cdot C_{s1} \cdot \mu = 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,18 = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

• VĚTREM

$$b = 12,5 \text{ m}$$

$$l = 52,8 \text{ m (nad úrovní povrchu)}$$

$$h = 20 \text{ m}$$

OBLAST II

$$v_{b0} = 25 \text{ m/s}$$

sáhl. rychlost větru:

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{SEASON} \cdot v_{b0} = 1 \cdot 1 \cdot 25 = 25 \text{ m/s}$$

$$C_{dir} = 1,0$$

$$C_{SEASON} = 1,0$$

$$h - b = 20 - 12,5 = 7,5 \text{ m}$$

parametry terénu:

$$r_0 = 0,05 \text{ m}$$

$$r_{min} = 2 \text{ m}$$

$$v_{m}(b) = C_r(r) \cdot C_o(r) \cdot v_b = 1,049 \cdot 1,0 \cdot 25 = 26,23 \text{ m/s}$$

$$C_{R}(b) = C_r(b) = k_r \cdot \ln\left(\frac{r}{r_0}\right) = 0,19 \cdot \ln\left(\frac{12,5}{0,05}\right) = 1,049$$

$$C_{R}(h) = 0,19 \cdot \ln\left(\frac{20}{0,05}\right) = 1,138$$

$$k_r = 0,19 \left(\frac{r_0}{r_{0,II}}\right)^{0,07} = 0,19 \left(\frac{0,05}{0,05}\right)^{0,07} = 0,19$$

$$C_{o2} = 1,0$$

$$I_r(b) = \frac{1}{1 \cdot \ln\left(\frac{12,5}{0,05}\right)} = 0,181$$

$$I_r(h) = \frac{k_e}{C_{o2} \cdot \ln\left(\frac{r}{r_0}\right)} = \frac{1}{1 \cdot \ln\left(\frac{20}{0,05}\right)} = 0,167$$

$$k_e = 1,0$$

max. dyn. tlak:

$$q_p(z) = q_p(h) = [1 + 7 I_w(z)] \cdot \frac{1}{2} \rho \cdot v_m^2(z)$$

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

$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot 0,181] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 26,23^2 = 0,982 \text{ kN/m}^2$$

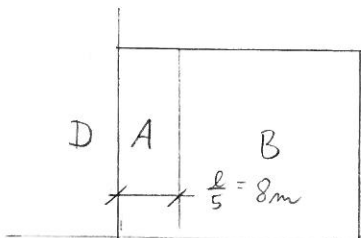
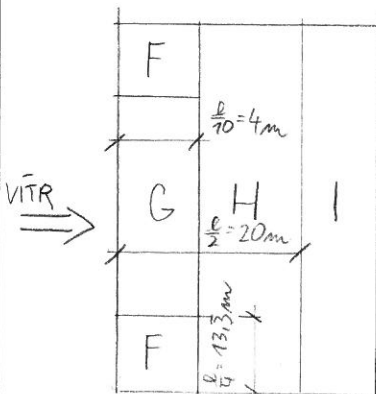
$$q_p(h) = [1 + 7 \cdot 0,167] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 28,45^2 = 1,10 \text{ kN/m}^2$$

součinitele tlaku

STĚNY

	A	B	C	D	E
$C_{pe,10}$	-1,2	-1,3	-0,5	+0,8	-0,5
$q_p(z)$	-1,18	-1,27	-0,49	+0,78	-0,49
$q_p(h)$	-1,32	-1,43	-0,55	+0,88	-0,55

$$\frac{h}{b} = \frac{20}{12,5} = 1,6$$



STŘECHA

	F	G	H	I
$C_{pe,10}$	-1,6	-1,1	-0,7	-0,2
$q_p(z)$	-1,76	-1,21	-0,77	-0,22

$$\frac{h_p}{h} = \frac{0,5}{20} = 0,025$$

$$l = \min \{ l_b; 2(h_p + h) \} = \{ 52,8; 40 \} = 40 \text{ m}$$

3, DESKA D1

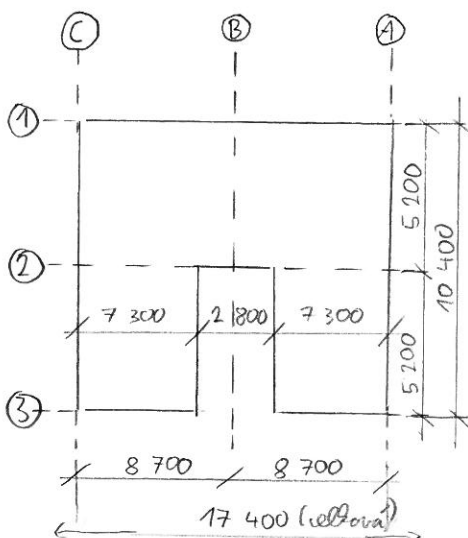
3.1 GEOMETRIE

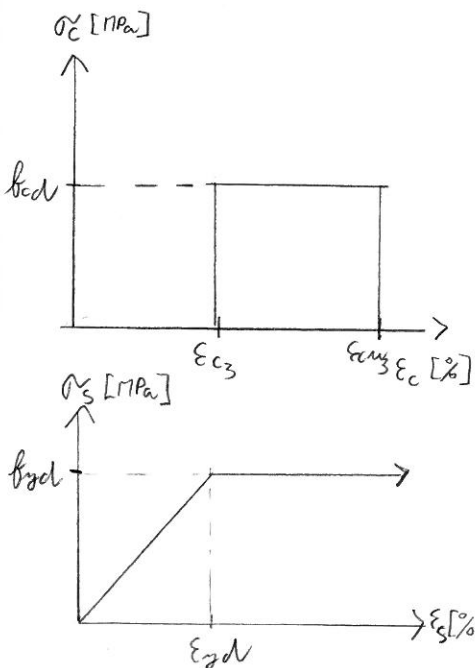
$$h = 150 \text{ mm}$$

$$l = 8,7 \text{ m}$$

$$b = 5,2 \text{ m}$$

- podrobné schéma viz. př. č. ②





3.2 MATERIÁLY

- BETON C 30/37

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

$$E_{c3} = 0,175\%$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$$

$$E_{cm3} = 0,35\%$$

$$f_{ct,m} = 2,9 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 32 \text{ GPa}$$

- OCEL B 550

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

$$f_{td} = \frac{f_{tk}}{\gamma_s} = \frac{550}{1,15} = 478,26 \text{ MPa}$$

$$f_{yk} = 550 \text{ MPa}$$

$$f_{ct,m} = 2,9 \text{ MPa}$$

3.3 ZATÍŽENÍ

- VLASTNÍ TÍHA

- generována programem SCIA ENGINEER 2014

- OSTATNÍ STĚLE - PODLAHY

DEK FLOOR 33 - dlažba rábo tl. 10 mm

- lepičí smel tl. 6 mm

- penetrace

- roznášecí bed. mazanina tl. 50 mm

- dekspar tl. 0,2 mm

- rigidfloor 4 000 tl. 30 mm

$$g_k (\text{dle dodavatele}) = 1,43 \text{ kN/m}^2$$

$$g_D = g_k \cdot \gamma_G = 1,43 \cdot 1,35 = 1,93 \text{ kN/m}^2$$

DEK FLOOR 37 -egger floor line tl. 10 mm

- Alumičí podložka tl. 5 mm

- deprese 1l. 0,2 mm
- rovnáicí bet. masanina 1l. 50 mm
- deprese 1l. 0,2 mm
- rigidfloor 4 000 1l. 30 mm

$$g_k (\text{dle dodavatele}) = 1,43 \text{ kN/m}^2$$

$$g_D = g_k \cdot g_G = 1,43 \cdot 1,35 = 1,93 \text{ kN/m}^2$$

• OSTATNÍ STĚLĚ - PŘÍČKY

- příčky navazovány jako spojitě rovnoměrné zatížení

$$Q_{\text{max}} = b \cdot l \cdot n \cdot g_{\text{zB}} = (3,6 + 2,9 + 1,87 \cdot 2 + 1,1 + 2,9 + 1,15) \cdot 0,1 \cdot 2,8 \cdot 25 = 107,73 \text{ kN}$$

- výpočet délek a ploch pomocí AUTOCAD 2014

$$A = A_1 + A_2 = 18,5 + 15,59 = 34,09$$

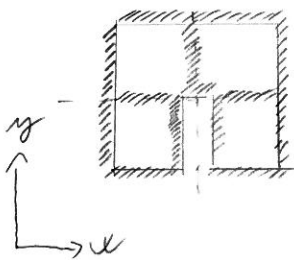
$$g_{\text{přík}} = \frac{Q_{\text{max}}}{A} = \frac{107,73}{34,09} = 3,16 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{\text{přík,D}} = g_{\text{přík}} \cdot g_G = 3,16 \cdot 1,35 = 4,27 \text{ kN/m}^2$$

• PROMĚNNÉ

$$q_k = 2 \text{ kN/m}^2$$

$$q_D = q_k \cdot g_Q = 2 \cdot 1,5 = 3 \text{ kN/m}^2$$



SMĚR Y



SMĚR X



3.4 ZATĚŽOVACÍ STAVY

viz příloha č. ②

3.5. STATICKÉ SCHÉMA

- oboustranně upevněná spojitá deska o více polích
- upevnění zajištěno vytažením výztuže ze stěn

3.6 VMITŘNÍ SÍLY

- výpočet proveden programem SCIA ENGINEER 2014
- viz. příloha č. ②

SMĚR X:

	a	b	c	1	2
$M [kNm]$	-20,17	- <u>20,37</u>	-20,03	8,34	<u>8,82</u>
$V [kN]$	32,18	32,26	<u>32,86</u>	/	/

POLE : $M_{ED,Y} = 8,82 kNm$

PODPORA : $M_{ED,Y} = -20,37 kNm$

$V_{ED,Y} = 32,86 kN$

SMĚR Y:

	d	e	f	1	2
$M [kNm]$	-34,64	- <u>34,68</u>	-31,32	<u>15,59</u>	14,47
$V [kN]$	41,42	<u>42,71</u>	41,42	/	/

POLE : $M_{ED,X} = 15,59 kNm$

PODPORA : $M_{ED,X} = -34,68 kNm$

$V_{ED,X} = 42,71 kN$

3.7 POSUDEK SMĚR X

3.7.1. POLE OHYB

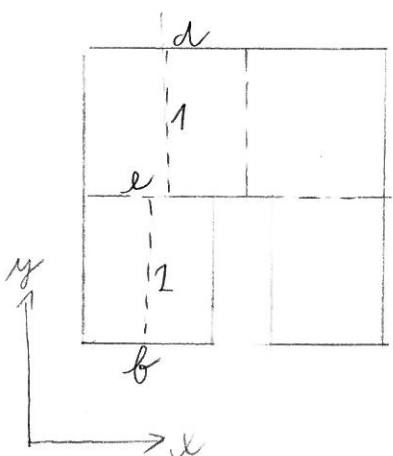
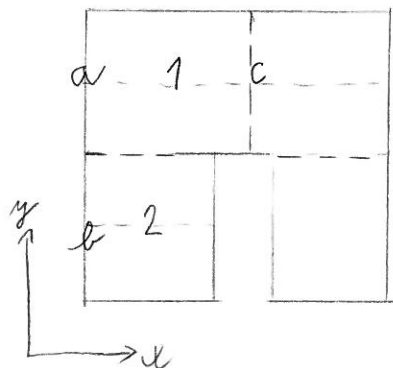
$M_{ED} = 8,82 kNm$

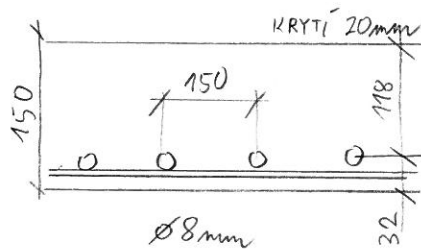
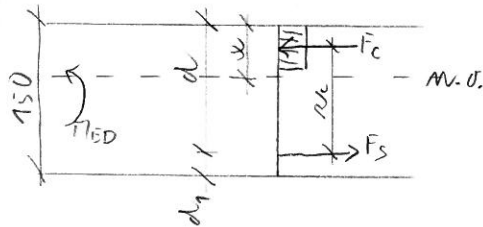
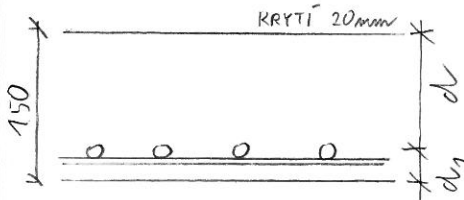
krátká výšková :

stupeň ulova prostředí : X0

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$

$c_{min} = \max \{ c_{min,b}, c_{min,dur}, 10 mm \}$





$$c_{min, d_{12}} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min, b} = \phi_{prutku} = 8 \text{ mm}$$

$$c_{min} = \max \{ 8; 10; 10 \} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$$

$$c = 20 \text{ mm}; \quad d_1 = c + \frac{\phi}{2} + \phi = 20 + \frac{8}{2} + 8 = 32 \text{ mm}$$

NAVRŽENO KRYTÍ 20 mm

odhad plochy výstuže

$$d = h - d_1 = 150 - 32 = 118 \text{ mm}$$

$$r_c = 0,9 d = 0,9 \cdot 118 = 106 \text{ mm}$$

$$A_{s1, req} = \frac{M_{ED}}{r_s \cdot f_{ykd}} = \frac{8,82 \cdot 10^3}{0,106 \cdot 478,26 \cdot 10^6} = 1,74 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

NAVRŽENO $\phi 8$ po 150 mm; $A_{s1, nov} = 3,35 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

poloha n.v.o.

$$x = \frac{A_s \cdot f_{ykd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{3,35 \cdot 10^{-4}}{1 \cdot 0,8 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,01 \text{ m}$$

kontrola míry přetvoření

$$\epsilon_s = \frac{\epsilon_{cm}}{x} (d - x) = \frac{3,5\%}{0,01} (0,118 - 0,01) = 37,8\%$$

$$\epsilon_{ykd} = \frac{f_{ykd}}{E_s} = \frac{478,26 \cdot 10^6}{200 \cdot 10^9} = 2,39\%$$

$$\epsilon_s = 37,8\% > \epsilon_{ykd} = 2,39\% \dots \text{VYHOVUJE}$$

rameno vněti síl

$$r_c = d - 0,5 \lambda x = 0,118 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,01 = 0,114$$

únosnost

$$M_{RD} = A_{s, nov} \cdot f_{ykd} \cdot r_c = 3,35 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6 \cdot 0,114 = 18,219 \text{ Nm}$$

$$M_{ED} = 8,829 \text{ Nm} < M_{RD} = 18,219 \text{ Nm} \dots \text{VYHOVUJE}$$

kontrola míry vystužení

$$A_{s, min} = 0,26 \cdot \left(\frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) \cdot b_1 \cdot d = 0,26 \cdot \left(\frac{2,9 \cdot 10^6}{550 \cdot 10^6} \right) \cdot 1 \cdot 0,118 = 1,45 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s, max} = 0,04 A_c = 0,04 \cdot 0,15 \cdot 1 = 60 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s, \text{min}} = 1,45 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq A_{s1} = 3,35 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq A_{s, \text{max}} = 60 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \dots \text{ VYHOVUJE}$$

3.7.2 PODPORA - OHYB

$$M_{ED} = -16,609 \text{ Nm}$$

- redukce momentu viz. příloha č. ③

žehli výtluč

stupň vlna v prostředí XO

$$c_{\text{min}} = \max \{ 8, 10, 10 \} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{\text{min } \phi} = \phi = 8 \text{ mm}$$

$$c_{\text{nom}} = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$$

NAVRŽENO KRYTÍ 20mm

$$d_1 = c + \phi + \phi/2 = 20 + 8 + \frac{8}{2} = 32 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 150 - 32 = 118 \text{ mm}$$

odhad plochy výtluč

$$A_{s1, \text{req}} = \frac{M_{ED}}{R_s \cdot f_{yd}} = \frac{16,60 \cdot 10^3}{0,106 \cdot 478,26 \cdot 10^6} = 3,27 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$R_s = 0,9d = 0,9 \cdot 118 = 0,106 \text{ m}$$

NAVRŽENO $\phi 8 \text{ mm}$ po 100mm; $A_{s1, \text{nov}} = 5,03 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

poloha n. o.

$$x = \frac{A_{s1} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{5,03 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6}{1,08 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,015 \text{ m}$$

kontrola přetvoření

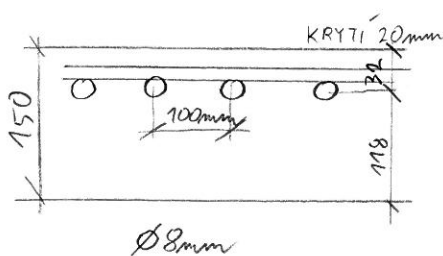
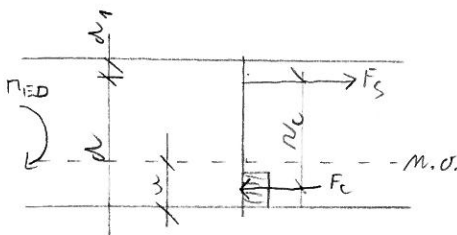
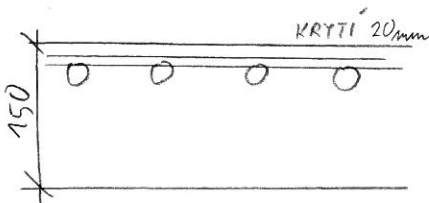
$$\epsilon_s = \frac{\epsilon_{cw3}}{x} (d - x) = \frac{3,5\%}{0,015} (0,118 - 0,015) = 24,03\%$$

$$\epsilon_{yd} = 2,39\%$$

$$\epsilon_s = 24,03\% > \epsilon_{yd} = 2,39\% \dots \text{ VYHOVUJE}$$

rameno vnitřních sil

$$r_c = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 0,118 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,015 = 0,112 \text{ m}$$



únosnost

$$M_{RD} = A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z_c = 5,03 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6 \cdot 0,112 = 26,94 \text{ kNm}$$

$$M_{ED} = 16,60 \text{ kNm} < M_{RD} = 26,94 \text{ kNm} \dots \text{VYHOVUJE}$$

Kontrola minimy vyztužení

$$A_{smin} = 0,26 \left(\frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) \cdot l_w \cdot d = 0,26 \left(\frac{2,9 \cdot 10^6}{550 \cdot 10^6} \right) \cdot 1 \cdot 0,118 = 1,74 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{smax} = 60 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{smin} = 1,74 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq A_{s1} = 5,03 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq A_{smax} = 60 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \dots \text{VYHOVUJE}$$

3.7.3 PODPORA - SMYK

- namáhání pouze ohybem $V_{ED} = 32,86 \text{ kN}$

$$V_{RDC} = c_{RDC} \cdot l \cdot (100 \rho_1 \cdot f_{ctk})^{1/3} \cdot l_w \cdot d \geq v_{min} \cdot l_w \cdot d$$

$$c_{RDC} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$l = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 2,30 < 2,0 \dots \text{NEVYHOVUJE} \Rightarrow l = 2,0$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{l_w \cdot d} = \frac{5,03 \cdot 10^{-4}}{1 \cdot 0,118} = 0,0043 < 0,02 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot l^{3/2} \cdot f_{ctk}^{1/2} = 0,035 \cdot 2^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0,542 \text{ MPa}$$

$$V_{RDC} = 0,12 \cdot 2,0 \cdot (100 \cdot 0,0043 \cdot 30 \cdot 10^6)^{1/3} \cdot 1 \cdot 0,118 = 70 \text{ kN}$$

$$V_{RDC} = 70 \text{ kN} \geq v_{min} \cdot l_w \cdot d = 0,542 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 0,118 = 63,96 \text{ kN} \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$V_{RDC} = 70 \text{ kN} > V_{ED} = 32,86 \text{ kN}$$

3.7.4 KOTĚVNÍ DĚLKY

$$l_{bd} = d_1 \cdot d_2 \cdot d_3 \cdot d_4 \cdot d_5 \cdot l_{b,RDD}$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0$$

$$\sigma_{SD} = \frac{M_{ED}}{I_{RD}} \cdot b \cdot z_d = \frac{16,60 \cdot 10^3}{26,94 \cdot 10^3} \cdot 478,26 \cdot 10^6 = 294,70 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctm} = 2,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,9 \cdot 10^6 = 6,53 \text{ MPa}$$

$$l_{b,RDD} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{SD}}{f_{bd}} = \frac{8}{4} \cdot \frac{294,70 \cdot 10^6}{6,53 \cdot 10^6} = 90,26 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \min \{ 0,3 l_{p,001}; 10\phi; 100\text{mm} \} = \max \{ 27; 80; 100 \} = 100\text{mm}$$

NAVRŽENO $l_{b,d} = 100\text{mm}$

$$l_{b,d} = 100\text{mm} \geq l_{b,min} = 100\text{mm} \dots \text{VYHOVUJE}$$

3.8 POSUDEK SMĚR Y

3.8.1 POLÍ - OHYB

$$M_{ED} = 15,599\text{Nm}$$

krátký výztuž

stupňová prostředí X0

$$c_{nom} = c_{min} + s_c \cdot d_{ev}$$

$$c_{min} = \max \{ c_{min,b}; c_{min,dur}; 10\text{mm} \} = \max \{ 10; 8; 10 \} = 10\text{mm}$$

$$c_{nom} = 10 + 10 = 20\text{mm}$$

NAVRŽENO KRYTÍ 20mm

odhad plochy výztuže

$$d_1 = c + \frac{\phi}{2} = 20 + \frac{8}{2} = 24\text{mm}$$

$$d = h - d_1 = 150 - 24 = 126\text{mm}$$

$$\eta_s = 0,9 d = 0,9 \cdot 0,126 = 0,113$$

$$A_{s,req} = \frac{M_{ED}}{\eta_s \cdot f_{yd}} = \frac{15,59 \cdot 10^3}{0,113 \cdot 478,26 \cdot 10^6} = 2,88 \cdot 10^{-4} \text{m}^2$$

NAVRŽENO $\phi 8$ po 150 mm i $A_{s,prov} = 3,35 \cdot 10^{-4} \text{m}^2$

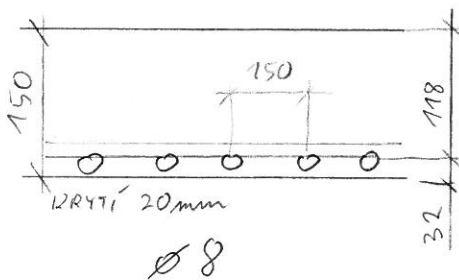
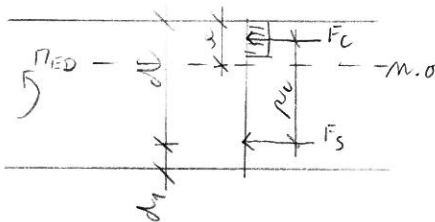
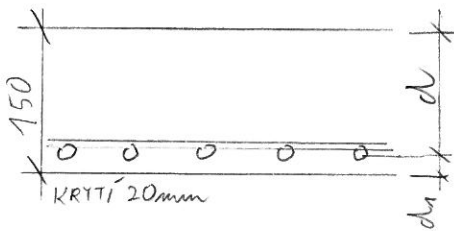
$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{3,35 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6}{1 \cdot 0,8 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,01\text{m}$$

Kontrola přetvoření

$$\epsilon_s = \frac{\epsilon_{m3}}{x} (d - x) = \frac{3,5\text{‰}}{0,01} (0,126 - 0,01) = 40,6\text{‰}$$

$$\epsilon_{yd} = 2,39\text{‰}$$

$$\epsilon_s = 40,6\text{‰} > \epsilon_{yd} = 2,39\text{‰} \dots \text{VYHOVUJE}$$



rameno vnitřních sil

$$r_{ic} = d - 0,5 \lambda \cdot x = 0,126 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,01 = 0,122 \text{ m}$$

únosnost

$$M_{RD} = A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot r_{ic} = 3,35 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6 \cdot 0,122 = 19,559 \text{ Nm}$$

$$M_{ED} = 15,599 \text{ Nm} < M_{RD} = 19,559 \text{ Nm} \dots \text{VYHOVUJE}$$

Kontrola míry výztužení

$$A_{s, \text{min}} = 0,26 \left(\frac{2,9 \cdot 10^6}{550 \cdot 10^6} \right) \cdot 1 \cdot 0,126 = 1,73 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s, \text{max}} = 60 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s, \text{min}} = 1,73 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq A_{s1} = 3,55 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq A_{s, \text{max}} = 60 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \dots \text{VYHOVUJE}$$

3.8.2 PODPORA - OHYB

- redukce momentu viz. příloha č. ③

$$M_{ED} = 27,832 \text{ Nm}$$

hraní výztuže

stupeň vlivu prostředí X0

$$c_{\text{min}} = \max \{ 8; 10; 10 \} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{\text{nom}} = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$$

NAVRŽENO KRYTÍ 20 mm

$$d_1 = c + \phi/2 = 20 + \frac{8}{2} = 24 \text{ mm}$$

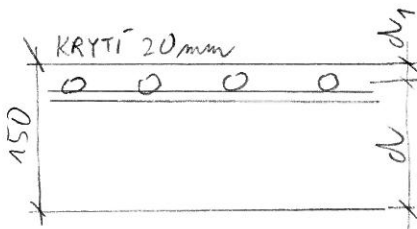
$$d = h - d_1 = 150 - 24 = 126 \text{ mm}$$

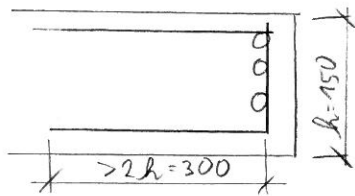
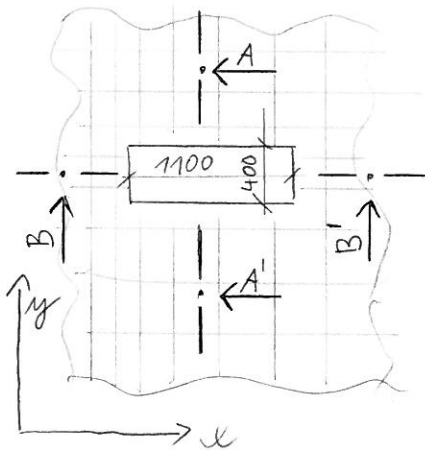
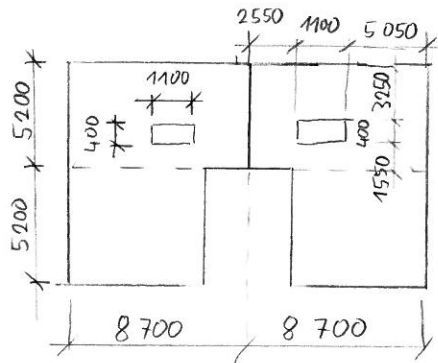
odhad plochy výztuže

$$r_s = 0,9 d = 0,9 \cdot 126 = 0,113 \text{ m}$$

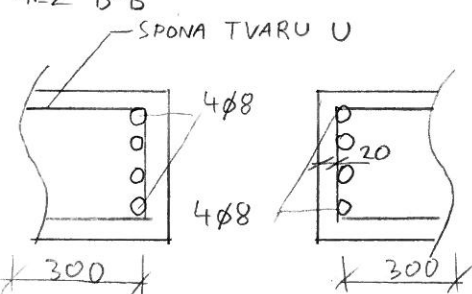
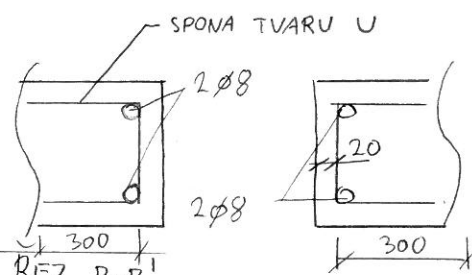
$$A_{s1, \text{req}} = \frac{M_{ED}}{r_s \cdot f_{yd}} = \frac{27,83 \cdot 10^3}{0,113 \cdot 478,26 \cdot 10^6} = 5,01 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{NAVRŽENO } \phi 8 \text{ po } 100 \text{ mm}; A_{s1, \text{nav}} = 5,03 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$





ŘEZA-A-A'



$$V_{RDC} = 69 \text{ kN} \geq N_{\min} \cdot 1.0 \cdot 1.26 = 68.832 \text{ kN} \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$V_{RDC} = 69 \text{ kN} > V_{ED} = 42.71 \text{ kN} \dots \text{VYHOVUJE}$$

3.8.4 KOTEVNÍ DÉLKY

$$l_{ld} = d_1 \cdot d_2 \cdot d_3 \cdot d_4 \cdot l_{lRQD}$$

$$\eta_1 = 0$$

$$\eta_2 = 0$$

$$f_{bd} = 2.25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctm} = 2.25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2.9 \cdot 10^6 = 6.53 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{SD} = \frac{M_{ED}}{I_{RD}} \cdot b \cdot y_d = \frac{27.83 \cdot 10^3}{28.87 \cdot 10^3} \cdot 478.26 \cdot 10^6 = 461.03 \text{ MPa}$$

$$l_{lRQD} = \frac{\phi}{4} \frac{\sigma_{SD}}{f_{bd}} = \frac{8}{4} \frac{461.03 \cdot 10^6}{6.53 \cdot 10^6} = 141 \text{ mm}$$

$$l_{lmin} = \max \{ 0.13 l_{lRQD}; 10 \phi; 100 \} = \max \{ 42; 80; 100 \} = 100 \text{ mm}$$

NAVRŽENO $l_{ld} = 100 \text{ mm}$

$$l_{ld} = 100 \text{ mm} \geq l_{lmin} = 100 \text{ mm} \dots \text{VYHOVUJE}$$

3.9 OTVORY

rozměry $a = 1.1 \text{ m}$

$b = 0.4 \text{ m}$

$$a < 20\% L_y = 0.2 L_y = 2.21 \text{ m} \dots \text{VYHOVUJE}$$

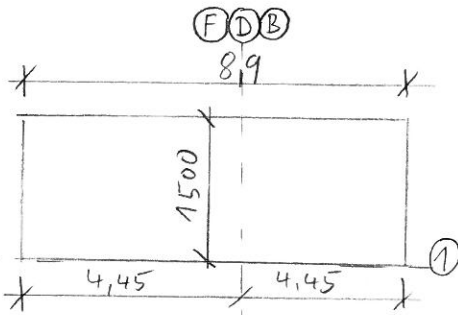
- desku lze navrhovat jako bez otvorů

- výztuže procházející otvorem se rozloží volně na kraji

výztuže v otvorn

směr x: $n = \frac{a}{s_{lx}} = \frac{1100}{150} = 7.3 \dots 8 \text{ profilů}$

směr y: $n = \frac{b}{s_{ly}} = \frac{400}{150} = 2.6 \dots 3 \text{ profily}$



4. DESKA D2

4.1 GEOMETRIE

$$a = 8,9\text{m}$$

$$b = 1,5\text{m}$$

- podrobné schéma viz. příloha č. 4

4.2 MATERIÁLY

- BETON C30/37

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

$$\epsilon_{c3} = 0,175\%$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20\text{MPa}$$

$$\epsilon_{cm3} = 0,35\%$$

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

$$E_{cm} = 32\text{GPa}$$

- OCEL B 550

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

$$f_{yk} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{550}{1,15} = 478,26\text{MPa}$$

$$f_{yk} = 550\text{MPa}$$

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

4.3 ZATÍŽENÍ

- VLASTNÍ TÍHA

- generováno programem SCIA ENGINEER 2014

- OSTATNÍ STÁLÉ - PODLAHA

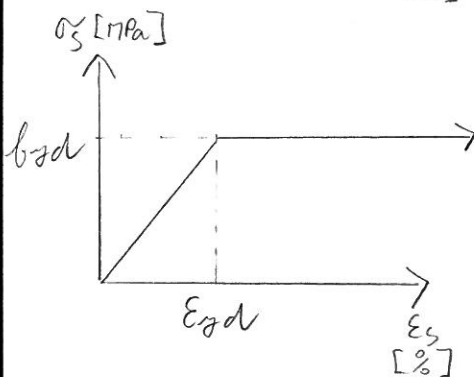
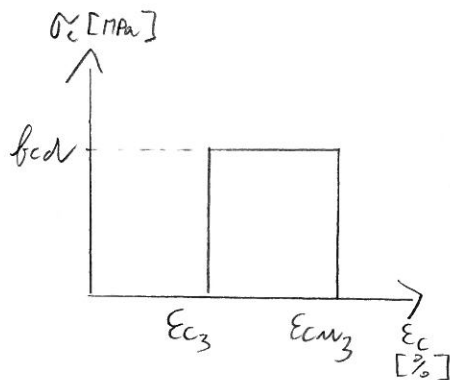
DEKFLOR 30 - dlažba málo tl. 10mm

- lepicí smel tl. 6mm

- penetrace

$$g_k = 1,38\text{ kN/m}^2 \text{ (stanoveno dodavatelem)}$$

$$g_d = g_k \cdot \gamma_g = 1,38 \cdot 1,35 = 1,86\text{ kN/m}^2$$



4.4 ZATĚŽOVACÍ STAVY

- viz příloha č. ④

4.5 STATICKÉ SCHEMA

- statiky působí jako deska vložná na 3 svých stranách o 2 polích

4.6 VNITŘNÍ SILY

- výpočet proveden pomocí programu SCIA ENGINEER 2014

- viz. příloha č. ④

SMĚR X

	a	c	1
M [kNm]	<u>11,24</u>	11,24	2,45
V [kN]	<u>27,87</u>	27,87	/

POLE $M_{ED} = 2,45 \text{ kNm}$

PODPORA $M_{ED} = 11,24 \text{ kNm}$

$V_{ED} = 27,87 \text{ kN}$

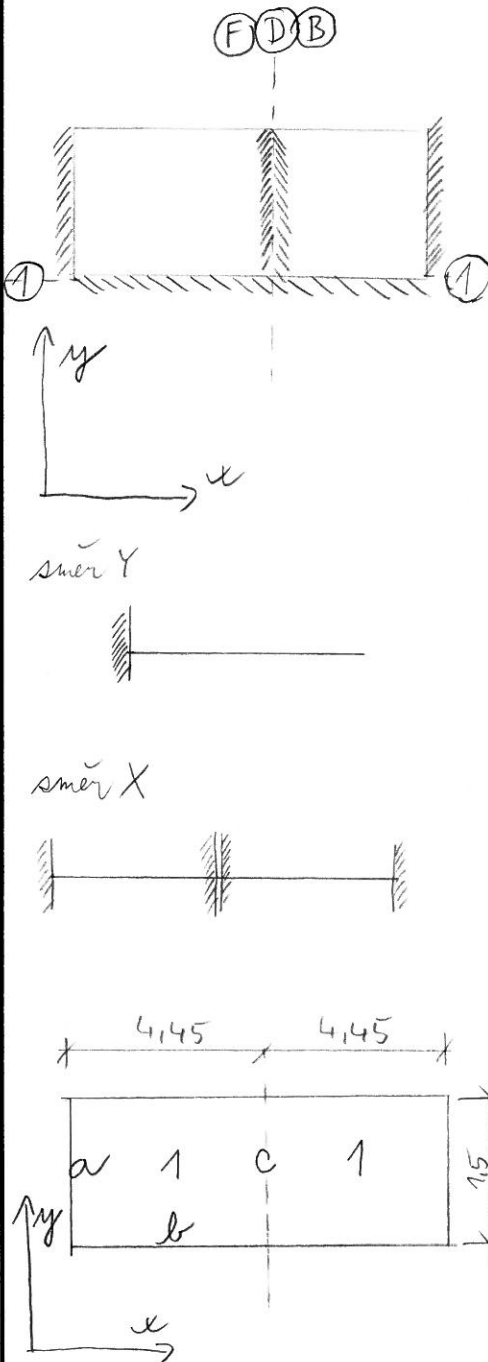
SMĚR Y

	b	c	1
M [kNm]	8,33	<u>8,52</u>	2,24
V [kN]	<u>24,76</u>	24,76	/

POLE $M_{ED} = 2,24 \text{ kNm}$

PODPORA $M_{ED} = 8,52 \text{ kNm}$

$V_{ED} = 24,76 \text{ kN}$



4.7. POSUDEK SMĚR X

4.7.1. POLĚ - OHYB

$$M_{ED} = 2,45 \text{ kNm}$$

krytí výtluků

stupeň ulisu prostředí XC3

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{ c_{min,b}, c_{min,dur}, 10 \text{ mm} \} = \max \{ 25, 10, 10 \} = 25 \text{ mm}$$

$$c_{min,b} = \phi = 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 25 + 5 = 30 \text{ mm}$$

NAVRŽENO KRYTÍ 30 mm

$$d_1 = c + \frac{\phi}{2} = 30 + \frac{10}{2} = 35 \text{ mm}$$

odhad plochy výtluků

$$d = h - d_1 = 160 - 35 = 125 \text{ mm}$$

$$r_s = 0,9 d = 0,9 \cdot 125 = 112 \text{ mm}$$

$$A_{s1, req} = \frac{M_{ED}}{r_s \cdot f_{yd}} = \frac{2,45}{0,112 \cdot 478,26 \cdot 10^6} = 0,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

NAVRŽENO $\phi 10$ po 250 mm $A_{s1, prov} = 3,14 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

poloha n. s.

$$x = \frac{A_{s1} \cdot b \cdot \eta \cdot d}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{3,14 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6}{1 \cdot 0,8 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,01 \text{ m}^2$$

kontrola přetvoření

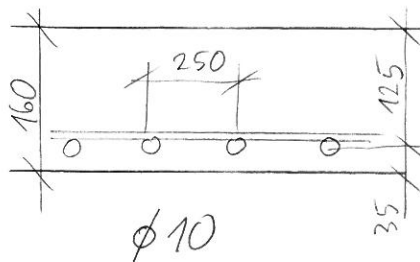
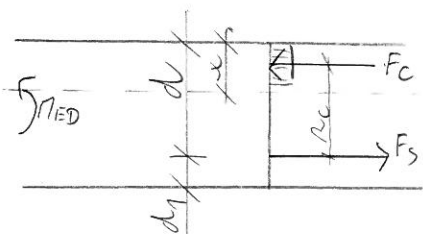
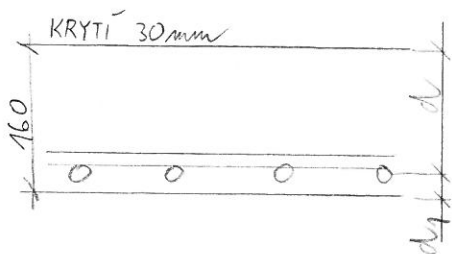
$$\epsilon_s = \frac{\epsilon_{cm3}}{x} (d - x) = \frac{3,5\%}{0,01} (0,125 - 0,01) = 40,25\%$$

$$\epsilon_{yd} = \frac{b \cdot \eta \cdot d}{F_s} = \frac{478,26 \cdot 10^6}{200 \cdot 10^9} = 2,39\%$$

$$\epsilon_s = 40,25\% > \epsilon_{yd} = 2,39\% \dots \text{VYHOVUJE}$$

namenování vnitř. sil

$$r_c = d - 0,5 \lambda x = 0,125 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,01 = 0,121 \text{ m}$$



únosnost

$$M_{RD} = f_{yd} \cdot \rho_c \cdot A_{sL} = 478,26 \cdot 10^6 \cdot 0,121 \cdot 3,14 \cdot 10^{-4} = 16,672 \text{ Nm}$$

$$M_{RD} = 16,672 \text{ Nm} > M_{ED} = 2,459 \text{ Nm} \dots \text{VYHOVUJE}$$

kontrola míry výztužení

$$A_{s, \min} = 0,26 \left(\frac{2,9 \cdot 10^6}{550 \cdot 10^6} \right) \cdot 1 \cdot 0,125 = 1,71 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s, \max} = 60 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s, \min} = 1,71 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq A_{sL} = 3,14 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq A_{s, \max} = 60 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \dots \text{VYHOVUJE}$$

4.7.2 PODPORA - OHYB

- redukce momentu viz příloha č. 5

$$M_{ED} = 9,72 \text{ Nm}$$

typ výztuže

stupeň vlivu prostředí XC3

$$c_{nom} = c_{min} + s_c \text{ dev}$$

$$c_{min} = \max \{ 10; 10; 25 \} = 25 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 25 + 5 = 30 \text{ mm}$$

NAVRŽENO KRYTÍ 30 mm

$$d_1 = c + \frac{\phi}{2} = 30 + \frac{10}{2} = 35 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 160 - 35 = 125 \text{ mm}$$

odhad plochy výztuže

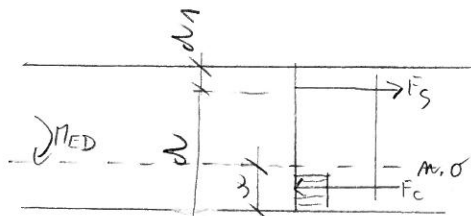
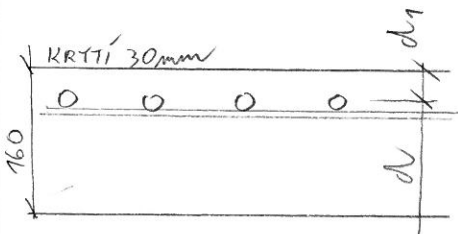
$$A_{s, req} = \frac{M_{ED}}{r_s \cdot f_{yd}} = \frac{9,72 \cdot 10^3}{0,11 \cdot 478,26 \cdot 10^6} = 1,84 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

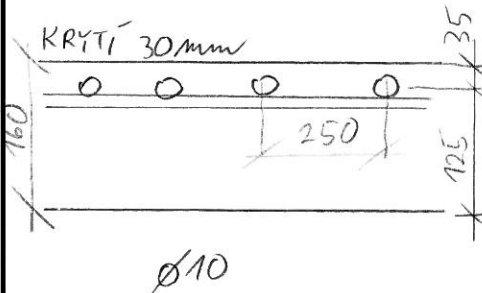
$$r_s = 0,9 d = 0,9 \cdot 125 = 0,11 \text{ m}$$

NAVRŽENO $\phi 10$ po 250 mm; $A_{s, req} = 3,14 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

poloha n.o.

$$\alpha = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{3,14 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6}{1 \cdot 0,8 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,09 \text{ m}$$





Kontrola přetvoření

$$\epsilon_s = \frac{\epsilon_{cu2}}{\lambda} (d-x) = \frac{3,5\%}{0,01} (0,125 - 0,01) = 40,25\%$$

$$\epsilon_{yd} = 2,39\%$$

$$\epsilon_s = 40,25\% > \epsilon_{yd} = 2,39\% \dots \text{VYHOVUJE}$$

navození vnitř. sil

$$r_c = d - 0,15 \lambda x = 0,125 - 0,15 \cdot \lambda \cdot 0,01 = 0,121 \text{ m}$$

únosnost

$$M_{RD} = \sigma_{sd} \cdot r_c \cdot A_{s1} = 478,26 \cdot 10^4 \cdot 0,121 \cdot 3,14 \cdot 10^{-4} = 18,178 \text{ Nm}$$

$$M_{ED} = 9,728 \text{ Nm} < M_{RD} = 18,178 \text{ Nm} \dots \text{VYHOVUJE}$$

Kontrola min. výztužení

$$A_{s, \text{MIN}} = 0,26 \left(\frac{2,9}{550} \right) \cdot 1 \cdot 0,125 = 1,53 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s, \text{MAX}} = 60 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s, \text{MIN}} = 1,53 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq A_{s1} = 3,14 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq A_{s, \text{MAX}} = 60 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \dots \text{VYHOVUJE}$$

4.7.3 PODPORA - SMYK

navození pouze ohybu

$$V_{ED} = 27,878 \text{ N}$$

$$V_{RDC} = C_{RDC} \cdot \lambda (100 \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot b_w \cdot d \geq N_{\text{min}} \cdot b_w \cdot d$$

$$C_{RDC} = \frac{0,18}{\eta_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{125}} = 2,26 \leq 2,0 \dots \text{NEVYHOVUJE}$$

$$k = 2,0$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{3,14 \cdot 10^{-4}}{1 \cdot 0,125} = 2,73 \cdot 10^{-3} < 0,02 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$N_{\text{min}} = 0,035 \cdot \lambda^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 2 \cdot 30^{1/2} = 0,542 \text{ MPa}$$

$$V_{RDC} = 0,12 \cdot 2 \cdot (100 \cdot 2,73 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \cdot 10^6)^{1/3} \cdot 1 \cdot 0,125 = 55,68 \text{ N}$$

$$V_{RDC} = 55,68 \text{ N} \geq 0,542 \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 0,125 = 67,75 \text{ N} \dots \text{NEVYHOVUJE}$$

$$V_{RDC} = 62,33 \text{ kN}$$

$$V_{ED} = 27,87 \text{ kN} < V_{RDC} = 62,33 \text{ kN} \dots \text{VYHOVUJE}$$

4.7.4 KOTEVNÍ DÉLKY

$$l_{bd} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot d_1 \cdot d_2 \cdot d_3 \cdot d_4 \cdot d_5 \cdot l_{ERWD}$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctm} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2,9 \cdot 10^6 = 6,53 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{SD} = \frac{M_{ED} \cdot l_{ERWD}}{I_{RD}} = \frac{9,72 \cdot 10^3}{18,17 \cdot 10^3} \cdot 478,26 \cdot 10^6 = 278,87 \text{ MPa}$$

$$l_{ERWD} = \frac{\phi \cdot \sigma_{SD}}{4 \cdot f_{bd}} = \frac{10 \cdot 278,87 \cdot 10^6}{4 \cdot 6,53 \cdot 10^6} = 106,76 \text{ mm}$$

$$l_{bmin} = \max \{ 0,3 l_{ERWD}; 10 \phi; 100 \text{ mm} \} = \max \{ 32; 100; 100 \} = 100 \text{ mm}$$

$$\text{NAVRŽENO } l_{bd} = 100 \text{ mm}$$

$$l_{bd} = 100 \text{ mm} \geq l_{bmin} = 100 \text{ mm} \dots \text{VYHOVUJE}$$

4.8 POSUDIEK SMĚR Y

4.8.1 POLIE - OHYB

$$M_{ED} = 2,24 \text{ kNm}$$

železná výztuž

stýpání vlivu prostředí XC3

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

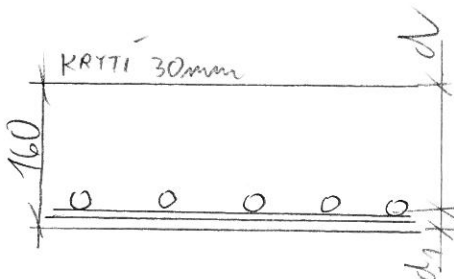
$$c_{min} = \max \{ 10; 10; 25 \} = 25 \text{ mm}$$

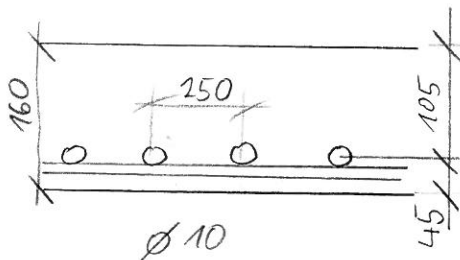
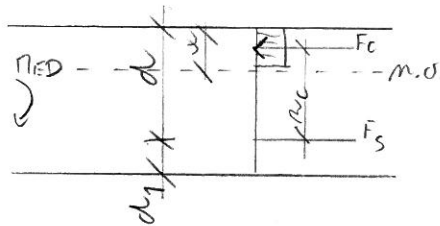
$$c_{nom} = 25 + 5 = 30 \text{ mm}$$

$$\text{NAVRŽENO KRYTÍ } 30 \text{ mm}$$

odhad plochy výztuže

$$d_1 = c + \phi + \frac{\phi}{2} = 30 + 10 + \frac{10}{2} = 45 \text{ mm}$$





$$d = h - d_1 = 160 - 45 = 115 \text{ mm}$$

$$\alpha_s = 0,9 d = 0,9 \cdot 115 = 0,10$$

$$A_{s,req} = \frac{M_{ED}}{\alpha_s \cdot f_{yd}} = \frac{2,24}{0,10 \cdot 478,26 \cdot 10^6} = 0,47 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

NAVRŽENO Ø10 po 250mm; $A_{s,1,prov} = 3,14 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

poloha m.o.

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{3,14 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6}{1 \cdot 0,8 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,01 \text{ m}^2$$

Kontrola přetvoření

$$\epsilon_s = \frac{\epsilon_{m3}}{x} (d - x) = \frac{3,5\%}{0,01} (0,115 - 0,01) = 36,75\%$$

$$\epsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{478,26 \cdot 10^6}{200 \cdot 10^9} = 2,39\%$$

$$\epsilon_{yd} = 2,39\% < \epsilon_s = 36,75\% \dots \text{VYHOVUJE}$$

namáhání - sil

$$r_c = d - 0,5 \lambda \cdot x = 0,115 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,01 = 0,11 \text{ m}$$

únosnost

$$M_{RD} = r_c \cdot f_{yd} \cdot A_{s,1} = 0,11 \cdot 478,26 \cdot 10^6 \cdot 3,14 \cdot 10^{-4} = 16,67 \text{ kNm}$$

$$M_{ED} = 2,24 \text{ kNm} < M_{RD} = 16,67 \text{ kNm} \dots \text{VYHOVUJE}$$

Kontrola míry vyztužení

$$A_{s,min} = 0,26 \left(\frac{2,9 \cdot 10^6}{550 \cdot 10^6} \right) \cdot 1 \cdot 0,115 = 1,57 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} = 60 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

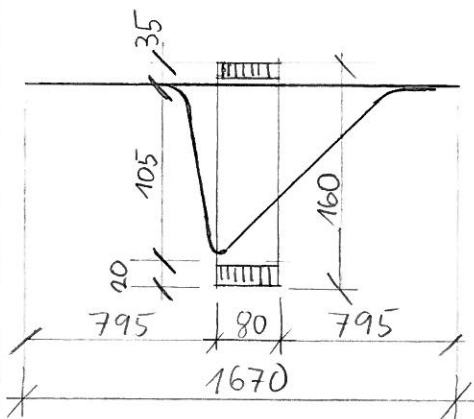
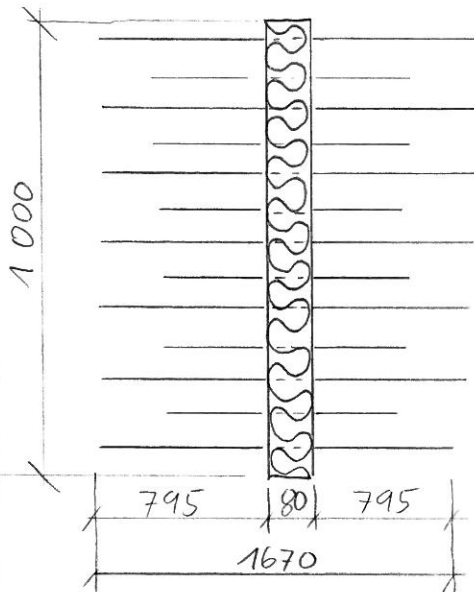
$$A_{s,min} = 1,57 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 < A_{s,1} = 3,14 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 < A_{s,max} = 60 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \dots \text{VYHOVUJE}$$

4.8.2 PODPORA - OHYB

- redukce momentu viz příloha č. ⑤

$$M_{ED} = 7,01 \text{ kNm}$$

- kvůli namáhání vnitřní nepřímých mostků na styku desky se stěnou navržena



výstuž z prutu ISOKORB

- ISOKORB K 70M-CV30-VV-H160-RO

- rozměry prutu viz příloha č. ⑤ a také
Technická správa str. 14

- isokorb je předsažen před stěnu z důvodu
mozajemí desky D2 na stěny

- detailní posudek pomocí programu
SCHÖCK ISOKORB® viz. příloha č. ⑫

- vyvířily pouze isokorby ve směru osy Y
- doplněné douptužením viz. Technická
správa str. 15

$$M_{RD} = 33,8 \text{ kNm}$$

$$M_{ED} = 7,01 \text{ kNm} < M_{RD} = 33,8 \text{ kNm} \dots \text{VYHOVUJE}$$

4.8.3 PODPORA - SMYK

- výpočet proveden programem SCHÖCK ISOKORB®

- detailní posudek viz příloha č. ⑫

$$V_{RD} = 82,1 \text{ kN}$$

$$V_{ED} = 24,76 \text{ kN} < V_{RD} = 82,1 \text{ kN} \dots \text{VYHOVUJE}$$

4.8.4 KOTEVNÍ DĚLKY

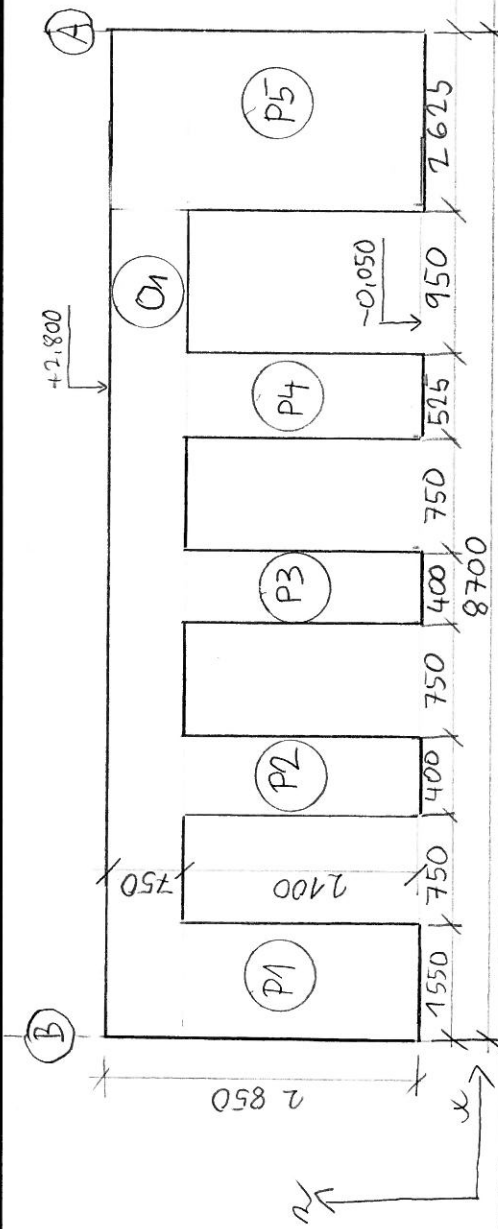
$$f_{bd} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 \cdot f_{ctm}$$

$$\alpha_1 = 1,0$$

$$\alpha_2 = 1,0$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot f_{ctm} = 2,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,9 \cdot 10^6 = 6,53 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{SD} = \frac{M_{ED} \cdot f_{bd}}{M_{RD}} = \frac{7,01 \cdot 10^3 \cdot 6,53 \cdot 10^6}{33,8 \cdot 10^3} = 99,19 \text{ MPa}$$



$$l_{b, \text{RSD}} = \frac{\sigma}{4} \cdot \frac{\sigma_{s,p}}{f_{bd}} = \frac{10}{4} \cdot \frac{99,19 \cdot 10^6}{6,53 \cdot 10^6} = 37,97 \text{ mm}$$

$$l_{b, \text{min}} = \max \{ 0,3 l_{b, \text{RSD}}; 10 \phi; 100 \text{ mm} \} = \max \{ 12; 100; 100 \} = 100 \text{ mm}$$

NAVRŽENO $l_{bd} = 100 \text{ mm}$

$$l_{bd} = 100 \text{ mm} \geq l_{b, \text{min}} = 100 \text{ mm} \quad \text{VYHODVUJE}$$

5. VNITŘNÍ STĚNA S1 V 1. N. P.

5.1 GEOMETRIE

$$l = 8,7 \text{ m}$$

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

$$\sigma_1 = 0,75 \text{ m}$$

$$\sigma_2 = 0,95 \text{ m}$$

$$l_s = 2,85 \text{ m}$$

- schema viz příloha č. ⑥

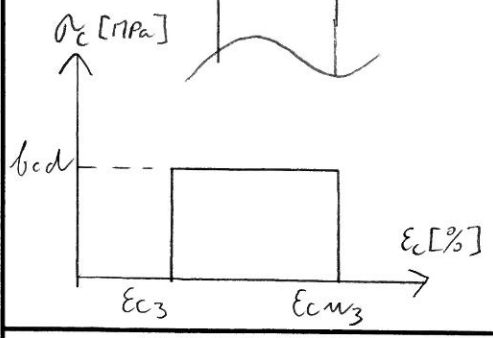
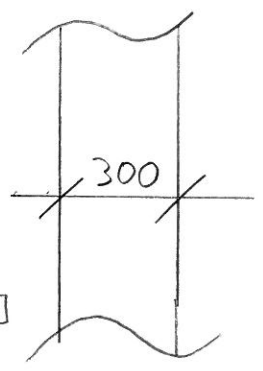
krytí výtluků

střední vlivu prostředí X0

$$c_{\text{min}} = \max \{ 10; 12; 10 \} = 12 \text{ mm}$$

$$c_{\text{nom}} = c_{\text{min}} + \Delta c_{\text{dev}} = 12 + 5 = 17 \text{ mm}$$

NAVRŽENO KRYTÍ 30 mm



5.2 MATERIÁLY

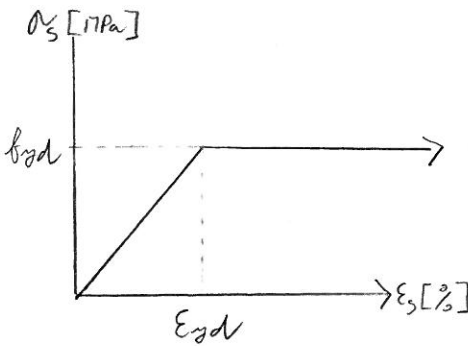
• BETON C 30/37

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

$$\epsilon_{c3} = 0,175\%$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{cm3} = 0,35\%$$



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

$$E_{cm} = 32 \text{ GPa}$$

• OCEL B 550

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

$$f_{yk} = 550 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{550}{1,15} = 478,26 \text{ MPa}$$

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

5.3 ZATÍŽENÍ

STÁLĚ - VLASTNÍ TÍHA

- řešeno programem SCIA ENGINEER 2014

OSTATNÍ STÁLĚ - REAKCE OD DESKY D1 viz příloha č. ⑦

- TÍHA OSTATNÍCH STĚN

PROMĚNNĚ

$$q_k = 2 \text{ kN/m}^2$$

$$q_d = \frac{q_k}{\gamma_Q} = \frac{2}{1,5} = 1,33 \text{ kN/m}^2$$

- reakce od desky D1 viz příloha č. ⑦

5.4 ZATĚŽOVACÍ STAVY

- přehledně napsány v příloze č. ⑥

1ZS - VLASTNÍ TÍHA

2ZS - STÁLĚ - REAKCE DESKY D1 - M_{max}

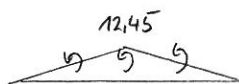
$$m_x = 12,45 \text{ kNm/m}$$

$$g_x = 43,58 \text{ kN/m}$$

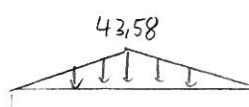
3ZS - STÁLĚ - REAKCE DESKY D1 - M_{min}

$$m_x = -6,28 \text{ kNm/m}$$

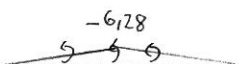
2ZS: M



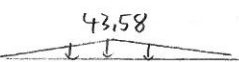
N

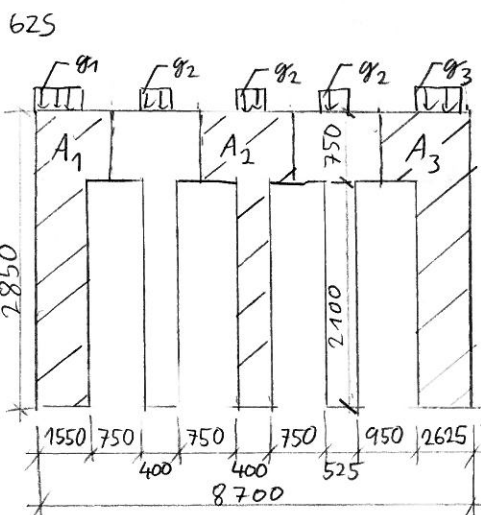
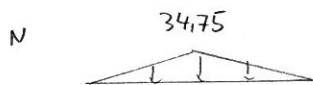
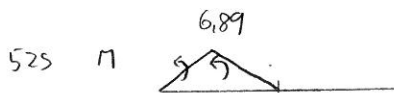
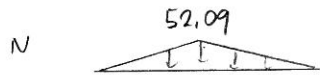


3ZS: M



N

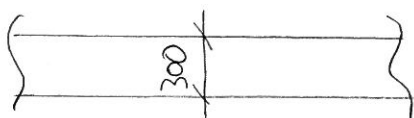




$$l_1 = 1550 \text{ mm}$$

$$l_2 = 400 \text{ mm}$$

$$l_3 = 2625 \text{ mm}$$



$$g_x = 43,58 \text{ kN/m}$$

4ZS - STÁLĚ - REAKCE OD DESKY D1 - N_{max}

$$m_x = 10,33 \text{ kNm/m}$$

$$g_x = 52,09 \text{ kN/m}$$

5ZS - STÁLĚ - REAKCE OD DESKY D1 - N_{min}

$$m_x = 6,89 \text{ kNm/m}$$

$$g_x = 34,75 \text{ kN/m}$$

6ZS - OST. STÁLĚ - ZATÍŽENÍ Z HORNÍ STĚNY

$$g_{zB} = 25 \text{ kN/m}^3$$

$$A_1 = (1,55 \cdot 2,85 + \frac{0,75}{2} \cdot 0,75) \cdot 0,3 = 1,41 \text{ m}^3$$

$$Q_1 = A_1 \cdot g_{zB} = 1,41 \cdot 25 = 35,25 \text{ kN}$$

$$g_1 = \frac{Q_1}{l_1} = \frac{35,25 \cdot 10^3}{1,55} = 22,74 \text{ kN/m}$$

$$A_2 = (0,4 \cdot 2,85 + 0,75 \cdot 0,75) \cdot 0,3 = 0,51 \text{ m}^3$$

$$Q_2 = A_2 \cdot g_{zB} = 0,51 \cdot 25 = 12,77 \text{ kN}$$

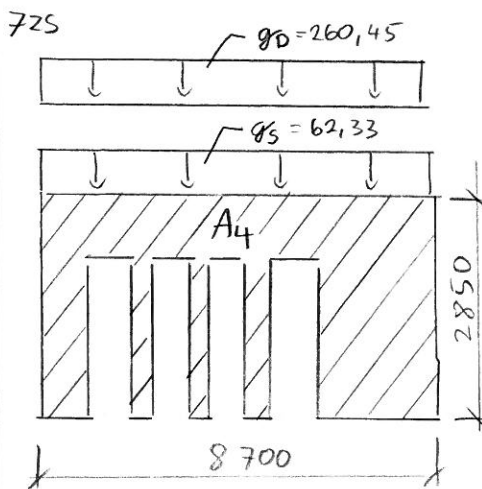
$$g_2 = \frac{Q_2}{l_2} = \frac{12,77 \cdot 10^3}{0,4} = 31,92 \text{ kN/m}$$

$$A_3 = (2,625 \cdot 2,85 + \frac{0,95}{2} \cdot 0,75) \cdot 0,3 = 2,35 \text{ m}^3$$

$$Q_3 = A_3 \cdot g_{zB} = 2,35 \cdot 25 = 58,78 \text{ kN}$$

$$g_3 = \frac{Q_3}{l_3} = \frac{58,78 \cdot 10^3}{2,625} = 22,39 \text{ kN/m}$$

$$g_1 = g_3 = 22,75 \text{ kN/m}$$



7ZS OST. STĚLE - ZAT. Z OSTATNÍCH STĚN A DESEK
počet desek nad stěnou : 5 (1 má rozpočítána i s momenty)
počet stěn nad stěnou 4 (1 má rozpočítána)

$$A_4 = (8,7 \cdot 2,85 - 3 \cdot 0,75 \cdot 2,1 - 0,95 \cdot 2,1) \cdot 0,3 = 5,43 \text{ m}^3$$

$$Q_4 = \gamma_{2B} \cdot A_4 = 5,43 \cdot 25 = 135,75 \text{ kN}$$

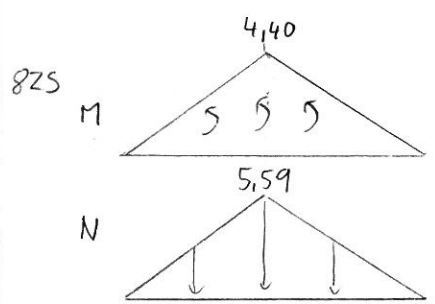
$$q_4 = \frac{Q_4}{l} = \frac{135,75 \cdot 10^3}{8,7} = 15,58 \text{ kN/m} \dots \text{pro 1 stěnu}$$

$$g_5 = 4 \cdot q_4 = 4 \cdot 15,58 \cdot 10^3 = 62,33 \text{ kN/m}$$

$$g = 52,09 \text{ kN/m} \dots \text{reakce od 1 desky viz příloha č. 7}$$

$$g_D = 5 \cdot g = 5 \cdot 52,09 \cdot 10^3 = 260,45 \text{ kN/m}$$

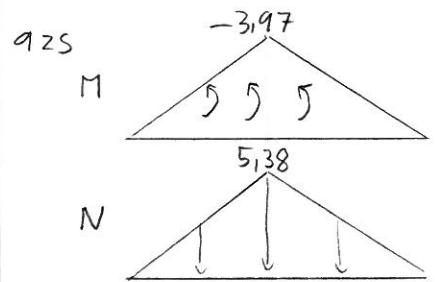
$$g_K = g_5 + g_D = 62,33 \cdot 10^3 + 260,45 \cdot 10^3 = 322,78 \text{ kN/m}$$



8ZS PROMĚNNÉ - REAKCE OD DESKY D1 - M_{max}

$$m_x = 4,40 \text{ kNm/m}$$

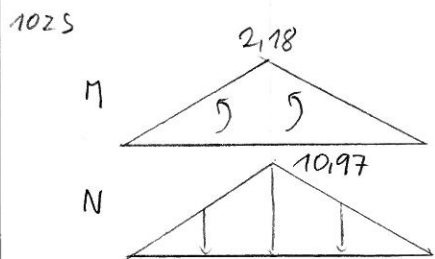
$$q_x = 5,59 \text{ kN/m}$$



9ZS PROMĚNNÉ - REAKCE OD DESKY D1 - M_{min}

$$m_x = -3,97 \text{ kNm/m}$$

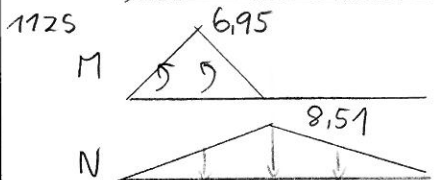
$$q_x = 5,38 \text{ kN/m}$$



10ZS PROMĚNNÉ - REAKCE OD DESKY D1 - N_{max}

$$m_x = 2,18 \text{ kNm/m}$$

$$q_x = 10,97 \text{ kN/m}$$

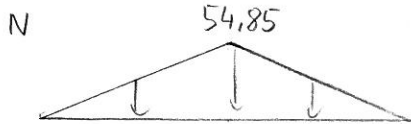


11ZS PROMĚNNÉ - REAKCE OD DESKY D1 - N_{min}

$$m_x = 6,95 \text{ kNm/m}$$

$$q_x = 8,51 \text{ kN/m}$$

ZS 12



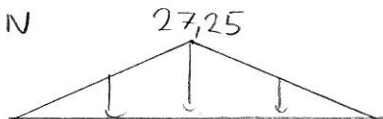
ZS 12 PROMĚNNÉ - OSTATNÍ DESKY D1 - N_{max}

viz příloha č. ⑦

$$q = 10,97 \text{ kN/m}$$

$$5 \text{ desek} \dots q_R = 5 \cdot q = 5 \cdot 10,97 = 54,85 \text{ kN/m}$$

ZS 13



ZS 13 PROMĚNNÉ - OSTATNÍ DESKY D1 - N_{min}

viz příloha č. ⑦

$$q = 5,45 \text{ kN/m}$$

$$5 \text{ desek} \dots q_R = 5 \cdot q = 5 \cdot 5,45 = 27,25 \text{ kN/m}$$

PŘEHLED:

STALĚ	ZS1 - vlastní tíha
	ZS2 - ostatní stěle - M_{max}
	ZS3 - ostatní stěle - M_{min}
	ZS4 - ostatní stěle - N_{max}
	ZS5 - ostatní stěle - N_{min}
	ZS6 - ostatní stěle - vrchní stěna
	ZS7 - ostatní stěle - ostatní desky a stěny
PROMĚNNÉ	ZS8 - proměnné - M_{max}
	ZS9 - proměnné - M_{min}
	ZS10 - proměnné - N_{max}
	ZS11 - proměnné - N_{min}
	ZS12 - proměnné - ost. desky N_{max}
ZS13 - proměnné - ost. desky N_{min}	

5.5 KOMBINACE

C01 - M_{max}

$$1,35 (ZS1 + ZS2 + ZS6 + ZS7) + 1,5 (ZS8 + ZS13)$$

C02 - M_{min}

$$1,35 (ZS1 + ZS3 + ZS6 + ZS7) + 1,5 (ZS9 + ZS12)$$

C03 - N_{max}

$$1,35 (ZS1 + ZS4 + ZS6 + ZS7) + 1,5 (ZS10 + ZS12)$$

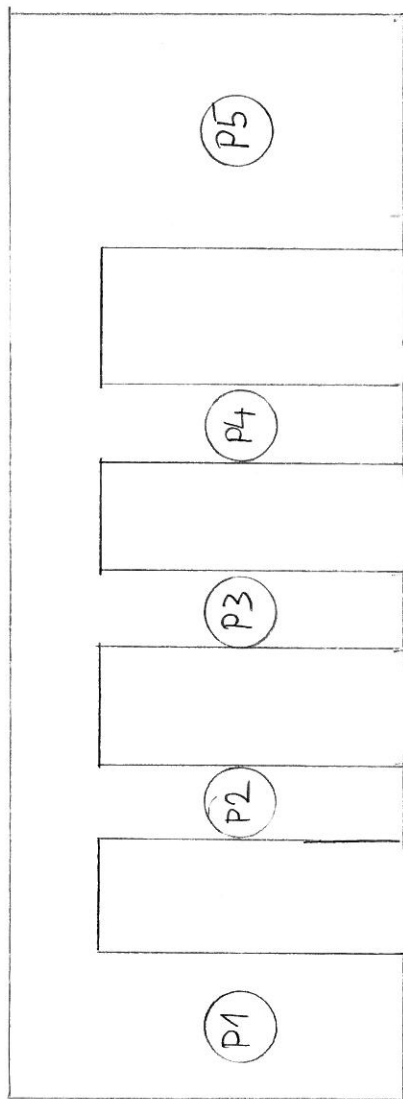
C04 - N_{min}

$$1,35 (ZS1 + ZS5 + ZS6 + ZS7) + 1,5 (ZS11 + ZS13)$$

- spočítáno programem SCIA ENGINEER 2014

- viz příloha č. ⑥

5.6 VNITŘNÍ SÍLY



PRVEK	ČÍSLO KOMBINACÍ	N [kN]	M [kNm]
P1	1	-817,15	6,17
	2	-919,44	-3,76
	3	-935,62	-3,68
	4	-817,15	5,20
P2	1	-1412,80	4,75
	2	-1667,00	-2,94
	3	-1695,39	-4,11
	4	-1412,80	4,02
P3	1	-1379,21	4,68
	2	-1614,53	-2,88
	3	-1646,16	-4,74
	4	-1379,21	3,97

PRVEK	Č. KOMBINACE	N [kN]	M [kNm]
P4	1	-1414,09	4,13
	2	-1688,28	-2,55
	3	-1708,34	-4,38
	4	-1414,09	3,48
P5	1	-776,82	5,21
	2	-889,93	-3,93
	3	-892,74	-3,40
	4	-776,82	4,39

5.7 PILÍŘ P1

5.7.1 GEOMETRIE

- uvažujeme na šířku 1m

$$l_s = 1,0m$$

$$h_s = 0,3m$$

$$l_s = 2,85m$$

5.7.2 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

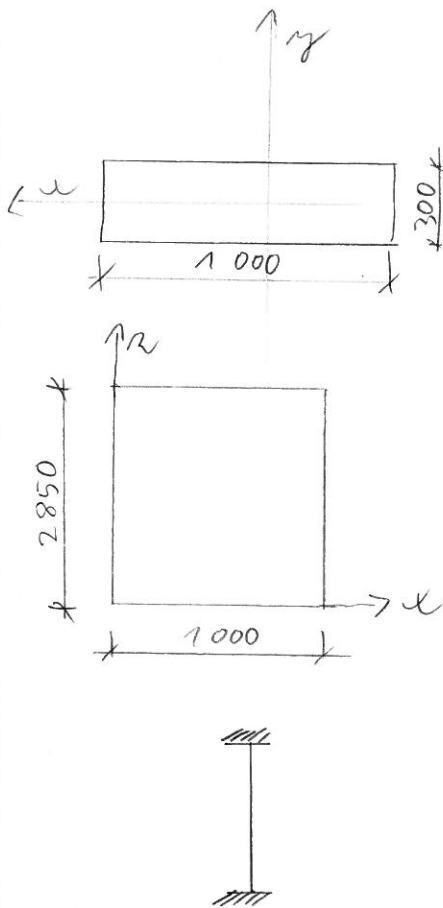
$$I_{yy} = \frac{1}{12} l_s \cdot h_s^3 = \frac{1}{12} \cdot 1 \cdot 0,3^3 = 22,5 \cdot 10^{-4} m^4$$

$$A = l_s \cdot h_s = 0,3 \cdot 1 = 0,3 m^2$$

$$l_0 = 0,7l = 0,7 \cdot 2,85 = 2,0m$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{2,00}{0,087} = 22,99$$

$$i = \sqrt{\frac{I_{yy}}{A}} = \sqrt{\frac{22,50 \cdot 10^{-4}}{0,3}} = 0,087$$



5.7.3 ÚPRAVA NÁVRHOVÝCH MOMENTŮ

$$\bullet CO1 \quad M_{ED} = 6,179 \text{ Nm}$$

$$N_{ED} = -817,159 \text{ N}$$

$$l_1 = \frac{M_{ED}}{N_{ED}} = \frac{6,179 \cdot 10^3}{817,15 \cdot 10^3} = 7,55 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

imperfekce I. řádu

$$l_i = \frac{l_0}{400} = \frac{2}{400} = 0,005 \text{ m}$$

imperfekce II. řádu

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C}{\sqrt{m}} = \frac{20 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 2,2}{\sqrt{0,136}} = 91,87$$

$$m = \frac{N_{ED}}{A \cdot c \cdot b \cdot d} = \frac{817,15 \cdot 10^3}{0,3 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,136$$

$$\lambda = 22,99 < \lambda_{lim} = 91,87 \dots \text{ nepočítáme vliv II. řádu}$$

$$l_d = l_1 + l_i = 0,008 + 0,005 = 0,013 \text{ m}$$

$$M_{ED} = N_{ED} \cdot l_d = 817,15 \cdot 10^3 \cdot 0,013 = 10,639 \text{ Nm}$$

$$|N_{ED}| = 817,159 \text{ N}$$

$$|M_{ED}| = 10,639 \text{ Nm}$$

$$\bullet CO2 \quad M_{ED} = -3,769 \text{ Nm}$$

$$N_{ED} = 919,449 \text{ N}$$

$$l_1 = \frac{3,769}{919,44} = 0,004 \text{ m}$$

imperfekce I. řádu

$$l_i = 0,005 \text{ m}$$

imperfekce II. řádu

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 2,2}{\sqrt{0,153}} = 86,62$$

$$m = \frac{919,44 \cdot 10^3}{0,3 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,153$$

$$\lambda = 22,99 < \lambda_{lim} = 86,62 \dots \text{ nepočítáme II. řád}$$

$$l_d = l_1 + l_i = 0,004 + 0,005 = 0,009 \text{ m}$$

$$M_{ED} = N_{ED} \cdot l_d = 919,44 \cdot 10^3 \cdot 0,009 = 11,959 \text{ Nm}$$

$$|M_{ED}| = 919,44 \text{ kNm}$$

$$|M_{ED}| = 11,95 \text{ kNm}$$

$$\bullet \text{ C03} \quad M_{ED} = -3,68 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} = -935,62 \text{ kN}$$

$$l_1 = \frac{3,68}{935,62} = 0,004 \text{ m}$$

imperfekce I řádu

$$l_i = 0,005 \text{ m}$$

imperfekce II řádu

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 2,2}{\sqrt{0,156}} = 85,78$$

$$m = \frac{935,62 \cdot 10^3}{0,3 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,156$$

$$\lambda = 22,99 < \lambda_{lim} = 85,78 \dots \text{ nepoužítáme II řád}$$

$$l_d = 0,004 + 0,005 = 0,009 \text{ m}$$

$$M_{ED} = 0,009 \cdot 935,62 = 8,42 \text{ kNm}$$

$$|N_{ED}| = 935,62 \text{ kN}$$

$$|M_{ED}| = 8,42 \text{ kNm}$$

$$\bullet \text{ C04} \quad M_{ED} = 5,20 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} = 817,15 \text{ kN}$$

$$l_1 = \frac{5,20 \cdot 10^3}{817,15 \cdot 10^3} = 0,007 \text{ m}$$

imperfekce I řádu

$$l_i = 0,005 \text{ m}$$

imperfekce II řádu

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 2,2}{\sqrt{0,136}} = 91,87$$

$$m = \frac{817,15 \cdot 10^3}{0,3 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,136$$

$$\lambda = 22,99 < \lambda_{lim} = 91,87 \dots \text{ nepoužítáme II řád}$$

5.7.4 ODPOR KSCĚ V ROVINĚ OSY Y

$$h = 0,3 \text{ m} \quad A_{s1} = \frac{\phi^2}{4} \pi \cdot 3 = \frac{12^2}{4} \cdot \pi \cdot 3 = 2,36 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$b = 1 \text{ m} \quad A_{s2} = A_{s1} = 2,36 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

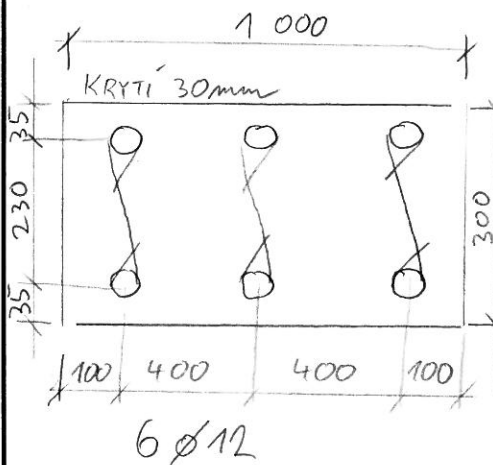
$$A_c = 0,3 \text{ m}^2 \quad \Sigma A_s = 4,71 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$d_1 = c + \frac{\phi}{2} = 30 + \frac{12}{2} = 30 + 6 = 36 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 300 - 36 = 0,265 \text{ m}$$

$$r_{s1} = \frac{h}{2} - d_1 = \frac{0,3}{2} - 0,035 = 0,115 \text{ m}$$

$$F_{s1} = F_{s2} = A_{s1} \cdot f_{yd} = 2,36 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6 = 112,87 \text{ kN}$$



6 $\phi 12$

BOD 0 [M_{RD0}; N_{RD0}]

$$N_{RD0} = -(b \cdot h \cdot \eta \cdot f_{cd} + \Sigma A_s \cdot \sigma_s) = -(1 \cdot 0,3 \cdot 1,20 \cdot 10^6 + 4,71 \cdot 10^{-4} \cdot 400 \cdot 10^6) = -6188,4 \text{ kN}$$

$$\sigma_s = \epsilon_{s2} \cdot E_s = 0,02 \cdot 200 \cdot 10^6 = 400 \text{ MPa} < f_{yd} = 478,26 \text{ MPa}$$

... VYHOVUJÍ

$$M_{RD0} = 0 \text{ kNm}$$

BOD 1 [M_{RD1}; N_{RD1}]

$$N_{RD1} = -(b \cdot 0,8d \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot f_{yd}) = -(1 \cdot 0,8 \cdot 0,265 \cdot 20 \cdot 10^6 + 2,36 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6) = -4352,9 \text{ kN}$$

$$M_{RD1} = b \cdot 0,8d \cdot f_{cd} (h - 0,8d) \cdot \frac{1}{2} + A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot r_{s2} = 1 \cdot 0,8 \cdot 0,265 \cdot 20 \cdot 10^6 (0,3 - 0,8 \cdot 0,265) \cdot \frac{1}{2} + 2,36 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6 \cdot 0,115 = 199,54 \text{ kNm}$$

BOD 2 [M_{RD2}; N_{RD2}]

$$x_{bal} = \frac{d}{(1 + \frac{f_{yd}}{700})} = \frac{0,265}{(1 + \frac{478,26 \cdot 10^6}{700})} = 0,154 \text{ m}$$

$$N_{RD2} = -(b \cdot 0,8 \cdot x_{bal} \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot f_{yd} - A_{s1} \cdot f_{yd}) =$$

$$= -(1 \cdot 0,8 \cdot 0,157 \cdot 20 \cdot 10^6) = -2512 \text{ kN}$$

$$M_{RD2} = b \cdot 0,8 \cdot x_{bal} \cdot f_{cd} \cdot 0,5 (h - 0,8 x_{bal}) + A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot$$

$$\cdot r_1 + A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot r_2 = 1 \cdot 0,8 \cdot 0,157 \cdot 20 \cdot 10^6 \cdot 0,5 \cdot$$

$$\cdot (0,3 - 0,8 \cdot 0,157) + 2 \cdot 2,36 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6 \cdot 0,115 = 245,009 \text{ kNm}$$

BOD 3 [M_{RD3}, N_{RD3}]

$$M_{RD3} = A_{s2} \cdot f_{yd} (d - d_2) = 2,36 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6 (0,265 -$$

$$- 0,035) = 25,96 \text{ kNm}$$

$$N_{RD3} = 0 \text{ kN}$$

BOD Z [M_{RDZ}, N_{RDZ}]

$$x_{balZ} = \frac{d_2}{(1 - \frac{f_{yd}}{f_{cd}})} = \frac{0,035}{(1 - \frac{478,26 \cdot 10^6}{700})} = 0,11 \text{ m}$$

$$N_{RDZ} = -(b \cdot 0,8 \cdot x_{balZ} \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot f_{yd} - A_{s1} \cdot f_{yd}) =$$

$$= -(1 \cdot 0,8 \cdot 0,11 \cdot 20 \cdot 10^6 + 0) = -1760 \text{ kN}$$

$$M_{RDZ} = b \cdot 0,8 \cdot x_{balZ} \cdot f_{cd} \cdot 0,5 (h - 0,8 x_{balZ}) +$$

$$+ A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot r_1 + A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot r_2 =$$

$$= 1 \cdot 0,8 \cdot 0,11 \cdot 20 \cdot 10^6 \cdot 0,5 (0,3 - 0,8 \cdot 0,11) +$$

$$+ 2 \cdot 2,36 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6 \cdot 0,115 = 212,52 \text{ kNm}$$

5.7.5 KONTROLA MÍRY VYUŽITÍ

$$A_{s,MIN} = \frac{0,1 N_{ED}}{f_{yd}} = \frac{0,1 \cdot 935,62 \cdot 10^3}{478,26 \cdot 10^6} = 1,95 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s,MIN} = 1,95 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \geq 0,002 A_c = 0,002 \cdot 0,3 = 6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s,MIN} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_s = \sum A_s = 6,78 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s, \text{MAX}} = 0,04 A_c = 0,04 \cdot 0,3 = 120 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s, \text{MIN}} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq A_s = 6,78 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq A_{s, \text{MAX}} = 120 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \dots \text{ VYHOVUJE}$$

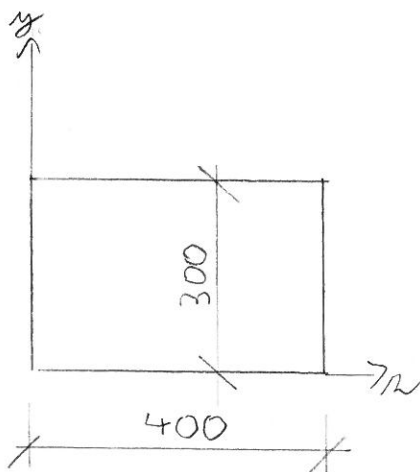
5.7.6 NÁVRH PŘÍČNĚ VÝZTUŽE

$$\phi \geq 6 \text{ mm}$$

$$\phi \geq \frac{\phi_s}{4} = \frac{12}{4} = 3 \text{ mm}$$

$$\Delta = \min \{ 20\phi; \min(l_i, k_i); 400 \} = \min \{ 240; 300; 400 \} = 240 \text{ mm}$$

NAVRŽENO $\phi 6; \Delta = 200 \text{ mm}$



5.7.7 OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI

- pomocí interakčních diagramů viz pří. č. ⑧

5.8 PILÍŘ P2

5.8.1 GEOMETRIE

$$b_s = 0,4 \text{ m}$$

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

$$l_s = 2,85 \text{ m}$$

5.8.2 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

$$I_{yy} = \frac{1}{12} \cdot b_s \cdot h_s^3 = \frac{1}{12} \cdot 0,4 \cdot 0,3^3 = 9,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$A = b_s \cdot h_s = 0,4 \cdot 0,3 = 0,12 \text{ m}^2$$

$$l_0 = 0,7 l_s = 0,7 \cdot 2,85 = 2,0 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{2,0}{0,087} = 23,09$$

$$i = \sqrt{\frac{I_{yy}}{A}} = \sqrt{\frac{9,0 \cdot 10^{-4}}{0,12}} = 0,087 \text{ m}$$

5.8.3 ÚPRAVA NÁVRHOVÝCH MOMENTŮ

• CO1 $M_{ED} = 4,75 \text{ kNm}$

$N_{ED} = -1412,80 \text{ kN}$

$l_1 = \frac{M_{ED}}{N_{ED}} = \frac{4,75}{1412,80} = 0,004$

imperfekce I. řádu

$l_i = \frac{l_0}{400} = \frac{2}{400} = 0,005 \text{ m}$

imperfekce II. řádu

$\lambda_{lim} = \frac{20 A \cdot B \cdot C}{\sqrt{m}} = \frac{20 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 2,2}{\sqrt{0,589}} = 44,15$

$n = \frac{N_{ED}}{A \cdot b \cdot c \cdot d} = \frac{1412,80 \cdot 10^3}{0,12 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,589$

$\lambda = 23,09 < \lambda_{lim} = 44,15 \dots$ nepočítáme II. řád

$l_d = l_1 + l_i = 0,005 + 0,004 = 0,009 \text{ m}$

$M_{ED} = l_d \cdot N_{ED} = 0,009 \cdot 1412,80 \cdot 10^3 = 12,72 \text{ kNm}$

$|M_{ED}| = 12,72 \text{ kNm}$

$|N_{ED}| = 1412,80 \text{ kN}$

• CO2 $M_{ED} = -2,94 \text{ kNm}$

$N_{ED} = -1667,00 \text{ kN}$

$l_1 = \frac{2,94 \cdot 10^3}{1667 \cdot 10^3} = 0,002 \text{ m}$

imperfekce I. řádu

$l_i = \frac{l_0}{400} = \frac{2,0}{400} = 0,005 \text{ m}$

imperfekce II. řádu

$\lambda_{lim} = \frac{20 A \cdot B \cdot C}{\sqrt{m}} = \frac{20 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 2,2}{\sqrt{0,694}} = 40,67$

$n = \frac{N_{ED}}{A \cdot b \cdot c \cdot d} = \frac{1667 \cdot 10^3}{0,12 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,694$

$\lambda = 23,09 < \lambda_{lim} = 40,67 \dots$ nepočítáme II. řád

$l_d = 0,005 + 0,002 = 0,007$

$M_{ED} = N_{ED} \cdot l_d = 1667 \cdot 10^3 \cdot 0,007 = 11,67 \text{ kNm}$

$$|N_{ED}| = 1667,002 \text{ N}$$

$$|M_{ED}| = 11,672 \text{ N}\cdot\text{m}$$

• C03 $M_{ED} = -4,742 \text{ N}\cdot\text{m}$

$$N_{ED} = -1695,392 \text{ N}$$

$$l_1 = \frac{4,74 \cdot 10^3}{1695,39 \cdot 10^3} = 0,003 \text{ m}$$

imperfekce I řádu

$$l_i = 0,005 \text{ m}$$

imperfekce II. řádu

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C}{\sqrt{m}} = \frac{20 \cdot 0,17 \cdot 1,1 \cdot 2,2}{\sqrt{0,706}} = 40,32$$

$$m = \frac{N_{ED}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{1695 \cdot 10^3}{0,12 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,706$$

$$\lambda = 23,09 < \lambda_{lim} = 40,32 \text{ ... nepočítáme II. řád}$$

$$l_d = l_i + l_1 = 0,003 + 0,005 = 0,008 \text{ m}$$

$$M_{ED} = 1695,39 \cdot 10^3 \cdot 0,008 = 13,562 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$|N_{ED}| = 1695,392 \text{ N}$$

$$|M_{ED}| = 13,562 \text{ N}\cdot\text{m}$$

• C04 $M_{ED} = 4,022 \text{ N}\cdot\text{m}$

$$N_{ED} = -1412,802 \text{ N}$$

$$l_1 = \frac{M_{ED}}{N_{ED}} = \frac{4,02 \cdot 10^3}{1412,80 \cdot 10^3} = 0,003 \text{ m}$$

imperfekce I řádu

$$l_i = \frac{l_0}{400} = \frac{2}{400} = 0,005 \text{ m}$$

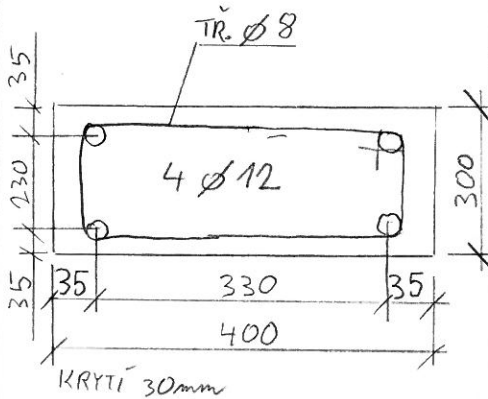
$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot 0,17 \cdot 1,1 \cdot 2,2}{\sqrt{0,589}} = 44,15$$

$$m = \frac{N_{ED}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{1412,82 \cdot 10^3}{0,12 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,589$$

$$\lambda = 23,09 < \lambda_{lim} = 44,15 \text{ ... nepočítáme II. řád}$$

$$l_d = 0,005 + 0,003 = 0,008 \text{ m}$$

$$M_{ED} = 1412,80 \cdot 10^3 \cdot 0,008 = 11,302 \text{ N}\cdot\text{m}$$



$$|N_{ED}| = 1412,80 \text{ kN}$$

$$|M_{ED}| = 11,30 \text{ kNm}$$

5.8.4 ÚPOMOR KSCCE V ROVINĚ OSY Y

$$h = 0,13 \text{ m}$$

$$A_{s1} = \frac{\sigma^2}{4} \cdot \pi \cdot 2 = \frac{12^2}{4} \cdot \pi \cdot 2 = 2,26 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$l = 0,4 \text{ m}$$

$$A_{s2} = A_{s1} = 2,26 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_c = 0,3 \cdot 0,4 = 0,12 \text{ m}^2$$

$$\sum A_s = 4,52 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$d_1 = c + \frac{\sigma}{2} = 30 + \frac{12}{2} = 36 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 0,13 - 0,036 = 0,264 \text{ m}$$

$$r_1 = \frac{l}{2} - d_1 = \frac{0,4}{2} - 0,035 = 0,115 \text{ m}$$

$$F_{s1} = F_{s2} = A_{s1} \cdot b \cdot \eta \cdot d = 2,26 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6 = 108,9 \text{ kN}$$

BOD 0 $[M_{RDO}; N_{RDO}]$

$$N_{RDO} = -(l \cdot h \cdot \eta \cdot f_{cd} + \sum A_s \cdot \sigma_s) =$$

$$= -(0,4 \cdot 0,13 \cdot 1,20 \cdot 10^6 + 4,52 \cdot 10^{-4} \cdot 400 \cdot 10^6) = -2580,8 \text{ kN}$$

$$\sigma_s = \epsilon_{s2} \cdot E_s = 0,02 \cdot 200 \cdot 10^9 = 400 \text{ MPa} < f_{yd} = 478,26 \text{ MPa}$$

$$M_{RDO} = 0 \text{ kNm}$$

... vyhovuje

BOD 1 $[M_{RD1}; N_{RD1}]$

$$M_{RD1} = -(l \cdot 0,8d \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot b \cdot \eta \cdot d) =$$

$$= -(0,4 \cdot 0,8 \cdot 0,264 \cdot 20 \cdot 10^6 + 2,26 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6) =$$

$$= 1797,69 \text{ kNm}$$

$$N_{RD1} = l \cdot 0,8d \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot (h - 0,8d) \cdot \frac{1}{2} + A_{s2} \cdot b \cdot \eta \cdot d \cdot r_2 =$$

$$= 0,4 \cdot 0,8 \cdot 0,264 \cdot 20 \cdot 10^6 (0,13 - 0,8 \cdot 0,264) \cdot \frac{1}{2} +$$

$$+ 2,26 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6 \cdot 0,115 = 87,34 \text{ kNm}$$

BOD 2 [M_{RD2}; N_{RD2}]

$$x_{bal} = \frac{d}{\left(1 + \frac{b \cdot z \cdot d}{700}\right)} = \frac{0,264}{\left(1 + \frac{478,26 \cdot 10^6}{700}\right)} = 0,157 \text{ m}$$

$$N_{RD2} = -(b \cdot 0,8 \cdot x_{bal} \cdot b \cdot c \cdot d + A_{s2} \cdot b \cdot z \cdot d - A_{s1} \cdot b \cdot z \cdot d) =$$

$$= -(0,4 \cdot 0,8 \cdot 0,157 \cdot 20 \cdot 10^6 + 0) = -1004,80 \text{ kN}$$

$$M_{RD2} = b \cdot 0,8 \cdot x_{bal} \cdot b \cdot c \cdot d \cdot 0,15 (b - 0,8 x_{bal}) + A_{s1} \cdot b \cdot z \cdot d \cdot$$

$$\cdot r_1 + A_{s2} \cdot b \cdot z \cdot d \cdot r_2 =$$

$$= 0,4 \cdot 0,8 \cdot 0,157 \cdot 20 \cdot 10^6 \cdot 0,15 (0,3 - 0,8 \cdot 0,157) + 2 \cdot 478,26 \cdot 10^6 \cdot$$

$$\cdot 0,115 \cdot 2,26 \cdot 10^{-4} = 113,58 \text{ kNm}$$

BOD 3 [M_{RD3}; N_{RD3}]

$$M_{RD3} = A_{s2} \cdot b \cdot z \cdot d \cdot (d - d_2) = 2,26 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6 \cdot$$

$$\cdot (0,264 - 0,034) = 25,96 \text{ kNm}$$

$$N_{RD3} = 0$$

BOD Z [M_{RDZ}; N_{RDZ}]

$$x_{balz} = \frac{d_2}{\left(1 - \frac{b \cdot z \cdot d}{700}\right)} = \frac{0,036}{\left(1 - \frac{478,26 \cdot 10^6}{700}\right)} = 0,114$$

$$N_{RDZ} = -(b \cdot 0,8 \cdot x_{balz} \cdot b \cdot c \cdot d + A_{s2} \cdot b \cdot z \cdot d - A_{s1} \cdot b \cdot z \cdot d) =$$

$$= -(0,4 \cdot 0,8 \cdot 0,114 \cdot 20 \cdot 10^6 + 0) = 704,00 \text{ kN}$$

$$M_{RDZ} = b \cdot 0,8 \cdot x_{balz} \cdot b \cdot c \cdot d \cdot 0,15 (b - 0,8 x_{balz}) +$$

$$+ A_{s1} \cdot b \cdot z \cdot d \cdot r_1 + A_{s2} \cdot b \cdot z \cdot d \cdot r_2 =$$

$$= 0,4 \cdot 0,8 \cdot 0,114 \cdot 20 \cdot 10^6 \cdot 0,15 (0,3 - 0,8 \cdot 0,114) +$$

$$+ 2 \cdot 2,26 \cdot 10^{-4} \cdot 0,115 \cdot 478,26 \cdot 10^6 = 100,58 \text{ kNm}$$

5.8.5 KONTROLA MÍRY VYZTUŽENÍ

$$A_{s,MIN} = \frac{(0,1 N_{ED})}{b \cdot d} = \frac{0,1 \cdot 1695,39 \cdot 10^3}{478,26 \cdot 10^6} = 3,55 \cdot 10^{-4} m^2$$

$$A_{s,MIN} \geq 0,002 A_c = 0,002 \cdot 0,4 \cdot 0,3 = 2,4 \cdot 10^{-4} m^2 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$A_{s,MAX} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 0,4 \cdot 0,3 = 48 \cdot 10^{-4} m^2$$

$$A_{s,MIN} = 3,55 \cdot 10^{-4} m^2 \leq A_{s,A} = 4,52 \cdot 10^{-4} m^2 \leq A_{s,MAX} = 48 \cdot 10^{-4} m^2 \quad \text{VYHOVUJE}$$

5.8.6 NÁVRH PŘÍČNÉ VÝZTUŽE

$$\phi \geq 8_{mm}$$

$$\phi \geq \frac{\phi_s}{4} = \frac{12}{4} = 3_{mm}$$

$$\Delta = \min \{ 20\phi; \min(h, b); 400 \} = \min \{ 240; 300; 400 \} = 240_{mm}$$

- sruštění výztuže pod a nad stropec

$$\Delta_2 = 0,6 \Delta = 0,6 \cdot 240 = 144_{mm}$$

NAVRŽENO TRŽ $\phi 8$; $\Delta = 200_{mm}$

$\Delta_2 = 100_{mm}$ (vzdálenosti 400mm od desky)

5.8.7 OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI

- dle interakčních diagramů viz příloha č. 8

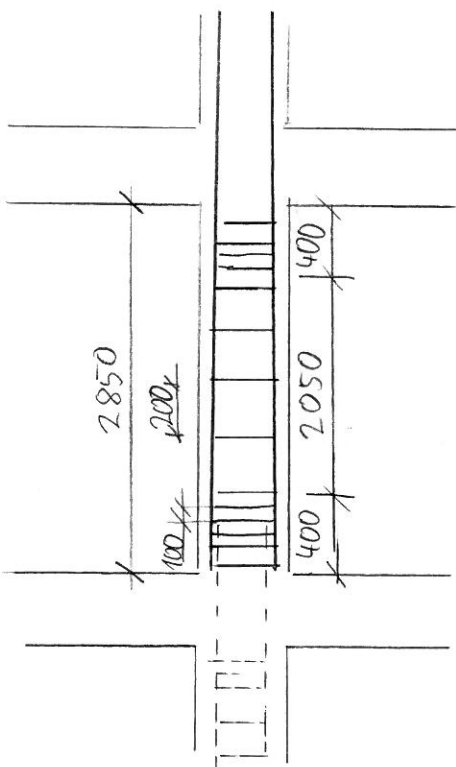
5.9 PILÍŘ P3

- momenty i normálové síly menší než u pilíře P2

- stejné rozměry jako pilíř P2

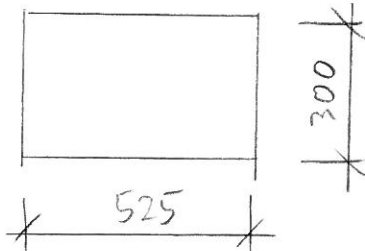
- únosnost stejná jako pilíř P2

PILÍŘ VYHOVUJE



5.10 PÍLÍŘ P₄

5.10.1 GEOMETRIE



$$b_s = 0,525 \text{ m}$$

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

$$l_s = 2,85 \text{ m}$$

5.10.2 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

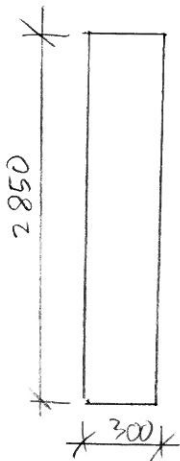
$$I_y = \frac{1}{12} b_s \cdot h_s^3 = \frac{1}{12} 0,525 \cdot 0,3^3 = 11,81 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$A = 0,525 \cdot 0,3 = 0,158 \text{ m}^2$$

$$l_0 = 0,7 \cdot l = 0,7 \cdot 2,85 = 2,0 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{2}{0,867} = 23,13$$

$$i = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{11,81 \cdot 10^{-4}}{0,158}} = 0,867 \text{ m}$$



5.10.3 ÚPRAVA NÁVRHOVÝCH MOMENTŮ

$$\cdot 01 \quad M_{ED} = 4,73 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} = -1414,09 \text{ kN}$$

$$l_1 = \frac{4,73 \cdot 10^3}{1414,09 \cdot 10^3} = 0,003$$

imperfekce I. řádu

$$l_i = \frac{l_0}{400} = 0,005 \text{ m}$$

imperfekce II. řádu

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot 0,7 \cdot 11 \cdot 2,2}{\sqrt{0,1447}} = 49,42$$

$$m = \frac{1414,09 \cdot 10^3}{0,158 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,447$$

$$\lambda = 23,13 < \lambda_{lim} = 49,42 \dots \text{ nepočítáme II. řád}$$

$$l_d = l_1 + l_i = 0,003 + 0,005 = 0,008 \text{ m}$$

$$M_{ED} = 1414,09 \cdot 10^3 \cdot 0,008 = 11,32 \text{ kNm}$$

$$|N_{ED}| = 1414,09 \text{ kN}$$

$$|M_{ED}| = 11,32 \text{ kNm}$$

$$\bullet \text{CO2} \quad M_{ED} = -2,55 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} = -1688,28 \text{ kN}$$

$$l_1 = \frac{2,55 \cdot 10^3}{1688,28 \cdot 10^3} = 0,002$$

imperfekce I. řádu

$$l_i = 0,005 \text{ m}$$

imperfekce II. řádu

$$\lambda_{lim} = \frac{0,7 \cdot 1,1 \cdot 2,2 \cdot 20}{\sqrt{0,534}} = 46,36$$

$$m = \frac{1688,28 \cdot 10^3}{0,158 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,534$$

$$l_d = 0,002 + 0,005 = 0,007$$

$$M_{ED} = 1688,28 \cdot 0,007 = 11,82 \text{ kNm}$$

$$|N_{ED}| = 1688,28 \text{ kN}$$

$$|M_{ED}| = 11,82 \text{ kNm}$$

$$\bullet \text{CO3} \quad M_{ED} = -4,38 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} = -1708,34 \text{ kN}$$

$$l_1 = \frac{4,38 \cdot 10^3}{1708,34 \cdot 10^3} = 0,003$$

imperfekce I. řádu

$$l_i = 0,005 \text{ m}$$

imperfekce II. řádu

$$\lambda_{lim} = \frac{0,7 \cdot 1,1 \cdot 2,2 \cdot 20}{\sqrt{0,541}} = 47,26$$

$$m = \frac{1708,34 \cdot 10^3}{0,158 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,541$$

$\lambda = 23,73 < \lambda_{lim} = 47,26 \dots$ navrženeme II. řád

$$l_d = 0,005 + 0,003 = 0,008 \text{ m}$$

$$M_{ED} = 1708,34 \cdot 10^3 \cdot 0,007 = 11,96 \text{ kNm}$$

$$|N_{ED}| = 1708,34 \text{ kN}$$

$$|M_{ED}| = 11,96 \text{ kNm}$$

• CO4 $M_{ED} = 3,48 \text{ kNm}$

$$N_{ED} = -1414,09 \text{ kN}$$

$$l_1 = \frac{3,48 \cdot 10^3}{474,26 \cdot 10^6} = 0,003 \text{ m}$$

imperfece I. řádu

$$l_i = 0,005 \text{ m}$$

imperfece II. řádu

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 2,2}{\sqrt{0,447}} = 49,06$$

$$m = \frac{1414,09 \cdot 10^3}{0,158 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,447$$

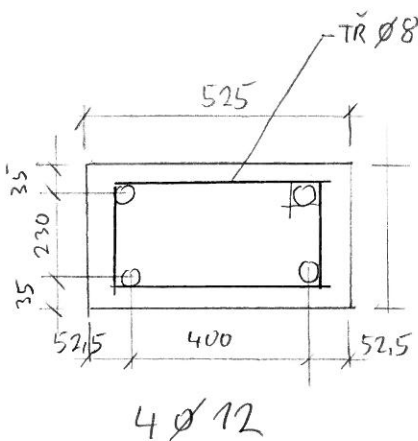
$\lambda = 23,13 < \lambda_{lim} = 49,06 \dots$ nepočítáme II. řád

$$l_d = 0,005 + 0,003 = 0,008 \text{ m}$$

$$M_{ED} = 1414,09 \cdot 0,008 = 11,31 \text{ kNm}$$

$$|N_{ED}| = 1414,09 \text{ kN}$$

$$|M_{ED}| = 11,31 \text{ kNm}$$



5.10.4 ODPOR KSCĚ V ROVINĚ OSY Y

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

$$A_{s1} = 2,26 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$b = 0,525$$

$$A_{s2} = 2,26 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_c = 0,156 \text{ m}^2$$

$$\Sigma A_s = 4,52 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$d_1 = 35 \text{ mm}$$

$$d = 265 \text{ mm}$$

$$r_1 = 0,115 \text{ m}$$

$$F_{s1} = F_{s2} = 108,9 \text{ kN}$$

BOD 0 [M_{RD0}; N_{RD0}]

$$N_{RD0} = -(0,525 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 10^6 + 4,52 \cdot 10^{-4} \cdot 400 \cdot 10^6) = -3330,8 \text{ kN}$$

$$\sigma_s = \epsilon_{s2} \cdot E_s = 0,02 \cdot 200 \cdot 10^9 = 400 \text{ MPa} < f_{yk} = 478,26 \text{ MPa}$$

$$M_{RD0} = 0 \text{ kNm}$$

... VYHOVUJE

BOD 1 [M_{RD1}; N_{RD1}]

$$N_{RD1} = -(0,525 \cdot 0,8 \cdot 0,265 \cdot 20 \cdot 10^6 + 2,26 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6) = -2334,09 \text{ kN}$$

$$M_{RD1} = 0,525 \cdot 0,8 \cdot 0,265 \cdot 20 \cdot 10^6 (0,3 - 0,8 \cdot 0,265) \cdot \frac{1}{2} + 2,26 \cdot 10^{-4} \cdot 0,115 \cdot 478,26 \cdot 10^6 = 110,38 \text{ kNm}$$

BOD 2 [M_{RD2}; N_{RD2}]

$$\mu_{bal1} = \frac{0,265}{1 + \frac{478,26 \cdot 10^6}{700}} = 0,157$$

$$N_{RD2} = -(0,525 \cdot 0,8 \cdot 0,157 \cdot 20 \cdot 10^6) = -1318,8 \text{ kN}$$

$$M_{RD2} = 0,525 \cdot 0,8 \cdot 0,157 \cdot 20 \cdot 10^6 \cdot 0,5 (0,3 - 0,8 \cdot 0,157) + 2 \cdot 2,26 \cdot 10^{-4} \cdot 0,115 \cdot 478,26 \cdot 10^6 = 139,86 \text{ kNm}$$

BOD 3 [M_{RD3}; N_{RD3}]

$$M_{RD3} = 2,26 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6 \cdot (0,265 - 0,035) = 24,86 \text{ kNm}$$

$$N_{RD3} = 0$$

BOD Z [M_{RDZ}; N_{RDZ}]

$$\mu_{bal2} = \frac{0,035}{1 - \frac{478,26 \cdot 10^6}{700}} = 0,11 \text{ m}$$

$$N_{RDZ} = -(0,525 \cdot 0,8 \cdot 0,11 \cdot 20 \cdot 10^6 + 0) = 924,00 \text{ kN}$$

$$M_{RD2} = 0,525 \cdot 0,8 \cdot 0,11 \cdot 20 \cdot 10^6 \cdot 0,15 (0,3 - 0,18 \cdot 0,11) + 2 \cdot 2,26 \cdot 10^4 \cdot 478,26 \cdot 10^6 \cdot 0,115 = 122,80 \text{ kNm}$$

5.10.5 KONTROLA MÍRY VYŽUŽENÍ

$$A_{smin} = \frac{0,1 N_{ED}}{f_{yk}} = \frac{0,1 \cdot 1708,34 \cdot 10^3}{478,26 \cdot 10^6} = 3,57 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{smin} \geq 0,002 A_c = 0,002 \cdot 0,525 \cdot 0,3 = 3,15 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$A_{smax} = 0,04 A_c = 0,04 \cdot 0,525 \cdot 0,3 = 63 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{smin} = 3,57 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq A_{sR} = 4,52 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq A_{smax} = 63 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \dots \text{VYHOVUJE}$$

5.10.6 NÁVRH PŘÍČNÉ VÝZTUŽE

$$\phi \geq 6 \text{ mm}$$

$$\phi \geq \frac{\phi_{sl}}{4} = \frac{12}{4} = 3 \text{ mm}$$

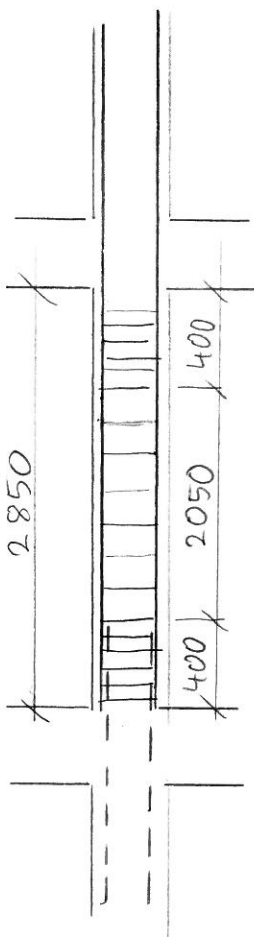
$$s = \min \{ 20 \phi; \min(h; l); 400 \} = \{ 240; 300; 400 \} = 240 \text{ mm}$$

- skrástění výztuže pod a nad stropem

$$s_2 = 0,6 \cdot s = 0,6 \cdot 240 = 144 \text{ mm}$$

NAVŘENO TR Ø8; s = 200 mm

s₂ = 100 mm (ve vzdálenosti 400 mm od desky)



5.10.7 OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI

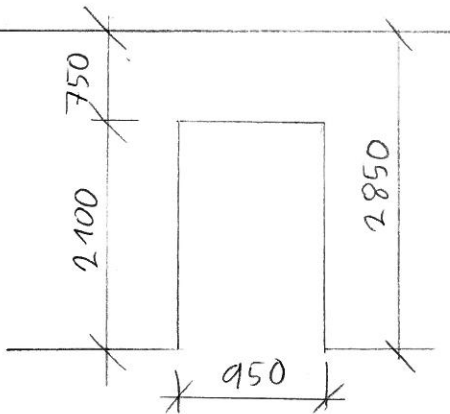
- dle interakčních diagramů viz. příloha č. 8

5.11 PILÍŘ P5

- momenty a norm. síly srovnatelné s pilířem P1

- stejné rozměry a stejná únosnost ... VYHOVUJE

5.12 VÝZTUŽ NAD OTVOREM 01



5.12.1 GEOMETRIE

$$l_0 = 950 \text{ mm}$$

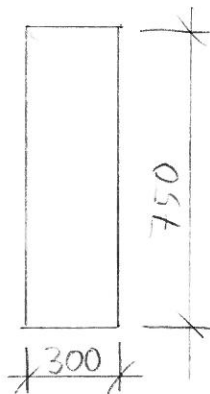
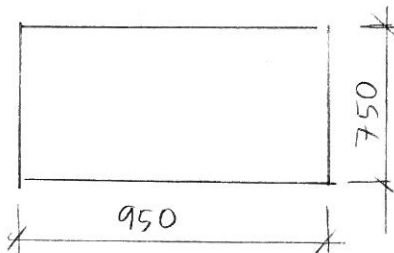
$$b_0 = 525 \text{ mm}$$

$$h_0 = 300 \text{ mm}$$

5.12.2 STATICKÉ SCHÉMA

A, PROSTĚ ULOŽENÝ NOSNÍK (na bezpečnostní straně)

B, VĚTRNUTÝ NOSNÍK



5.12.3 ZATĚZOVACÍ STAVY

1 ZS VLASTNÍ TÍHA

$$A = 0,3 \cdot 0,75 = 0,225 \text{ m}^2$$

$$g_{zB} = 25 \text{ kN/m}^3$$

$$g_{0K} = A \cdot g_{zB} = 0,225 \cdot 25 \cdot 10^3 = 5,63 \text{ kN/m}$$

2 ZS OSTATNÍ STÁLÉ - REAKCE DESKY D1

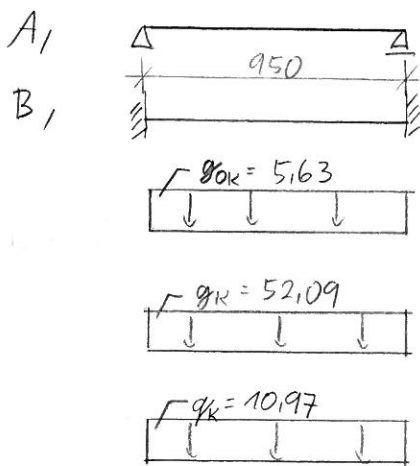
- viz příloha č. ⑦

$$g_K = 52,09 \text{ kN/m}$$

3 ZS PROTIĚNNÉ - REAKCE DESKY D1

- viz příloha č. ⑦

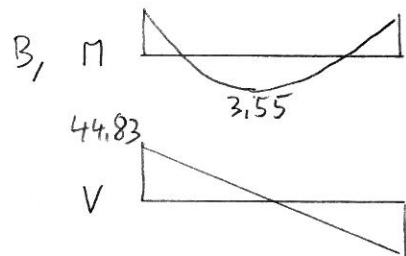
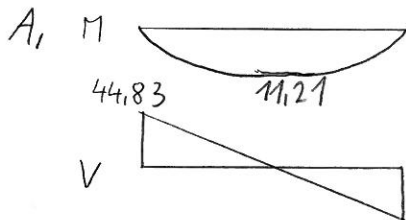
$$q_K = 10,97 \text{ kN/m}$$



5.12.4 KOMBINACE

NÁVRHOVÁ

$$1,35(251+252) + 1,5(253) = 1,35(5,63+52,09) + 1,5(10,97) = 94,38 \text{ kN/m}$$



5.12.5 VNITŘNÍ SÍLY

$$A_1, M_{ED} = \frac{1}{8} g \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 94,38 \cdot 10^3 \cdot 0,95^2 = 11,21 \text{ kNm}$$

$$V_{ED} = \frac{1}{2} L \cdot g = \frac{1}{2} \cdot 94,38 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 44,83 \text{ kN}$$

B₁ - řešeno programem SCIA ENGINEER

$$M_{ED} = 3,55 \text{ kNm}$$

$$V_{ED} = 44,83 \text{ kN}$$

- navržená nepřímá varianta

$$M_{ED} = 11,21 \text{ kNm}$$

$$V_{ED} = 44,83 \text{ kN}$$

5.12.6 OHYB

úplň výtlče viz str 22

$$M_{ED} = 11,21 \text{ kNm}$$

NAVRŽENO KRYTÍ 30mm

odhad plochy výtlče

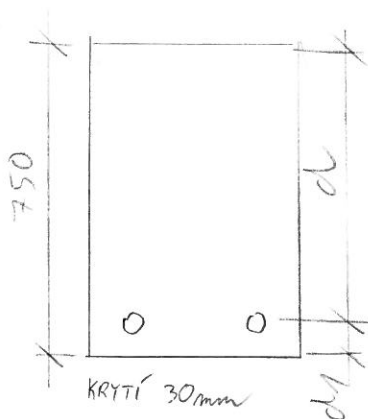
$$d_1 = c + \frac{\phi}{2} = 30 + \frac{12}{2} = 36 \text{ mm}$$

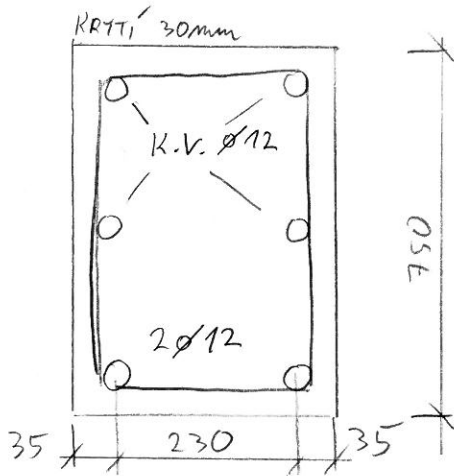
$$d = h - d_1 = 750 - 36 = 715 \text{ mm}$$

$$r_{s,req} = 0,9 d = 0,9 \cdot 715 = 0,644 \text{ m}$$

$$A_{s,req} = \frac{M_{ED}}{r_{s,req} \cdot f_{yk} \cdot d} = \frac{11,21 \cdot 10^3}{0,644 \cdot 478,26 \cdot 106} = 0,14 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

NAVRŽENO 2 ϕ 12; $A_{s,prov} = 2,26 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$





poloha n.o.

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{2,26 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6}{0,18 \cdot 0,3 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,225 \text{ m}$$

kontrola míry přetvoření

$$\epsilon_s = \frac{\epsilon_{cu3}}{x} (d - x) = \frac{3,5\%}{0,225} (0,715 - 0,225) = 107,22\%$$

$$\epsilon_{zd} = 2,39\%$$

$$\epsilon_s = 107,22\% > \epsilon_{zd} = 2,39\% \dots \text{VYHOVUJE}$$

rovnováha vnitřních sil

$$x_c = d - 0,5 \lambda x = 0,715 - 0,5 \cdot 0,18 \cdot 0,225 = 0,706 \text{ m}$$

únosnost

$$M_{RD} = A_s \cdot f_{yd} \cdot x_c = 2,26 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6 \cdot 0,706 = 76,319 \text{ N m}$$

$$M_{ED} = 11,219 \text{ N} < M_{RD} = 76,319 \text{ N m} \dots \text{VYHOVUJE}$$

5.12.7 SMYK

$$V_{ED} = 44,839 \text{ N}$$

$$V_{RDC} = c_{rd,c} \cdot \xi \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ctk})^{2/3} \cdot b_w \cdot d \geq N_{min} \cdot b_w \cdot d$$

$$c_{rd,c} = \frac{0,18}{\rho_1} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{715}} = 1,53 < 2 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{2,26 \cdot 10^{-4}}{0,3 \cdot 0,715} = 10,54 \cdot 10^{-4} < 0,02 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$N_{min} = 0,035 \cdot \xi^{3/2} \cdot f_{ctk}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,53^{3/2} \cdot \sqrt{20 \cdot 10^6} = 0,296 \text{ MPa}$$

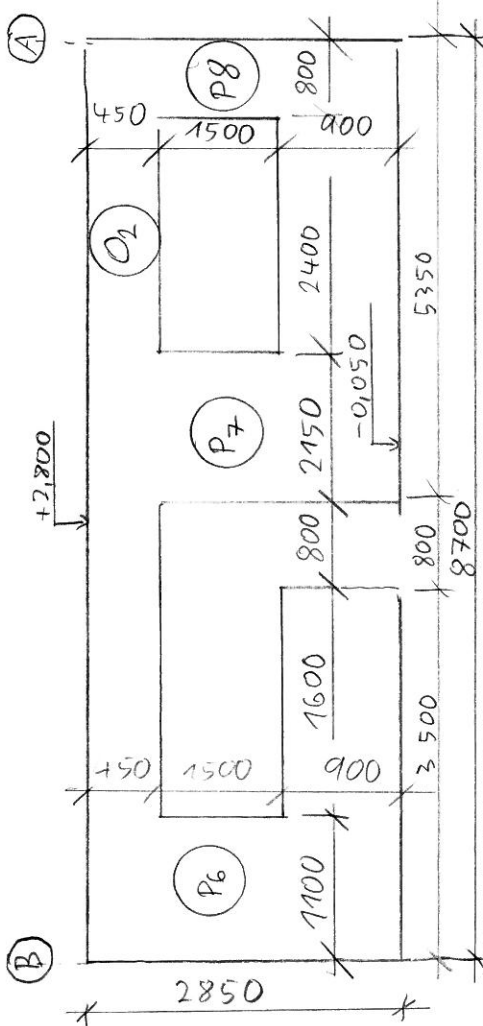
$$V_{RDC} = 0,12 \cdot 1,53 \cdot (100 \cdot 10,54 \cdot 10^{-4} \cdot 20 \cdot 10^6)^{2/3} \cdot 0,3 \cdot 0,715 = 57,809 \text{ N}$$

$$V_{RDC} = 57,809 \text{ N} \geq 0,296 \cdot 0,3 \cdot 0,715 \cdot 10^6 = 63,499 \text{ N} \dots \text{NEVYHOVUJE}$$

$$V_{RDC} = 63,499 \text{ N} > V_{ED} = 44,839 \text{ N} \dots \text{VYHOVUJE}$$

- smyková výztuž konstruována

NAVRŽEN TR. Ø6 po 200mm



5.12.8 KONTROLA MÍRY VYZTUŽENÍ

$$A_{s,min} = 0,26 \left(\frac{b_{ct,lim}}{b_{ct,R}} \right) \rho_{ct} \cdot d = 0,26 \cdot \frac{2,9 \cdot 10^6}{560 \cdot 106} \cdot 0,3 \cdot 0,715 = 2,94 \cdot 10^{-4} m^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 A_c = 0,04 \cdot 0,75 \cdot 0,3 = 90 \cdot 10^{-4} m^2$$

$$A_{s,A} = 3 \cdot 2,26 \cdot 10^{-4} = 6,78 \cdot 10^{-4} m^2$$

$$A_{s,min} = 2,94 \cdot 10^{-4} m^2 \leq A_{s,A} = 6,78 \cdot 10^{-4} m^2 \leq A_{s,max} = 90 \cdot 10^{-4} m^2 \dots \text{VYHOVUJE}$$

6. VNEJŠÍ STĚNA S2

V 1.N.P.

6.1. GEOMETRIE

$$l = 8,7 m$$

$$h_s = 0,3 m$$

$$\sigma_2 = 0,45 m$$

$$N_s = 2,85 m$$

- detailní rozměry viz příloha č. 9

krýtlí výtlus

stěpa sliwa postředi XC3

$$c_{min,dev} = 25 mm$$

$$c_{min} = \max \{ c_{min,dev}; \varnothing; 10 mm \} = \max \{ 25; 12; 10 \} = 25 mm$$

$$c_{nom} = c_{min} + s_{c,dev} = 25 + 5 = 30 mm$$

NAVRŽENO KRYTÍ 30 mm

6.2. MATERIÁLY

- BETON C 30/37 - stejné jako u stěny S1
- OCEL B 550 - stejné jako u stěny S1

6.3 ZATÍŽENÍ

STÁLÉ : VLASTNÍ TÍHA

- programem SCIA ENGINEER 2014

OST. STÁLÉ

- reakce od desky D1 a stěn, viz n.č. (10)

PROMĚNNÉ : VĚTRÍM

- viz str. 3

klad $q_{kv} = -1,32 \text{ kN/m}^2$

$q_{Dv} = q_{kv} \cdot g_0 = 1,32 \cdot 1,5 = -1,98 \text{ kN/m}^2$

PROMĚNNÉ OD DESKY D1

- reakce viz příloha č. (10)

6.4 ZATĚŽOVACÍ STAVY

1ZS VLASTNÍ TÍHA

- scia engineer 2014

2ZS STÁLÉ - REAKCE DESKY D1 - M_{max}

$m_x = -19,35 \text{ kNm/m}$

$g_x = 24,54 \text{ kN/m}$

3ZS STÁLÉ - REAKCE DESKY D1 - M_{min}

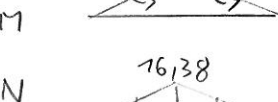
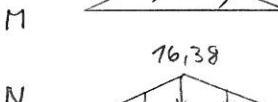
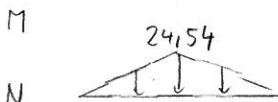
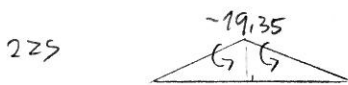
$m_x = -12,91 \text{ kNm/m}$

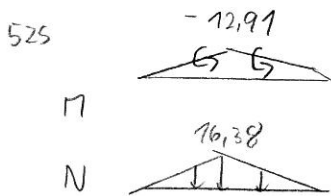
$g_x = 16,38 \text{ kN/m}$

4ZS STÁLÉ - REAKCE OD DESKY D1 - N_{max}

$m_x = -19,35 \text{ kNm/m}$

$g_x = 16,38 \text{ kN/m}$

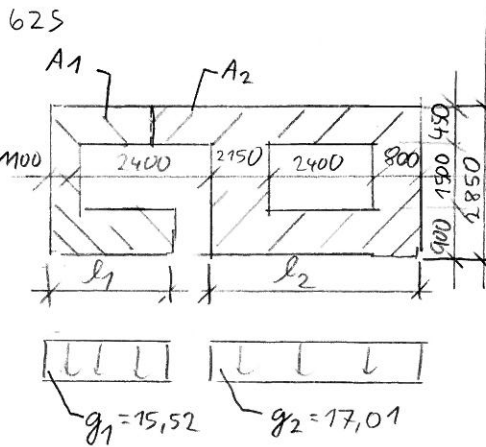




5ZS STÁLÉ - REAKCE OD DESKY

$$m_x = -12,91 \text{ kNm/m}$$

$$q_x = 16,38 \text{ kN/m}$$



6.ZS ZATÍŽENÍ Z VRCHNÍ STĚNY

$$g_{2B} = 25 \text{ kN/m}^3$$

$$A_1 = \left[\left(1,1 + \frac{2,4}{2} \right) \cdot 2,85 - 1,2 \cdot 1,5 \right] \cdot 0,13 = 1,1428 \text{ m}^3$$

$$Q_1 = A_1 \cdot g_{2B} = 1,1428 \cdot 25 = 28,57 \text{ kN}$$

$$g_1 = \frac{Q_1}{l_1} = \frac{28,57 \cdot 10^3}{2,3} = 12,42 \text{ kN/m}$$

$$A_2 = \left[1,2 \cdot 0,45 + 2,85 (2,15 + 2,4 + 0,8) - 2,4 \cdot 1,5 \right] \cdot 0,13 = 3,66 \text{ m}^3$$

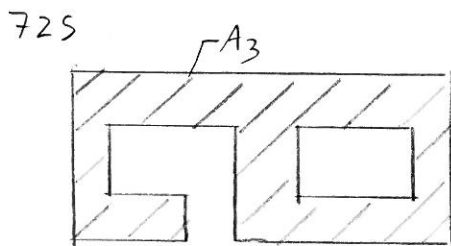
$$Q_2 = A_2 \cdot g_{2B} = 3,66 \cdot 25 \cdot 10^3 = 91,41 \text{ kN}$$

$$g_2 = \frac{Q_2}{l_2} = \frac{91,41 \cdot 10^3}{5,35} = 17,01 \text{ kN/m}$$

$$l_1 = 1,1 + \frac{2,4}{2} = 2,3 \text{ m}$$

$$l_2 = 2,15 + 2,4 + 0,8 = 5,35 \text{ m}$$

7ZS OSTATNÍ STÁLÉ - OSTATNÍ STĚNY
A DESKY



počet desek nad stěnou: 5 (1 úz. považována)

počet stěn nad stěnou: 4 (1 úz. považována)

$$A_3 = \left[8,7 \cdot 2,85 - 2,4 \cdot 1,5 \cdot 2 - 0,9 \cdot 1,2 \right] \cdot 0,13 = 4,96 \text{ m}^3$$

$$Q_3 = A_3 \cdot g_{2B} = 4,96 \cdot 25 \cdot 10^3 = 123,86 \text{ kN}$$

$$g_{3,1} = \frac{Q_3}{l_3} = \frac{123,86 \cdot 10^3}{8,7} = 14,24 \text{ kN/m pro 1 stěnu}$$

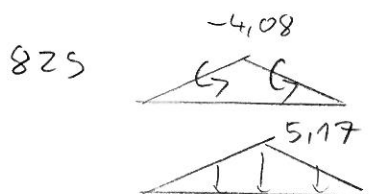
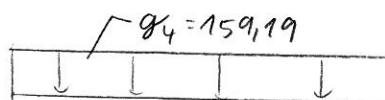
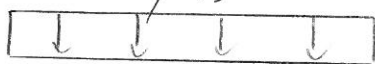
$$g_3 = 4 \cdot g_{3,1} = 4 \cdot 14,24 \cdot 10^3 = 56,95 \text{ kN/m pro 4 stěny}$$

- zatížení desek viz reakce příloha č. 10

$$g_{4,1} = 25,56 \text{ kN/m pro 1 desku}$$

$$g_4 = g_{4,1} \cdot 5 = 5 \cdot 25,56 \cdot 10^3 = 127,8 \text{ kN/m pro 5 desek}$$

$$l_3 = 8,7$$



8ZS PROTIĚNNĚ - REAKCE OD DESKY D1 M_{max}

$$m_x = -4,08 \text{ kNm/m}$$

$$q_x = 5,17 \text{ kN/m}$$

9ZS	M		9ZS PROMĚNNÉ - REAKCE OD DESKY D1 - M_{min}
	N		$m_x = 0 \text{ kNm/m}$ $q_x = 5,38 \text{ kN/m}$
10ZS	M		10ZS PROMĚNNÉ - REAKCE OD DESKY D1 - N_{max}
	N		$m_x = -4,08 \text{ kNm/m}$ $q_x = 5,17 \text{ kN/m}$
11ZS	M		11ZS PROMĚNNÉ - REAKCE OD DESKY D1 - N_{min}
	N		$m_x = -4,08 \text{ kNm/m}$ $q_x = 0 \text{ kN/m}$
12ZS	N		12ZS PROMĚNNÉ - OSTATNÍ DESKY - N_{max}
			$q_x = 5,17 \text{ kN/m} \dots 1 \text{ deska}$ $q_{sx} = 5 \cdot 5,17 \cdot 10^3 = 25,85 \text{ kN/m} \dots 5 \text{ desek (1 rozpočítána)}$
13ZS			13ZS PROMĚNNÉ - OSTATNÍ DESKY - N_{min}
			$q_x = 0 \text{ kN/m}$
			14ZS PROMĚNNÉ - VĚTREM
			- viz str. 3
			$q_d = 1,98 \text{ kN/m}^2$
			- přehled nabití stavů viz. příloha č. 9

6.5 KOMBINACE

C01 - M_{max}

$$1,35 (ZS1 + ZS2 + ZS6 + ZS7) + 1,5 (ZS8 + ZS13 + ZS14)$$

C02 - M_{min}

$$1,35 (ZS1 + ZS3 + ZS6 + ZS7) + 1,5 (ZS9 + ZS12 + ZS14)$$

$$C03 - N_{max}$$

$$1,35 (ZS1 + ZS4 + ZS6 + ZS7) + 1,5 (ZS10 + ZS12 + ZS14)$$

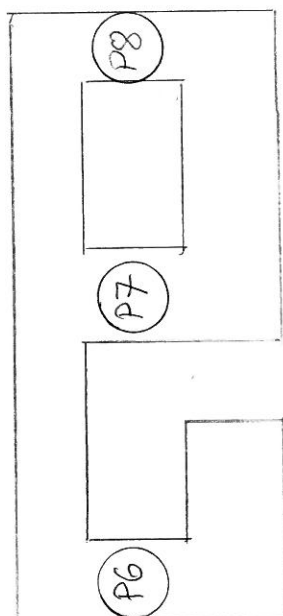
$$C04 - N_{min}$$

$$1,35 (ZS1 + ZS5 + ZS6 + ZS7) + 1,5 (ZS11 + ZS13 + ZS14)$$

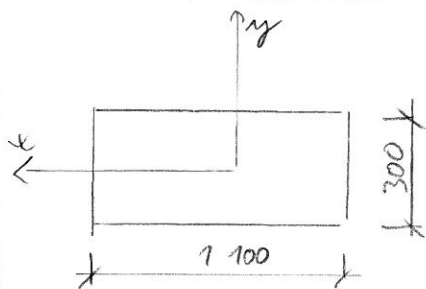
6.6 VNITŘNÍ SÍLY

- měřeno pomocí SCIA ENGINEER 2014

- viz příloha č. 9



PRVEK	Č. KOMBINACE	N [kN]	M [kNm]
P6	1	-243,42	27,11
	2	-318,65	14,02
	3	-326,25	21,33
	4	-236,49	19,80
P7	1	-397,96	7,81
	2	-512,90	3,85
	3	-536,55	5,91
	4	-376,39	5,25
P8	1	-278,85	30,95
	2	-363,70	16,15
	3	-370,93	24,50
	4	-272,75	5,75



6.7 PILÍŘ P6

6.7.1 GEOMETRIE

$$b_s = 1,1 \text{ m}$$

$$h_s = 0,13 \text{ m}$$

$$l_s = 2,85 \text{ m}$$

6.7.2 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

$$I_y = \frac{1}{12} b_s \cdot h_s^3 = \frac{1}{12} \cdot 1,1 \cdot 0,13^3 = 24,75 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$A = b_s \cdot h_s = 1,1 \cdot 0,13 = 0,133 \text{ m}^2$$

$$l_0 = 0,7l = 0,7 \cdot 2,85 = 2,0 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{2,0}{0,087} = 22,99$$

$$i = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{24,75 \cdot 10^{-4}}{0,133}} = 0,087 \text{ m}$$

6.7.3 ÚPRAVA NÁVRHOVÝCH MOMENTŮ

• CO1 $M_{ED} = 27,119 \text{ Nm}$

$$N_{ED} = -243,42 \text{ kN}$$

$$l_1 = \frac{M_{ED}}{N_{ED}} = \frac{27,11 \cdot 10^3}{243,42 \cdot 10^3} = 0,11 \text{ m}$$

imperfekce I. řádu

$$l_i = \frac{l_0}{400} = \frac{2,0}{400} = 0,005 \text{ m}$$

imperfekce II. řádu

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C}{\sqrt{m}} = \frac{20 \cdot 0,7 \cdot 11 \cdot 2,2}{\sqrt{0,037}} = 176,13$$

$$m = \frac{N_{ED}}{A \cdot f_{cd}} = \frac{243,42 \cdot 10^3}{0,133 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,037$$

$$\lambda = 22,99 < \lambda_{lim} = 176,13 \dots \text{ nepočítáme II. řád}$$

$$l_{ed} = l_i + l_1 = 0,11 + 0,005 = 0,115$$

$$M_{ED} = N_{ED} \cdot l_d = 243,42 \cdot 0,115 = 28,009 \text{ Nm}$$

$$|N_{ED}| = 243,42 \text{ kN}$$

$$|M_{ED}| = 28,009 \text{ Nm}$$

• CO2 $M_{ED} = 14,02 \text{ kNm}$

$$N_{ED} = -318,65 \text{ kN}$$

$$l_1 = \frac{14,02 \cdot 10^3}{318,65 \cdot 10^3} = 0,044 \text{ m}$$

imperfekce I. řádu

$$l_i = 0,005 \text{ m}$$

imperfekce II. řádu

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 2,2}{\sqrt{0,048}} = 156,64$$

$$m = \frac{318,65 \cdot 10^3}{0,33 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,048$$

$$\lambda = 22,99 < \lambda_{lim} = 156,64 \dots \text{ nepočítáme II. řád}$$

$$l_d = 0,005 + 0,044 = 0,049 \text{ m}$$

$$M_{ED} = 0,049 \cdot 318,65 \cdot 10^3 = 15,619 \text{ Nm}$$

$$|N_{ED}| = 318,65 \text{ kN}$$

$$|M_{ED}| = 15,61 \text{ kNm}$$

• CO3 $M_{ED} = 21,33 \text{ kNm}$

$$N_{ED} = -326,25 \text{ kN}$$

$$l_1 = \frac{21,33 \cdot 10^3}{326,25 \cdot 10^3} = 0,066 \text{ m}$$

imperfekce I. řádu

$$l_i = 0,005 \text{ m}$$

imperfekce II. řádu

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 2,2}{\sqrt{0,049}} = 153,05$$

$$n = \frac{326,25 \cdot 10^3}{0,33 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,049$$

$$\lambda = 22,99 < \lambda_{lim} = 153,05 \dots \text{ nepočítáme II. řád}$$

$$l_d = 0,005 + 0,066 = 0,071$$

$$M_{ED} = 326,25 \cdot 10^3 \cdot 0,071 = 23,16 \text{ kNm}$$

$$|N_{ED}| = 326,25 \text{ kN}$$

$$|M_{ED}| = 23,16 \text{ kNm}$$

$$^{\circ}C04 \quad N_{ED} = -236,49 \text{ kN}$$

$$M_{ED} = 19,80 \text{ kNm}$$

$$l_1 = \frac{19,80 \cdot 10^3}{236,49 \cdot 10^3} = 0,084 \text{ m}$$

imperfekce I. řádu

$$l_i = 0,005 \text{ m}$$

imperfekce II. řádu

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot 1,1 \cdot 2,2 \cdot 0,7}{\sqrt{0,036}} = 178,56$$

$$n = \frac{236,49 \cdot 10^3}{0,33 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,036$$

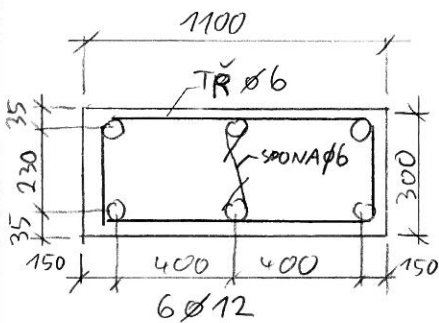
$$\lambda_{lim} = 178,56 > \lambda = 22,99 \dots \text{ nepočítáme II. řád}$$

$$l_d = 0,005 + 0,084 = 0,089 \text{ m}$$

$$M_{ED} = 236,49 \cdot 10^3 \cdot 0,089 = 21,05 \text{ kNm}$$

$$|N_{ED}| = 236,49 \text{ kN}$$

$$|M_{ED}| = 21,05 \text{ kNm}$$



6.7.4 ODPOR KRSCE V ROVINĚ OSY Y

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

$$A_{s1} = \frac{\phi^2}{4} \cdot \pi \cdot z = \frac{12^2}{4} \cdot \pi \cdot 3 = 3,39 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$l = 1,1 \text{ m}$$

$$A_{s2} = A_{s1} = 3,39 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_c = 0,133 \text{ m}^2$$

$$\sum A_s = 6,78 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$d_1 = c + \frac{\phi}{2} = 30 + \frac{12}{2} = 35 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = \frac{0,3}{2} - 0,035 = 0,265 \text{ m}$$

$$r_1 = \frac{h}{2} - d_1 = \frac{0,3}{2} - 0,035 = 0,115 \text{ m}$$

$$F_{s1} = F_{s2} = A_{s1} \cdot f_{yd} = 3,39 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6 = 162,27 \text{ kN}$$

BOD 0 [M_{RDO}; N_{RDO}]

$$N_{RDO} = -(l \cdot h \cdot \eta \cdot f_{cd} + \sum A_s \cdot \sigma_s) =$$

$$= -(1,1 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 10^6 + 6,78 \cdot 10^{-4} \cdot 400 \cdot 10^6) = 6871,2 \text{ kN}$$

$$\sigma_s = \epsilon_{s2} \cdot E_s = 0,02 \cdot 200 \cdot 10^9 = 4000 \text{ MPa} \leq f_{yd} = 478,26 \text{ MPa} \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$M_{RDO} = 0 \text{ kNm}$$

BOD 1 [M_{RD1}; N_{RD1}]

$$N_{RD1} = -(l \cdot 0,8 \cdot d \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot f_{yd}) =$$

$$= -(1,1 \cdot 0,8 \cdot 0,265 \cdot 20 \cdot 10^6 + 3,39 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6) =$$

$$= -4826,13 \text{ kN}$$

$$M_{RD1} = l \cdot 0,8 \cdot d \cdot f_{cd} \cdot (h - 0,8 \cdot d) \cdot \frac{1}{2} + A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot r_2 =$$

$$= 1,1 \cdot 0,8 \cdot 0,265 \cdot 20 \cdot 10^6 \cdot (0,3 - 0,8 \cdot 0,265) \cdot \frac{1}{2} +$$

$$+ 3,39 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6 = 223,86 \text{ kNm}$$

BOD 2 [M_{RD2}; N_{RD2}]

$$e_{bal} = \frac{d}{1 + \frac{f_{yd}}{700}} = \frac{0,265}{1 + \frac{478,26 \cdot 10^6}{700}} = 0,157 \text{ m}$$

$$N_{RD2} = -(b \cdot 0,8 \cdot x_{bal} \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot f_{yd} - A_{s1} \cdot f_{yd}) =$$

$$= -(1,1 \cdot 0,8 \cdot 0,157 \cdot 20 \cdot 10^6 + 0) = -2763,2 \text{ kN}$$

$$M_{RD2} = b \cdot 0,8 \cdot x_{bal} \cdot f_{cd} \cdot 0,15 (h - 0,8 \cdot x_{bal}) + A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot r_1 +$$

$$+ A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot r_2 = 1,1 \cdot 0,8 \cdot 0,157 \cdot 20 \cdot 10^6 \cdot 0,15 (0,3 - 0,8 \cdot 0,157) +$$

$$+ 2 \cdot 3,39 \cdot 10^4 \cdot 478,26 \cdot 10^6 \cdot 0,115 = 278,24 \text{ kNm}$$

BOD 3 [M_{RD3}; N_{RD3}]

$$M_{RD3} = A_{s2} \cdot f_{yd} (d - d_2) = 3,39 \cdot 10^4 \cdot 478,26 \cdot 10^6 (0,265 -$$

$$- 0,035) = 37,29 \text{ kNm}$$

$$N_{RD3} = 0 \text{ kN}$$

BOD Z [M_{RDZ}; N_{RDZ}]

$$x_{bal2} = \frac{d_2}{1 + \frac{A_{s2}}{A_c}} = \frac{0,035}{1 + \frac{3,39 \cdot 10^4}{700}} = 0,11 \text{ m}$$

$$N_{RDZ} = -(b \cdot 0,8 \cdot x_{bal2} \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot f_{yd} - A_{s1} \cdot f_{yd}) =$$

$$= -(1,1 \cdot 0,8 \cdot 0,11 \cdot 20 \cdot 10^6 + 0) = -1936,00 \text{ kN}$$

$$M_{RDZ} = b \cdot 0,8 \cdot x_{bal2} \cdot f_{cd} \cdot 0,15 (h - 0,8 \cdot x_{bal2}) + A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot r_1 -$$

$$+ A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot r_2 = 1,1 \cdot 0,8 \cdot 0,11 \cdot 20 \cdot 10^6 \cdot 0,15 (0,3 - 0,8 \cdot$$

$$- 0,11) + 2 \cdot 3,39 \cdot 10^4 \cdot 478,26 \cdot 10^6 \cdot 0,115 = 242,51 \text{ kNm}$$

6.7.5. KONTROLA MÍRY VYZTUŽENÍ

$$A_{s1min} = \frac{0,1 NED}{f_{yd}} = \frac{0,1 \cdot 326,25 \cdot 10^3}{478,26 \cdot 10^6} = 0,68 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s1min} \geq 0,002 A_c = 0,002 \cdot 0,33 = 6,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \dots \text{NĚVYHOVUJE}$$

$$A_{s1max} = 0,04 A_c = 0,04 \cdot 0,33 = 132 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s1min} = 6,6 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq A_{s1} = 678 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq A_{s1max} = 132 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

... VYHOVUJE

6.7.6 NÁVRH PŘÍČNÉ VÝZTUŽE

$$\phi \geq 6 \text{ mm}$$

$$\phi \geq \frac{\phi_{02}}{4} = \frac{12}{4} = 3 \text{ mm}$$

$$s = \min \{ 20\phi, \min(h, b), 400 \text{ mm} \} = \min \{ 240, 300, 400 \} = 240 \text{ mm}$$

NAVŘENO TR $\phi 6$, $s = 200 \text{ mm}$

6.7.7 OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI

- dle interakčních diagramů viz příloha č. (11)

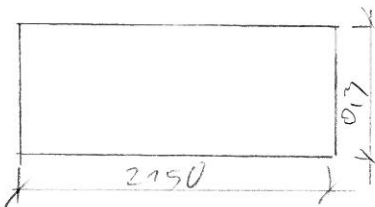
6.8 PILÍŘ P7

6.8.1 GEOMETRIE

$$l_y = 2,15 \text{ m}$$

$$h_y = 0,13 \text{ m}$$

$$l_x = 2,85 \text{ m}$$



6.8.2 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

$$I_y = \frac{1}{12} b_x \cdot h_y^3 = \frac{1}{12} \cdot 2,15 \cdot 0,13^3 = 48,38 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$A = b_x \cdot h_y = 2,15 \cdot 0,13 = 0,645 \text{ m}^2$$

$$l_0 = 0,7 l = 0,7 \cdot 2,85 = 2,0 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{2}{0,087} = 22,99$$

$$i = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{48,38 \cdot 10^{-4}}{0,645}} = 0,087 \text{ m}$$

6.8.3 ÚPRAVA NÁVRHOVÝCH MOMENTŮ

$$\cdot CO1 \quad M_{ED} = 7,81 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} = -397,96 \text{ kN}$$

$$l_1 = \frac{7,81 \cdot 10^3}{397,96 \cdot 10^3} = 0,02 \text{ m}$$

imperfekce I. řádu

$$l_i = \frac{l_0}{400} = \frac{l}{400} = 0,005 \text{ m}$$

imperfekce II. řádu

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C}{\sqrt{n}} = \frac{20 \cdot 1,1 \cdot 0,17 \cdot 2,2}{\sqrt{0,0307}} = 199,13$$

$$n = \frac{397,96 \cdot 10^3}{0,645 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,0307$$

$$\lambda = 23,99 < \lambda_{lim} = 199,13 \dots \text{ nepočítáme II. řád}$$

$$l_d = l_1 + l_i = 0,02 + 0,005 = 0,025 \text{ m}$$

$$M_{ED} = 397 \cdot 10^3 \cdot 0,025 = 9,93 \text{ kNm}$$

$$|N_{ED}| = 397,96 \text{ kN}$$

$$|M_{ED}| = 9,93 \text{ kNm}$$

$$\cdot CO2 \quad M_{ED} = 3,85 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} = 512,90 \text{ kN}$$

$$l_1 = \frac{3,85 \cdot 10^3}{512,90 \cdot 10^3} = 0,008 \text{ m}$$

imperfekce I. řádu

$$l_i = 0,005 \text{ m}$$

imperfekce II. řádu

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot 0,17 \cdot 1,1 \cdot 2,2}{\sqrt{0,040}} = 169,91$$

$$n = \frac{512,90 \cdot 10^3}{0,645 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,040$$

$$\lambda = 22,99 < \lambda_{lim} = 169,91 \dots \text{ nepočítáme II. řád}$$

$$l_d = 0,008 + 0,005 = 0,013 \text{ m}$$

$$M_{ED} = 0,013 \cdot 512,90 \cdot 10^3 = 6,67 \text{ kNm}$$

$$|N_{ED}| = 512,90 \text{ kN}$$

$$|M_{ED}| = 6,67 \text{ kNm}$$

$$\bullet \text{CO3} \quad M_{ED} = 5,91 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} = -536,55 \text{ kN}$$

$$l_1 = \frac{5,91 \cdot 10^3}{536,55 \cdot 10^3} = 0,011$$

imperfekce I. řádu

$$l_i = 0,005 \text{ m}$$

imperfekce II. řádu

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 2,2}{\sqrt{0,042}} = 166,12$$

$$m = \frac{536,55 \cdot 10^3}{0,645 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,042$$

$$\lambda = 22,99 < \lambda_{lim} = 166,12 \dots \text{ nepočítáme II. řád}$$

$$l_d = 0,011 + 0,005 = 0,016 \text{ m}$$

$$M_{ED} = 0,016 \cdot 536,55 \cdot 10^3 = 8,58 \text{ kNm}$$

$$|N_{ED}| = 536,55 \text{ kN}$$

$$|M_{ED}| = 8,58 \text{ kNm}$$

$$\bullet \text{CO4} \quad M_{ED} = 5,25 \text{ kNm}$$

$$N_{ED} = -376,39 \text{ kN}$$

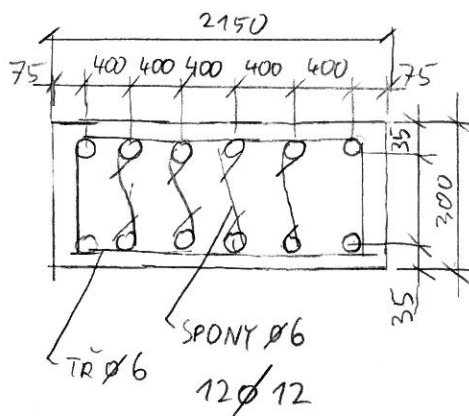
$$l_1 = \frac{5,25 \cdot 10^3}{376,39 \cdot 10^3} = 0,014 \text{ m}$$

imperfekce I. řádu

$$l_i = 0,005 \text{ m}$$

imperfekce II. řádu

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 2,2}{\sqrt{0,030}} = 198,34$$



$$m = \frac{376,39 \cdot 10^3}{0,645 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,030$$

$$\lambda = 22,99 < \lambda_{lim} = 198,34 \dots \text{ nepočítáme II řád}$$

$$l_d = 0,014 + 0,005 = 0,019 \text{ m}$$

$$M_{ED} = 0,019 \cdot 376,39 \cdot 10^3 = 7,15 \text{ kNm}$$

$$|N_{ED}| = 376,39 \text{ kN}$$

$$|M_{ED}| = 7,15 \text{ kNm}$$

6.8.4 ODPOR KSCIE V ROVINĚ OSY Y

$$h = 0,3 \text{ m} \quad A_{s1} = \frac{\phi^2}{4} \pi \cdot 6 = 6,78 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$b = 2,15 \text{ m} \quad A_{s2} = A_{s1} = 6,78 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_c = 0,645 \text{ m}^2 \quad \sum A_s = 13,56 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$d_1 = c + \frac{\phi}{2} = 30 + \frac{12}{2} = 35 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 0,3 - 0,035 = 0,265 \text{ m}$$

$$r_{n1} = \frac{h}{2} - d_1 = \frac{0,3}{2} - 0,035 = 0,115 \text{ m}$$

$$F_{s1} = F_{s2} = A_{s1} \cdot f_{yd} = 6,78 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 265,91 \text{ kN} = 0,18 \text{ kN}$$

BOD 0 [M_{RDO}; N_{RDO}]

$$N_{RDO} = -(0,3 \cdot 2,15 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 10^6 + 13,56 \cdot 10^{-4} \cdot 400 \cdot 10^6) = -442,40 \text{ kN}$$

$$\sigma_s = \varepsilon_{s2} \cdot E_s = 0,02 \cdot 200 \cdot 10^9 = 400 \text{ MPa} < f_{yd} = 478,26 \text{ MPa}$$

$$M_{RDO} = 0,9 \text{ kNm}$$

BOD 1 [M_{RD1}; N_{RD1}]

$$N_{RD1} = -(2,15 \cdot 0,9 \cdot 0,265 \cdot 20 \cdot 10^6 + 6,78 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6) = -944,26 \text{ kN}$$

$$M_{RD1} = 2,15 \cdot 0,8 \cdot 0,265 \cdot 20 \cdot 10^6 (0,3 - 0,8 \cdot 0,265) \cdot \frac{1}{2} + \\ + 6,78 \cdot 10^4 \cdot 478,26 \cdot 10^6 \cdot 0,115 = 438,399 \text{ N}\cdot\text{m}$$

BOD 2 [M_{RD2}; N_{RD2}]

$$x_{bal} = 0,157 \text{ m}$$

$$N_{RD2} = - (2,15 \cdot 0,8 \cdot 0,157 \cdot 20 \cdot 10^6 + 0) = 5400,809 \text{ N}$$

$$M_{RD2} = 2,15 \cdot 0,8 \cdot 0,157 \cdot 20 \cdot 10^6 \cdot 0,5 (0,3 - 0,8 \cdot 0,157) + \\ + 2 \cdot 6,78 \cdot 10^4 \cdot 478,26 \cdot 10^6 \cdot 0,115 = 545,539 \text{ N}\cdot\text{m}$$

BOD 3 [M_{RD3}; N_{RD3}]

$$M_{RD3} = 6,78 \cdot 10^4 \cdot 478,26 \cdot 10^6 (0,265 - 0,035) = \\ = 74,589 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$N_{RD3} = 0 \text{ N}$$

BOD 2 [M_{RD2}; N_{RD2}]

$$x_{bal2} = 0,11 \text{ m}$$

$$N_{RD2} = - (2,15 \cdot 0,8 \cdot 0,11 \cdot 20 \cdot 10^6 + 6,78 \cdot 10^4 \cdot 478,26 \cdot 10^6 \cdot 2) = \\ = 37842 \text{ N}$$

$$M_{RD2} = 2,15 \cdot 0,8 \cdot 0,11 \cdot 20 \cdot 10^6 \cdot 0,5 (0,3 - 0,8 \cdot 0,11) + \\ + 2 \cdot 6,78 \cdot 10^4 \cdot 478,26 \cdot 10^6 \cdot 0,115 = 475,689 \text{ N}\cdot\text{m}$$

6.8.5 KONTROLA MÍRY VYTIUŽENÍ

$$A_{smin} = \frac{0,1 N_{ED}}{b \cdot y_d} = \frac{0,1 \cdot 536,55 \cdot 10^3}{478,26 \cdot 10^6} = 1,12 \cdot 10^{-4}$$

$$A_{smin} \geq 0,002 A_c = 0,002 \cdot 0,645 = 12,90 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \dots \text{NEVYHOVUJE}$$

$$A_{smax} = 0,04 A_c = 0,04 \cdot 0,645 = 258 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{\text{min}} = 12,90 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq A_{s,l} = 13,56 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq A_{s,\text{max}} = 258 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \text{ VÝHODNĚ}$$

6.8.6 NÁVRH PŘÍČNÉ VÝZTUŽE

$$\phi \geq 6 \text{ mm}$$

$$\phi \geq \frac{\phi_{sd}}{4} = \frac{12}{4} = 3 \text{ mm}$$

$$A = \min \{ 20\phi, \min \{ h, b \}, 400 \} = \min \{ 240, 300, 400 \} = 240 \text{ mm}$$

NAVRŽENO TR $\phi 6$; $A = 200 \text{ mm}$

6.8.7 OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI

- dle interakčních diagramů viz. příloha č. 11

6.9 PILÍŘ P8

6.9.1 GEOMETRIE

$$b_s = 0,18 \text{ m}$$

$$h_s = 0,13 \text{ m}$$

$$l_s = 2,85 \text{ m}$$

6.9.2 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

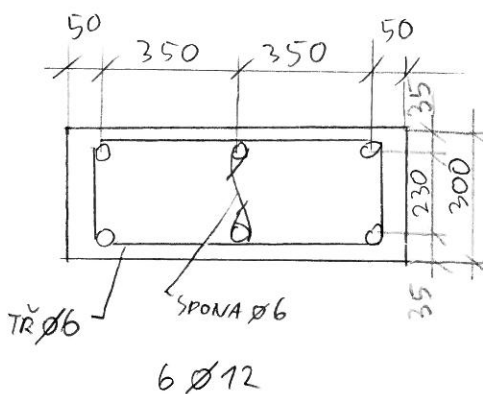
$$I_y = \frac{1}{12} b_s \cdot h_s^3 = \frac{1}{12} \cdot 0,18 \cdot 0,13^3 = 18 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

$$A = b_s \cdot h_s = 0,18 \cdot 0,13 = 0,24 \text{ m}^2$$

$$l_0 = 0,7l = 0,7 \cdot 2,85 = 2,0 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{2,0}{0,087} = 23,10$$

$$i = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{18 \cdot 10^{-4}}{0,24}} = 0,087$$



6.9.3 ÚPRAVA NÁVRHOVÝCH MOMENTŮ

$$\bullet CO1 \quad M_{ED} = 30,959 \text{ Nm}$$

$$N_{ED} = -278,859 \text{ N}$$

$$l_1 = \frac{M_{ED}}{N_{ED}} = \frac{30,95 \cdot 10^3}{278,85 \cdot 10^3} = 0,111$$

imperfekce I. řádu

$$l_i = \frac{2,0}{400} = 0,005 \text{ m}$$

imperfekce II. řádu

$$\lambda_{lim} = \frac{ABC \cdot 20}{\sqrt{n}} = \frac{20 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 2,2}{\sqrt{0,058}} = 140,68$$

$$n = \frac{M_{ED}}{A \cdot f_{cd}} = \frac{278,85 \cdot 10^3}{0,24 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,058$$

$$\lambda = 23,10 < \lambda_{lim} = 140,68 \dots \text{ nepočítáme II. řád}$$

$$l_d = l_i + l_1 = 0,005 + 0,111 = 0,116 \text{ m}$$

$$M_{ED} = l_d \cdot N_{ED} = 0,116 \cdot 278,85 \cdot 10^3 = 32,359 \text{ Nm}$$

$$|N_{ED}| = 278,859 \text{ N}$$

$$|M_{ED}| = 32,359 \text{ Nm}$$

$$\bullet CO2 \quad N_{ED} = -363,709 \text{ Nm}$$

$$M_{ED} = 16,159 \text{ N}$$

$$l_1 = \frac{16,15 \cdot 10^3}{363,70 \cdot 10^3} = 0,044 \text{ m}$$

imperfekce I. řádu

$$l_i = 0,005 \text{ m}$$

imperfekce II. řádu

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 2,2}{\sqrt{0,049}} = 123,06$$

$$n = \frac{363,70 \cdot 10^3}{0,24 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,049$$

$$\lambda = 23,10 < \lambda_{lim} = 123,06 \dots \text{ nepočítáme II. řád}$$

$$l_d = 0,044 + 0,005 = 0,049 \text{ m}$$

$$M_{ED} = 0,049 \cdot 363,70 \cdot 10^3 = 17,829 \text{ Nm}$$

$$|N_{ED}| = 363,70 \text{ kN}$$

$$|M_{ED}| = 17,829 \text{ Nm}$$

• CO3 $M_{ED} = 24,509 \text{ Nm}$

$$N_{ED} = -370,93 \text{ kN}$$

$$l_1 = \frac{24,50 \cdot 10^3}{370,93 \cdot 10^3} = 0,066 \text{ m}$$

imperfekce I řádu

$$l_i = 0,005 \text{ m}$$

imperfekce II řádu

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 2,2}{\sqrt{0,077}} = 121,88$$

$$m = \frac{370,93 \cdot 10^3}{0,24 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,077$$

$$\lambda = 23,10 < \lambda_{lim} = 121,88 \text{ nepočítáme II řád}$$

$$l_d = 0,066 + 0,005 = 0,071 \text{ m}$$

$$M_{ED} = 370,93 \cdot 10^3 \cdot 0,071 = 26,349 \text{ Nm}$$

$$|N_{ED}| = 370,93 \text{ kN}$$

$$|M_{ED}| = 26,349 \text{ Nm}$$

• CO4 $M_{ED} = 5,759 \text{ Nm}$

$$N_{ED} = -272,25 \text{ kN}$$

$$l_1 = \frac{5,75 \cdot 10^3}{272,25 \cdot 10^3} = 0,021 \text{ m}$$

imperfekce I. řádu

$$l_i = 0,005 \text{ m}$$

imperfekce II. řádu

$$\lambda_{lim} = \frac{20 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 2,2}{\sqrt{0,0773}} = 142,26$$

$$m = \frac{272,25 \cdot 10^3}{0,24 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,0773$$

$$\lambda = 23,10 < \lambda_{lim} = 142,26 \dots \text{ nepoužítáme II řád}$$

$$l_d = 0,021 + 0,005 = 0,026 \text{ m}$$

$$M_{ED} = 0,026 \cdot 272,25 \cdot 10^3 = 7,089 \text{ Nm}$$

$$|N_{ED}| = 272,25 \text{ kN}$$

$$|M_{ED}| = 7,089 \text{ Nm}$$

6.9.4 ODPOR KSCĚ V ROVINĚ Y

$$h = 0,3 \text{ m} \quad A_{s1} = \frac{d^2}{4} \pi \cdot 3 = 3,39 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$b = 0,8 \text{ m} \quad A_{s2} = A_{s1} = 3,39 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_c = 0,24 \text{ m}^2 \quad \Sigma A_s = 6,78 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$d_1 = c + \frac{d}{2} = 30 + \frac{12}{2} = 35 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 0,3 - 0,035 = 0,265 \text{ m}$$

$$r_1 = \frac{b}{2} - d_1 = \frac{0,8}{2} - 0,035 = 0,365 \text{ m}$$

$$F_{s1} = F_{s2} = 3,39 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6 = 162,27 \text{ kN}$$

BOD 0 $[M_{RD0}; N_{RD0}]$

$$N_{RD0} = - (0,8 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 10^6 + 6,78 \cdot 10^{-4} \cdot 400 \cdot 10^6) =$$

$$= - 5071,2 \text{ kN}$$

$$\sigma_s = \varepsilon_{s2} \cdot E_s = 0,02 \cdot 200 \cdot 10^9 = 400 \text{ MPa} \leq f_{yd} = 478,26 \cdot 10^6 \text{ MPa}$$

$$M_{RD0} = 0$$

BOD 1 $[M_{RD1}; N_{RD1}]$

$$N_{RD1} = - (0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,265 \cdot 20 \cdot 10^6 + 3,39 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6) =$$

$$= - 3554,13 \text{ kN}$$

$$M_{RD1} = 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,265 \cdot 20 \cdot 10^6 (0,3 - 0,8 \cdot 0,265) \cdot \frac{1}{2} +$$

$$+ 3,39 \cdot 10^4 \cdot 478,26 \cdot 10^6 \cdot 0,115 = 167,73 \text{ kNm}$$

BOD 2 [M_{RD2}; N_{RD2}]

$$x_{bal1} = 0,157 \text{ m}$$

$$N_{RD2} = -(0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,157 \cdot 20 \cdot 10^6 + 3,39 \cdot 10^4 \cdot 478,26 \cdot 10^6 -$$

$$- 3,39 \cdot 10^4 \cdot 478,26 \cdot 10^6) = -2009,60 \text{ kN}$$

$$M_{RD2} = 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,157 \cdot 20 \cdot 10^6 \cdot 0,5 (0,3 - 0,8 \cdot 0,157) +$$

$$+ 2 \cdot 3,39 \cdot 10^4 \cdot 478,26 \cdot 10^6 \cdot 0,115 = 212,53 \text{ kNm}$$

BOD 3 [M_{RD3}; N_{RD3}]

$$M_{RD3} = 3,39 \cdot 10^4 \cdot 478,26 \cdot 10^6 (0,265 - 0,035) = 37,29 \text{ kNm}$$

$$N_{RD3} = 0 \text{ kN}$$

BOD Z [M_{RDZ}; N_{RDZ}]

$$x_{bal2} = 0,11 \text{ m}$$

$$N_{RDZ} = -(0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,11 \cdot 20 \cdot 10^6 + 0) = -1408 \text{ kN}$$

$$M_{RDZ} = 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,11 \cdot 20 \cdot 10^6 (0,3 - 0,8 \cdot 0,11) \cdot \frac{1}{2} +$$

$$+ 2 \cdot 3,39 \cdot 10^4 \cdot 478,26 \cdot 10^6 \cdot 0,115 = 186,54 \text{ kNm}$$

6.9.5 KONTROLA MÍRY VYZTUŽENÍ

$$A_{s,min} = \frac{0,1 N_{ED}}{f_{yd}} = \frac{0,1 \cdot 370,93 \cdot 10^3}{478,26 \cdot 10^6} = 0,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} \geq 0,002 A_c = 0,002 \cdot 0,24 = 4,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s,max} = 0,04 A_c = 0,04 \cdot 0,24 = 96 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s,d} = 2 A_{s1} = 6,78 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s,min} = 4,8 \cdot 10^{-4} m^2 \leq A_{s,l} = 6,78 \cdot 10^{-4} m^2 \leq A_{s,max} = 96 \cdot 10^{-4} m^2 \dots \text{VYHOVUJE}$$

6.9.6 NAVRH PŘÍČNÉ VÝZTUŽE

$$\varnothing \geq 6 \text{ mm}$$

$$\varnothing \geq \frac{\sigma_{sk}}{4} = \frac{12}{4} = 3 \text{ mm}$$

$$s = \min \{ 20\varnothing; \min(h; b); 400 \} = \min \{ 240; 300; 400 \} = 240 \text{ mm}$$

NAVRŽENO TRŽ $\varnothing 6$; $s = 200 \text{ mm}$

6.9.7 OVĚŘENÍ ÚNOSNOSTI

- dle interakčních diagramů viz příloha č. 11

6.10 VÝZTUŽ NAD OTVOREM O2

6.10.1 GEOMETRIE

$$l_s = 1,5 \text{ m}$$

$$l_s = 2,4 \text{ m}$$

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

6.10.2 STATICKÉ SCHEMA

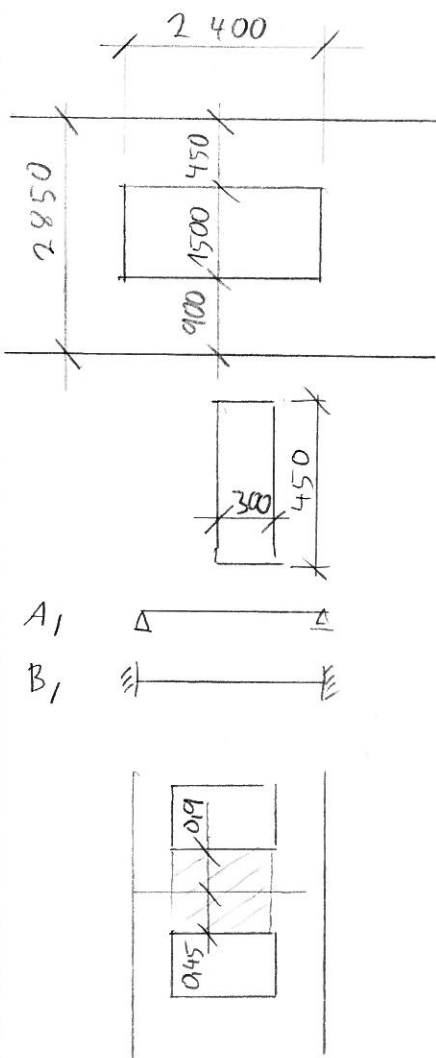
A₁ prostěbložený nosník

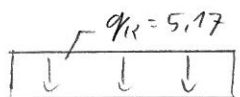
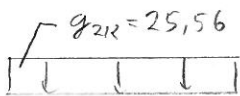
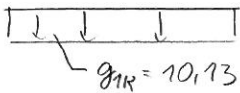
B₁ oboustranně upevněný nosník

6.10.3 ZATĚŽOVACÍ STAVY

1ZS VLASTNÍ TÍHA STĚNY NAD OTVOREM

$$A = (0,45 + 0,9) \cdot 0,3 = 0,405 m^2$$





$$g_{1B} = 25,9 \text{ N/m}^3$$

$$g_{1R} = A \cdot g_{1B} = 0,405 \cdot 25 \cdot 10^3 = 10,13 \text{ kN/m}$$

2 ZS - OSTATNÍ STALÉ REAKCE DESKY D1

- viz výřez č. 10

$$g_{2R} = 25,56 \text{ kN/m}$$

3 ZS - PROTIĚVNÉ - REAKCE DESKY D1

- viz výřez č. 10

$$q_{1R} = 5,17 \text{ kN/m}$$

6.10.4 KOMBINACE

C01 - NÁVRHOVÁ

$$1,35(25,9 + 25,9) + 1,5(25,9) = 1,35(10,13 + 25,56) + 1,5(5,17) = 55,94 \text{ kN/m}$$

6.10.5 VNITŘNÍ SILY

$$A_1 \quad M_{ED} = \frac{1}{8} q L^2 = \frac{1}{8} \cdot 55,94 \cdot 10^3 \cdot 2,4^2 = 40,28 \text{ kNm}$$

$$V_{ED} = \frac{1}{2} q \cdot L = \frac{1}{2} \cdot 55,94 \cdot 10^3 \cdot 2,4 = 67,13 \text{ kN}$$

B₁ - výřez SCIA ENGINEER 2014

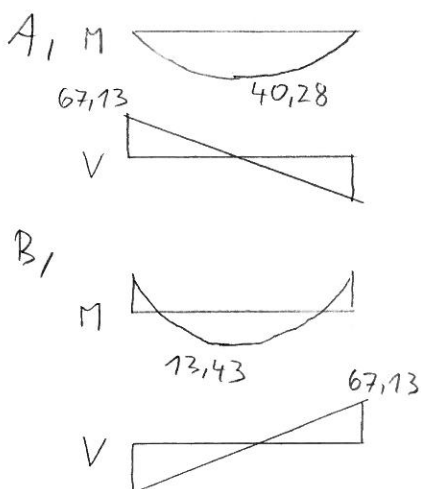
$$M_{ED} = 13,43 \text{ kNm}$$

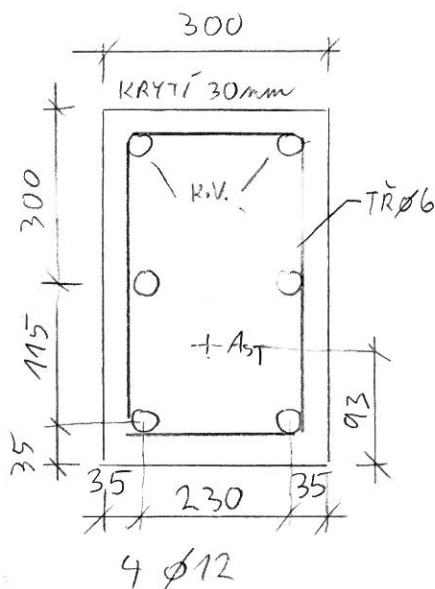
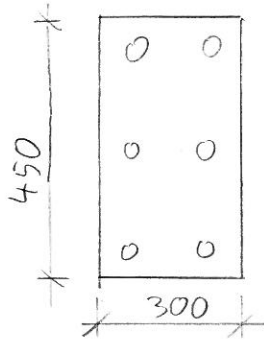
$$V_{ED} = 67,13 \text{ kN}$$

- počítáme s méně příznivou variantou

$$M_{ED} = 40,28 \text{ kNm}$$

$$V_{ED} = 67,13 \text{ kN}$$





6.10.6 OHYB

- křivka vyplněná viz. str. 47

NAVRŽENO KRYTÍ 30mm

odhad plochy výplně

$$d_1 = c + \frac{\sigma}{2} = 30 + \frac{12}{2} = 36 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 450 - 36 = 414 \text{ mm}$$

$$r_s = 0,9d = 0,9 \cdot 414 = 373$$

$$A_{s, req} = \frac{M_{ED}}{r_s \cdot f_{yk} \cdot d} = \frac{40,28 \cdot 10^3}{0,9 \cdot 373 \cdot 414} = 2,25 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

NAVRŽENO 4 Ø12; $A_{s, nav} = 4,52 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

poloha n. o. $d_1 = 93 \text{ mm}; d = 357 \text{ mm}$

$$x = \frac{A_{s, nav}}{b \cdot \lambda \cdot b_{cd}} = \frac{4,52 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6}{0,13 \cdot 0,8 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,1046 \text{ m}$$

kontrola přetvoření

$$\epsilon_s = \frac{\epsilon_{cu3}}{x} (d - x) = \frac{3,5\%}{0,1046} (0,357 - 0,1046) = 23,66\%$$

$$\epsilon_{2d} = 2,39\%$$

$$\epsilon_s = 23,66\% \geq \epsilon_{2d} = 2,39\% \dots \text{VYHOVUJE}$$

maximální vnitřní síla

$$r_c = d - 0,5 \lambda x = 0,357 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,1046 = 0,1339 \text{ m}$$

účinnost

$$M_{RD} = r_c \cdot b \cdot \lambda \cdot d \cdot A_{s, nav} = 0,1339 \cdot 478,26 \cdot 10^6 \cdot 4,52 \cdot 10^{-4} = 73,288 \text{ Nm}$$

$$M_{RD} = 73,288 \text{ Nm} > M_{ED} = 40,288 \text{ Nm} \dots \text{VYHOVUJE}$$

6.10.7 SMYK

$$V_{ED} = 67,13 \text{ kN}$$

$$V_{RDC} = c_{RDC} \cdot k \cdot (100 \rho_1 \cdot f_{ctk})^{1/3} \cdot b_w \cdot d \geq N_{min} \cdot b_w \cdot d$$

$$c_{RDC} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{\alpha}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{1,314}} = 1,39 < 2 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b \cdot d} = \frac{4,52 \cdot 10^{-7}}{0,3 \cdot 1,314} = 5,73 \cdot 10^{-4} < 0,02 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$N_{\min} = 0,035 \xi^{3/2} \cdot b \cdot c_{\text{eff}}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,39^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0,314 \text{ MPa}$$

$$V_{RDC} = 0,12 \cdot 1,39 \cdot (100 \cdot 5,73 \cdot 10^{-4} \cdot 30 \cdot 10^6)^{1/3} \cdot 0,3 \cdot 1,314 = 78,77 \text{ kN}$$

$$V_{RDC} \geq N_{\min} \cdot b \cdot d = 0,314 \cdot 10^6 \cdot 0,3 \cdot 1,314 = 123,78 \text{ kN}$$

$$V_{RDC} = 123,78 \text{ kN} > V_{ED} = 67,13 \text{ kN} \dots \text{VYHOVUJE}$$

- stejnová výztuž konstrukčně

NAVRŽEN TŘMÍŇEK Ø 6 PO 200mm

6.10.8 KONTROLA MÍRY VYZTUŽENÍ

$$A_{s\min} = 0,126 \left(\frac{b \cdot c_{\text{eff}}}{l_{\text{eff}}} \right) \cdot b \cdot d = 0,126 \left(\frac{2,9 \cdot 10^6}{550 \cdot 10^6} \right) \cdot 1,314 \cdot 0,3 = 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s\max} = 0,04 A_c = 0,04 \cdot 0,3 \cdot 1,35 = 162 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s1} = 6,78 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \dots \text{pro 6 profilů}$$

$$A_{s\min} = 5,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq A_{s1} = 6,78 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq A_{s\max} = 162 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \dots \text{VYHOVUJE}$$

7. VNITŘNÍ STĚNY S5

S6

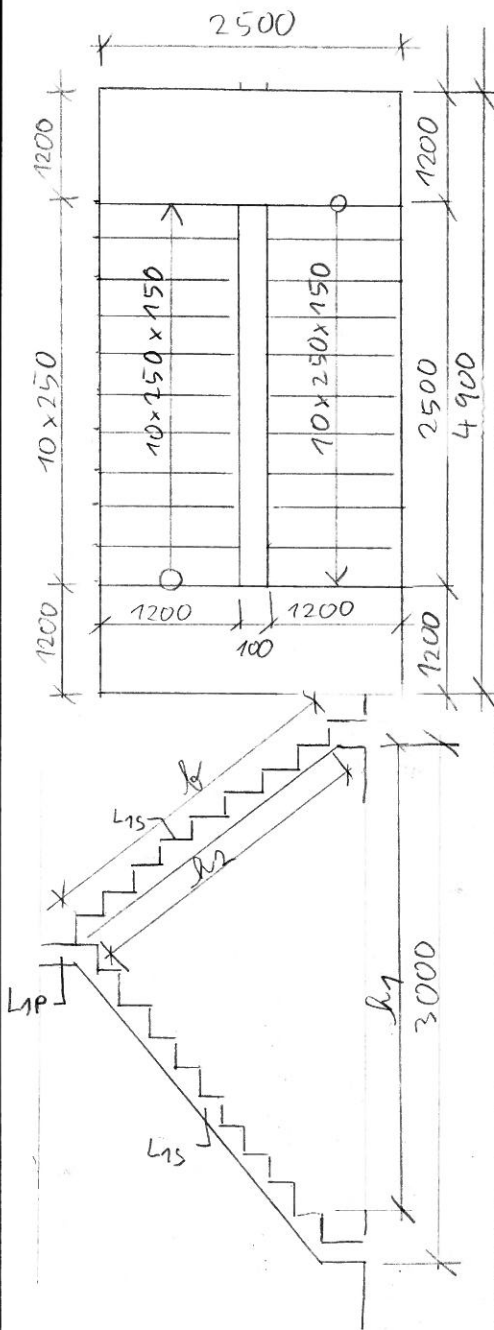
S7

- stejné natížení jako stěna S1

- stejné únosnosti

- stejné rozměry

STĚNY VYHOVUJÍ



8. VNĚJŠÍ STĚNY S3

S4

S8

- stejné natěření jako stěna S2
- stejné únosnosti
- stejné rozměry

STĚNY VYHOVUJÍ

9. SCHODIŠTĚ L1

9.1 GEOMETRIE

$$l = 2500 \text{ mm}$$

$$b = 4900 \text{ mm}$$

$$h = 3000 \text{ mm}$$

$$l_b = 1200 \text{ mm}$$

$$h_b = 150 \text{ mm}$$

$$s_b = 250 \text{ mm}$$

$$f = 2915 \text{ mm}$$

9.2 MATERIALY

• BETON C30/37

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

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30 \cdot 10^6}{1.15} = 20 \text{ MPa}$$

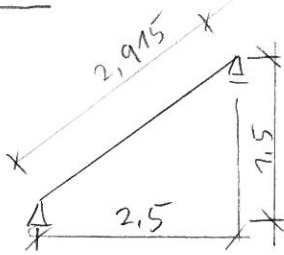
$$f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{c3} = 0.175\%$$

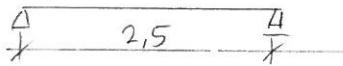
$$\epsilon_{c3} = 0.135\%$$

$$f_{ctm} = 2.9 \text{ MPa}$$

L15



L1P



• OCEL B550

$$f_{yk} = 550 \text{ MPa}$$

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

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{550 \cdot 10^6}{1.15} = 478,26 \text{ MPa} \quad f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$$

9.3 STATICKÉ ŘEŠENÍ

- řešeno jako prostě upevněná deska
- zvlášť řešeno rameno L15 a podesta L1P

9.4. POSUDKY ROZMĚRŮ

ÚHĚL SKLONU RAMĚNE

$$\tan \alpha = \frac{h_b}{b} = \frac{150}{250} = 0,6$$

$$\alpha = 36^\circ$$

$$\alpha = 36^\circ < \alpha_{lim} = 41^\circ \dots \text{VYHOVUJĚ}$$

PODCHODNÁ VÝŠKA h_1

$$h_1 = 2750 \text{ mm}$$

$$h_{1,lim} = 1500 + \frac{750}{\cos \alpha} = 2405 \text{ mm}$$

$$h_1 = 2,75 \text{ m} > h_{1,lim} = 2,405 \text{ m} \dots \text{VYHOVUJĚ}$$

PRŮCHODNÁ VÝŠKA h_2

$$h_2 = b - 2s_b = 2915 - 2 \cdot 250 = 2415 \text{ mm}$$

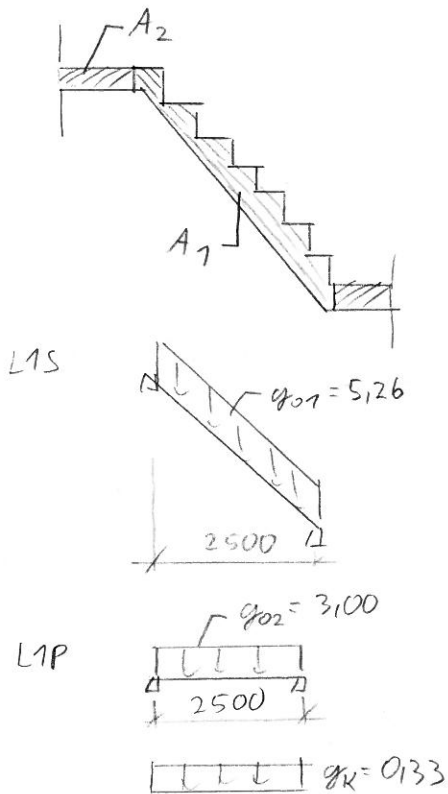
$$h_{2,lim} = 750 + 1500 \cos \alpha = 1880 \text{ mm}$$

$$h_2 = 2,415 \text{ m} > h_{2,lim} = 1,88 \text{ m} \dots \text{VYHOVUJĚ}$$

9.5 ZATÍŽENÍ

STÁLĚ - VLASTNÍ TÍHA

$A_1 \dots$ dle AUTOCAD 2014



$$A_1 = 0,1438 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 100 \cdot 1200 = 0,12 \text{ m}^2$$

$$q_{01k} = \frac{A_1 \cdot l_B \cdot \gamma_B}{l} = \frac{0,1438 \cdot 1,2 \cdot 25 \cdot 10^3}{2,5} = 5,26 \text{ kN/m}$$

$$q_{02k} = \frac{0,12 \cdot 12 \cdot 25 \cdot 10^3}{2,5} = 3,00 \text{ kN/m}$$

OSTATNÍ STÁLÉ - PODLAHY

PODLAHA DEKFLOOR 30 - dlozba nažo A. 10mm

- lepicí And A. 6mm

- pretrac

$$g_k \text{ (dle dodavatele)} = 0,27 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{kL} = g \cdot l_B = 0,27 \cdot 1,2 = 0,33 \text{ kN/m}$$

PROMĚNNÉ

- dle EN $q_k = 3,00 \text{ kN/m}$

SOUHRNNÉ ZATÍŽENÍ

$$g_{k1,d} = 1,35 (5,26 + 0,33) + 1,5 (3,00) = 12,95 \text{ kN/m}$$

$$g_{k1P,d} = 1,35 (3,00 + 0,33) + 1,5 (3,00) = 9,9 \text{ kN/m}$$

9.5 VMITŘNÍ SILY

• RAMENO L1S

$$M_{ED} = \frac{1}{8} q \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 12,95 \cdot 2,5^2 = 10,11 \text{ kNm}$$

$$V_{ED} = \frac{1}{2} q L = \frac{1}{2} \cdot 12,95 \cdot 2,5 = 16,19 \text{ kN}$$

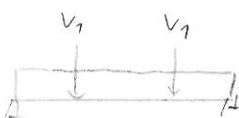
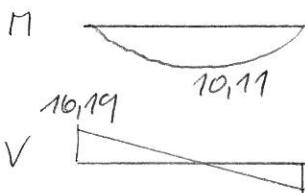
• PODESTA L1P

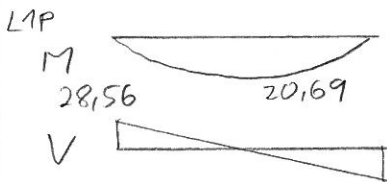
- do satřeni přibývá ještě reakce od
razen schodiště

$$V_1 = 16,19 \text{ kN}$$

$$g_{1D} = \frac{2 \cdot V_1}{l} = \frac{2 \cdot 16,19}{2,5} = 12,95 \text{ kN/m}$$

L1S





$$M_{ED} = (Q_2 + g_{LD}) \cdot \frac{1}{8} \cdot L^2 = (12,95 + 9,9) \cdot \frac{1}{8} \cdot 2,5^2 = 20,69 \text{ kNm}$$

$$V_{ED} = \frac{1}{2} (Q_2 + g_{LD}) \cdot L = (12,95 + 9,9) \cdot \frac{1}{2} \cdot 2,5 = 28,56 \text{ kN}$$

9.6 POSOUZENÍ

9.6.1 RAMENO L1S - OHYB

$$M_{ED} = 10,119 \text{ Nm}$$

zruší výtuse

stupeň uložení prutů $\times 0$

$$c \geq c_{nom}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$c_{min} = \max \{ c_{min,b}, c_{min,dur}, 10, \text{mm} \} = \{ 10; 10; 10 \} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min,dur} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min,b} = \phi = 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = 10 + 10 = 20 \text{ mm} \quad ; \quad d_1 = c + \frac{\phi}{2} = 20 + \frac{10}{2} = 25 \text{ mm}$$

NAVRŽENO KRYTÍ 20 mm

odhad plochy výtuse

$$d = h - d_1 = 100 - 25 = 75 \text{ mm}$$

$$r_s = 0,9 d = 0,068 \text{ m}$$

$$A_{s,req} = \frac{M_{ED}}{r_s \cdot b \cdot d} = \frac{10,11 \cdot 10^3}{0,068 \cdot 478,26 \cdot 10^6} = 3,14 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

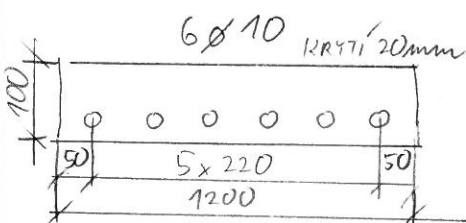
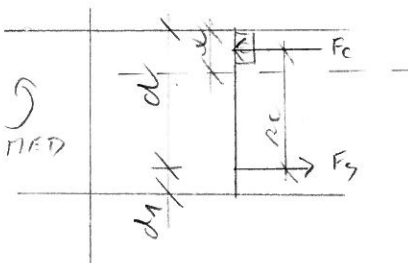
NAVRHUSI 6 ϕ 10; $A_{s,prov} = 4,71 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

kontrola m. o

$$x = \frac{A_{s,prov}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{4,71 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6}{12 \cdot 0,8 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,012 \text{ m}$$

kontrola míry přetvoření

$$\epsilon_s = \frac{\epsilon_{ms}}{x} (d - x) = \frac{3,5 \cdot 10^{-3}}{0,012} (0,075 - 0,012) = 18,94 \%$$



$$\varepsilon_{yd} = \frac{b \cdot d}{E_s} = 2,39\%$$

$$\varepsilon_s = 18,94\% > \varepsilon_{yd} = 2,39\% \dots \text{VYHOVUJE}$$

namáhaní vnitřních sil

$$r_c = d - 0,5 \lambda \cdot e = 0,075 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,12 = 0,0703 \text{ m}$$

únosnost

$$M_{RD} = A_s \cdot f_{yd} \cdot r_c = 0,0703 \cdot 478,26 \cdot 10^6 \cdot 4,771 \cdot 10^{-4} = 14,022 \text{ N/m}$$

$$M_{RD} = 14,022 \text{ N/m} > M_{ED} = 10,119 \text{ N/m}$$

žádada uplnění

$$A_{s, \min} = 0,26 \left(\frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \right) \cdot b \cdot d = 0,26 \left(\frac{2,9 \cdot 10^6}{550 \cdot 10^6} \right) \cdot 1,2 \cdot 0,075 = 1,23 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s, \max} = 0,04 A_c = 0,04 \cdot 0,1 \cdot 1,2 = 48 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s, \min} = 1,23 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq A_{s1} = 4,771 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq A_{s, \max} = 48 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \dots \text{VYHOVUJE}$$

9.6.2 RÁMENO LIS - SMYK

- namáhaní pouze ohybem

$$V_{ED} = 16,199 \text{ N}$$

$$V_{RDC} = c_{RDC} \cdot k \cdot (100 \rho_1 \cdot b \cdot c_k)^{1/3} \cdot b \cdot d \geq 1 \text{ min} \cdot b \cdot d$$

$$c_{RDC} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{75}} = 2,63 < 2 \dots \text{NEVYHOVUJE}$$

$$k = 2,0$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b \cdot d} = \frac{4,771 \cdot 10^{-4}}{1,2 \cdot 0,075} = 5,23 \cdot 10^{-3} \cdot 20,02 \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$N_{\min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 2^{3/2} \cdot 30^{1/2} = 0,542 \text{ MPa}$$

$$V_{RDC} = 0,12 \cdot 2 \cdot (100 \cdot 5,23 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \cdot 10^6)^{1/3} \cdot 1,2 \cdot 0,075 = 25,75 \text{ N}$$

$$V_{RDC} \geq 0,542 \cdot 10^6 \cdot 1,2 \cdot 0,075 = 48,78 \text{ N} \dots \text{NEVYHOVUJE}$$

$$V_{RDC} = 48,76 \text{ N} > V_{ED} = 16,199 \text{ N}$$

9.6.3 RAPIENO LIS - KOTELNÍ DĚLKY

$$l_{bd} = d_1 \cdot d_2 \cdot d_3 \cdot d_4 \cdot d_5 \cdot l_{REQD}$$

$$\eta_1 = 1,0$$

$$\eta_2 = 1,0$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctm} = 2,25 \cdot 2,9 \cdot 10^6 = 6,53 \text{ MPa}$$

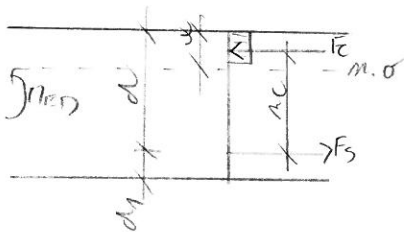
$$\sigma_{SD} = \frac{10,11}{14,02} \cdot 478,26 = 344,88 \text{ MPa}$$

$$l_{REQD} = \frac{\sigma_{SD}}{4 \cdot f_{bd}} = \frac{10}{4} \cdot \frac{344,88 \cdot 10^6}{6,53 \cdot 10^6} = 132 \text{ mm}$$

$$l_{bmin} = \max \{ 0,3 \cdot l_{REQD}; 70 \text{ mm}; 100 \text{ mm} \} = \max \{ 40; 100; 100 \} = 100 \text{ mm}$$

NAVRŽENO $l_{bd} = 100 \text{ mm}$

$$l_{bd} = 100 \text{ mm} \geq l_{bmin} = 100 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$



9.6.4 PODĚSTA L1P - OHYB

$$M_{ED} = 20,698 \text{ N/m}$$

žijší výpočet

viz LIS str. 74

NAVRŽENO KRYTÍ 20mm

odhad plochy výtluče

$$d = h - d_1 = 100 - 25 = 75 \text{ mm}$$

$$\rho_s = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 0,075 = 0,0675 \text{ m}$$

$$A_{s, req} = \rho_s \cdot b \cdot d = \frac{M_{ED}}{0,0675 \cdot 478,26 \cdot 10^6} = \frac{20,69 \cdot 10^3}{6,41 \cdot 10^4} = 6,41 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

NAVRŽENO 10Ø10; $A_{s, nav} = 7,86 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

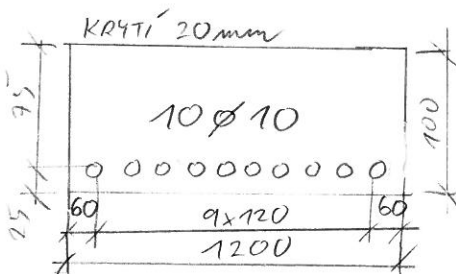
poloha m.σ.

$$x = \frac{A_s \cdot b \cdot d}{1,2 \cdot 0,8 \cdot 20 \cdot 10^6} = \frac{7,86 \cdot 10^{-4} \cdot 478,26 \cdot 10^6}{1,2 \cdot 0,8 \cdot 20 \cdot 10^6} = 0,020 \text{ m}$$

kontrola přetvoření

$$\epsilon_s = \frac{3,5 \cdot x}{0,102} (0,075 - 0,02) = 9,89 \%$$

$$\epsilon_{zd} = 2,39 \%$$



$$\varepsilon_s = 9,89\text{‰} > \varepsilon_{gd} = 2,39\text{‰} \dots \text{VÝHOVUJE}$$

rameno smíšených sil

$$r_c = d - 0,5\lambda_c = 0,075 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,02 = 0,067 \text{ m}$$

únosnost

$$M_{RD} = b_w d \cdot A_{s1} \cdot r_c = 478,26 \cdot 10^6 \cdot 0,067 \cdot 7,86 \cdot 10^{-4} = 25,269 \text{ Nm}$$

$$M_{RD} = 25,269 \text{ Nm} > M_{ED} = 20,699 \text{ Nm}$$

9.6.5 PODĚSTA L1P - SMYK

$$V_{ED} = 28,569 \text{ N}$$

$$c_{RDC} = 0,12$$

$$\lambda = 1 + \sqrt{\frac{200}{f_c}} = 2,63 < 2 \dots \text{NEVÝHOVUJE}$$

$$\lambda_c = 2,0$$

$$q_1 = \frac{A_{s1}}{b_w d} = \frac{7,86 \cdot 10^{-4}}{1,2 \cdot 0,075} = 8,73 \cdot 10^{-3} < 0,02 \text{ VÝHOVUJE}$$

$$N_{min} = 0,542 \text{ MPa}$$

$$V_{RDC} = 0,12 \cdot 2 \cdot (100 \cdot 8,73 \cdot 10^{-3} \cdot 20 \cdot 10^6)^{1/3} \cdot 1,2 \cdot 0,075 = 56,039 \text{ N}$$

$$V_{ED} \leq 0,542 \cdot 10^6 \cdot 1,2 \cdot 0,075 = 48,789 \text{ N} \dots \text{VÝHOVUJE}$$

$$V_{RDC} = 56,039 \text{ N} > V_{ED} = 28,569 \text{ N} \dots \text{VÝHOVUJE}$$

9.6.6 PODĚSTA L1P - KOTĚVNÍ DĚLKY

$$f_{bd} = 6,53 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{sD} = \frac{20,69 \cdot 10^3}{25,26 \cdot 10^3} \cdot 478,26 \cdot 10^6 = 391 \text{ MPa}$$

$$l_{b,RDD} = \frac{\sigma_{sD}}{4 \cdot f_{bd}} = \frac{10 \cdot 391 \cdot 10^6}{4 \cdot 6,53 \cdot 10^6} = 149,7 \text{ mm}$$

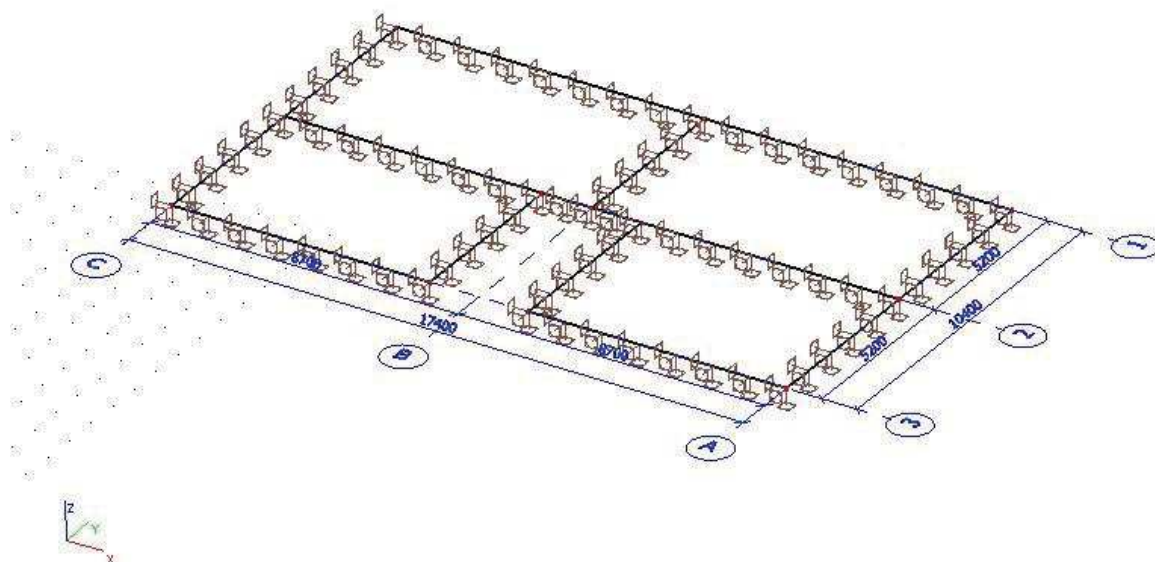
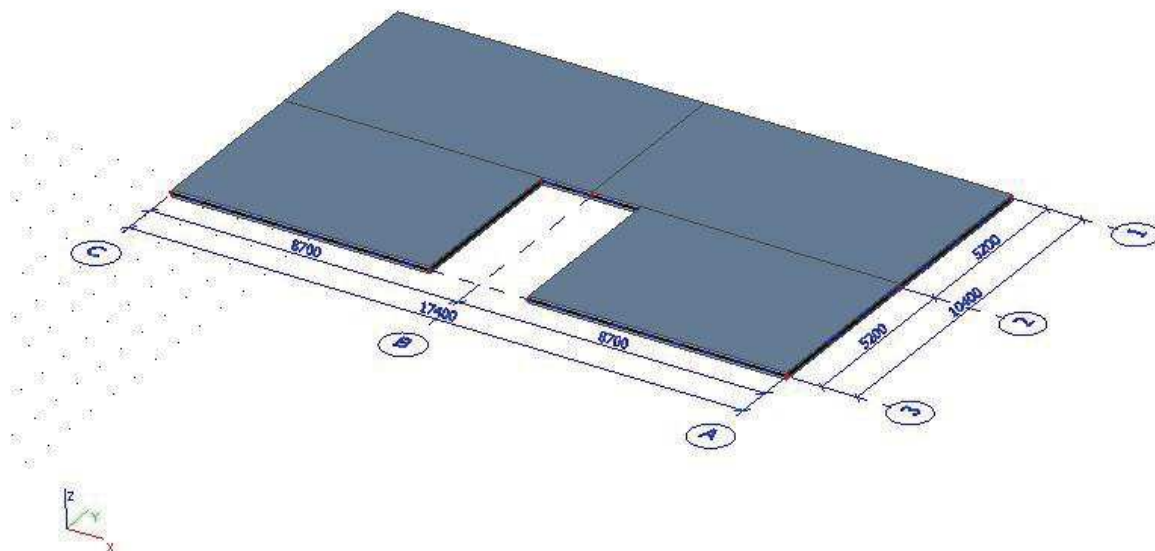
$$l_{b,min} = \max \{ 45; 100; 100 \} = 100 \text{ mm}$$

$$\text{NAVRŽENO } l_{bd} = 100 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = 100 \text{ mm} \leq l_{bd} = 100 \text{ mm} \dots \text{VÝHOVUJE}$$

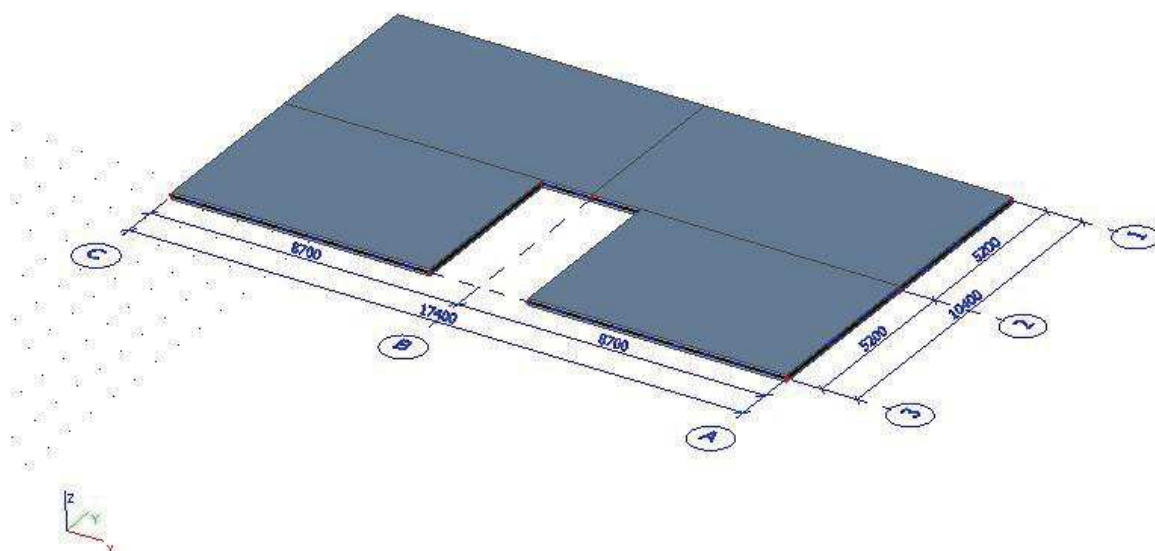
DESKA D1

1, SCHEMA KONSTRUKCE:



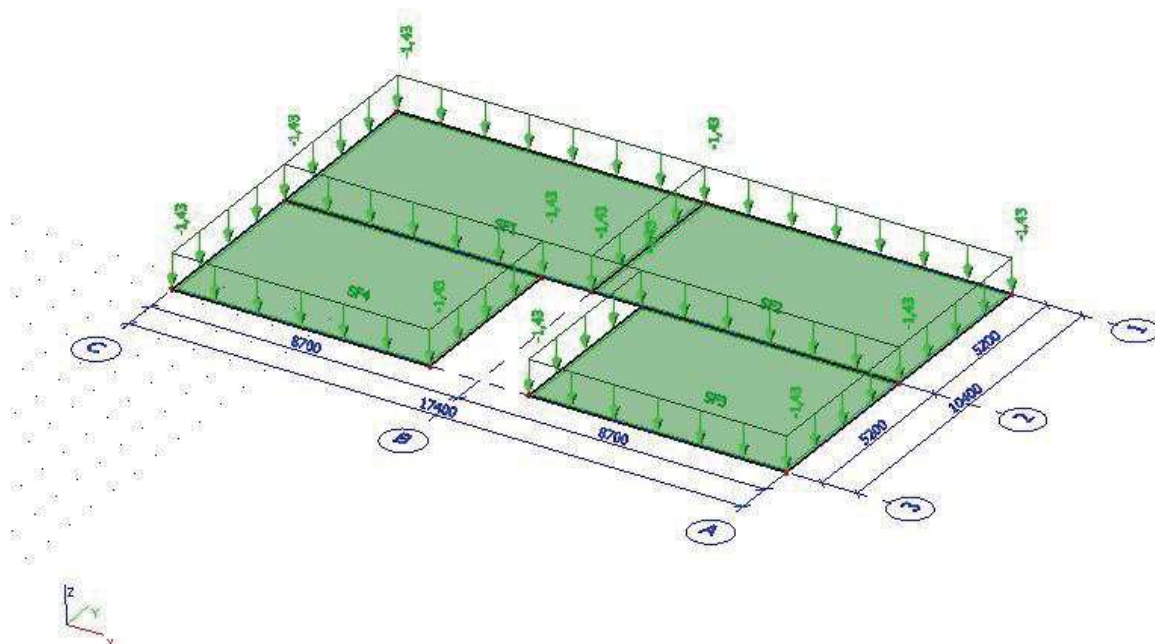
2, ZATĚŽOVACÍ STAVY

2.1 ZS1-VLASTNÍ TÍHA



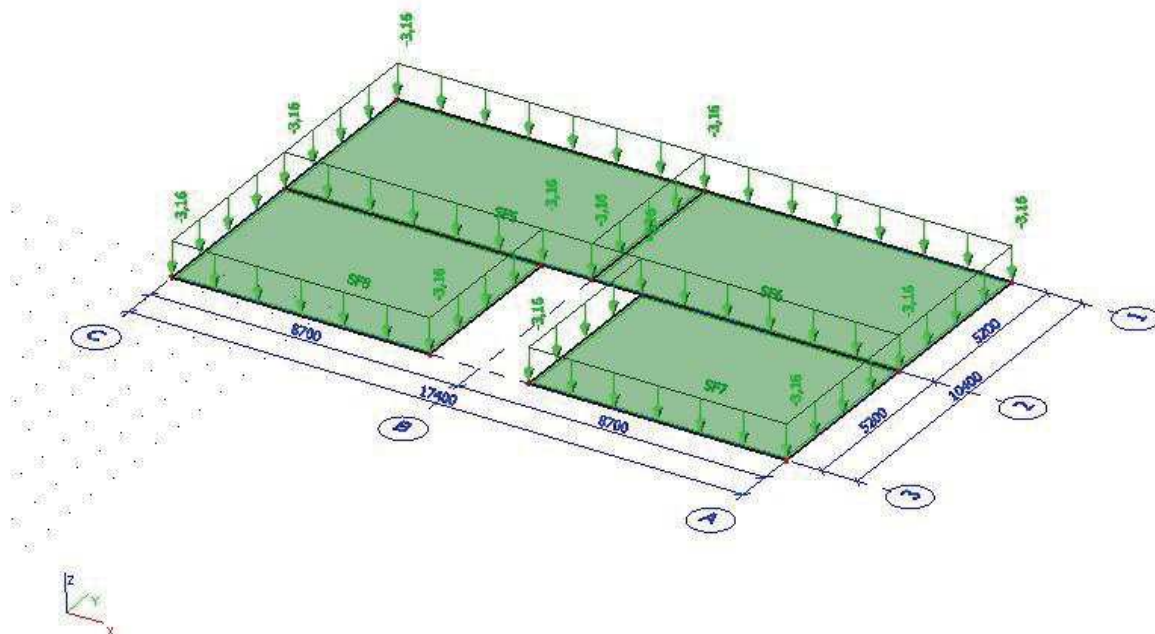
2.2 ZS2-OSTATNÍ STÁLÉ-PODLAHY

$g_k=1,43 \text{ kN/m}^2$

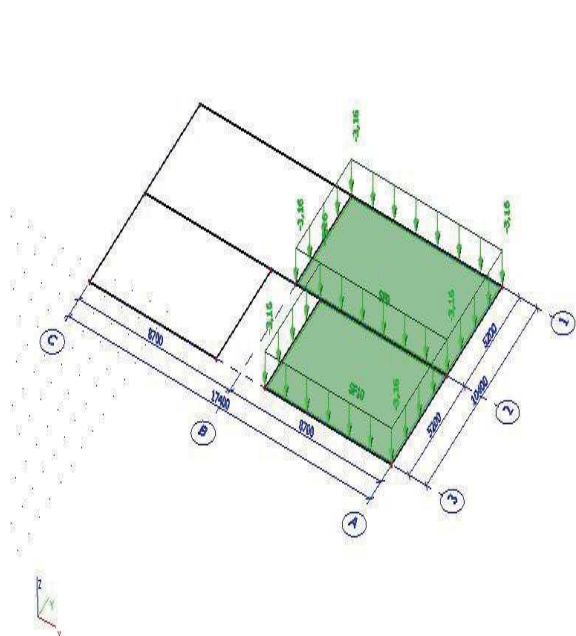


2.3 ZS3-OSTATNÍ STÁLÉ-PŘÍČKY-PLNNÉ

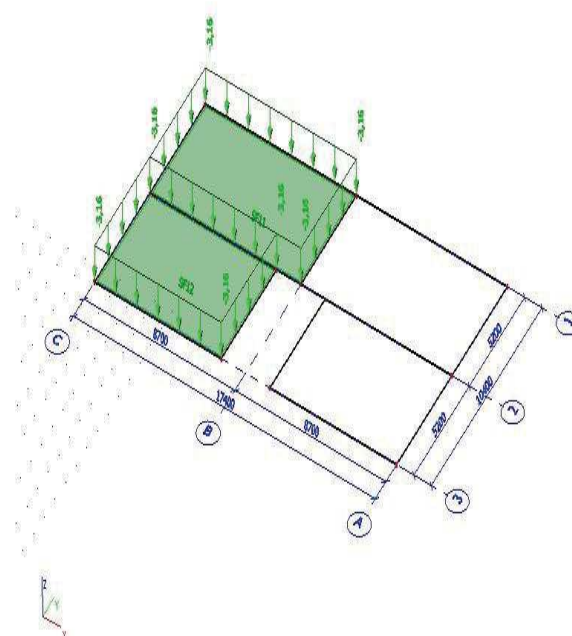
$g_k=3,16 \text{ kN/m}^2$



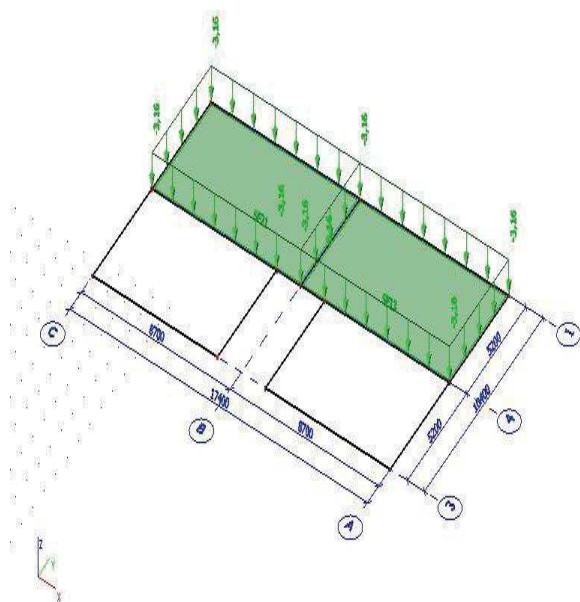
2.4 ZS4-OSTATNÍ STÁLÉ-PŘÍČKY-ŠACH1



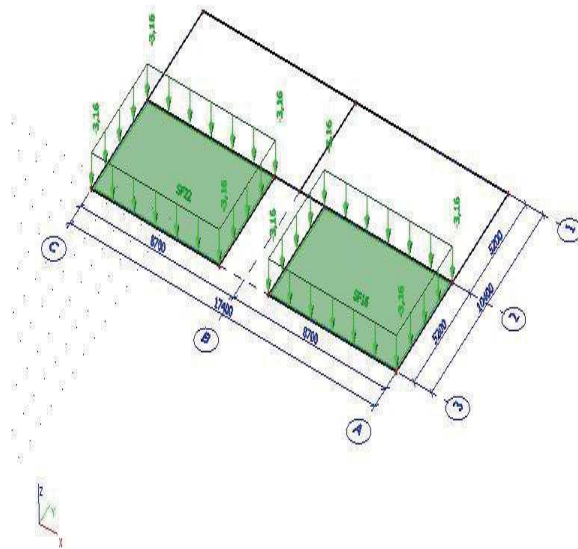
2.5 ZS5-OSTATNÍ STÁLÉ-PŘÍČKY-ŠACH2



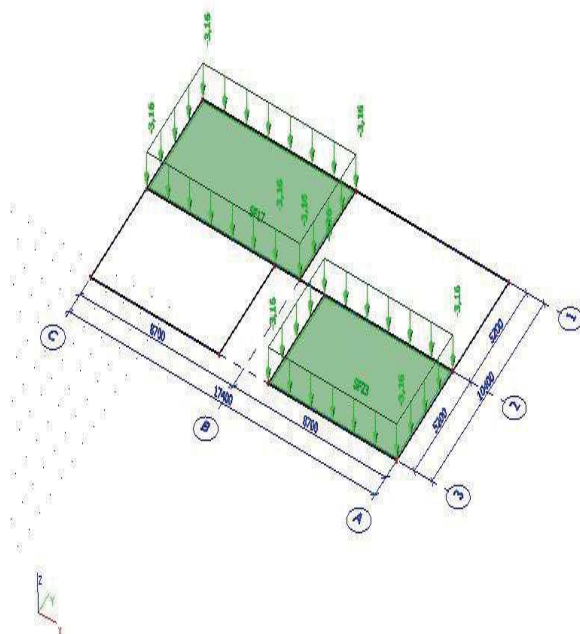
2.6 ZS6-OSTATNÍ STÁLÉ-PŘÍČKY-ŠACH3



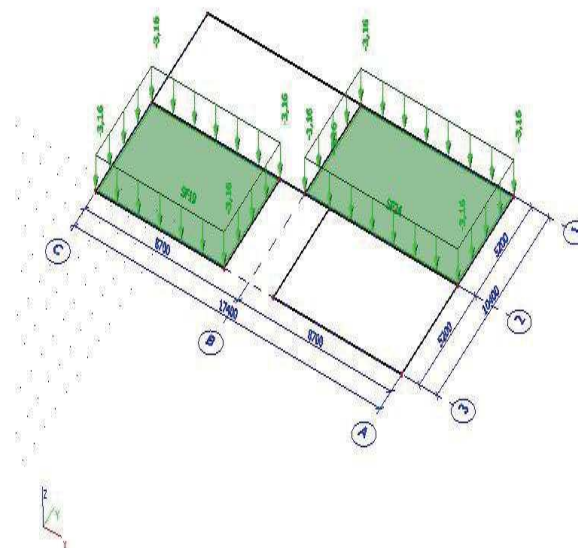
2.7 ZS7-OSTATNÍ STÁLÉ-PŘÍČKY-ŠACH4



2.8 ZS8-OSTATNÍ STÁLÉ-PŘÍČKY-ŠACH5

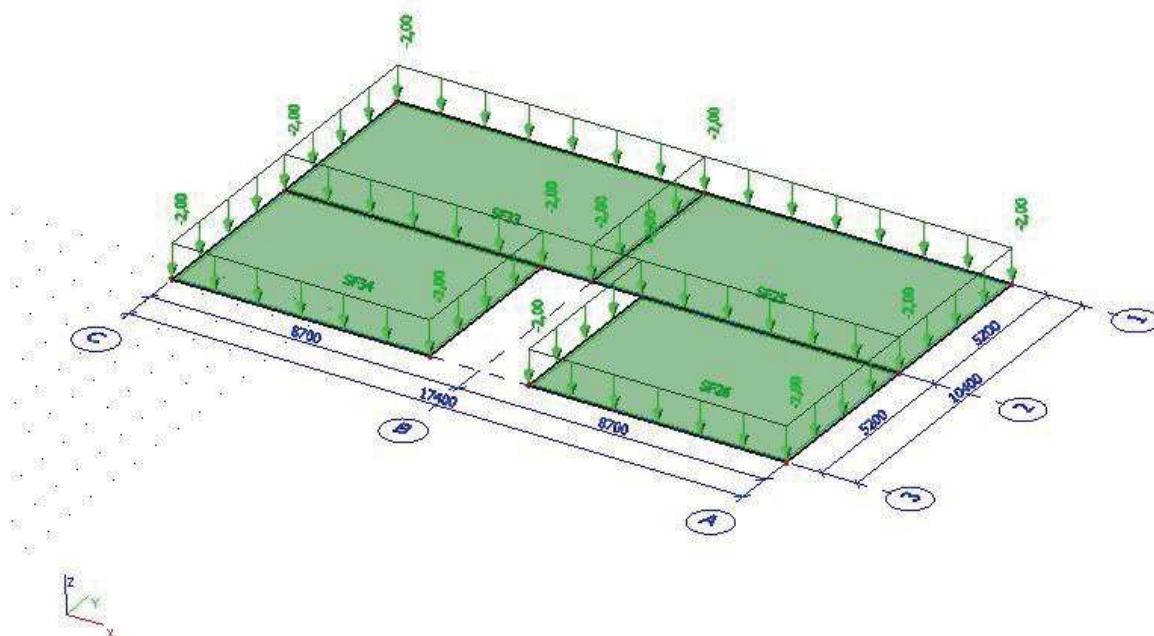


2.9 ZS9-OSTATNÍ STÁLÉ-PŘÍČKY-ŠACH6

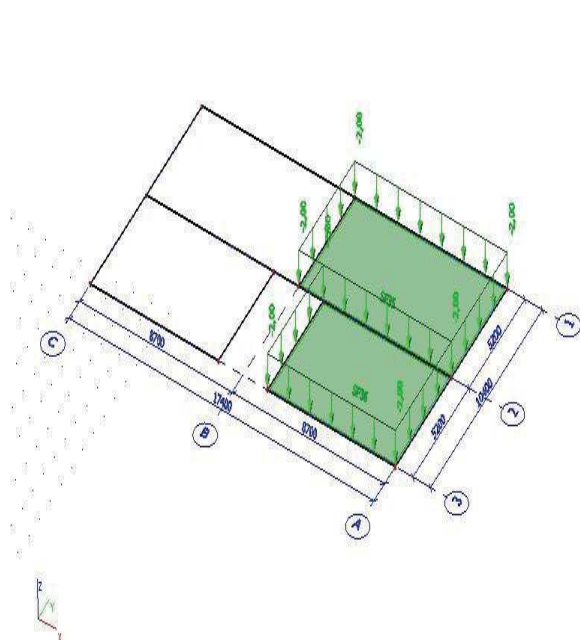


2.10 ZS10-PROMĚNNÉ -PLNNÉ

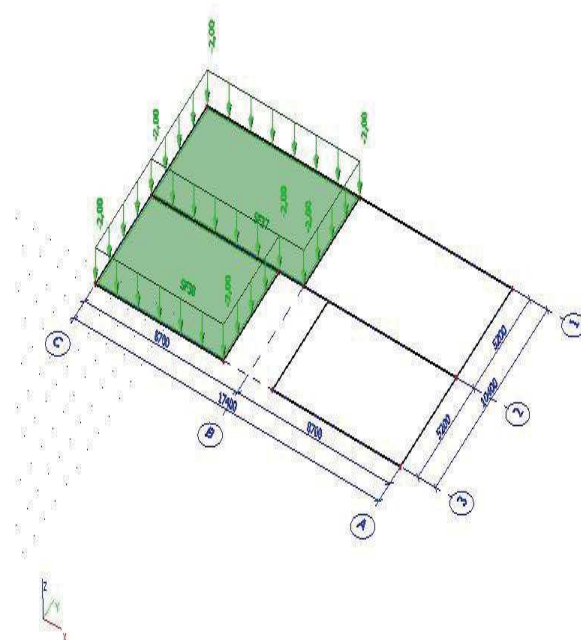
$g_k=2,00 \text{ kN/m}^2$



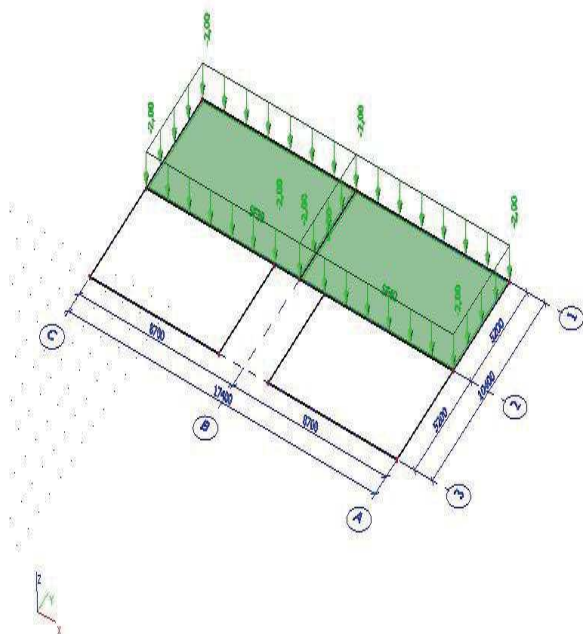
2.11 ZS11-PROMĚNNÉ-ŠACH1



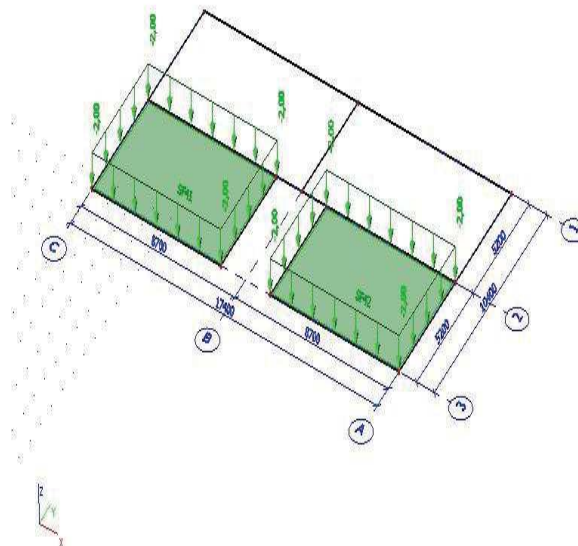
2.12 ZS12- PROMĚNNÉ-ŠACH2



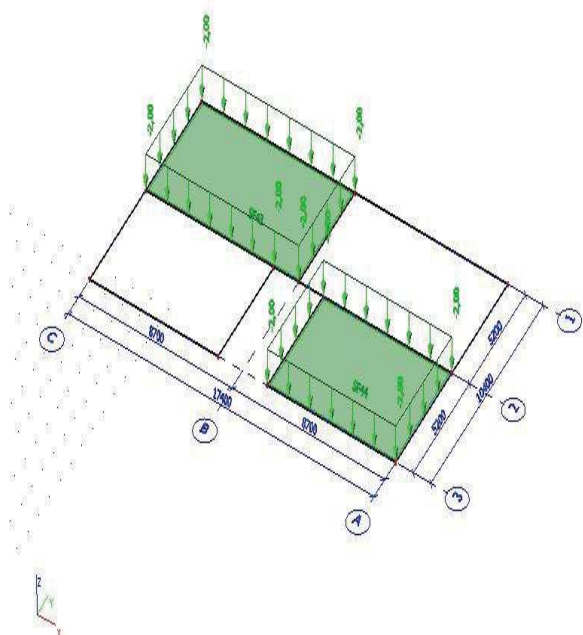
2.13 ZS13-PROMĚNNÉ-ŠACH3



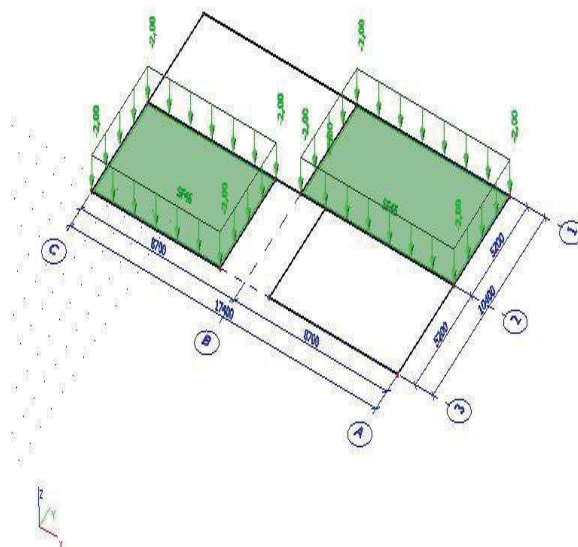
2.14 ZS14- PROMĚNNÉ-ŠACH4



2.15 ZS15-PROMĚNNÉ-ŠACH5



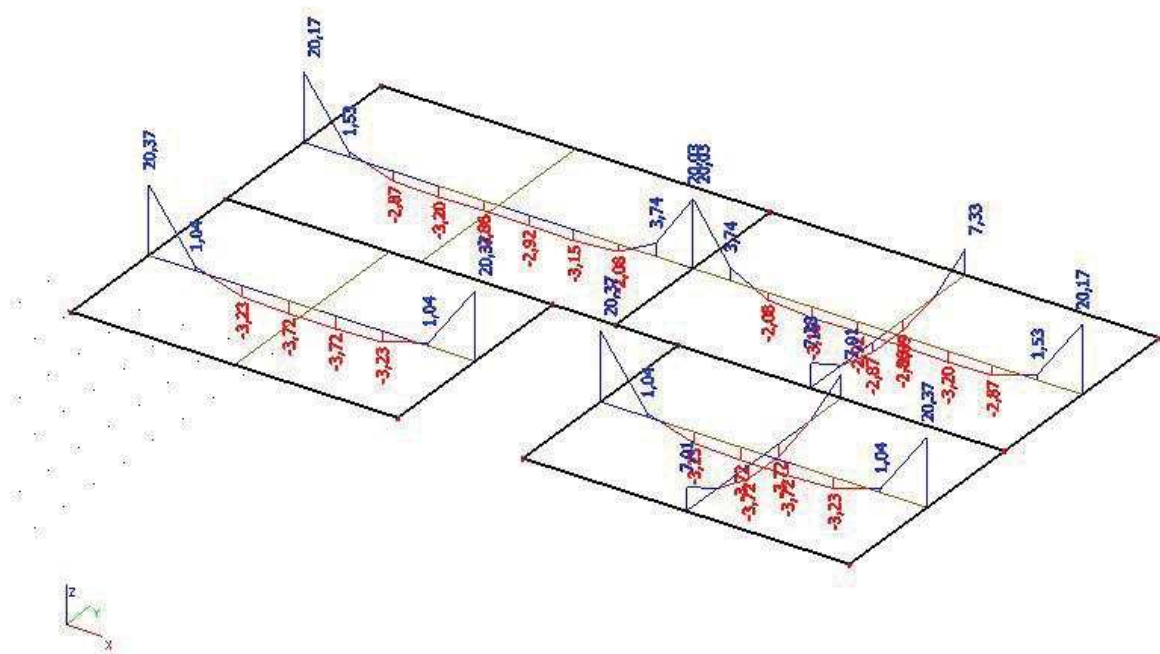
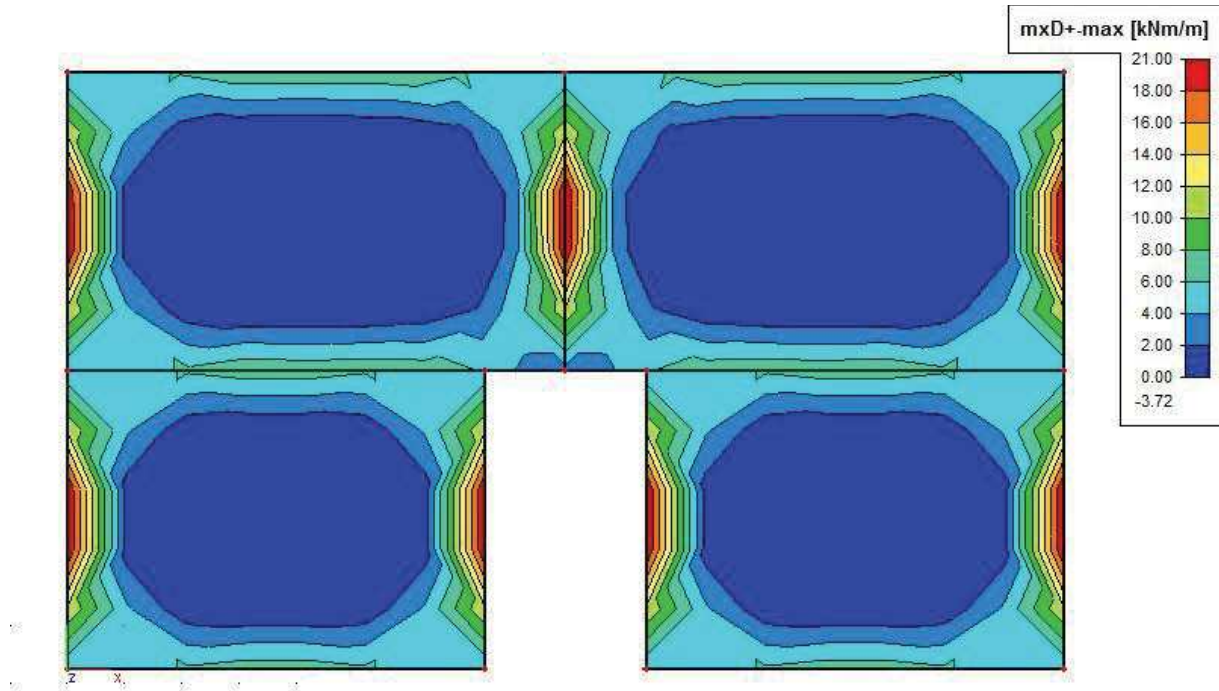
2.16 ZS16- PROMĚNNÉ-ŠACH6



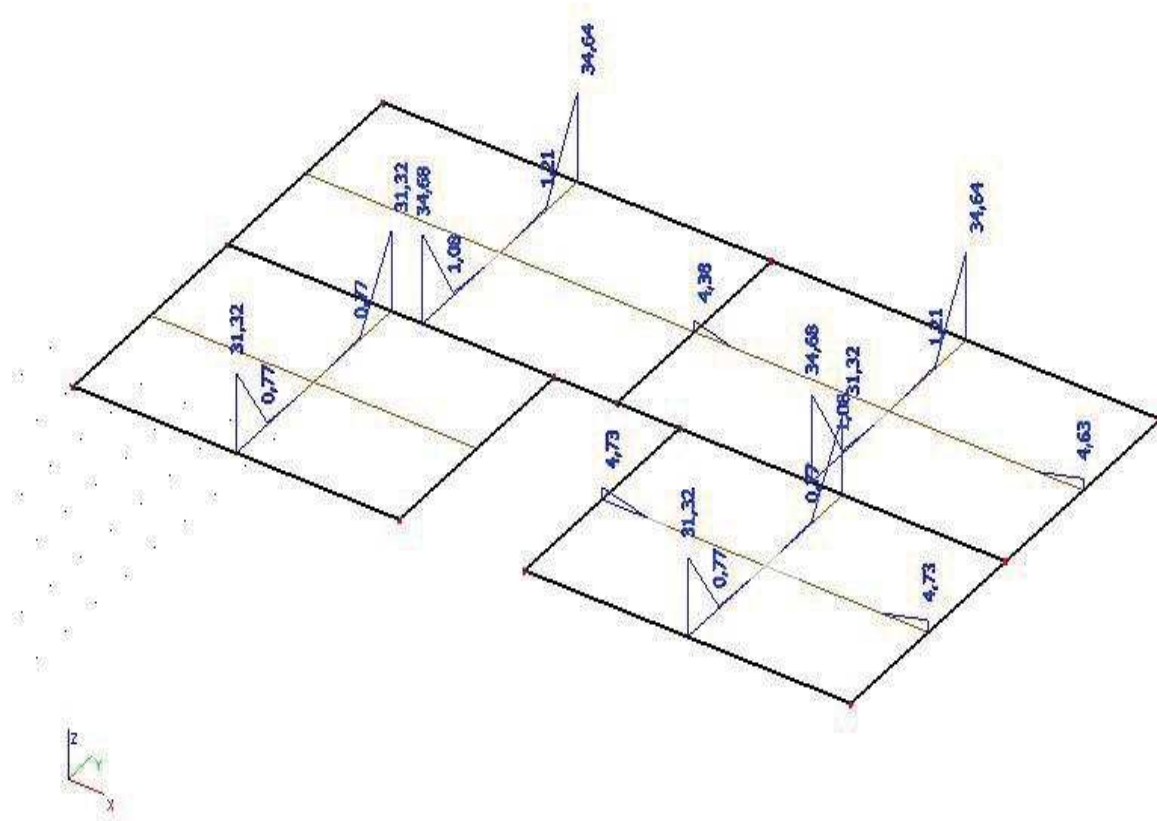
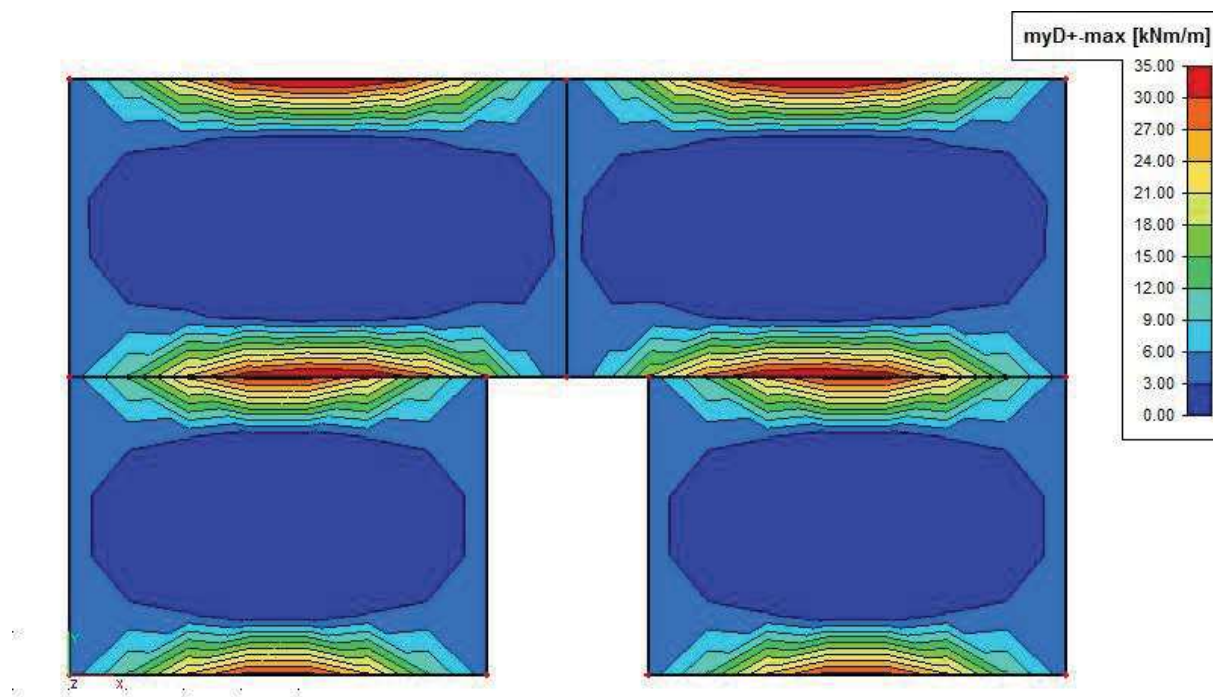
3, VNITŘNÍ SÍLY

CO01 – NÁVRHOVÁ: $1,35 \cdot (ZS1 + ZS2 + ZS3 + ZS4 + ZS5 + ZS6 + ZS7 + ZS8 + ZS9) + 1,5 \cdot (ZS10 + ZS11 + ZS12 + ZS13 + ZS14 + ZS15 + ZS16)$

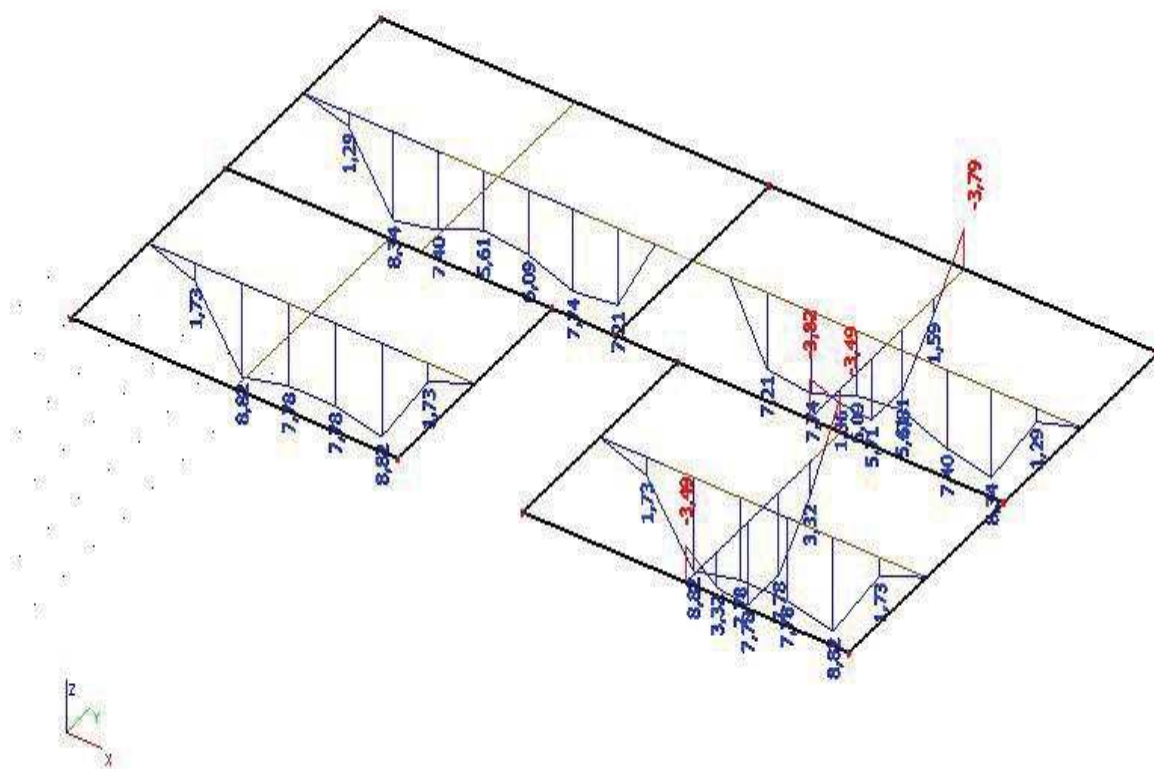
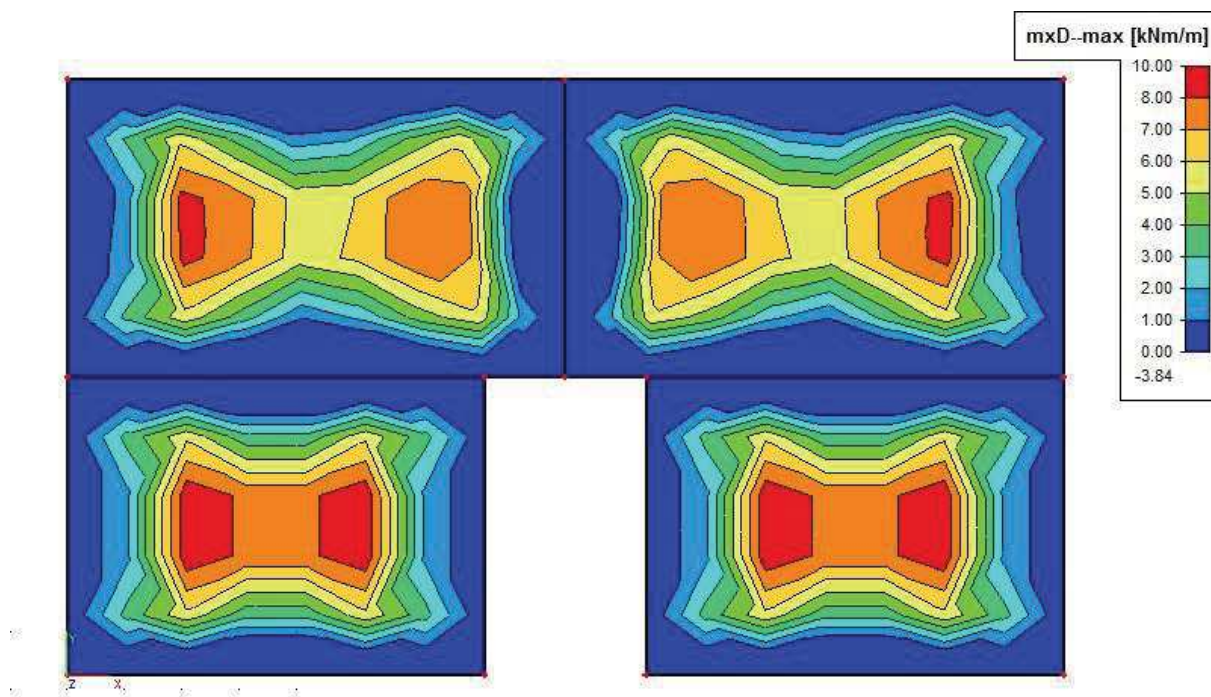
3.1 $m_{x,dim+}$



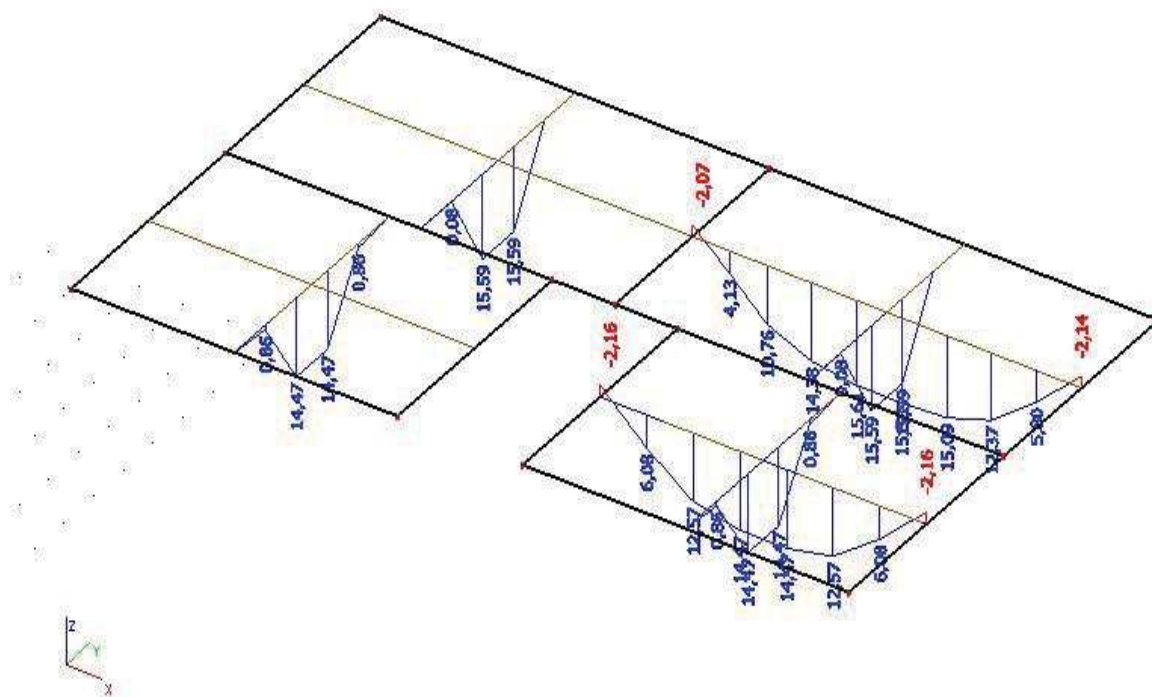
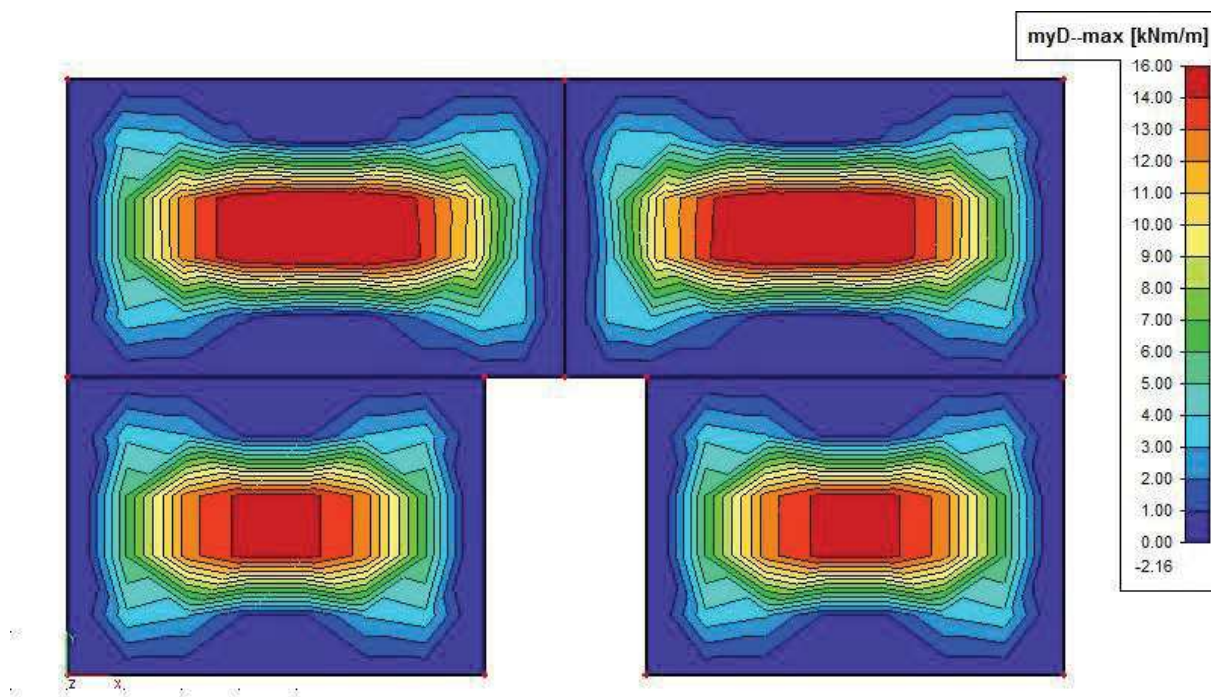
3.2 $m_{y,dim+}$



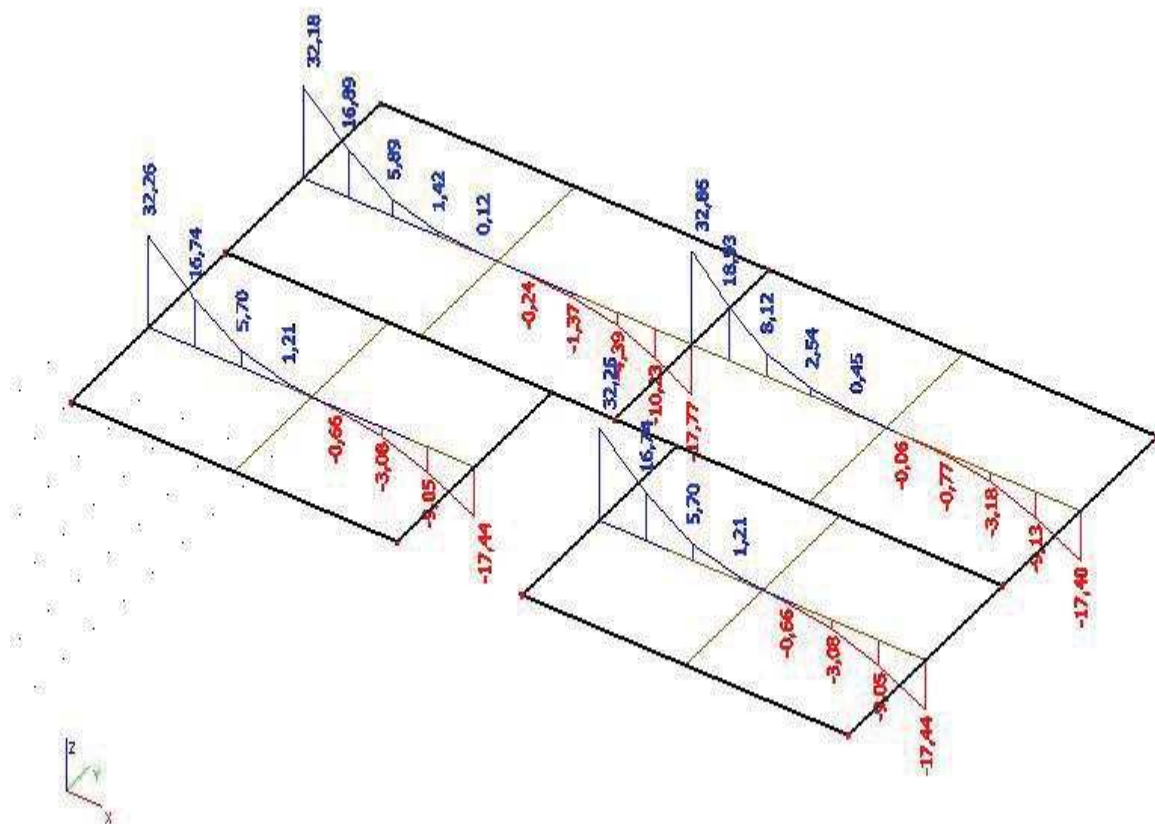
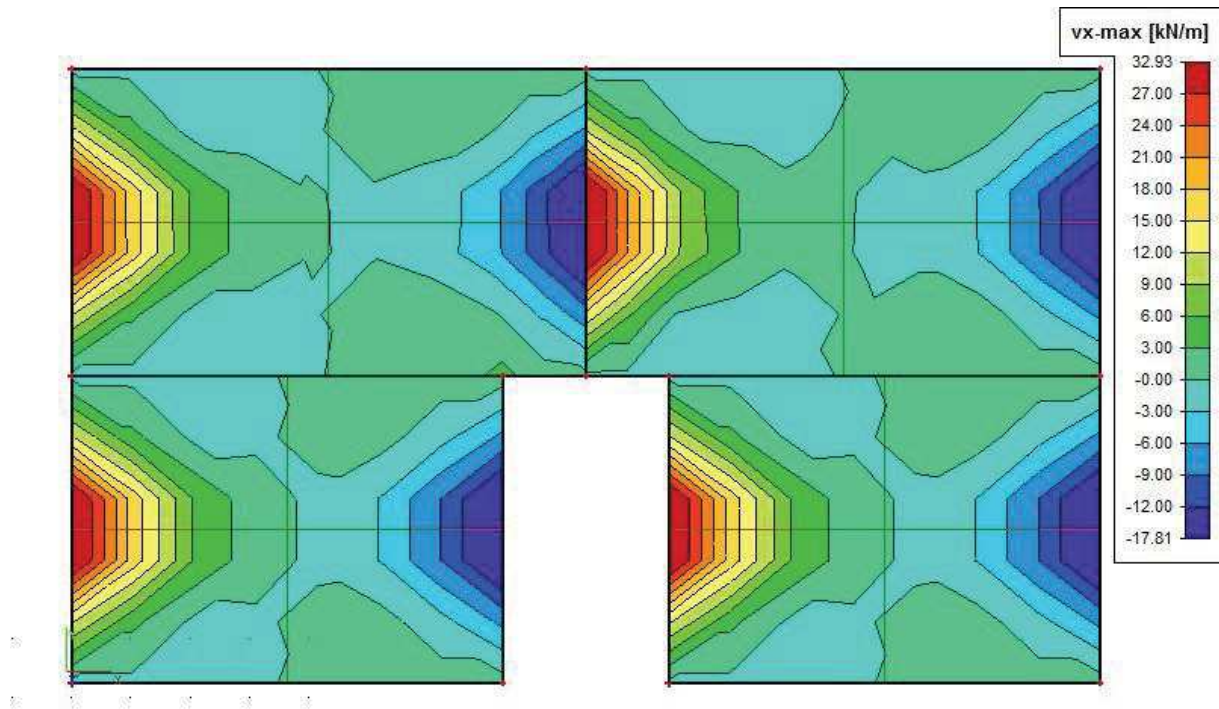
3.3 $m_{x,dim}$



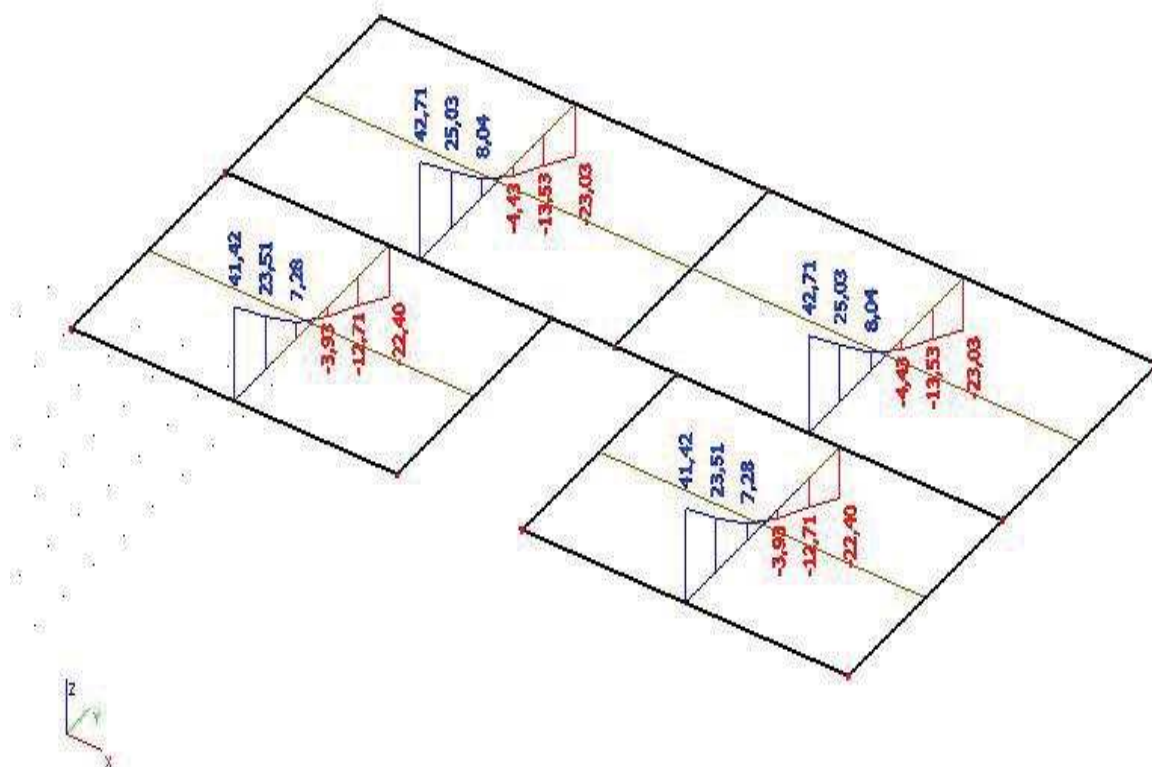
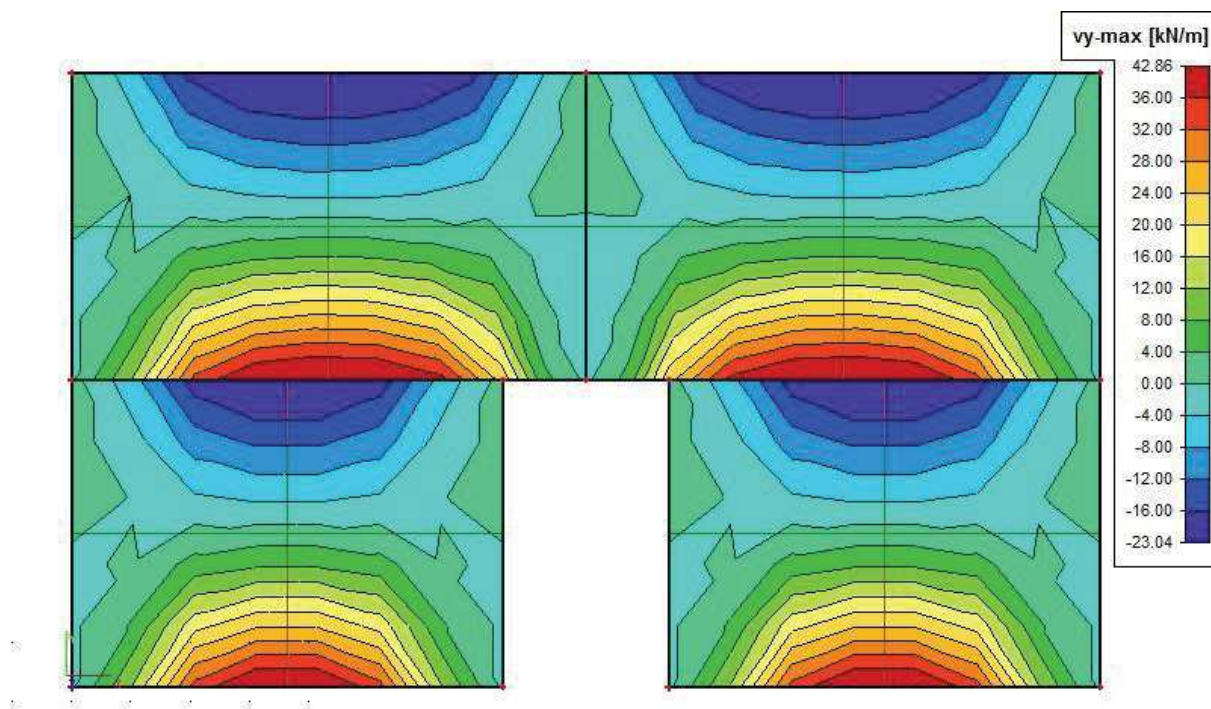
3.4 $m_{y,dim}$



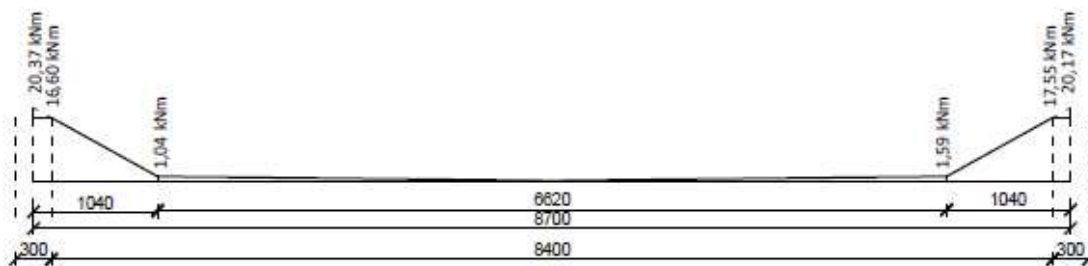
3.5 v_x



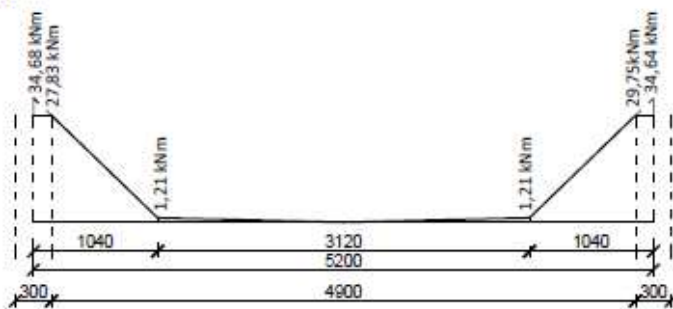
3.6 v_y



REDUKCE MOMENTU NAD PODPOROU B
SMĚR X

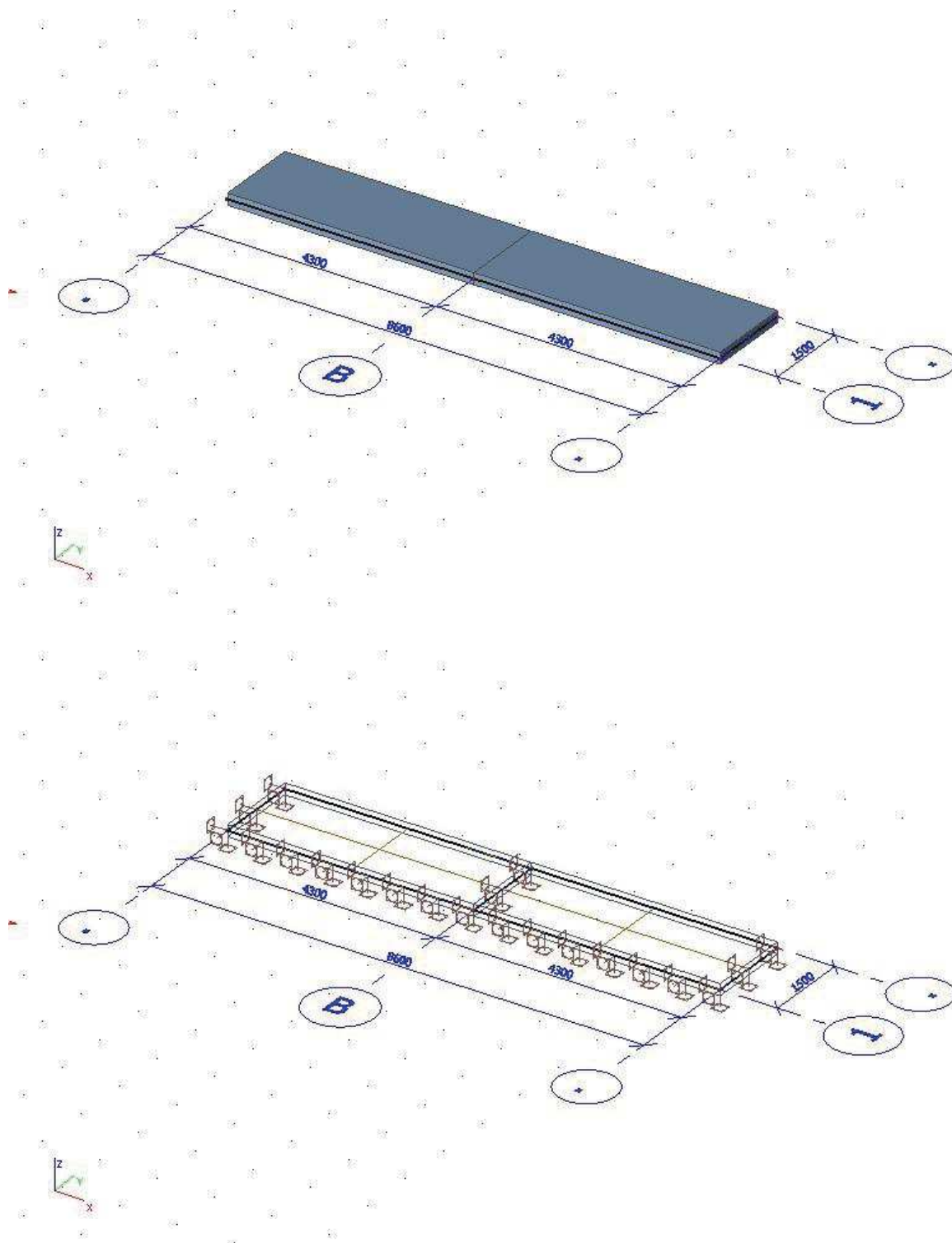


REDUKCE MOMENTU NAD PODPOROU E
SMĚR Y



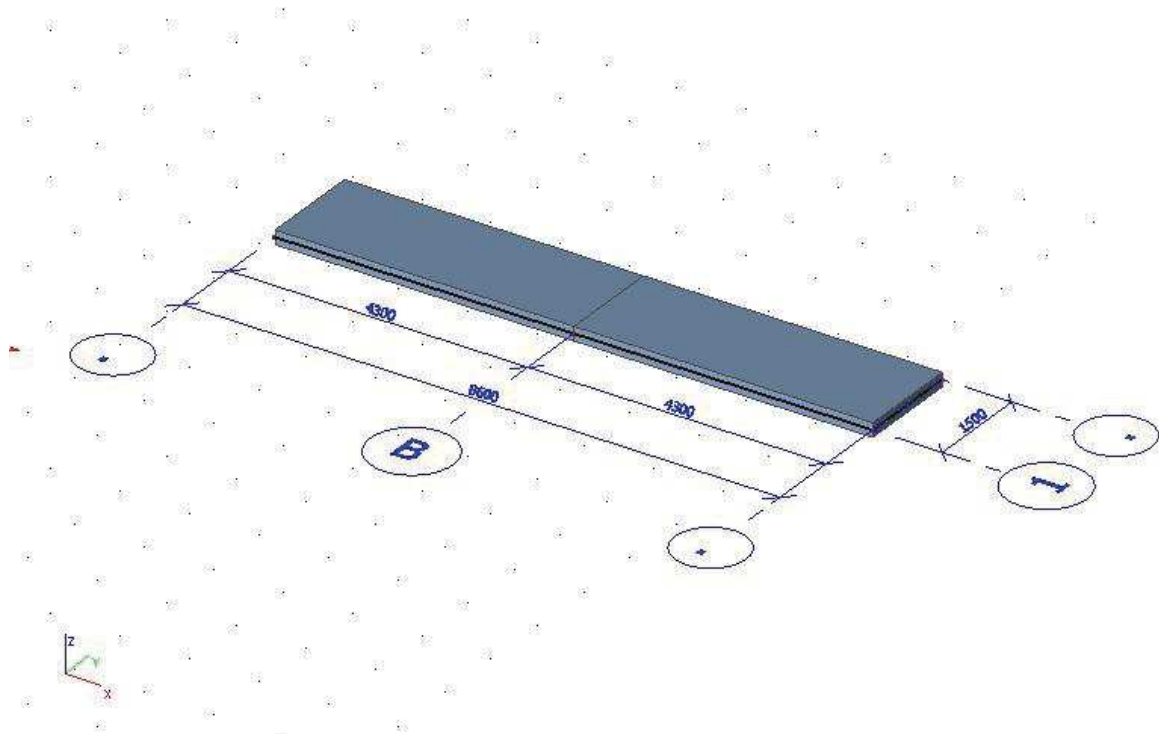
DESKA D2

1,SCHEMA KONSTRUKCE:



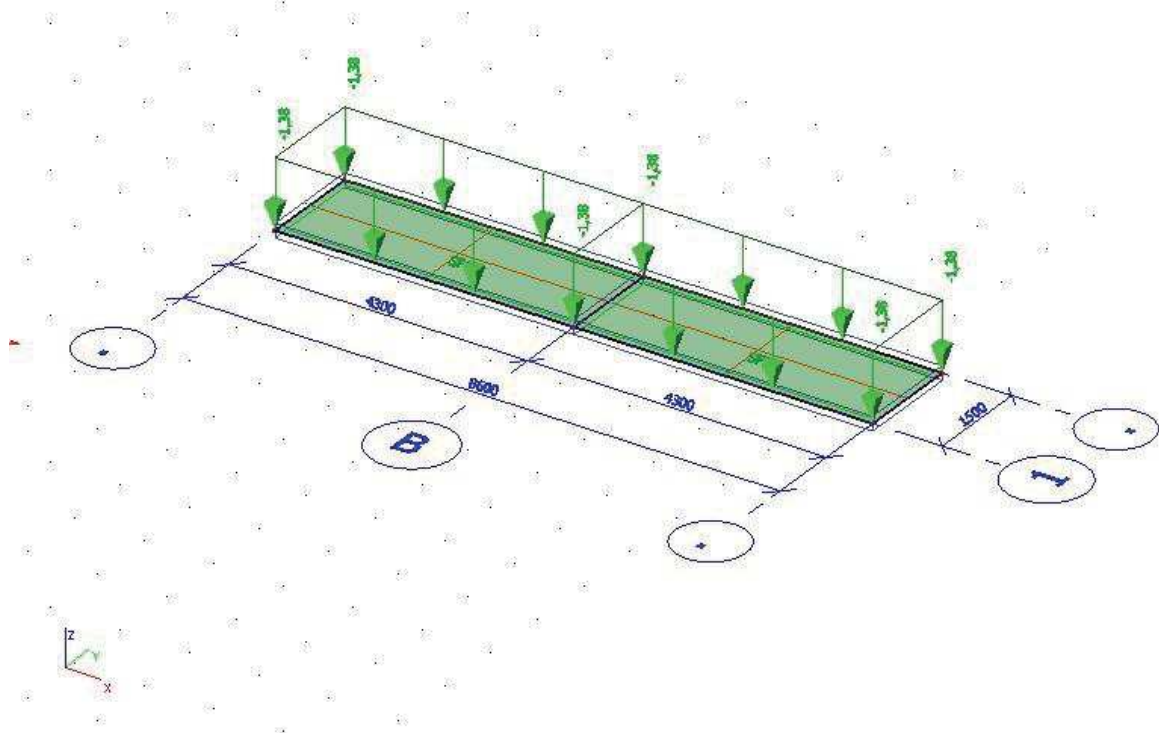
2, ZATĚŽOVACÍ STAVY

2.1 ZS1-VLASTNÍ TÍHA



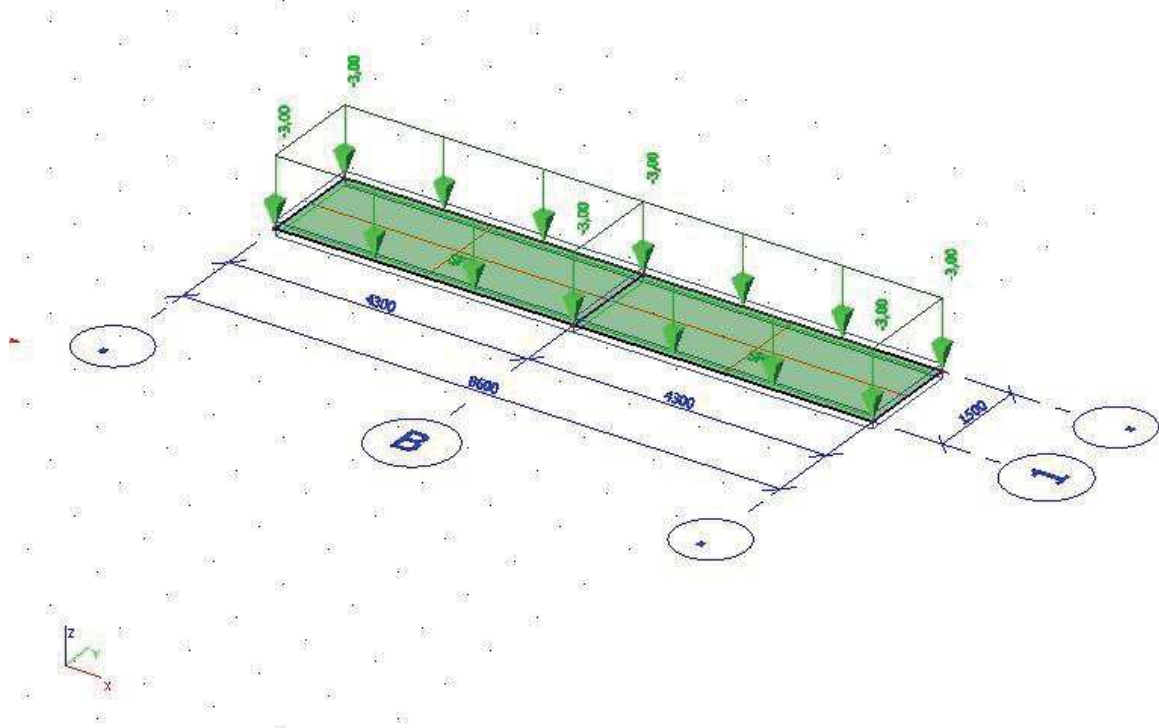
2.2 ZS2-OSTATNÍ STÁLÉ-PODLAHY

$g_k=1,38 \text{ kN/m}^2$

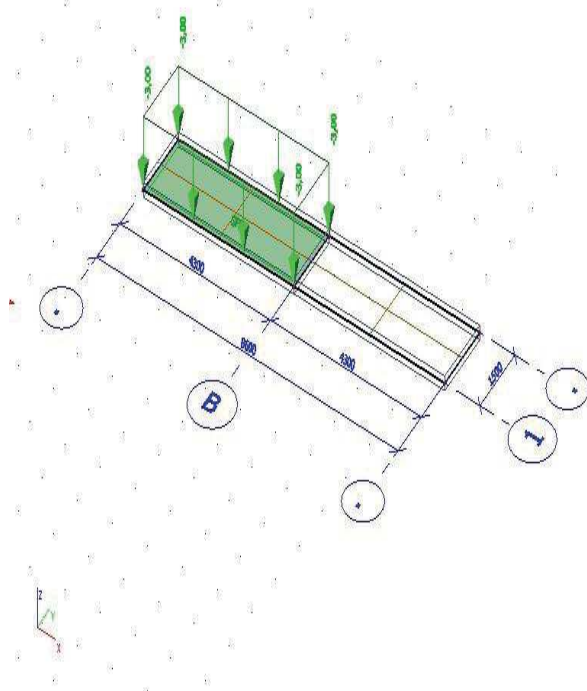


2.3 ZS3-PROMĚNNÉ-PLNNÉ

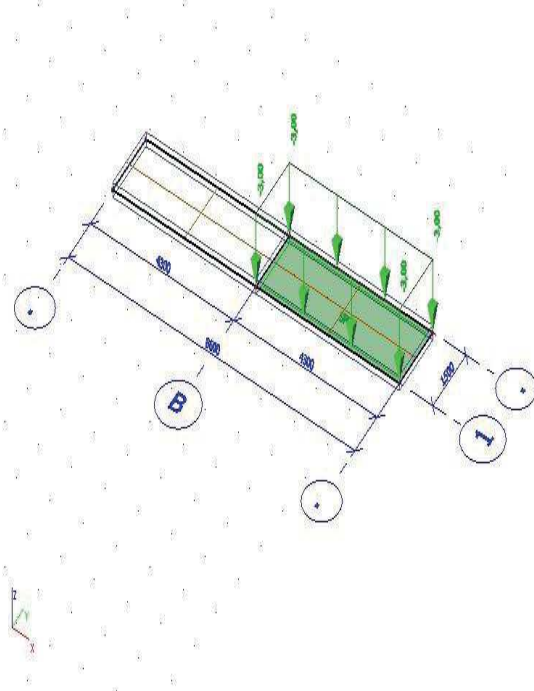
$g_k=3,00 \text{ kN/m}^2$



2.4 ZS4- PROMĚNNÉ-ŠACH1



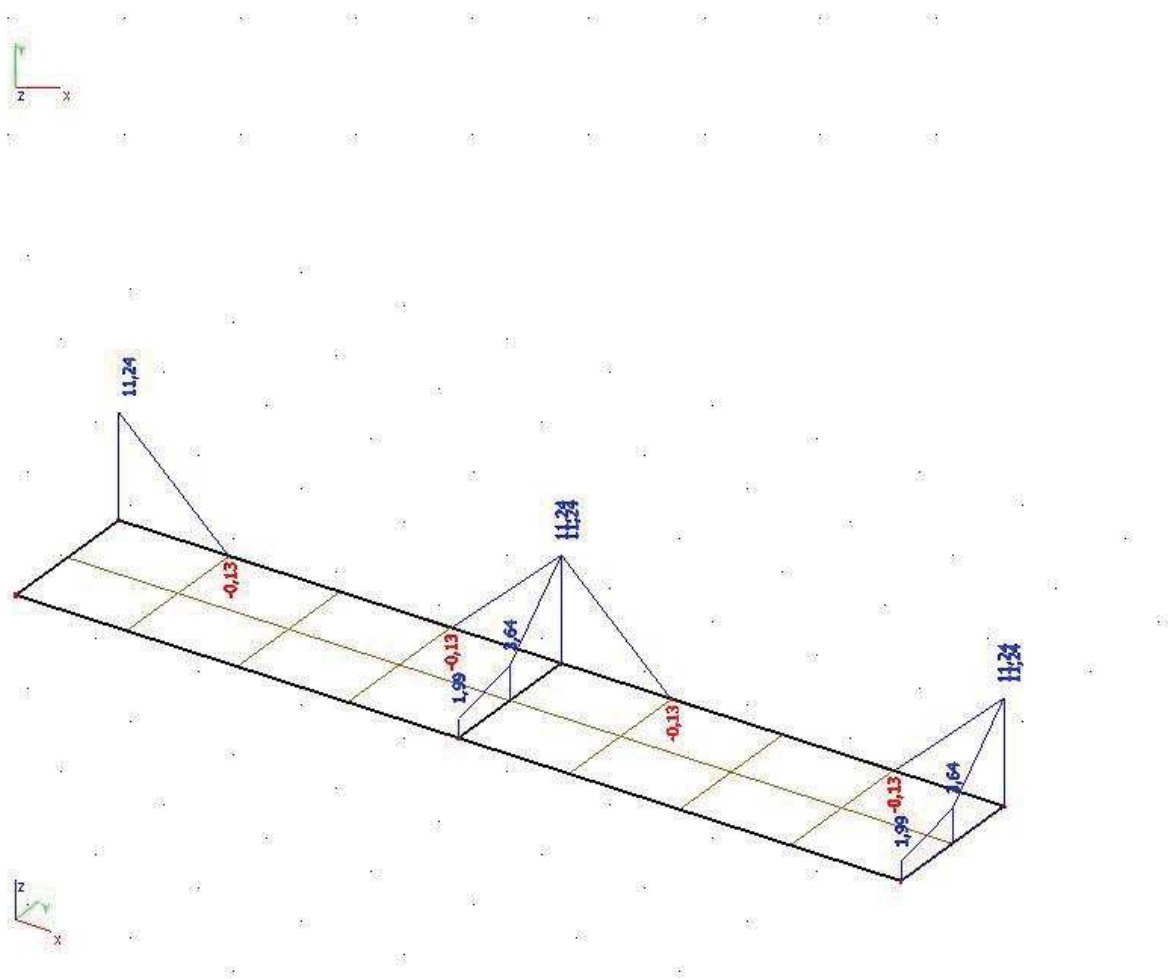
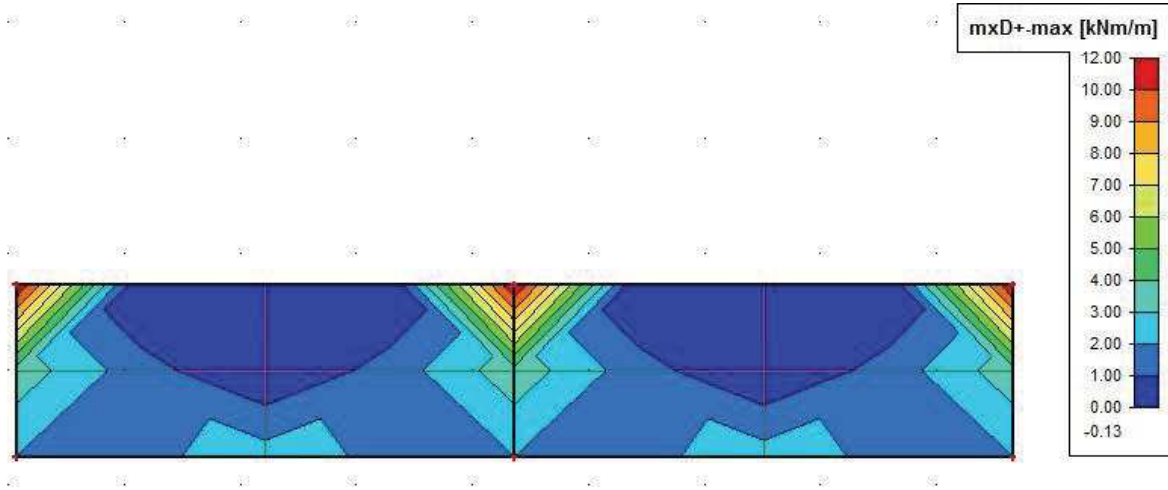
2.5 ZS5- PROMĚNNÉ-ŠACH2



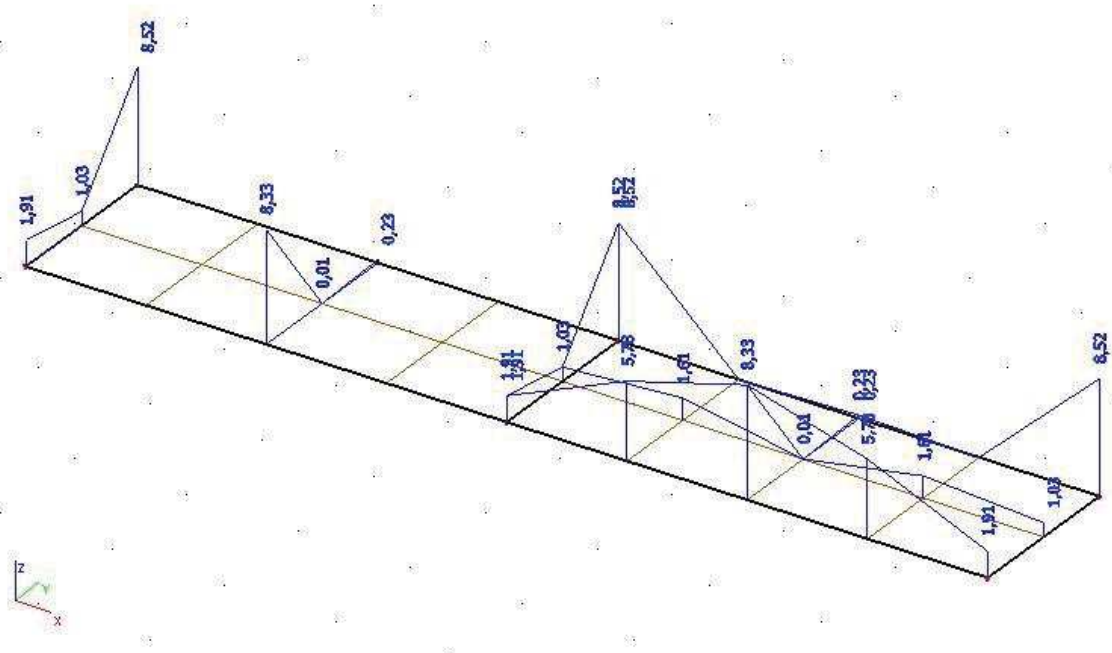
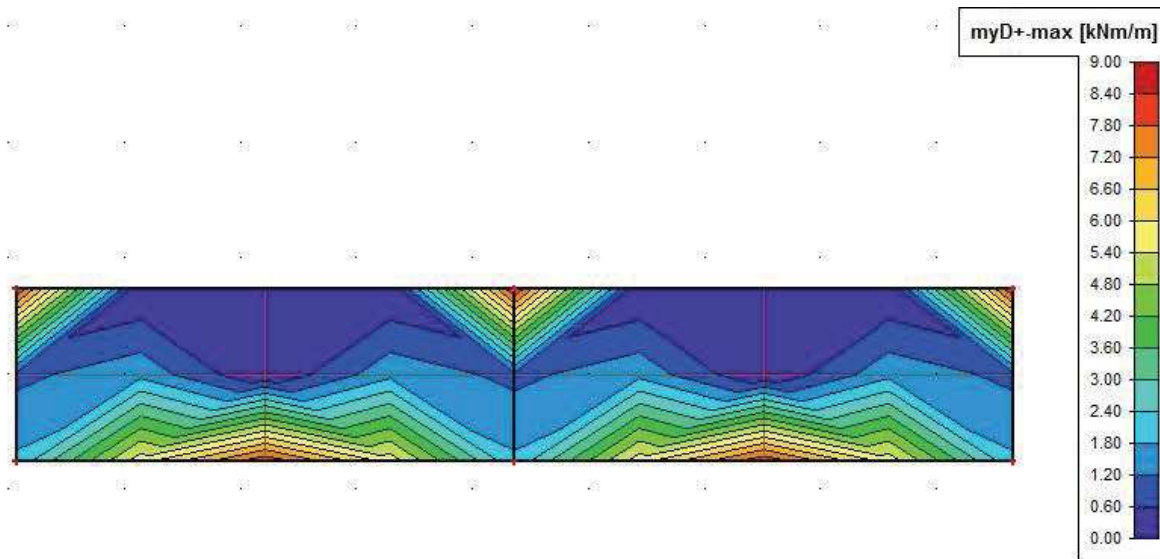
3, VNITŘNÍ SÍLY

CO01 – NÁVRHOVÁ: $1,35 \cdot (ZS1 + ZS2) + 1,5 \cdot (ZS3 + ZS4 + ZS5)$

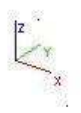
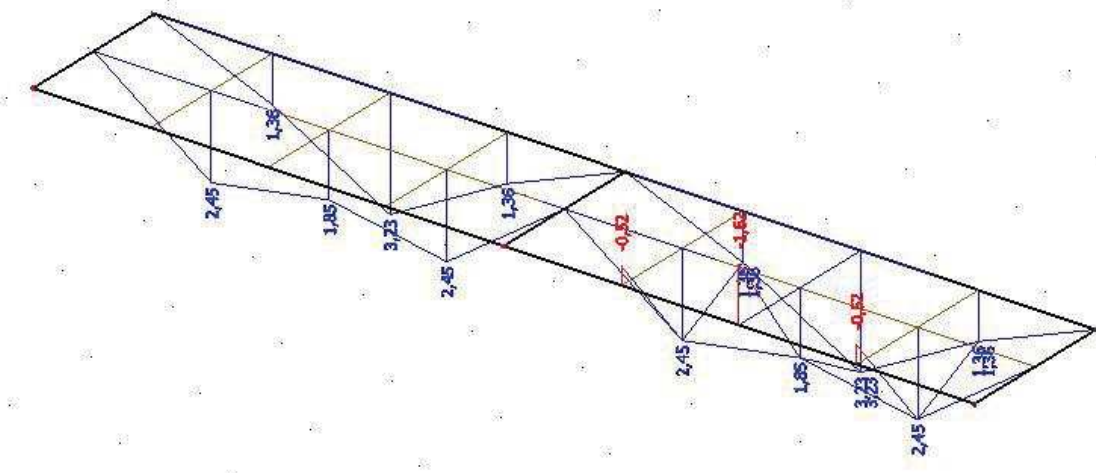
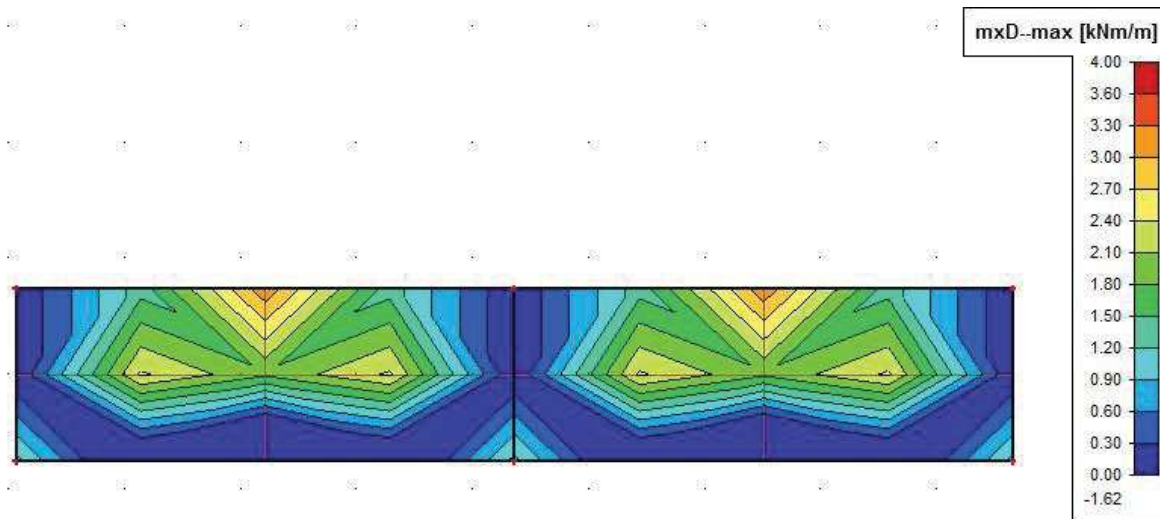
3.1 $m_{x,dim+}$



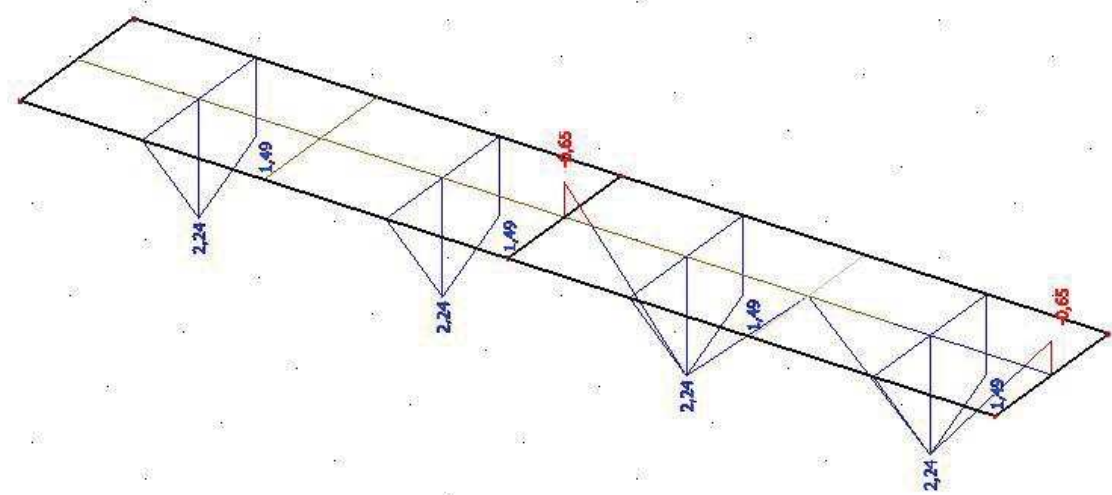
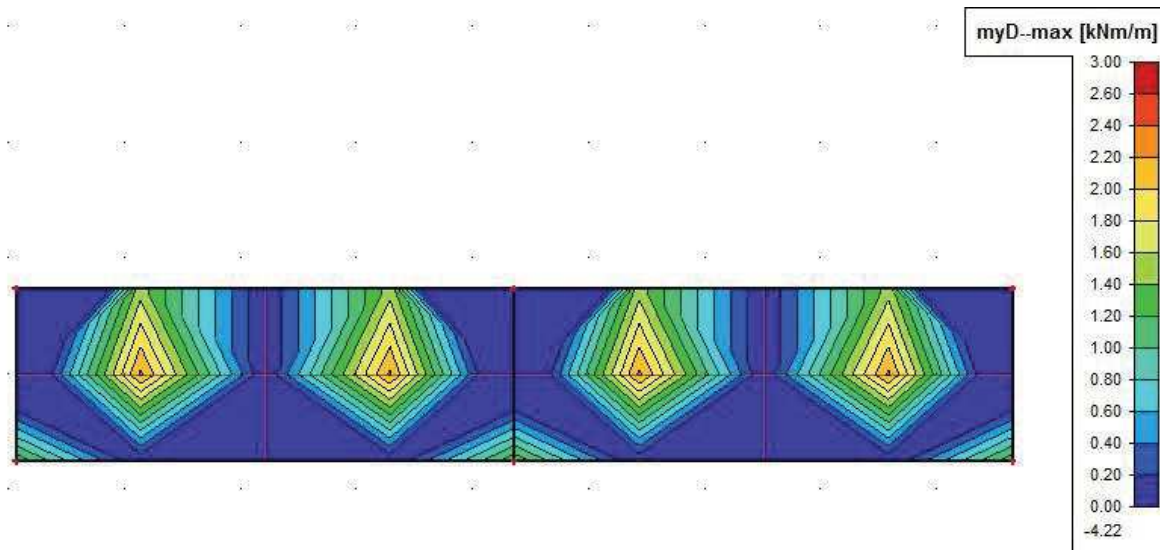
3.2 $m_{y,dim+}$



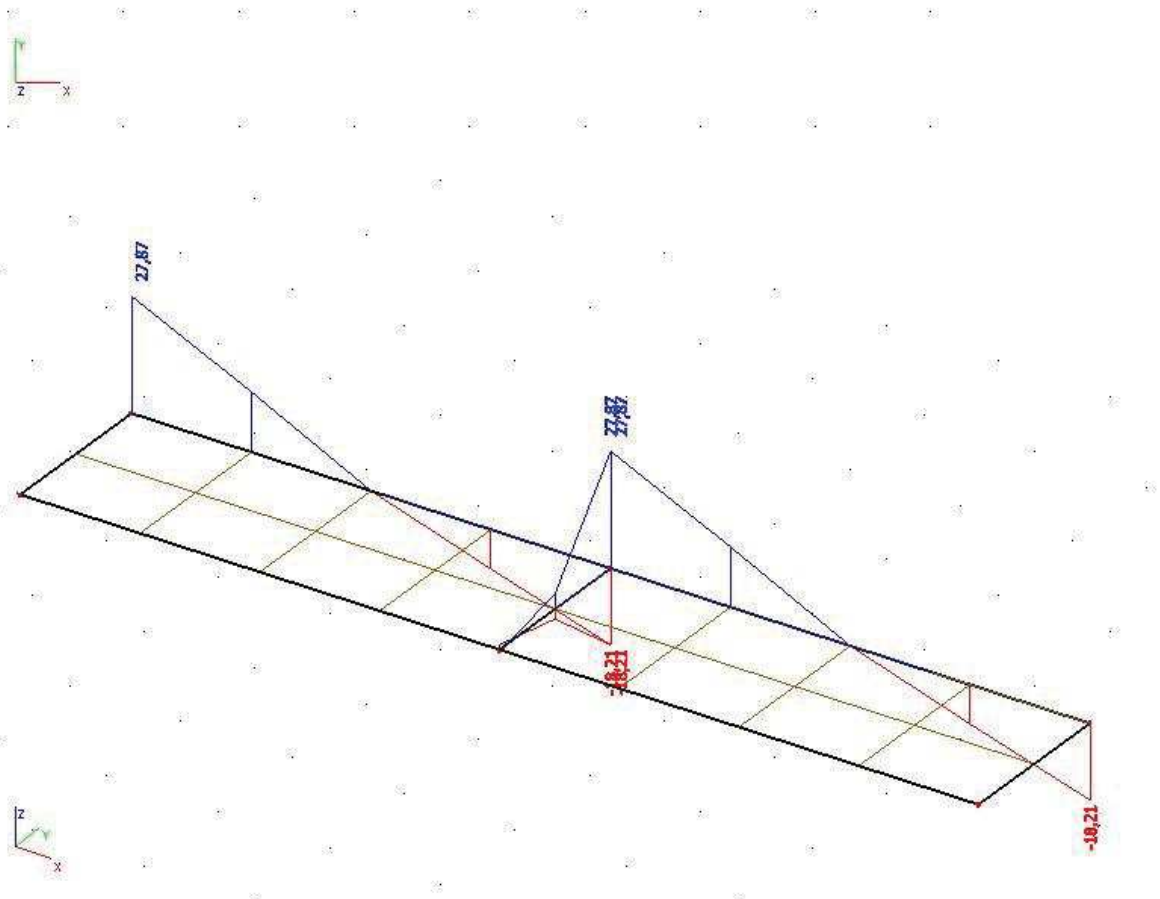
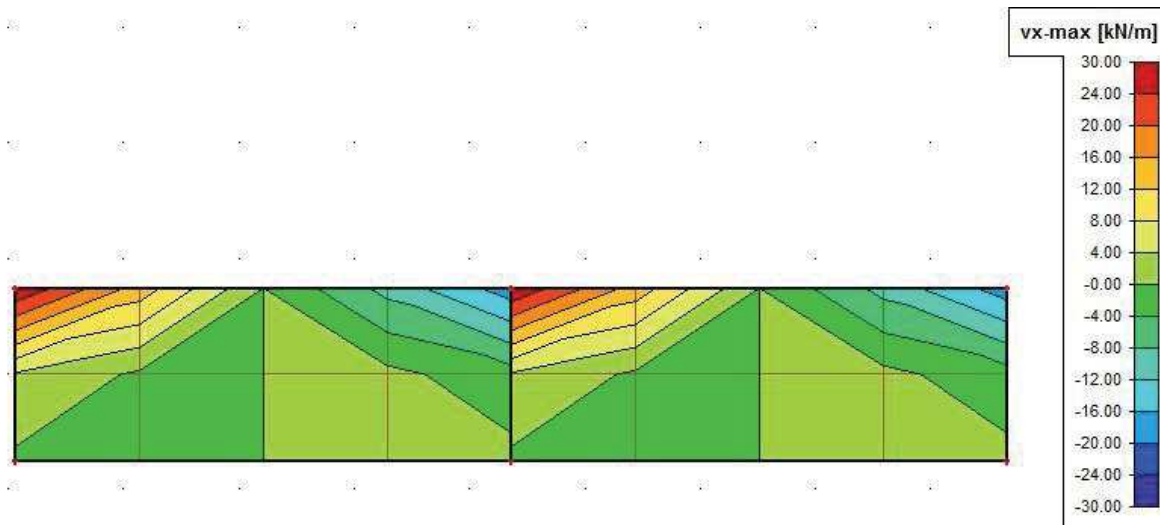
3.3 $m_{x,dim}$ -



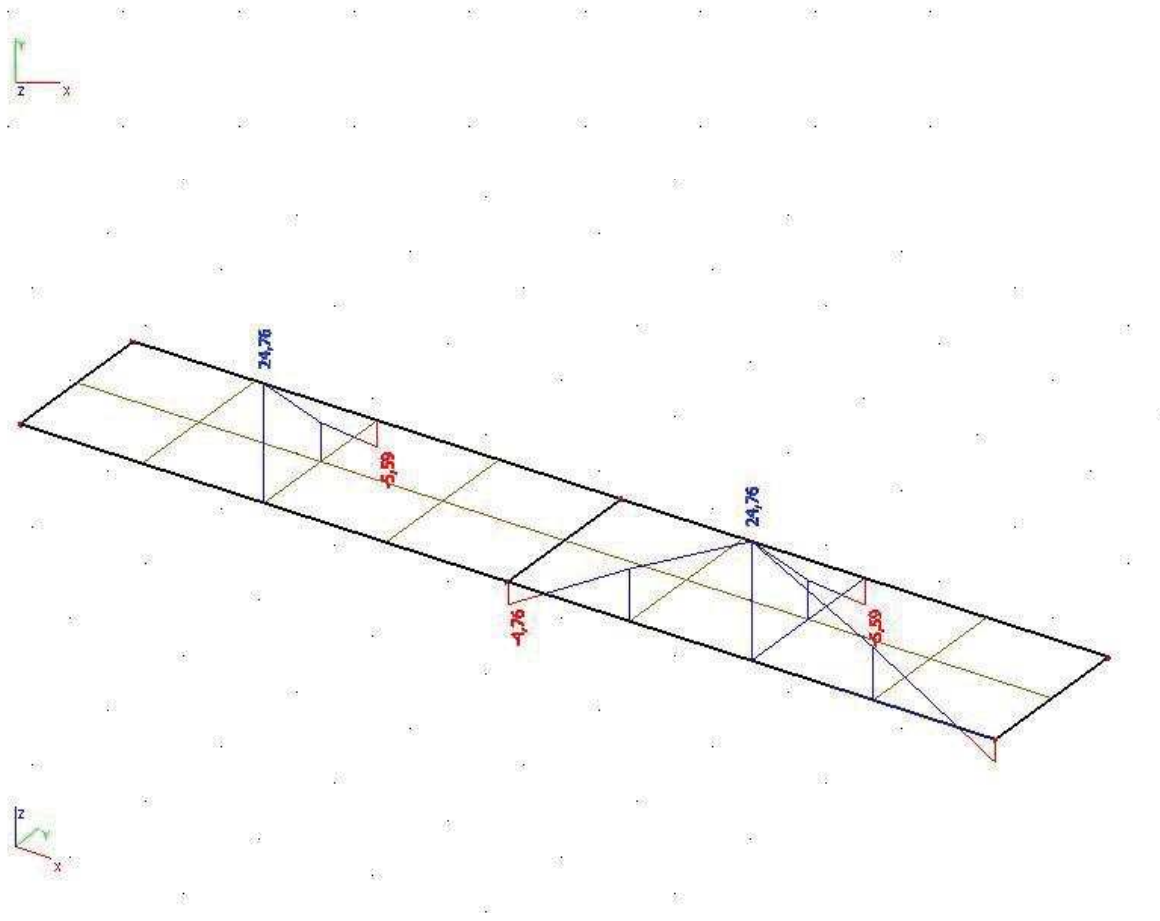
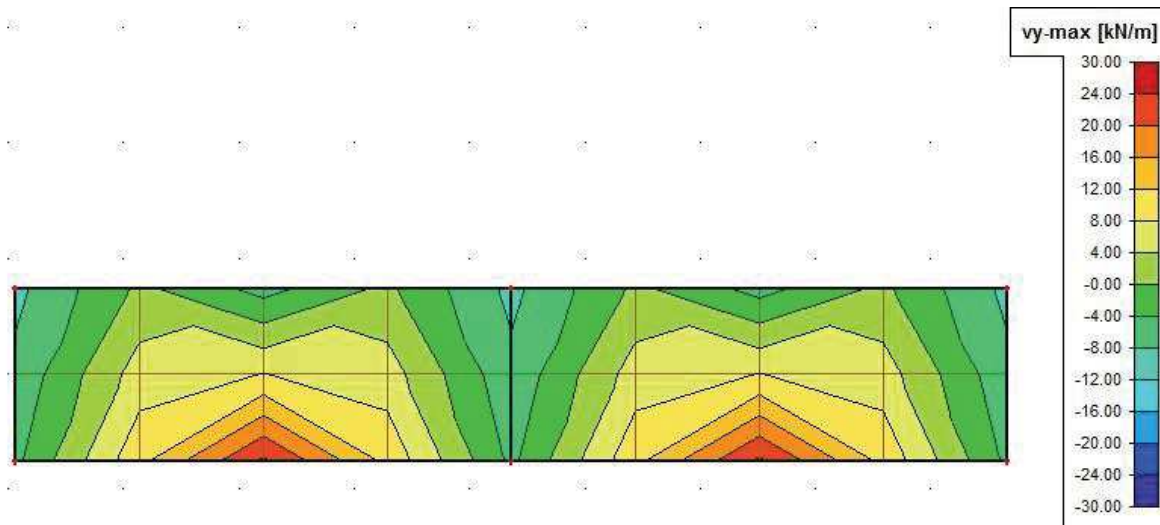
3.4 $m_{y,dim-}$



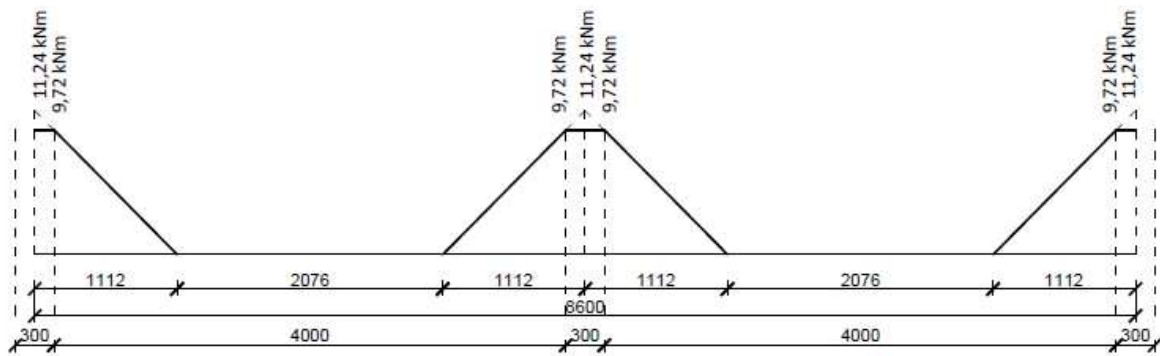
3.5 v_x



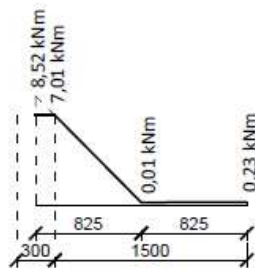
3.6 v_y



REDUKCE MOMENTU NAD PODPOROU A SMĚR X

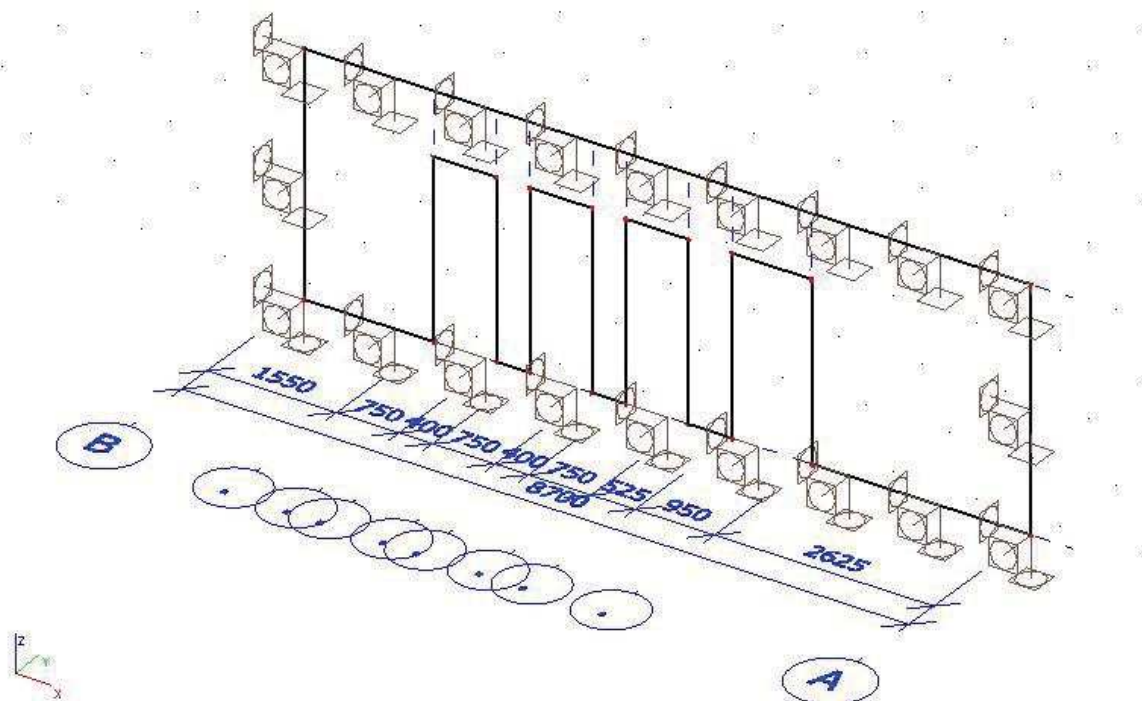
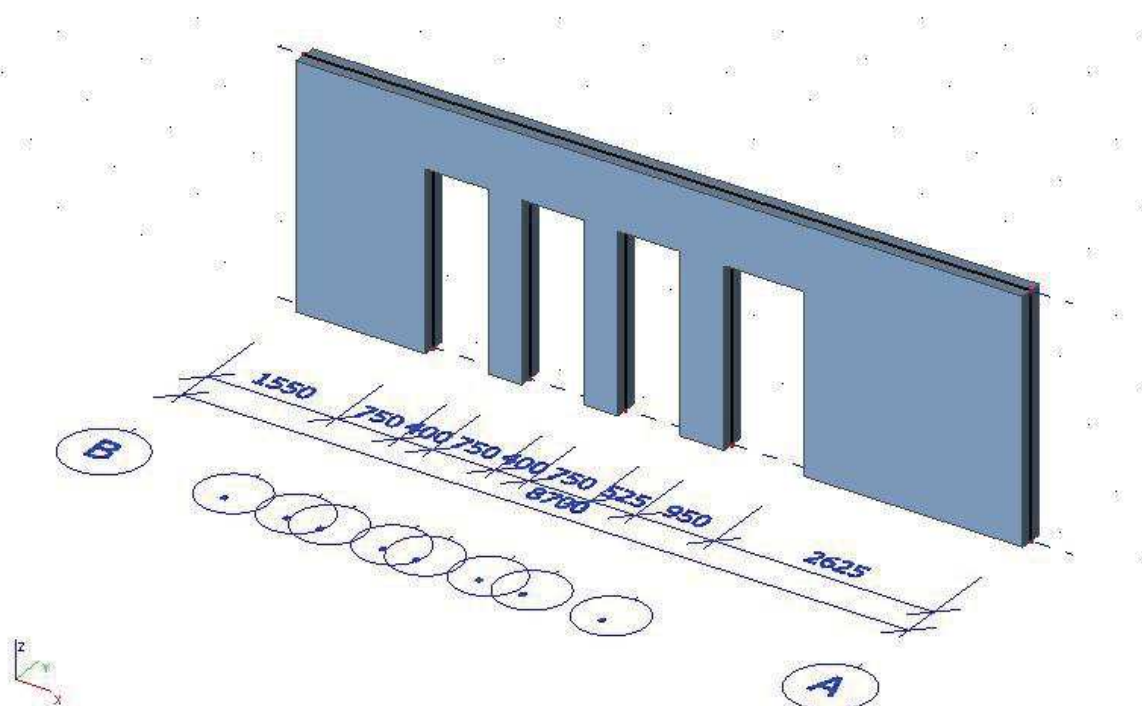


REDUKCE MOMENTU NAD PODPOROU B SMĚR Y



VNITŘNÍ STĚNA S1

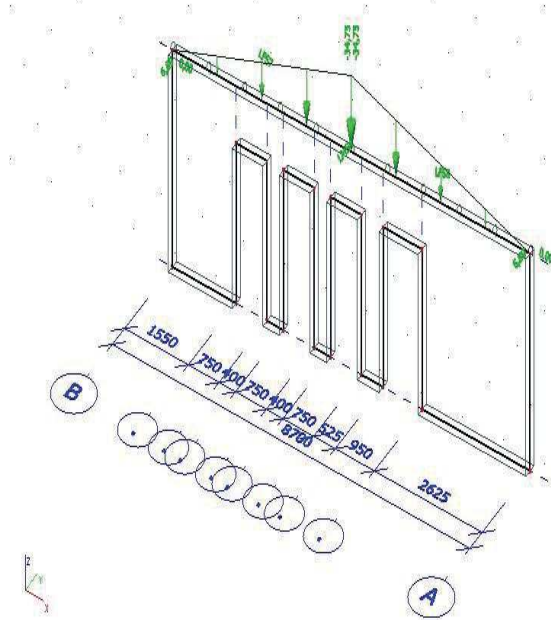
1, SCHEMA KONSTRUKCE:



2.5 ZS5- OSTATNÍ STÁLÉ-VRCHNÍ DESKA –
Nmin

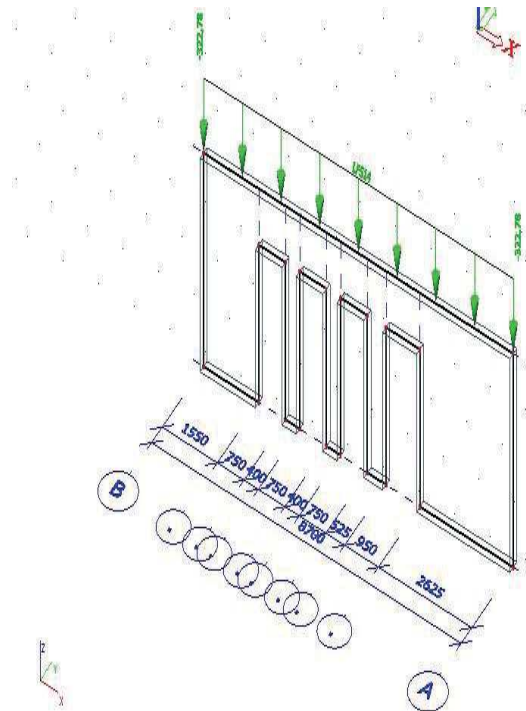
$g_k=34,75 \text{ kN/m}$

$m_k=6,89 \text{ kNm/m}$



2.7 ZS7-OSTATNÍ STÁLÉ-OSTATNÍ DESKY A
STĚNY

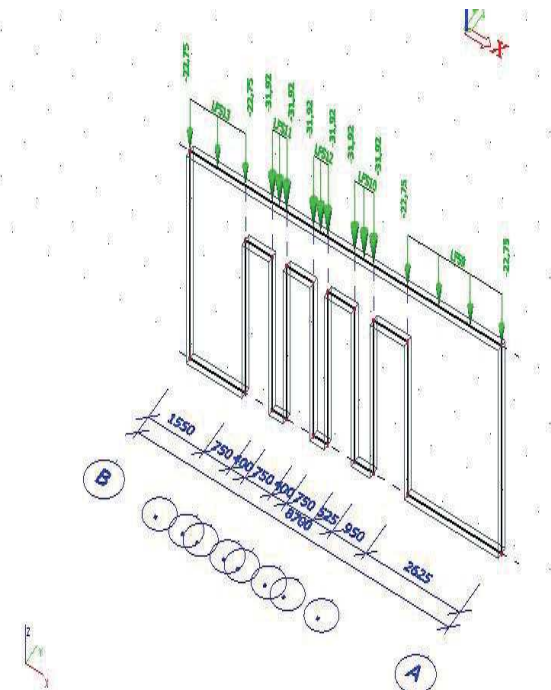
$g_k=322,78 \text{ kN/m}$



2.6 ZS6-OSTATNÍ STÁLÉ-VRCHNÍ STĚNA

$g_{k1}=22,74 \text{ kN/m}$

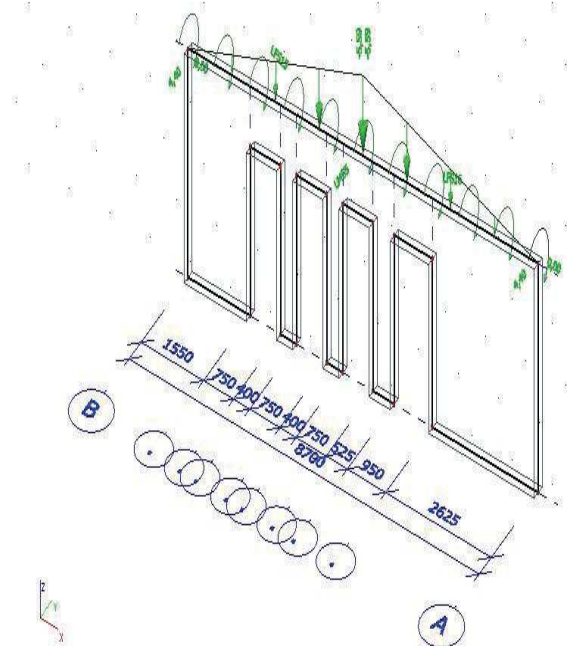
$g_{k2}=31,92 \text{ kN/m}$



2.8 ZS8-PROMĚNNÉ- VRCHNÍ DESKA- Mmax

$q_k=5,59 \text{ kN/m}$

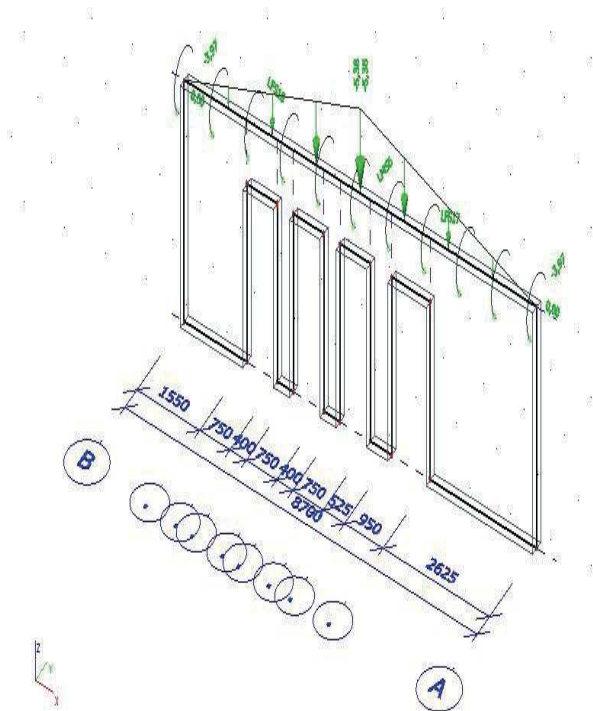
$m_k=4,40 \text{ kNm/m}$



2.9 ZS9- PROMĚNNÉ- VRCHNÍ DESKA- Mmin

$q_k=5,38$ kN/m

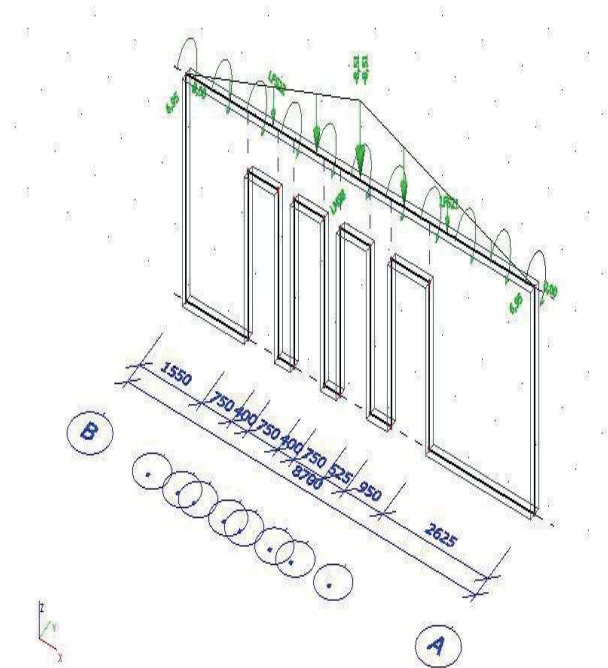
$m_k=-3,97$ kNm/m



2.11 ZS11- PROMĚNNÉ- VRCHNÍ DESKA- Nmin

$q_k=8,51$ kN/m

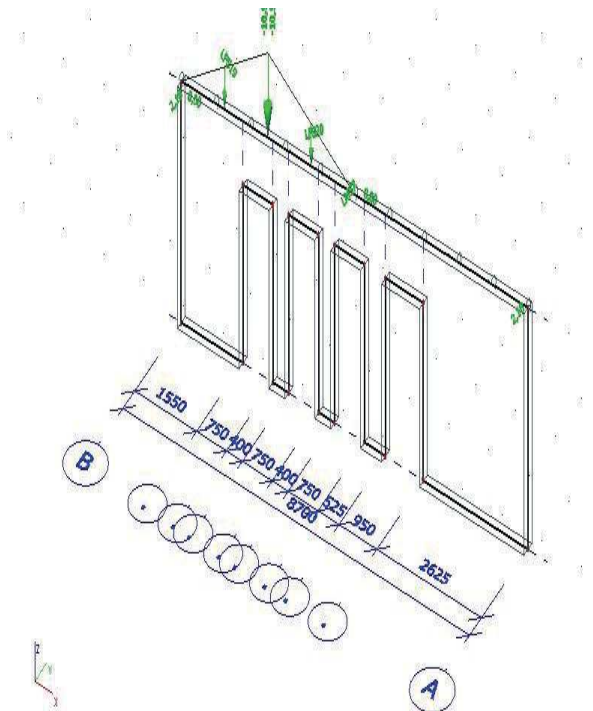
$m_k=6,95$ kNm/m



2.10 ZS10- PROMĚNNÉ- VRCHNÍ DESKA- Nmax

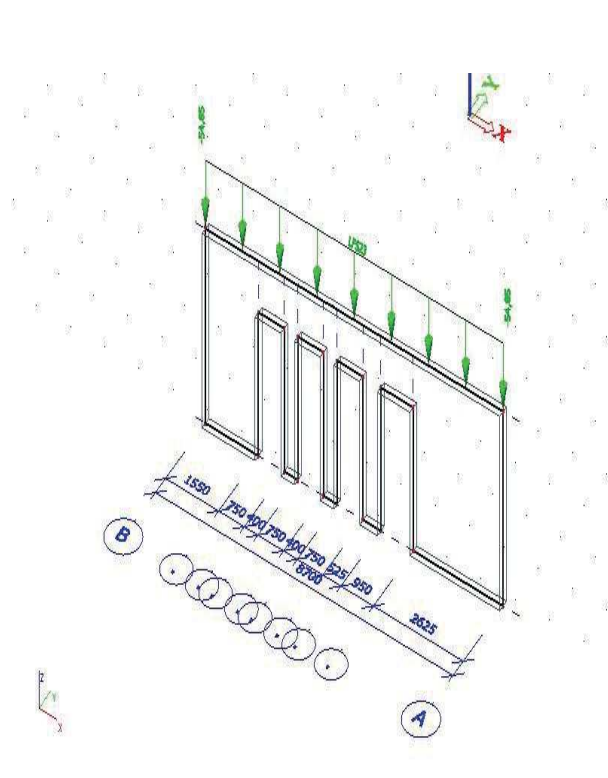
$q_k=10,97$ kN/m

$m_k=2,18$ kNm/m



2.12 ZS12- PROMĚNNÉ-OSTATNÍ DESKY- Nmax

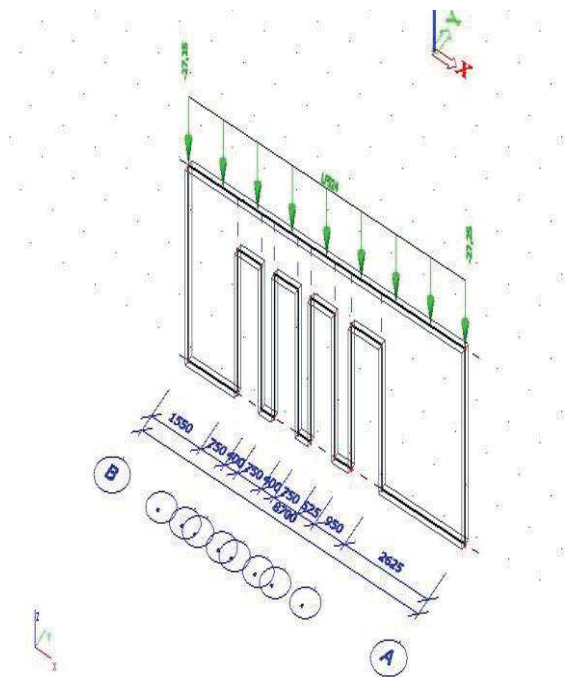
$q_k=53,85$ kN/m



2.13 ZS13- PROMĚNNÉ-OSTATNÍ DESKY-

Nmin

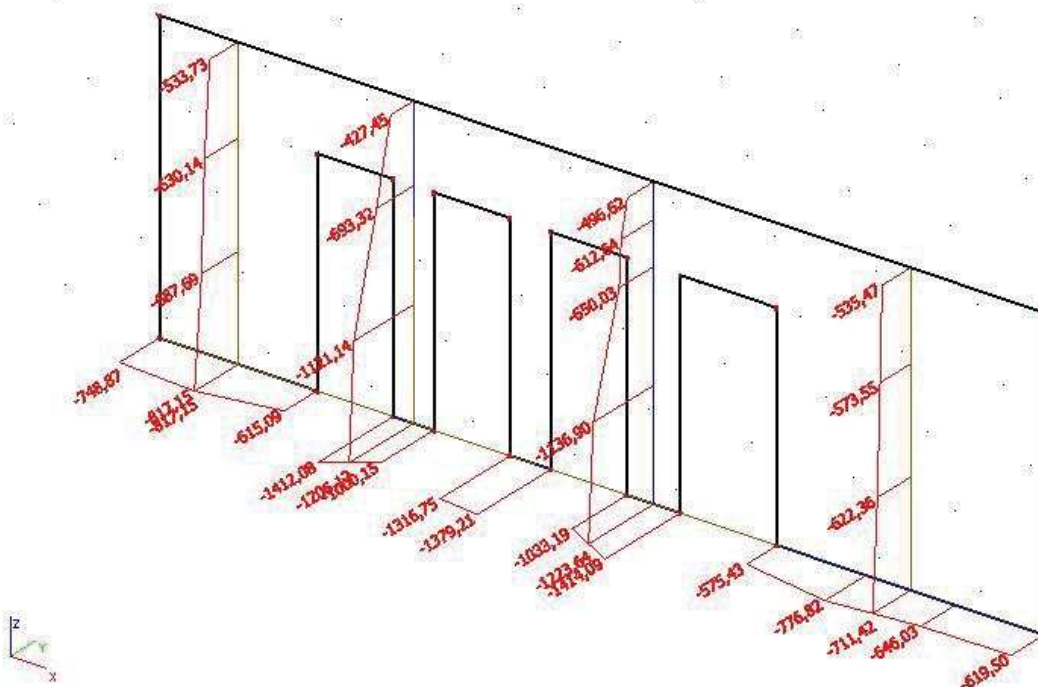
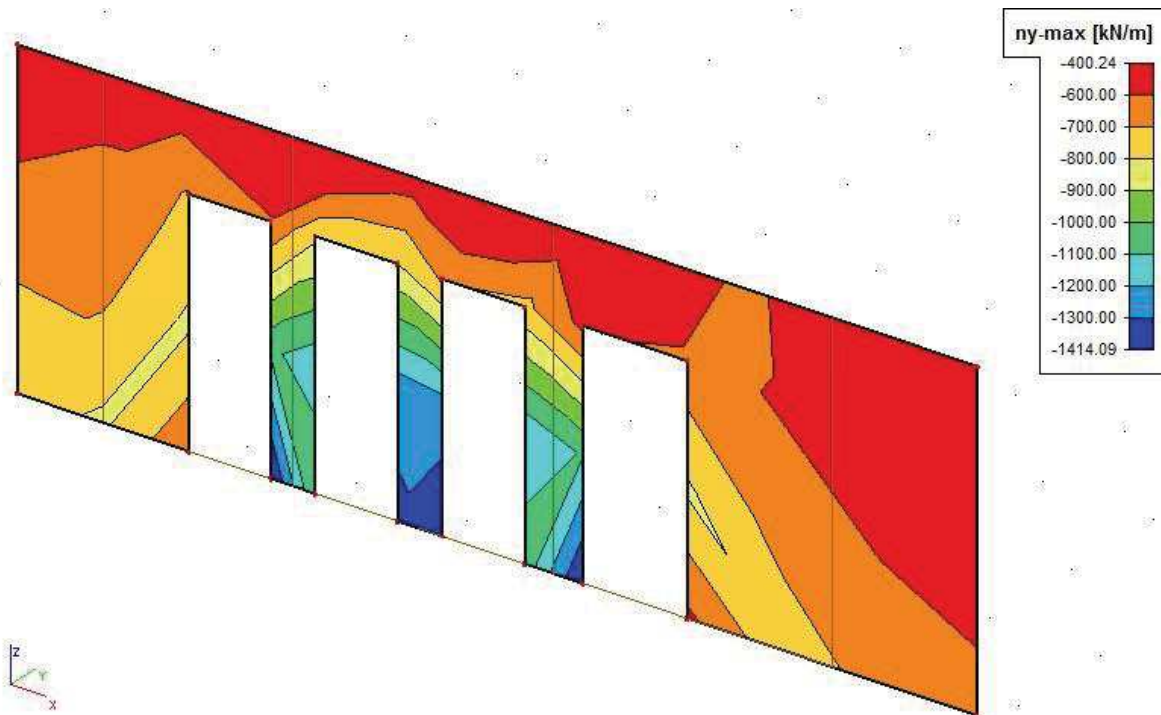
$q_k=53,85 \text{ kN/m}$



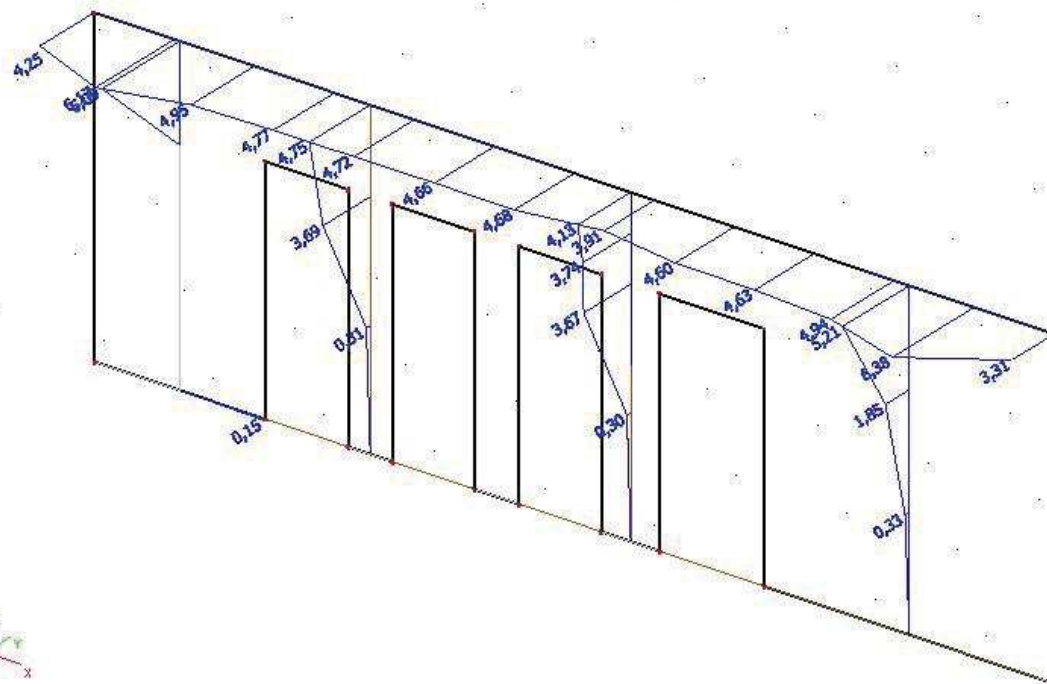
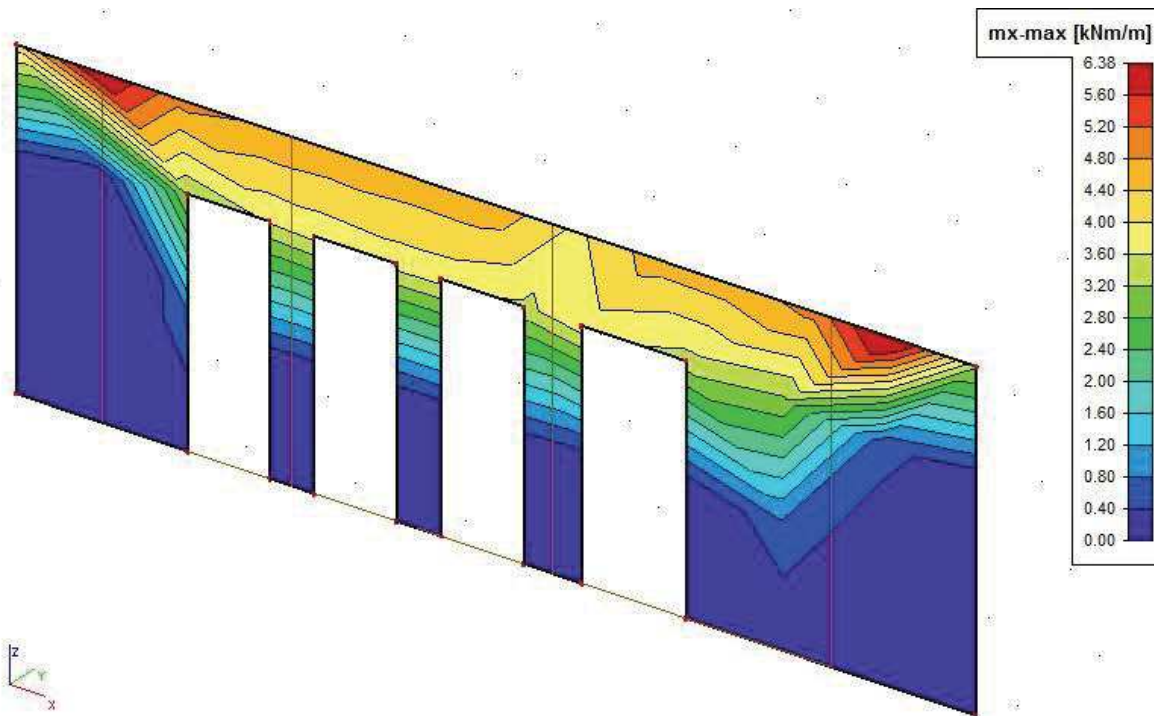
3, VNITŘNÍ SÍLY

CO01 – $M_{max} = 1,35 \cdot (ZS1 + ZS2 + ZS6 + ZS7) + 1,5 \cdot (ZS8 + ZS13)$

3.1 Ned

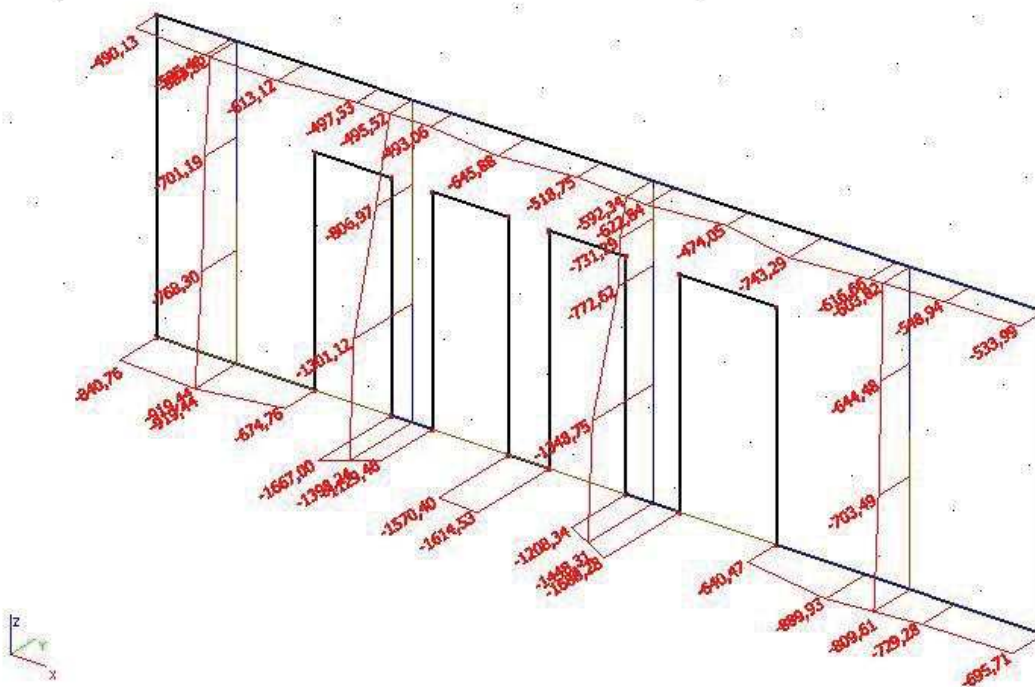
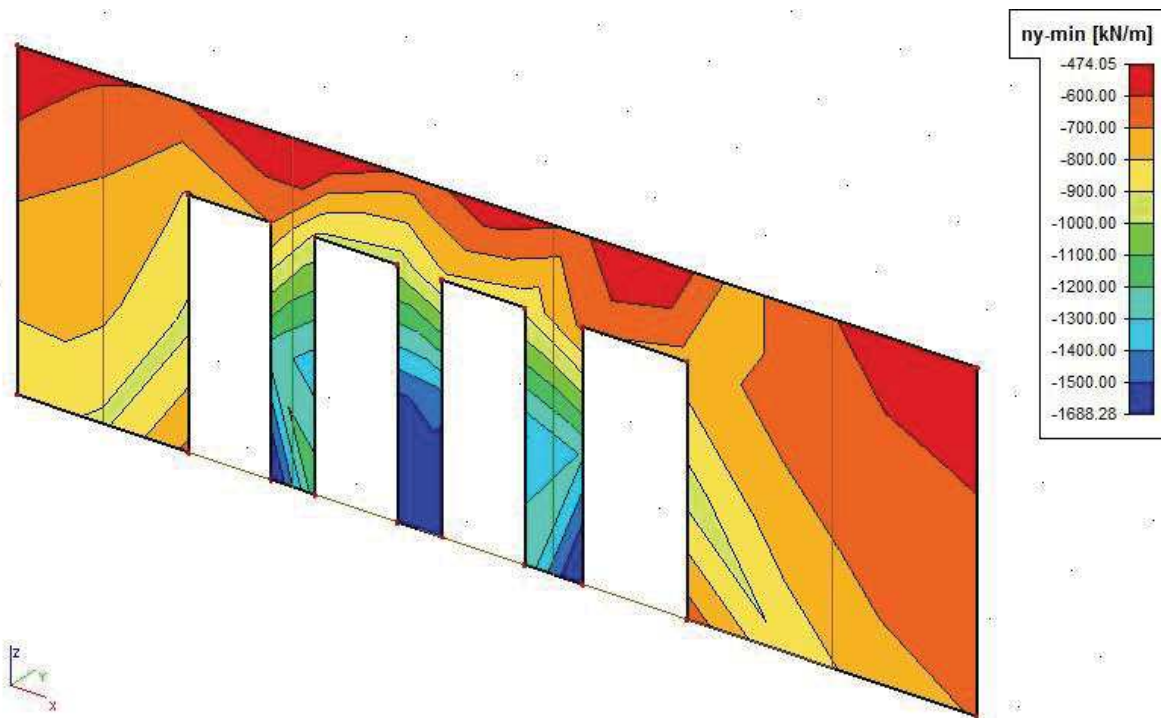


3.2 Med

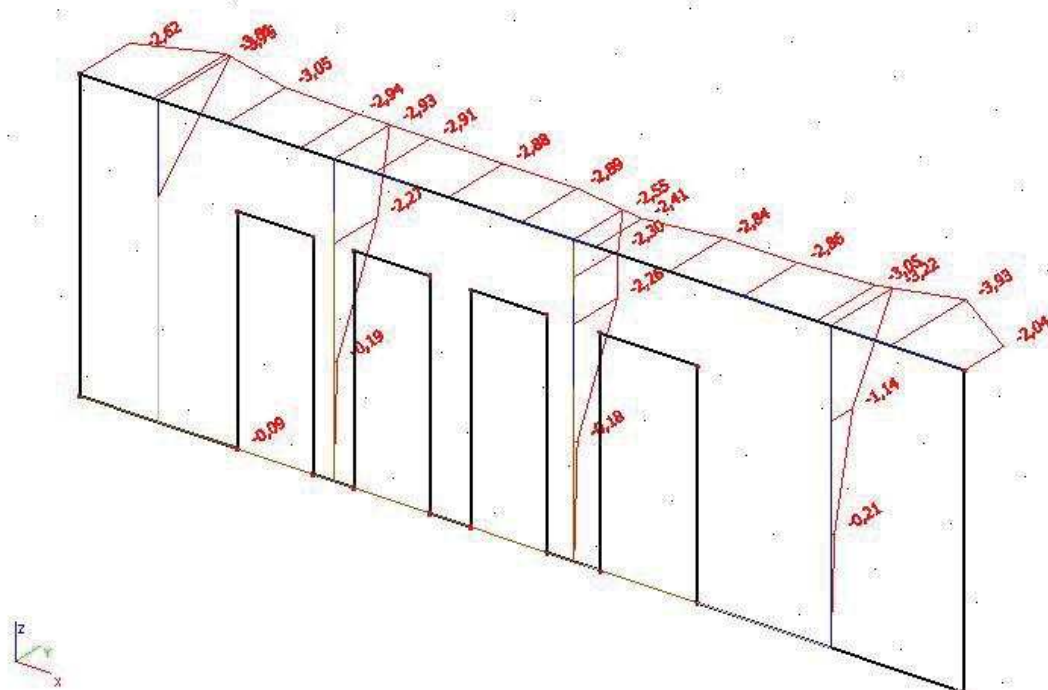
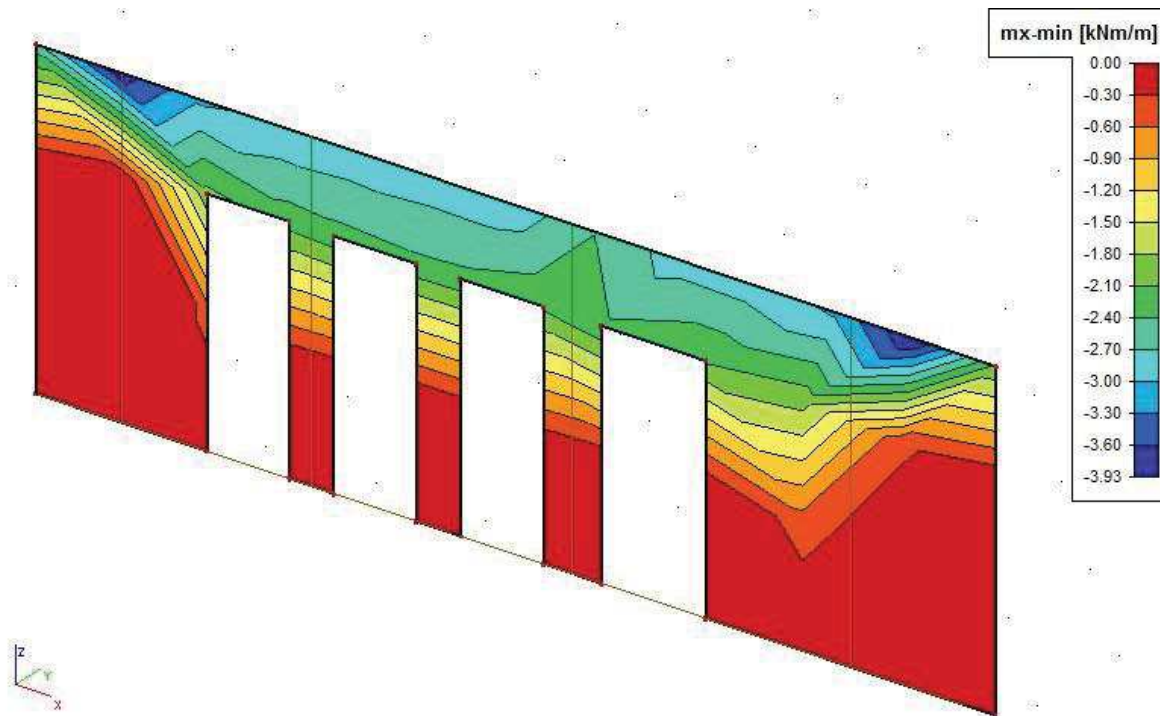


CO02 – $M_{min} = 1,35 \cdot (ZS1 + ZS3 + ZS6 + ZS7) + 1,5 \cdot (ZS9 + ZS13)$

3.1 Ned

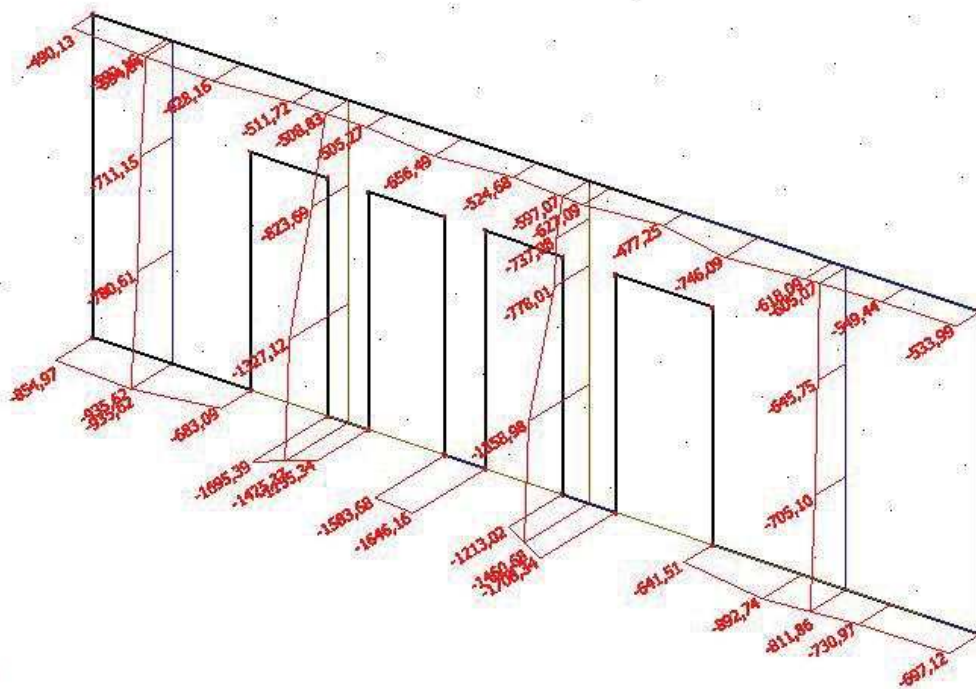
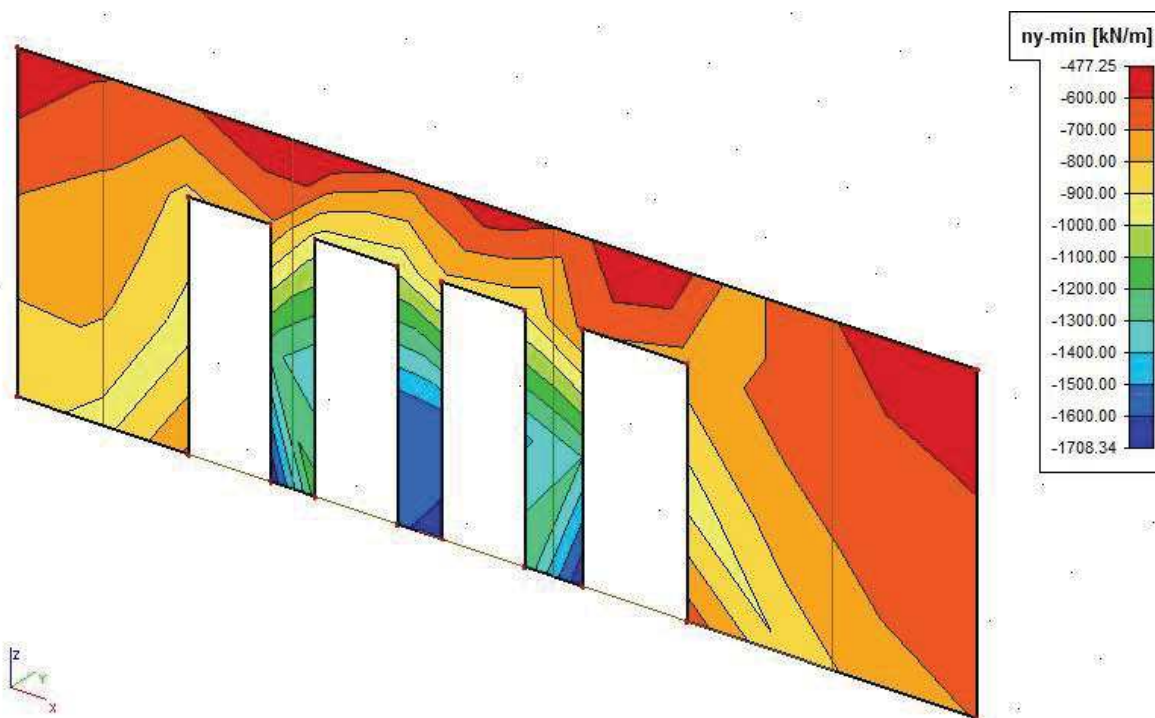


3.2 Med

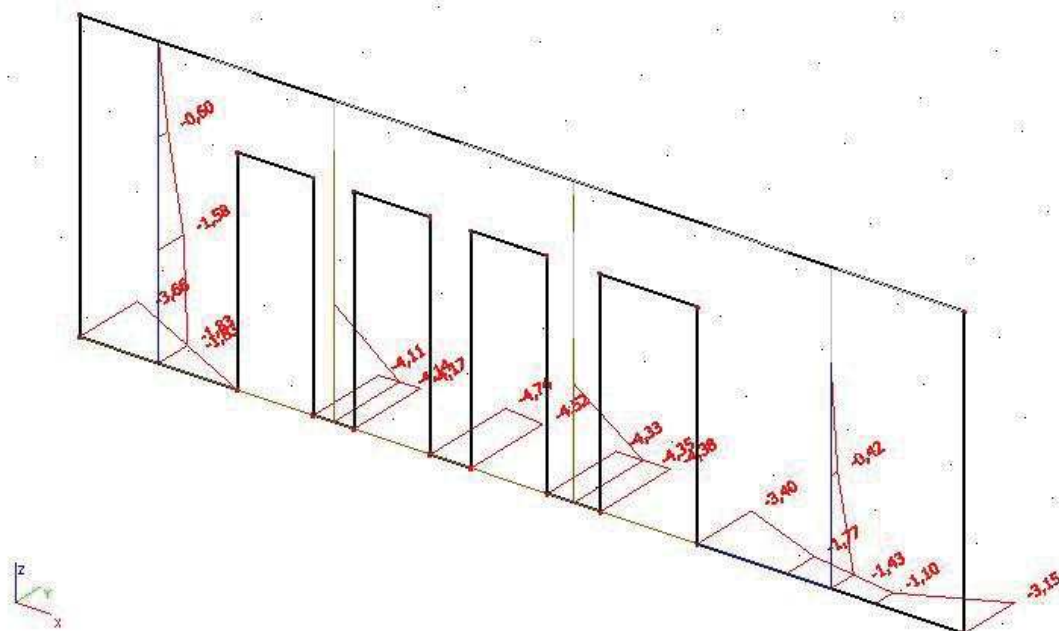
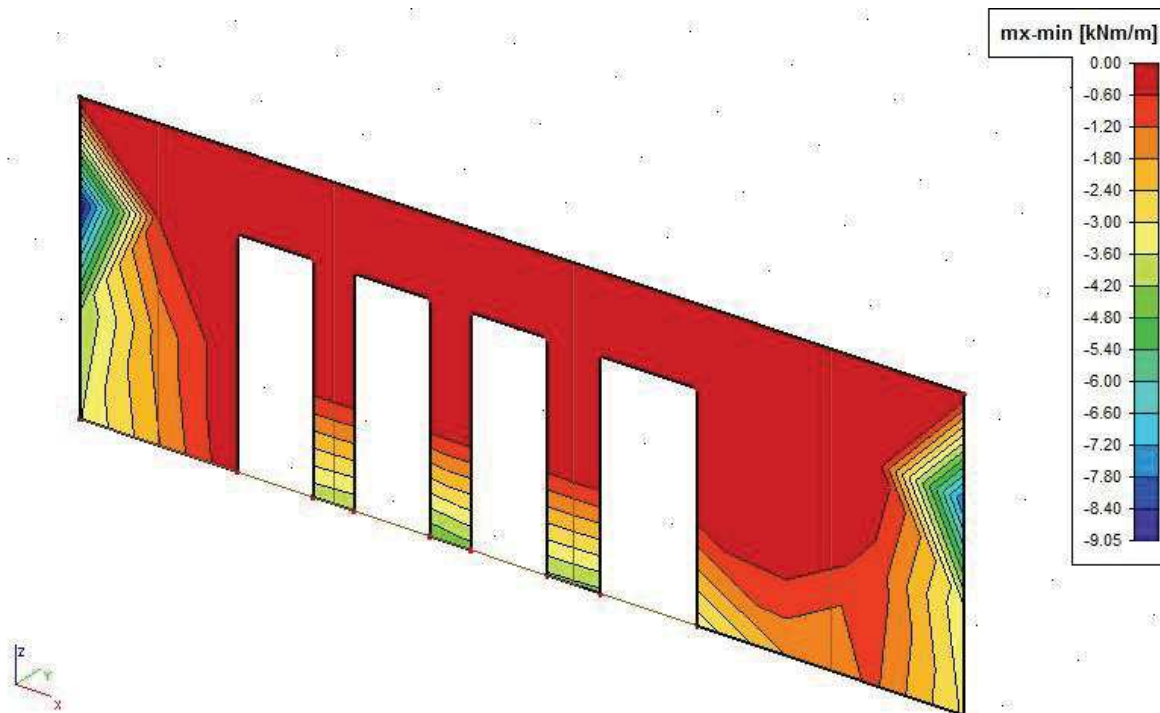


CO03 – $N_{max} = 1,35 \cdot (ZS1 + ZS4 + ZS6 + ZS7) + 1,5 \cdot (ZS10 + ZS12)$

3.1 Ned

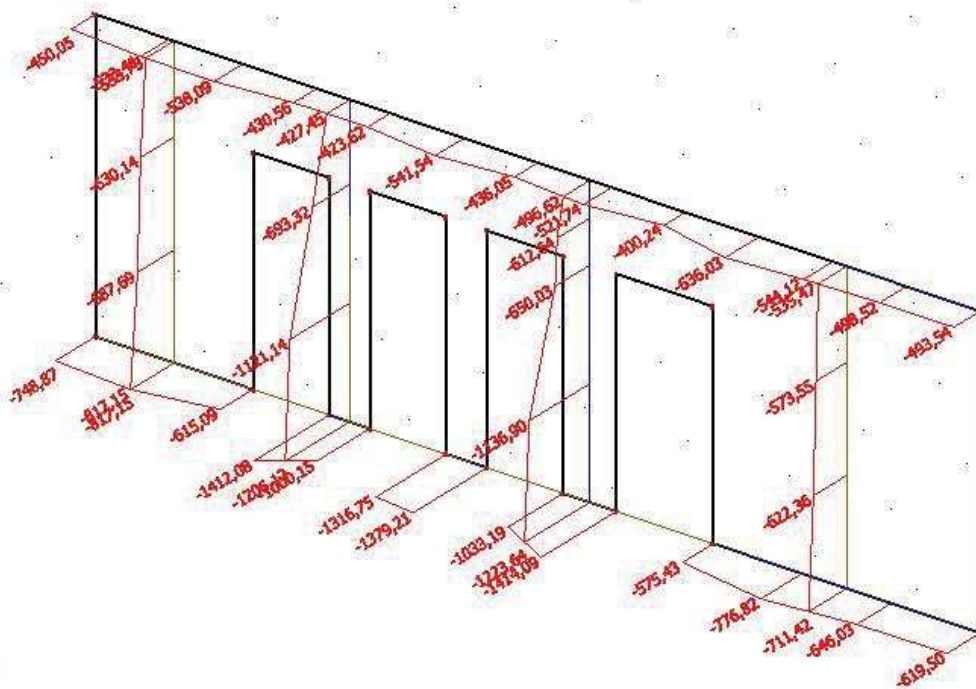
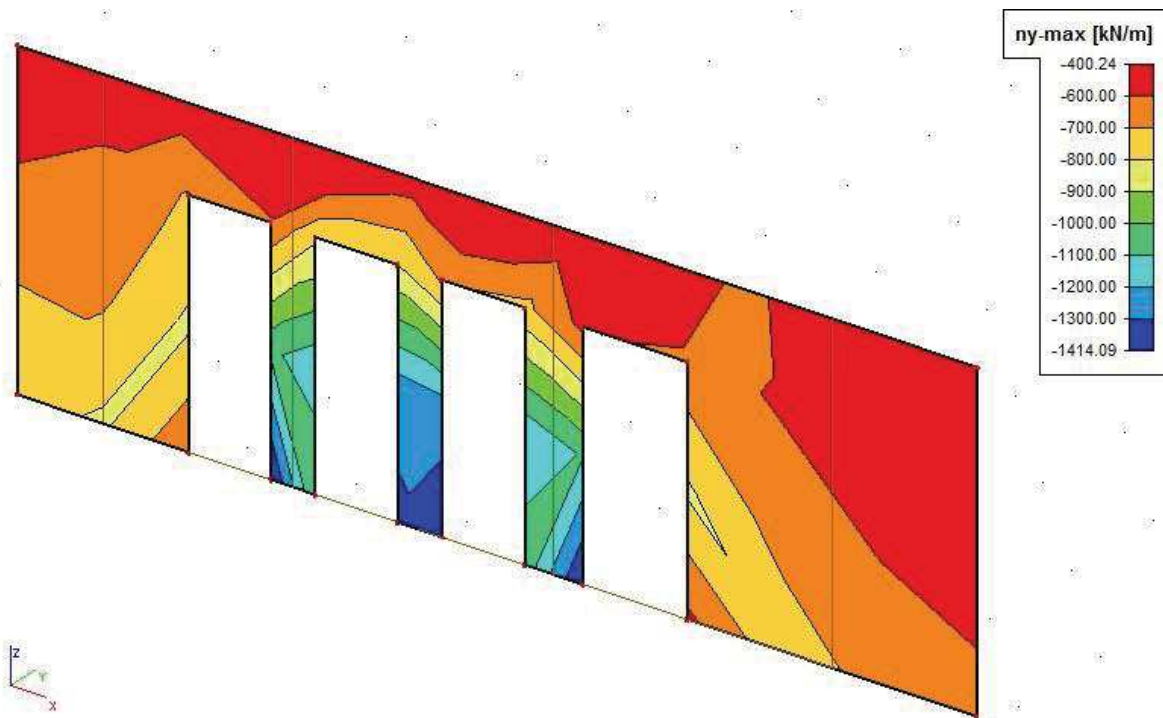


3.2 Med

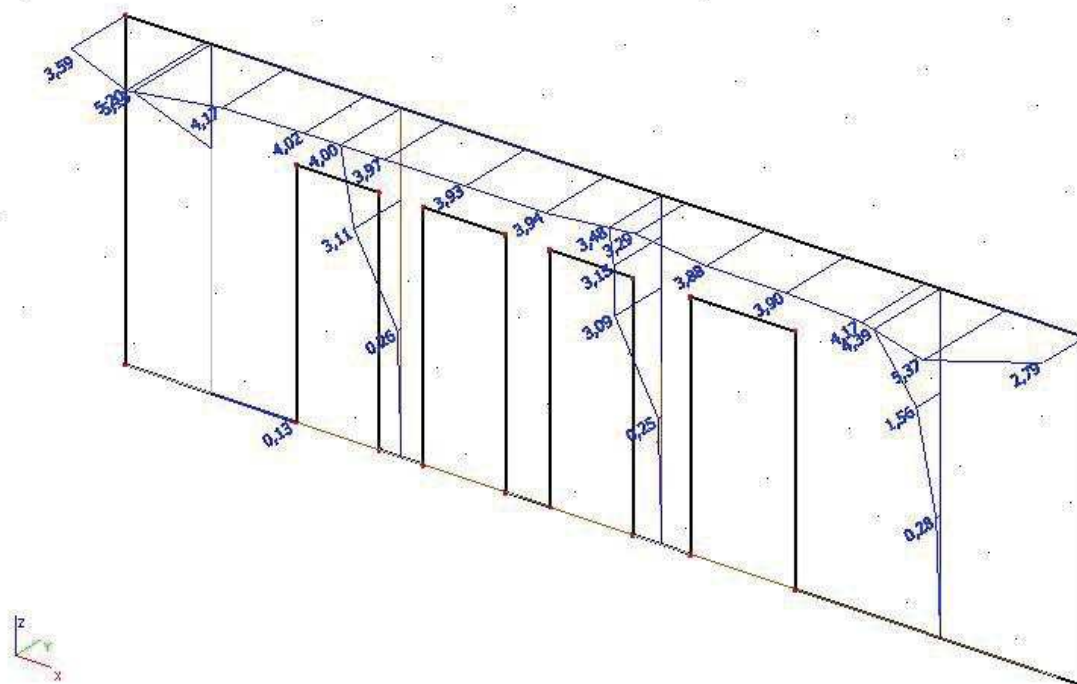
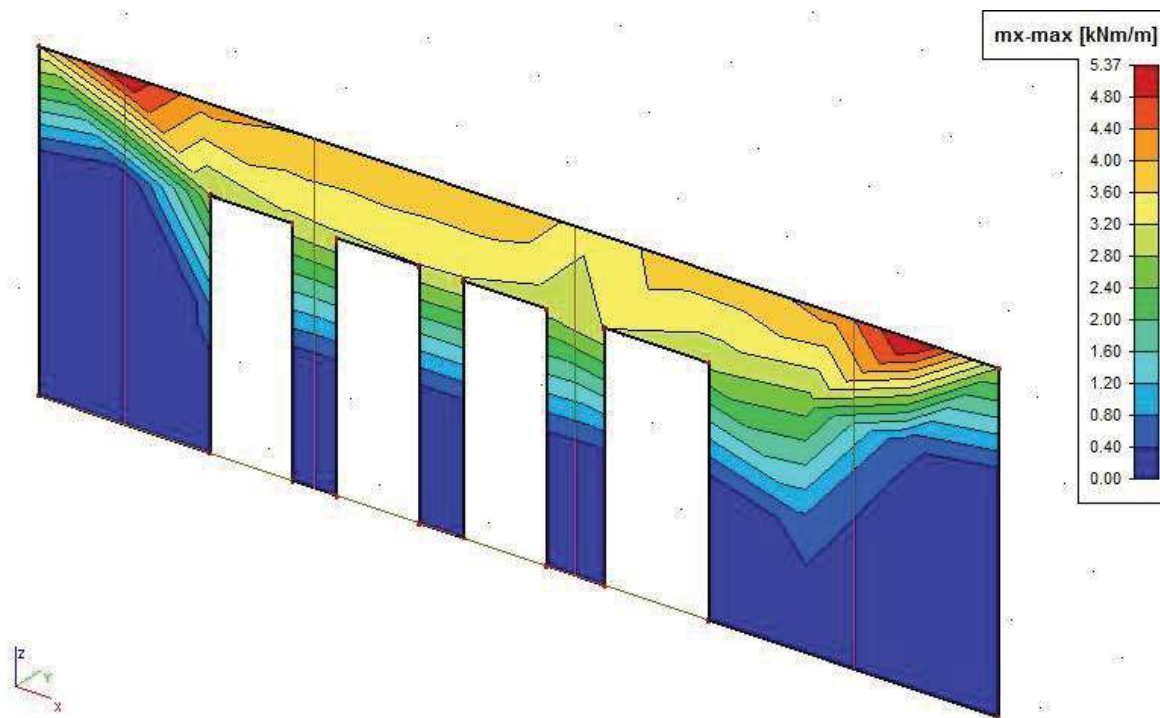


CO04 – $N_{min} = 1,35 \cdot (ZS1 + ZS5 + ZS6 + ZS7) + 1,5 \cdot (ZS11 + ZS13)$

3.1 Ned



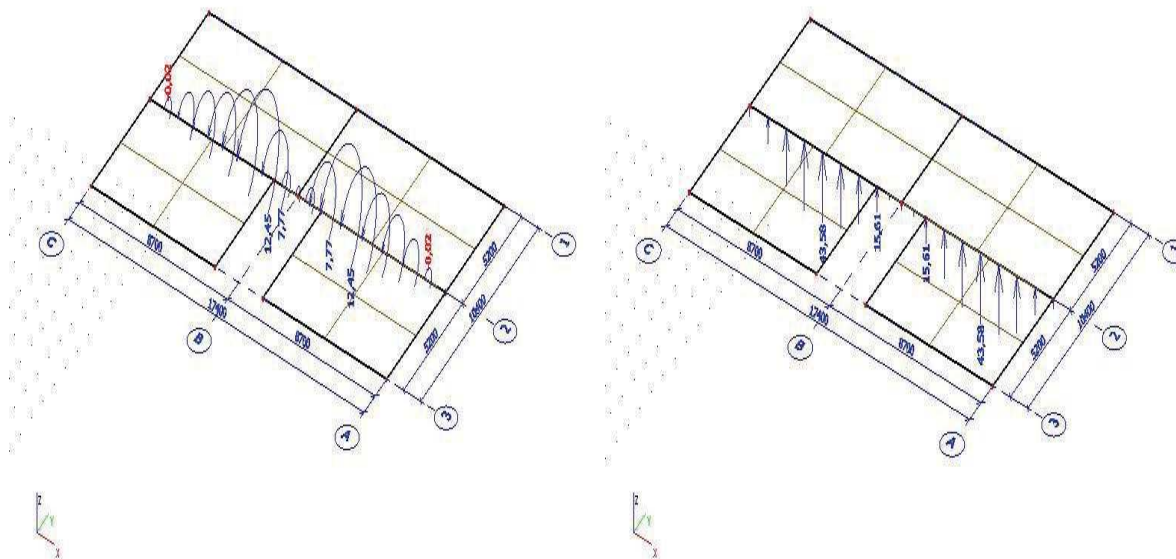
3.2 Med



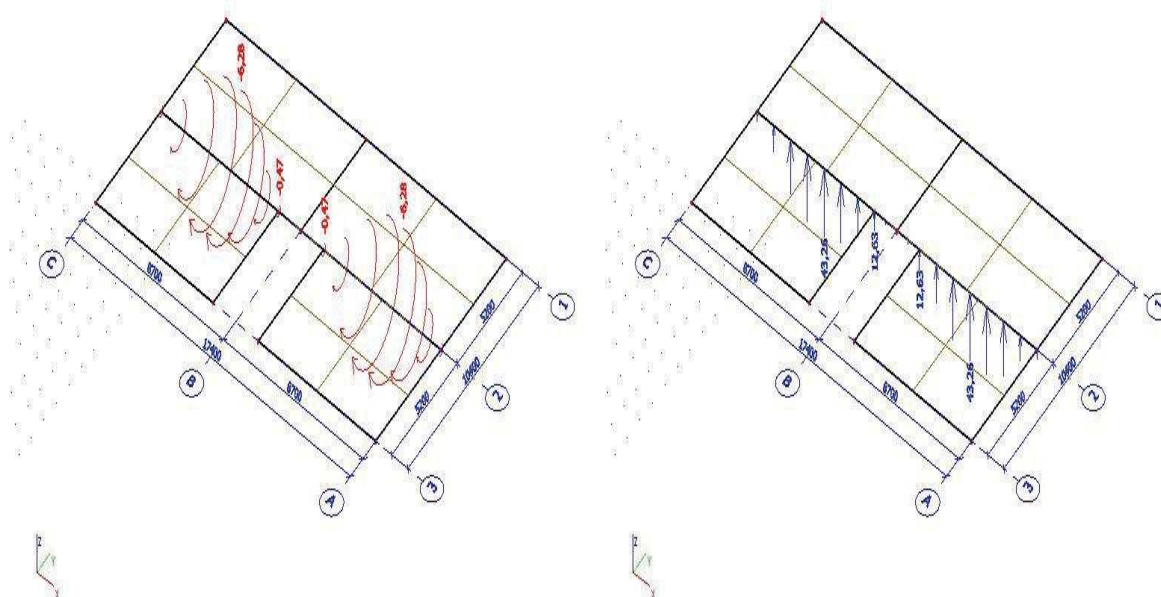
VNITŘNÍ STĚNA S1

1, STÁLÉ REAKCE OD DESKY D1

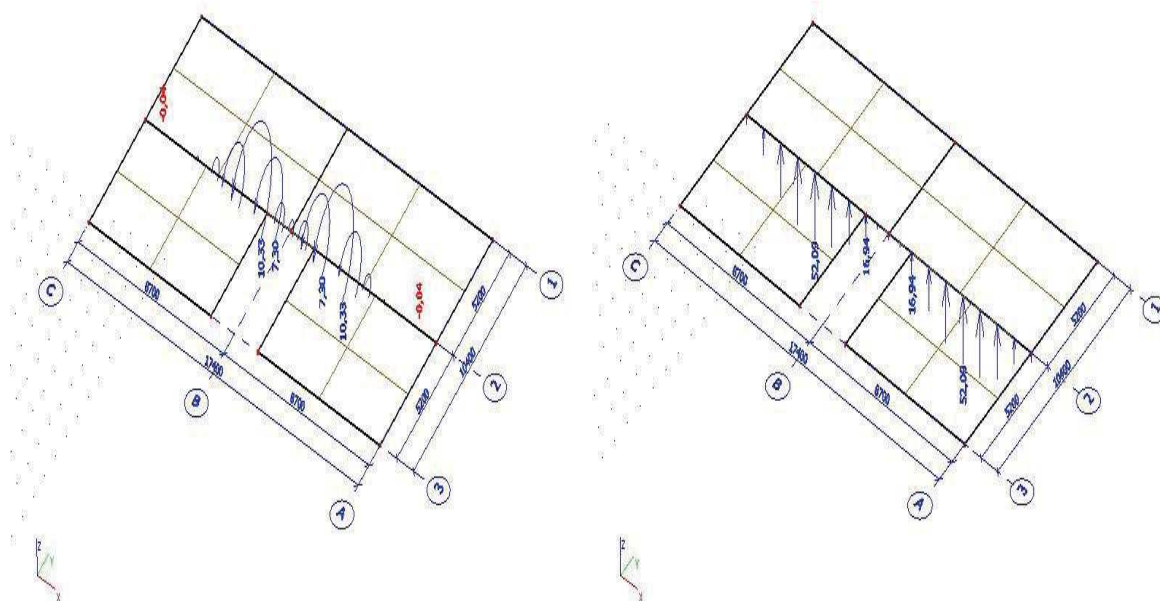
1.1 Mmax



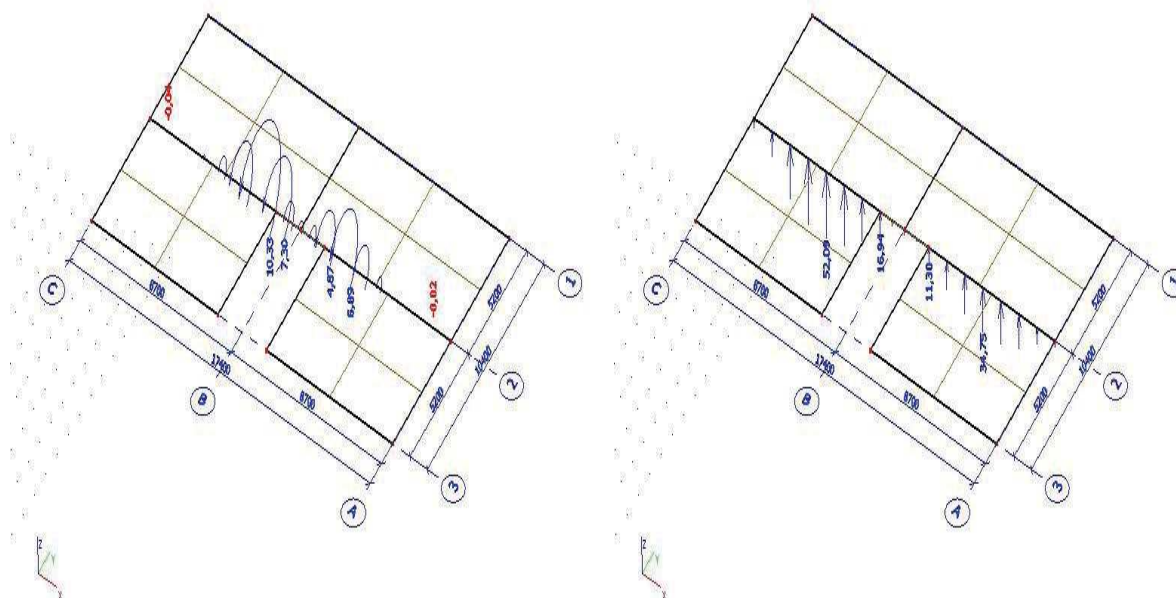
1.2 Mmin



1.3 Nmax

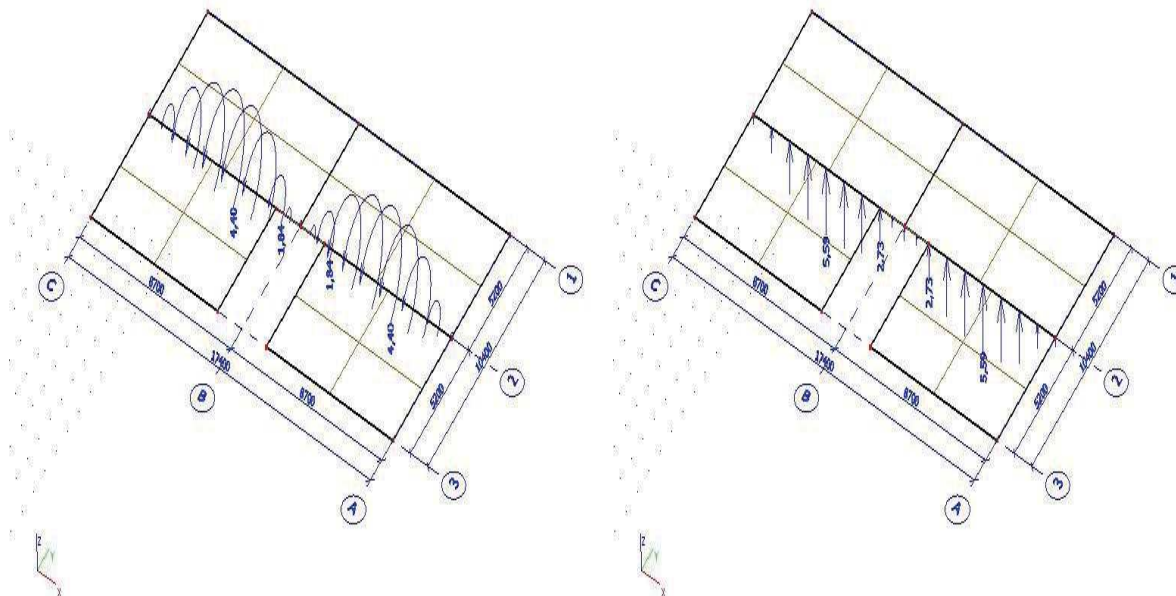


1.4 Nmin

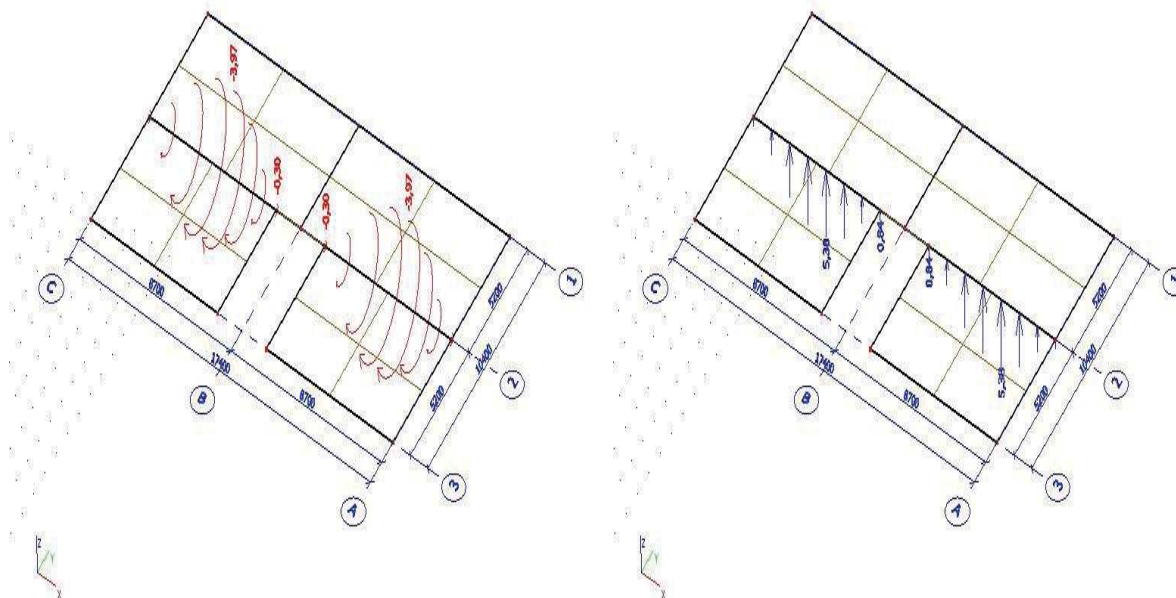


2, PROMĚNNÉ REAKCE OD DESKY D1

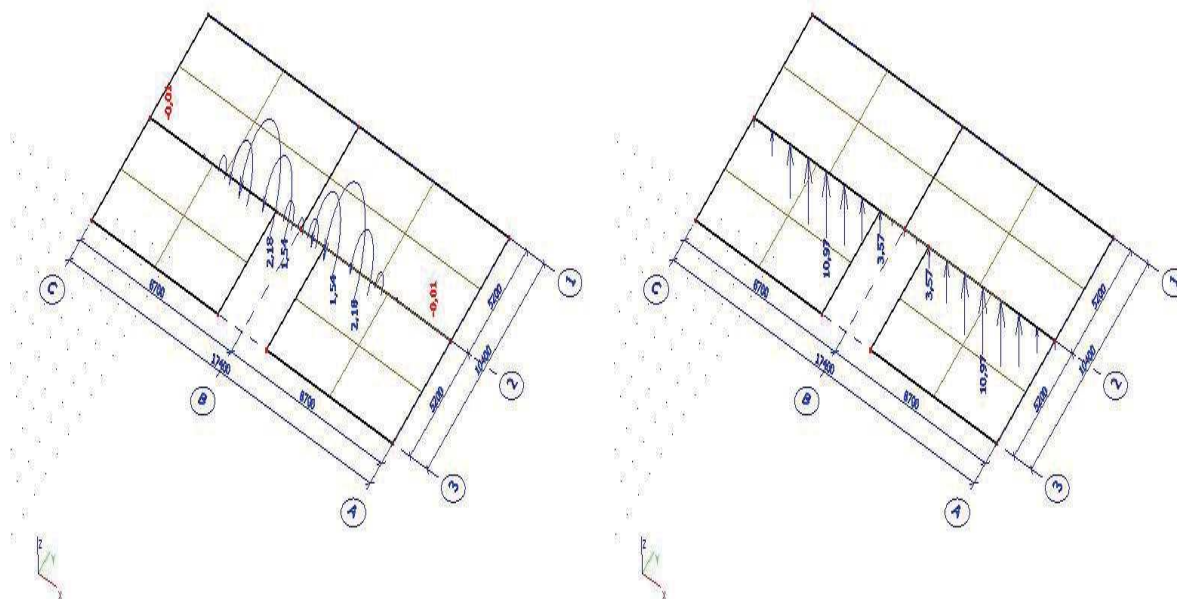
2.1 Mmax



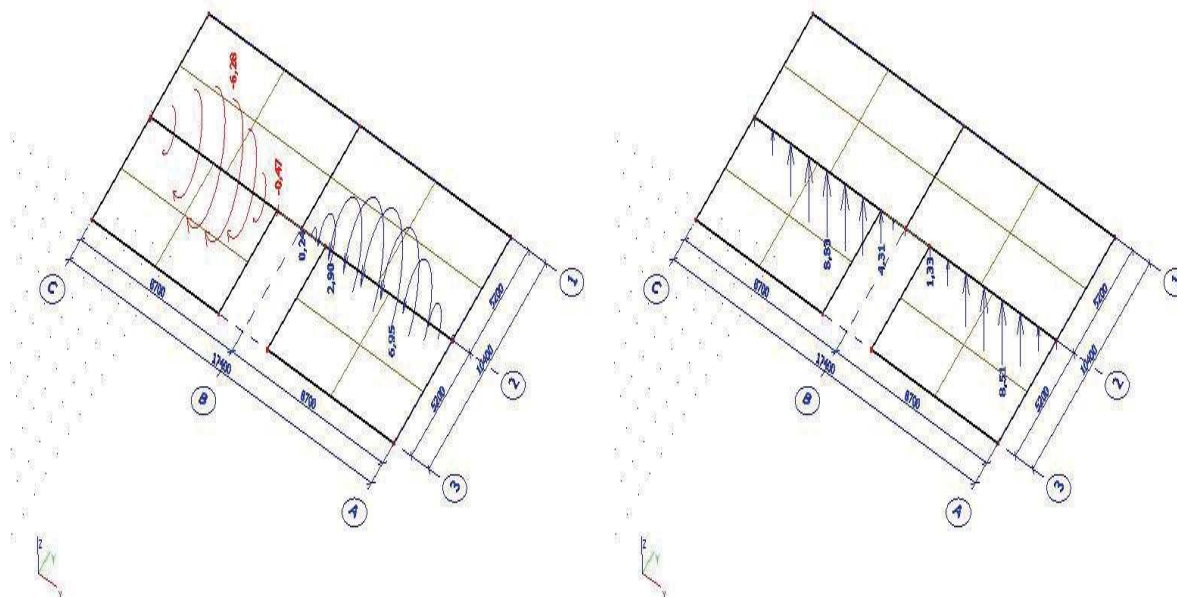
2.2 Mmin



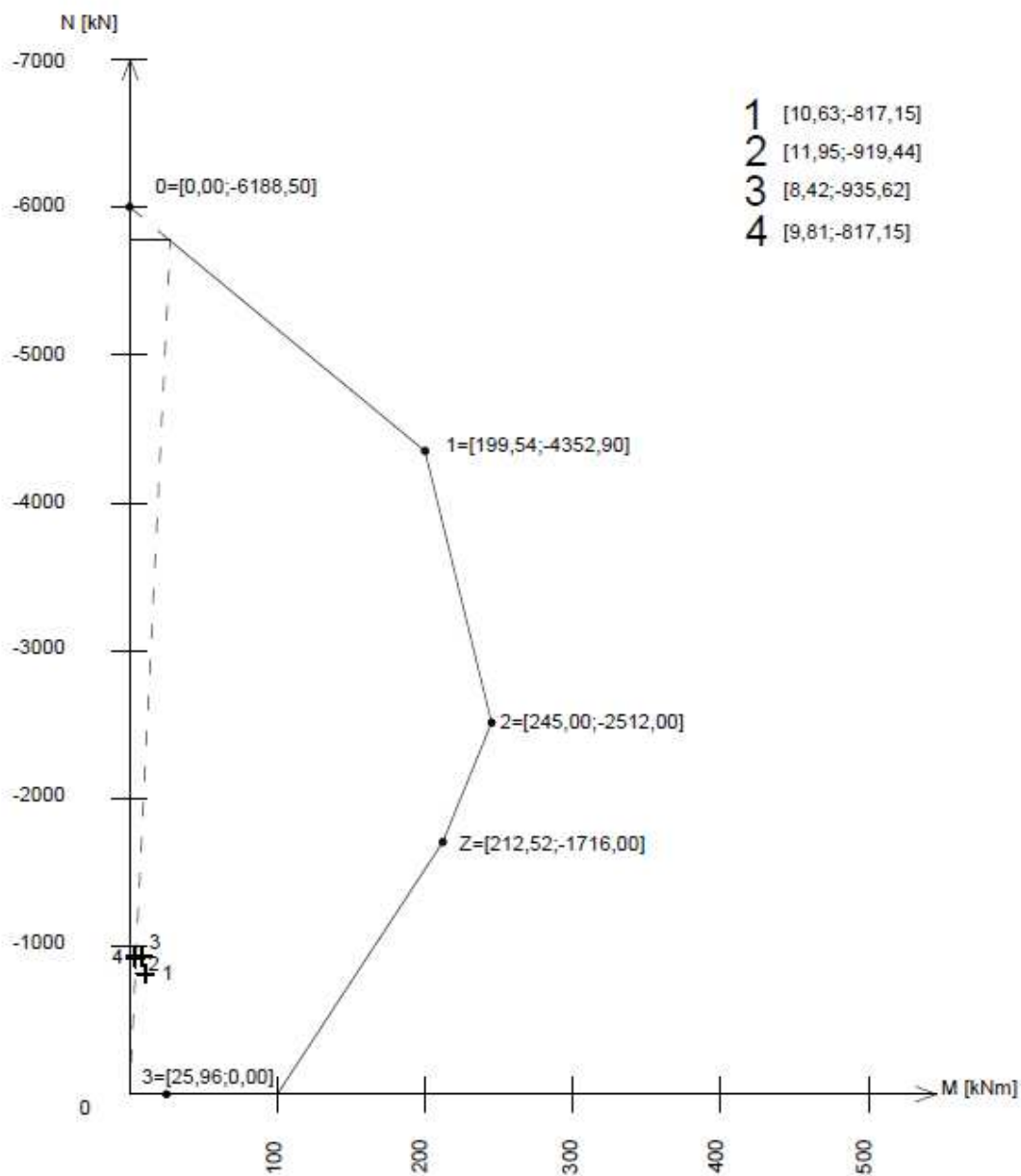
2.3 Nmax



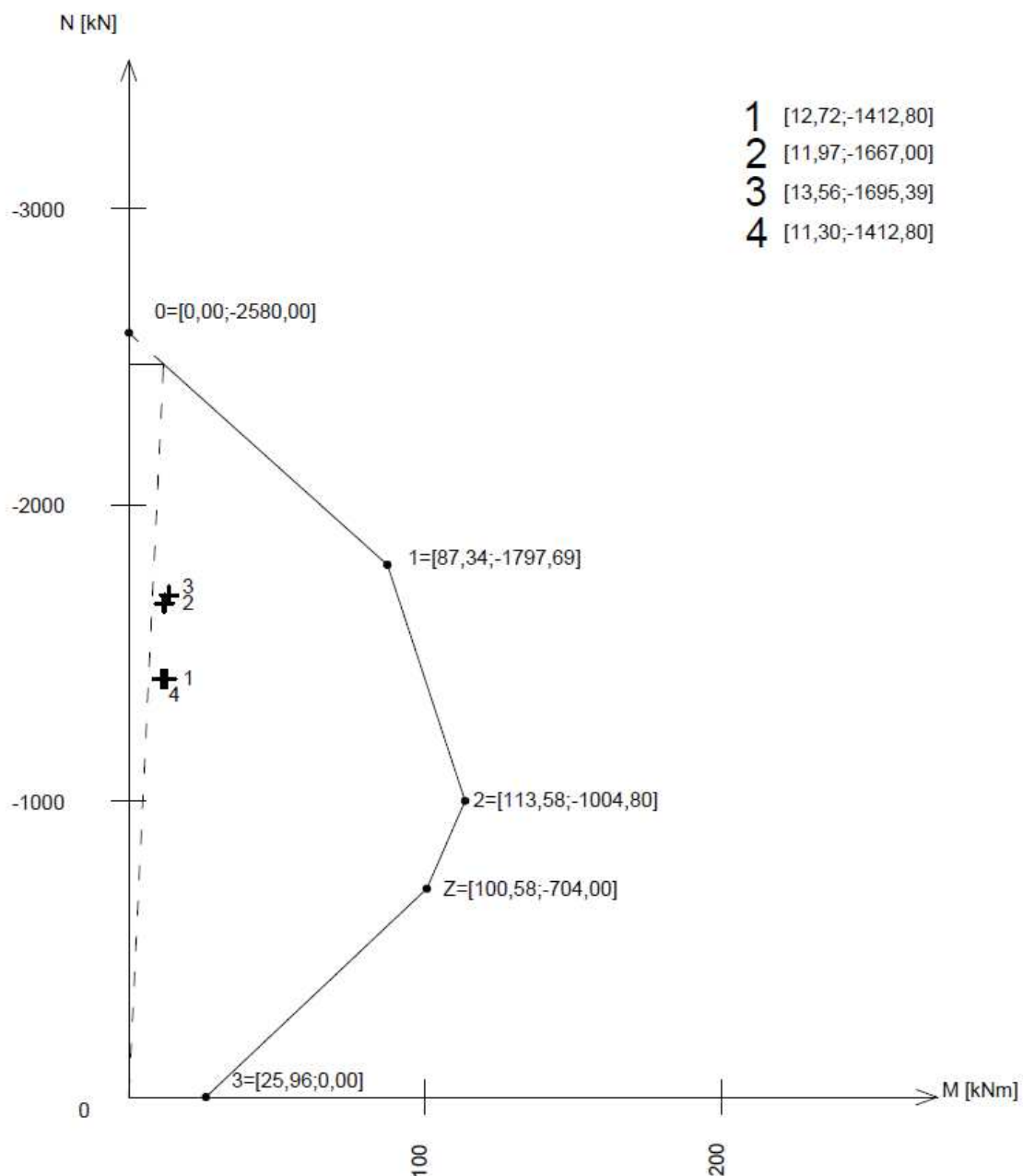
2.4 Nmin



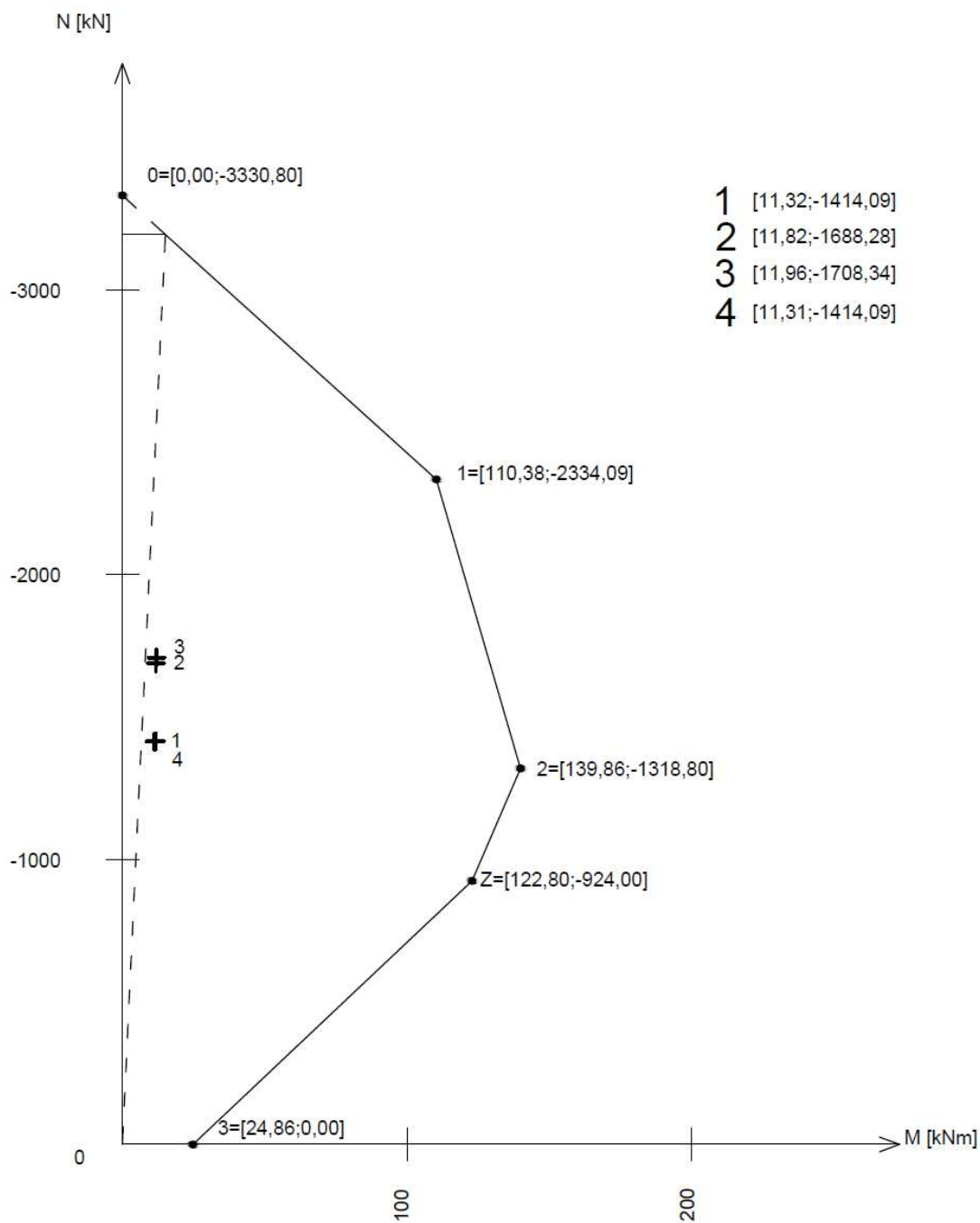
INTERAKČNÍ DIAGRAM PILÍŘ P1 ROVINA Y-Y



INTERAKČNÍ DIAGRAM PILÍŘ P2 ROVINA Y-Y

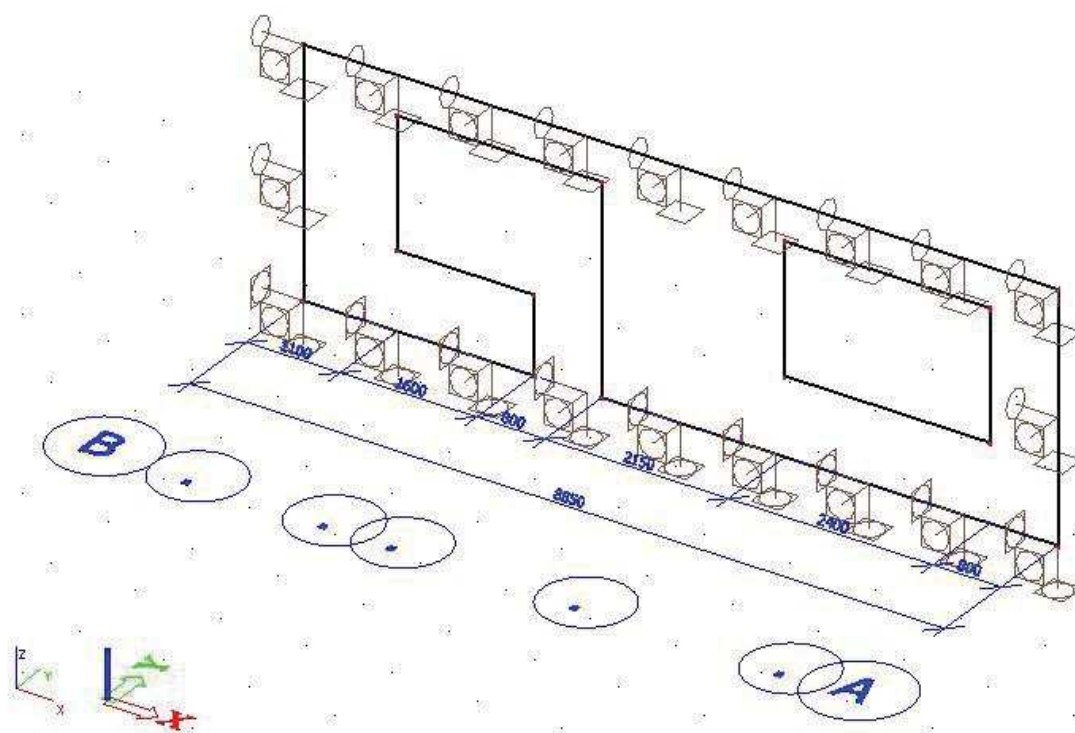
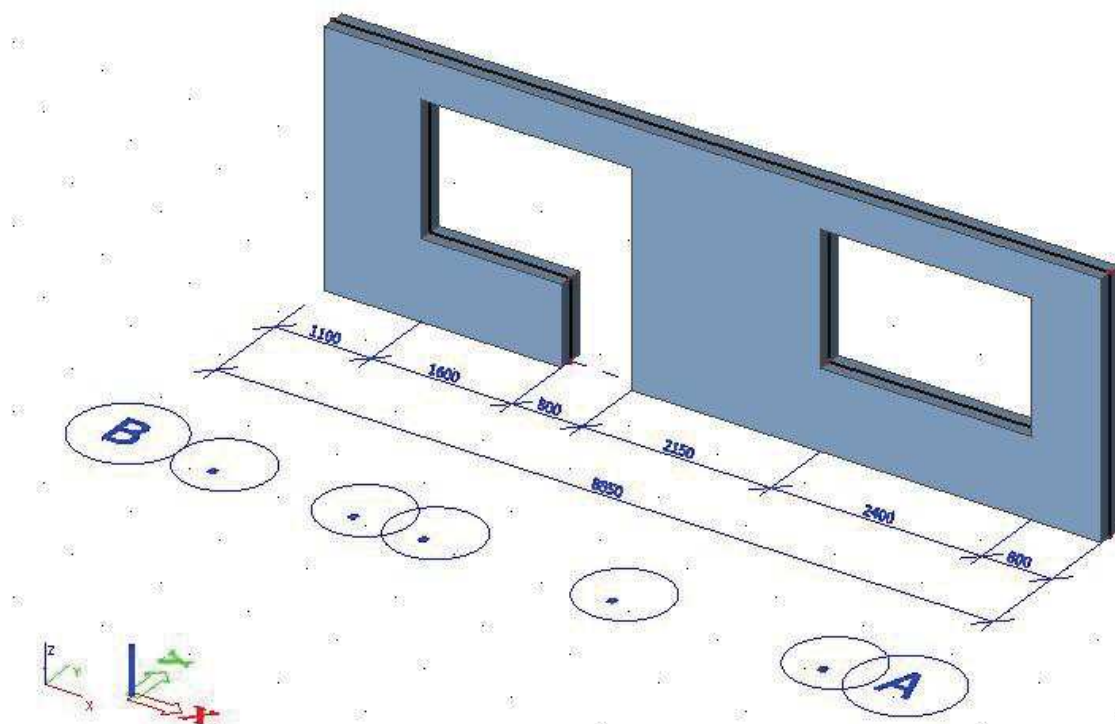


INTERAKČNÍ DIAGRAM PILÍŘ P4 ROVINA Y-Y



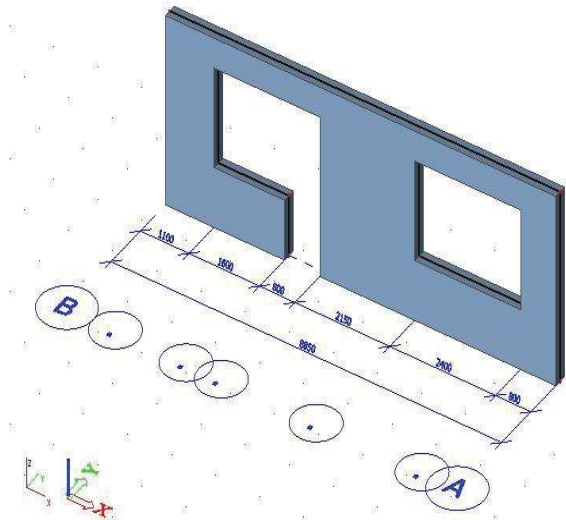
VNĚJŠÍ STĚNA S2

1, SCHEMA KONSTRUKCE:



2, ZATĚŽOVACÍ STAVY

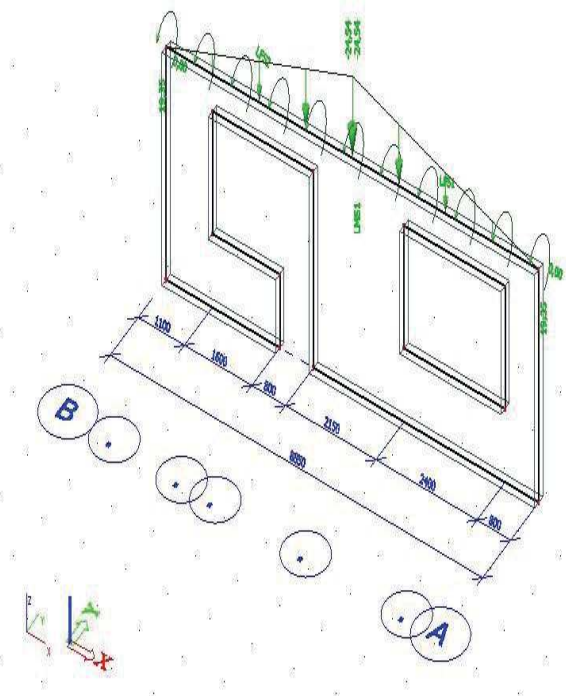
2.1 ZS1-VLASTNÍ TÍHA



2.3 ZS3- OSTATNÍ STÁLÉ-VRCHNÍ DESKA - Mmax

$$g_k=24,54\text{kN/m}$$

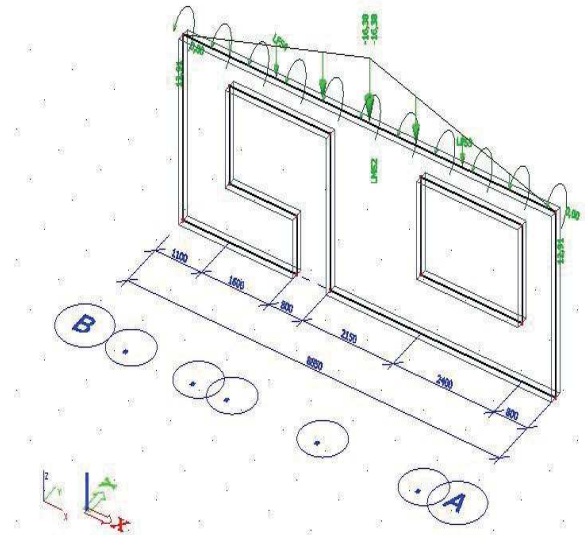
$$m_k=-19,35\text{ kNm/m}$$



2.3 ZS3- OSTATNÍ STÁLÉ-VRCHNÍ DESKA - Mmin

$$g_k=16,38\text{ kN/m}$$

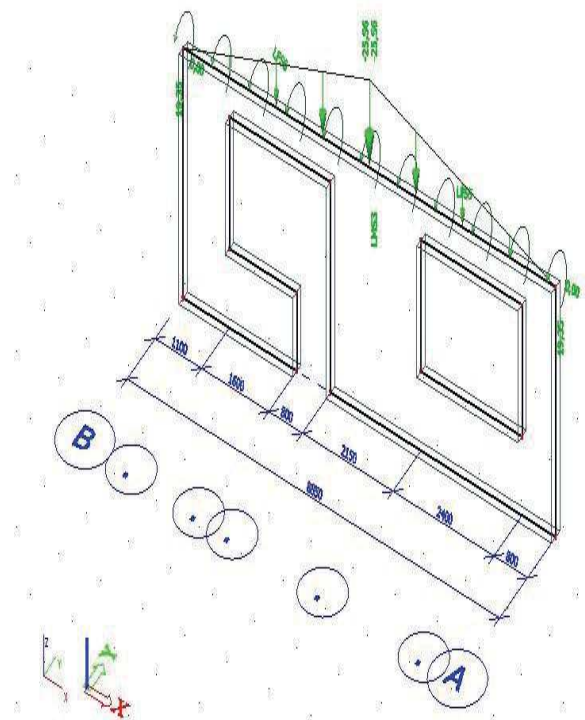
$$m_k=-12,91\text{kNm/m}$$



2.4 ZS4- OSTATNÍ STÁLÉ-VRCHNÍ DESKA - Nmax

$$g_k=25,56\text{ kN/m}$$

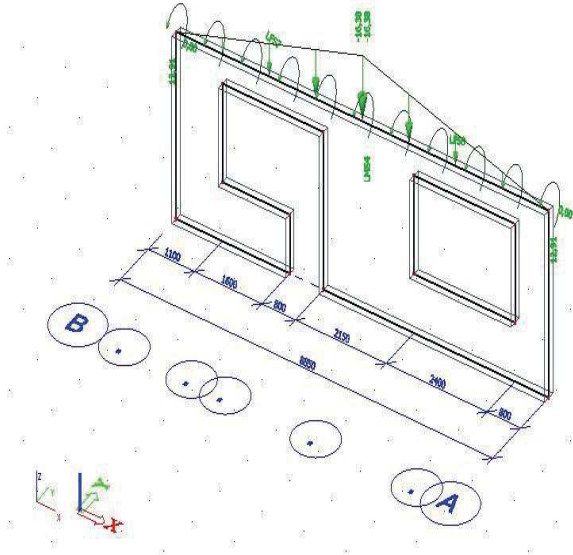
$$m_k=-19,35\text{ kNm/m}$$



2.5 ZS5- OSTATNÍ STÁLÉ-VRCHNÍ DESKA –
Nmin

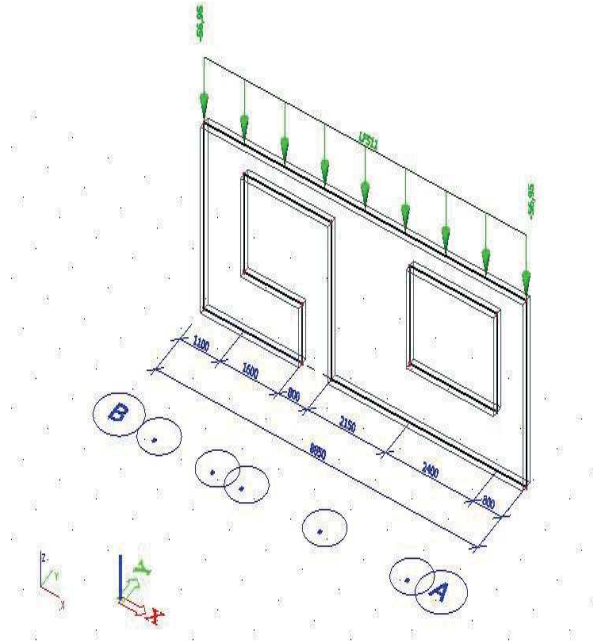
$g_k=12,91 \text{ kN/m}$

$m_k=-16,38 \text{ kNm/m}$



2.7 ZS7-OSTATNÍ STÁLÉ-OSTATNÍ DESKY A
STĚNY

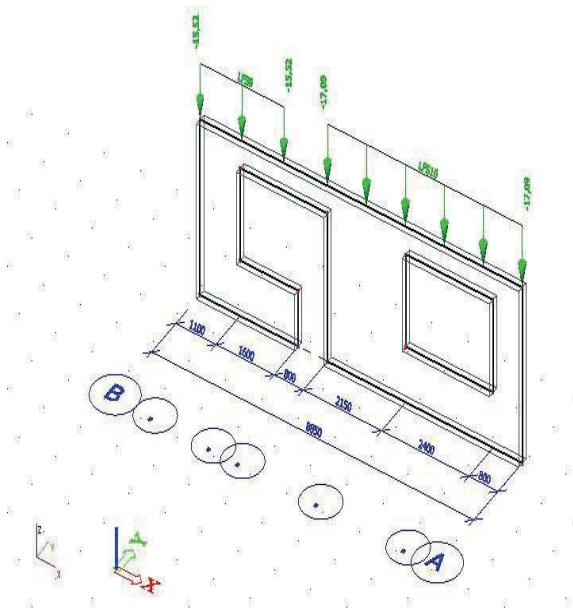
$g_k=56,95 \text{ kN/m}$



2.6 ZS6-OSTATNÍ STÁLÉ-VRCHNÍ STĚNA

$g_{k1}=15,52 \text{ kN/m}$

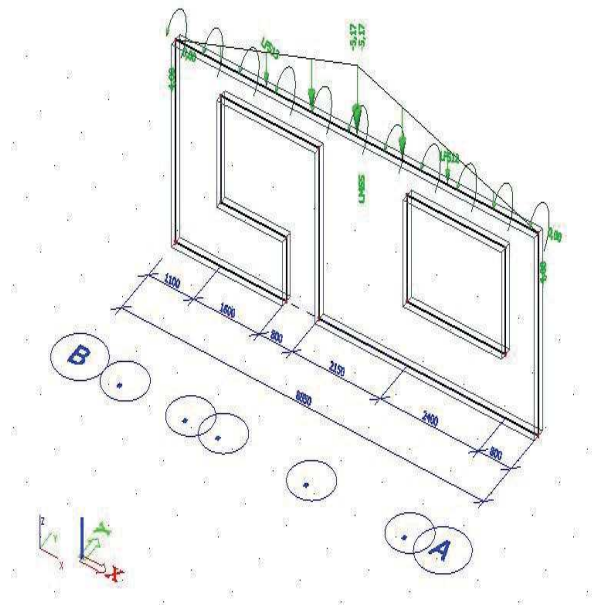
$g_{k2}=17,09 \text{ kN/m}$



2.8 ZS8-PROMĚNNÉ- VRCHNÍ DESKA- Mmax

$q_k=5,17 \text{ kN/m}$

$m_k=-4,08 \text{ kNm/m}$

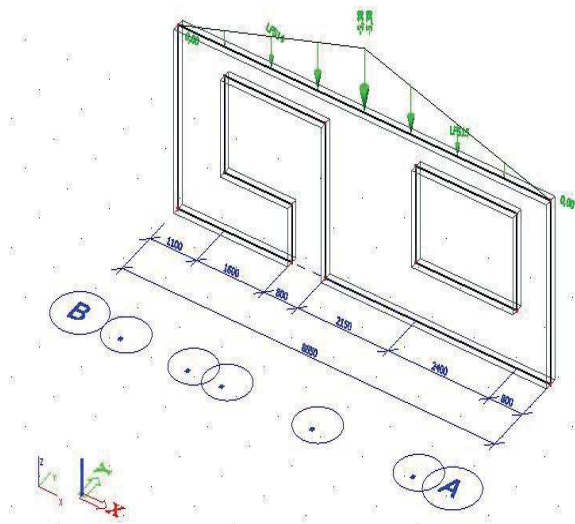


2.9 ZS9- PROMĚNNÉ- VRCHNÍ DESKA-

Mmin

$q_k=5,38 \text{ kN/m}$

$m_k=0 \text{ kNm/m}$

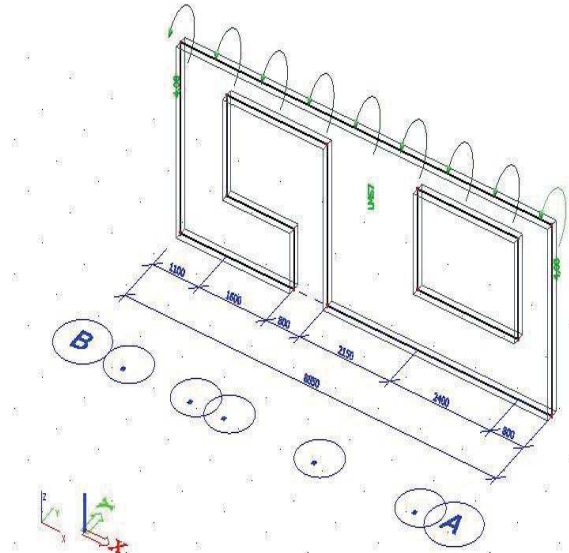


2.11 ZS11- PROMĚNNÉ- VRCHNÍ DESKA-

Nmin

$q_k=0 \text{ kN/m}$

$m_k=-4,08 \text{ kNm/m}$

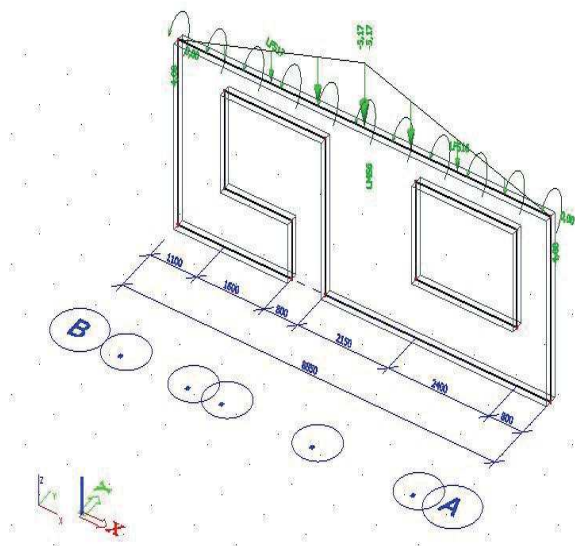


2.10 ZS10- PROMĚNNÉ- VRCHNÍ DESKA-

Nmax

$q_k=5,17 \text{ kN/m}$

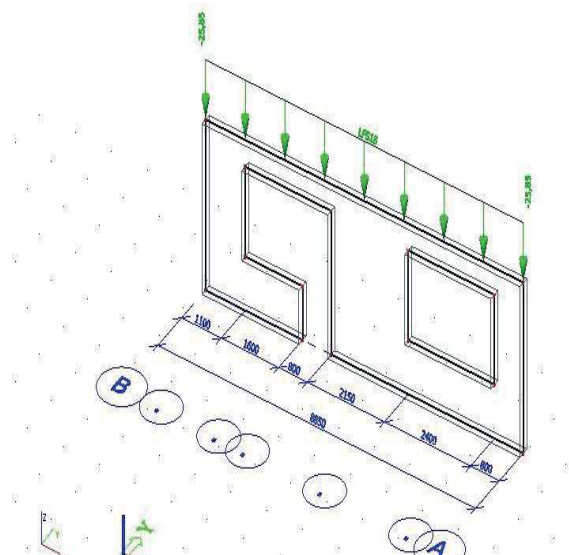
$m_k=-4,08 \text{ kNm/m}$



2.12 ZS12- PROMĚNNÉ-OSTATNÍ DESKY-

Nmax

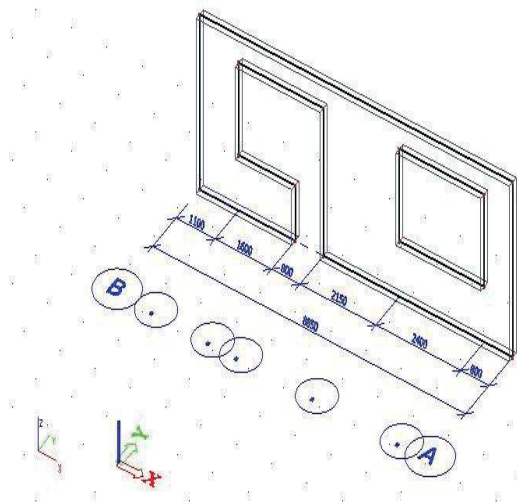
$q_k=22,85 \text{ kN/m}$



2.13 ZS13- PROMĚNNÉ-OSTATNÍ DESKY-

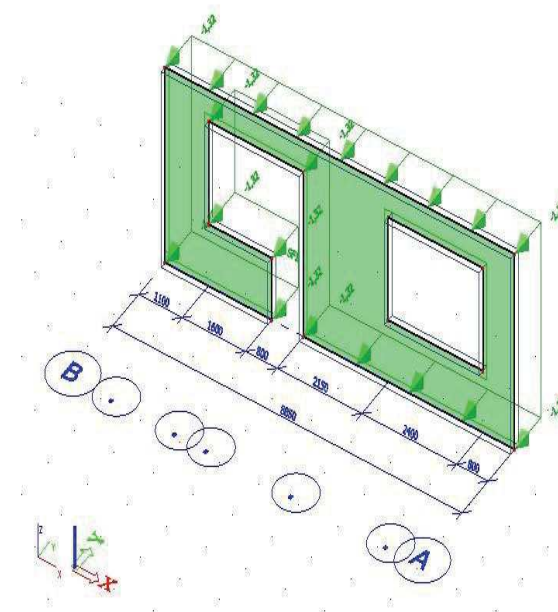
Nmin

$q_k=0$ kN/m



2.14 ZS14- PROMĚNNÉ- VÍTR

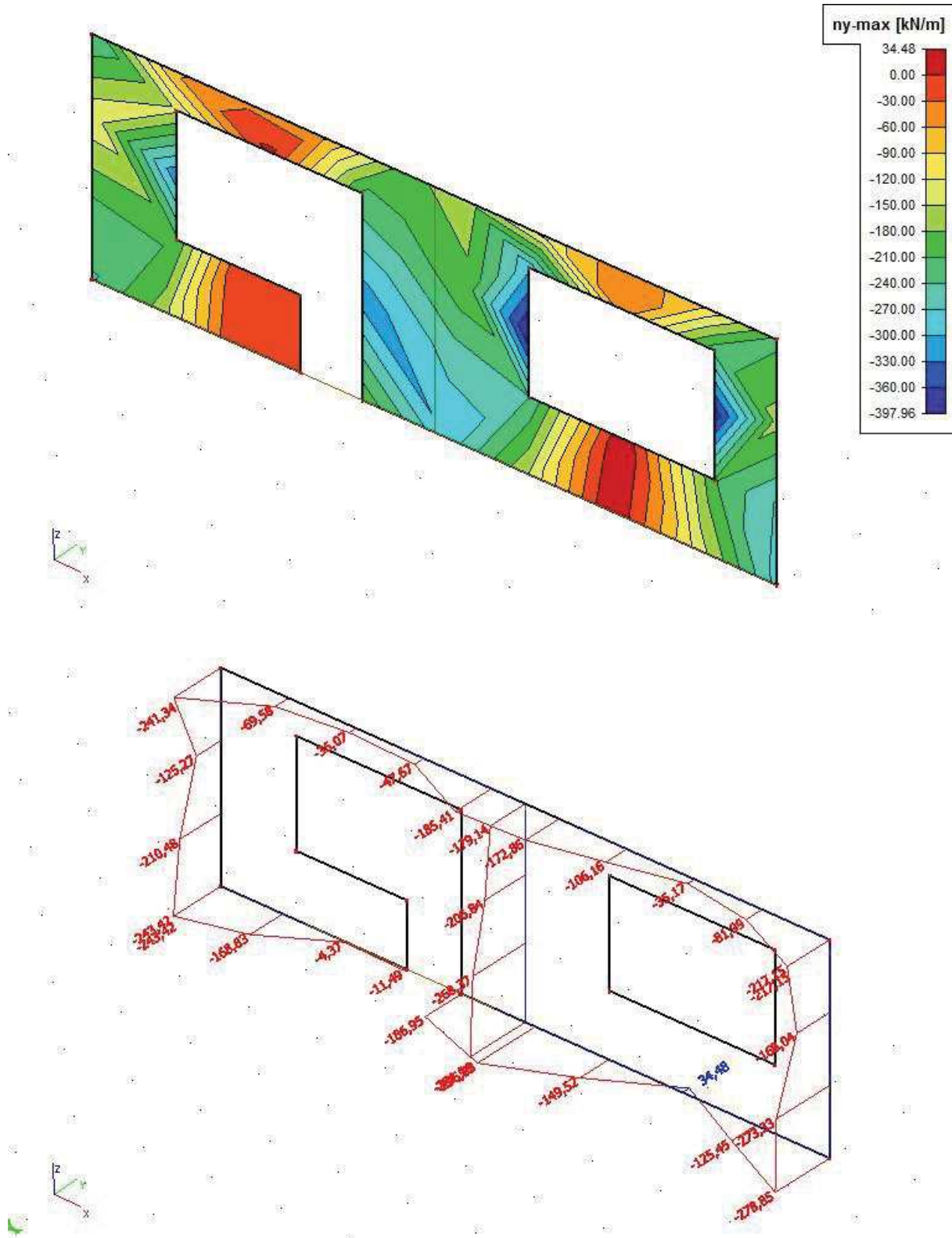
$q_k=1,32$ kN/m²



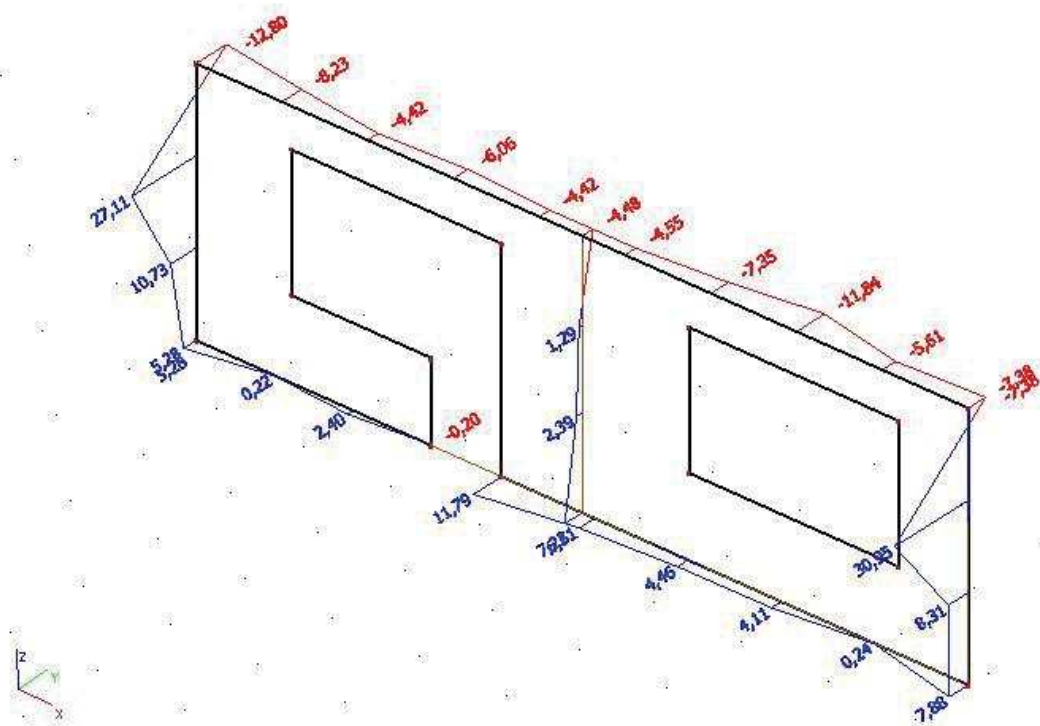
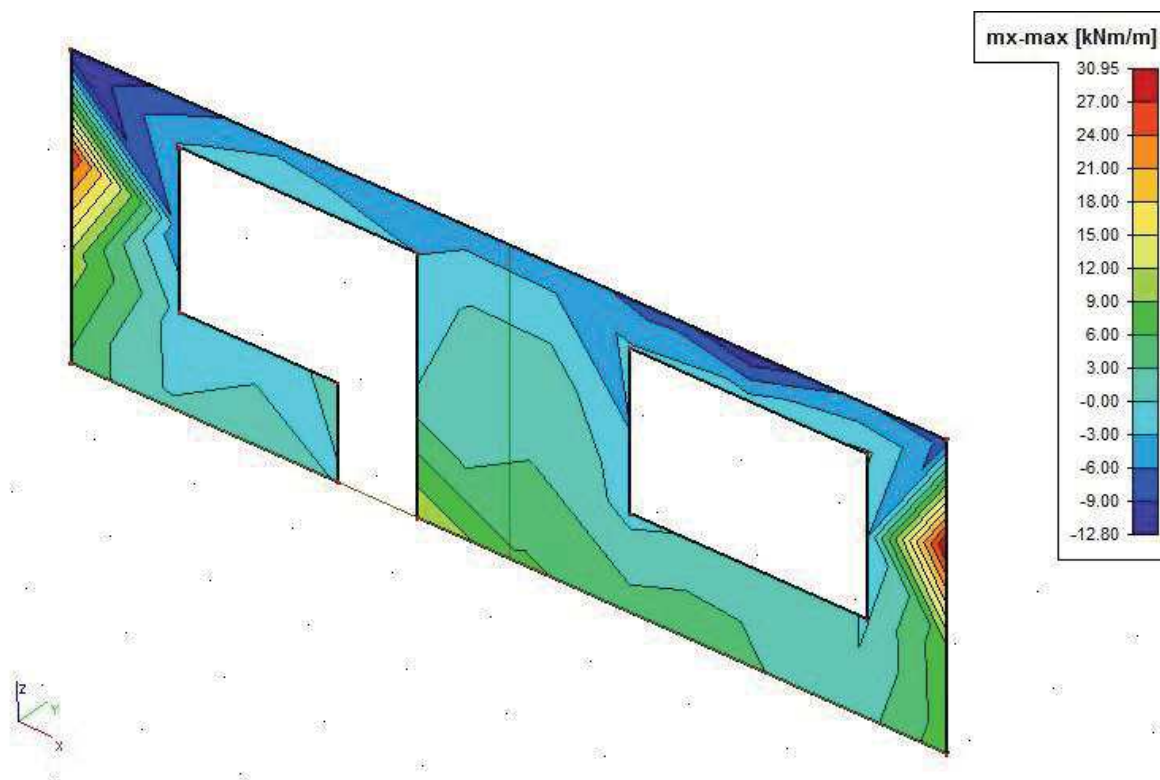
3, VNITŘNÍ SÍLY

CO01 – $M_{max} = 1,35 \cdot (ZS1 + ZS2 + ZS6 + ZS7) + 1,5 \cdot (ZS8 + ZS13 + ZS14)$

3.1 Ned

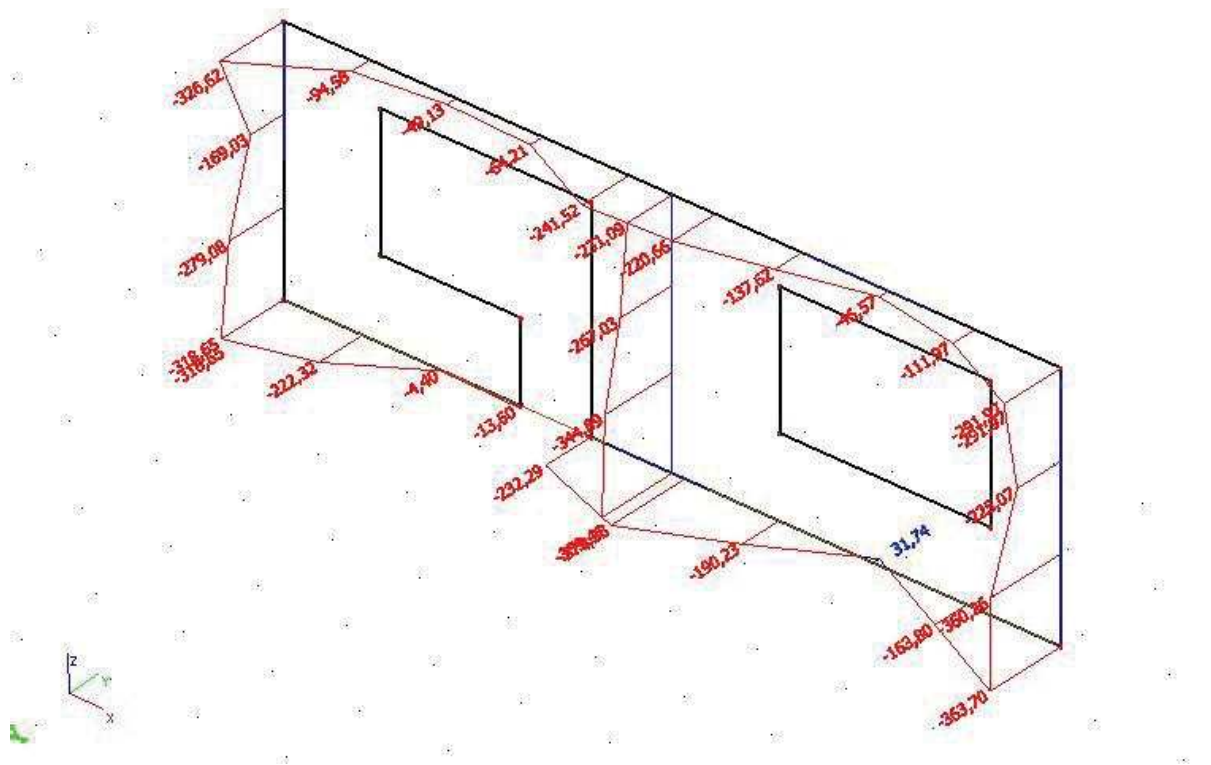
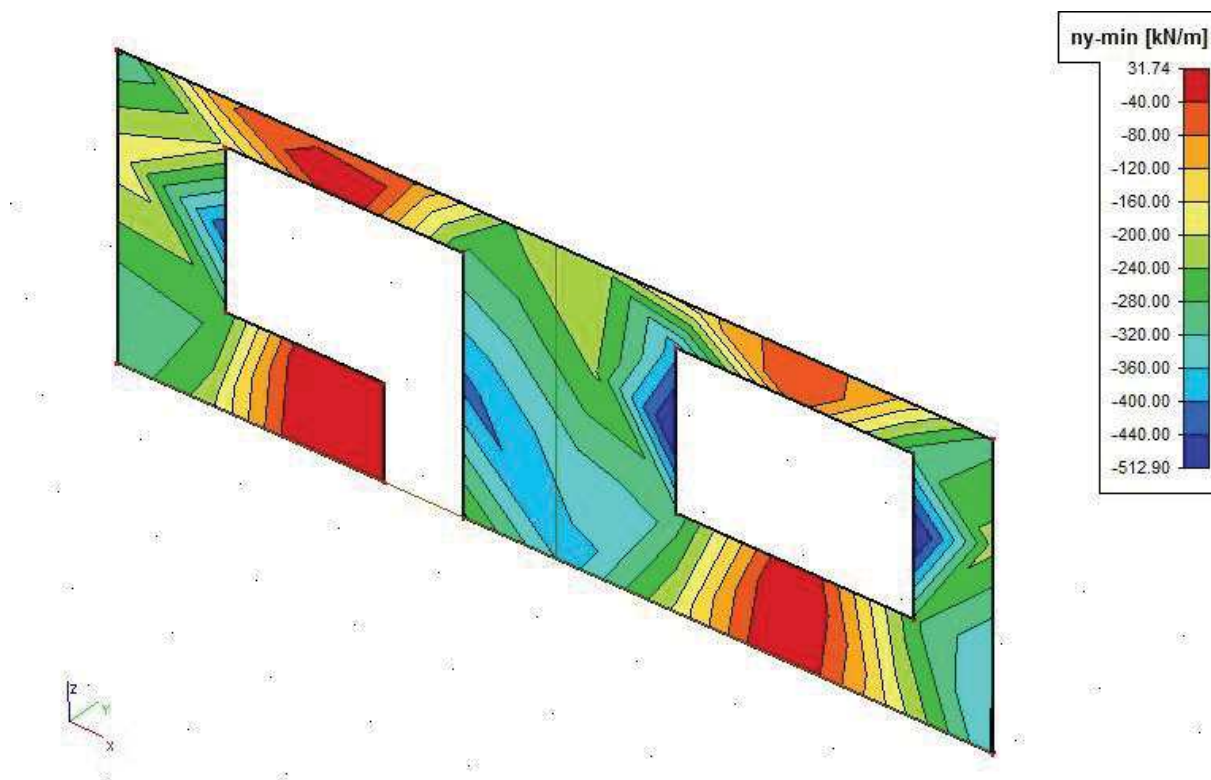


3.2 Med



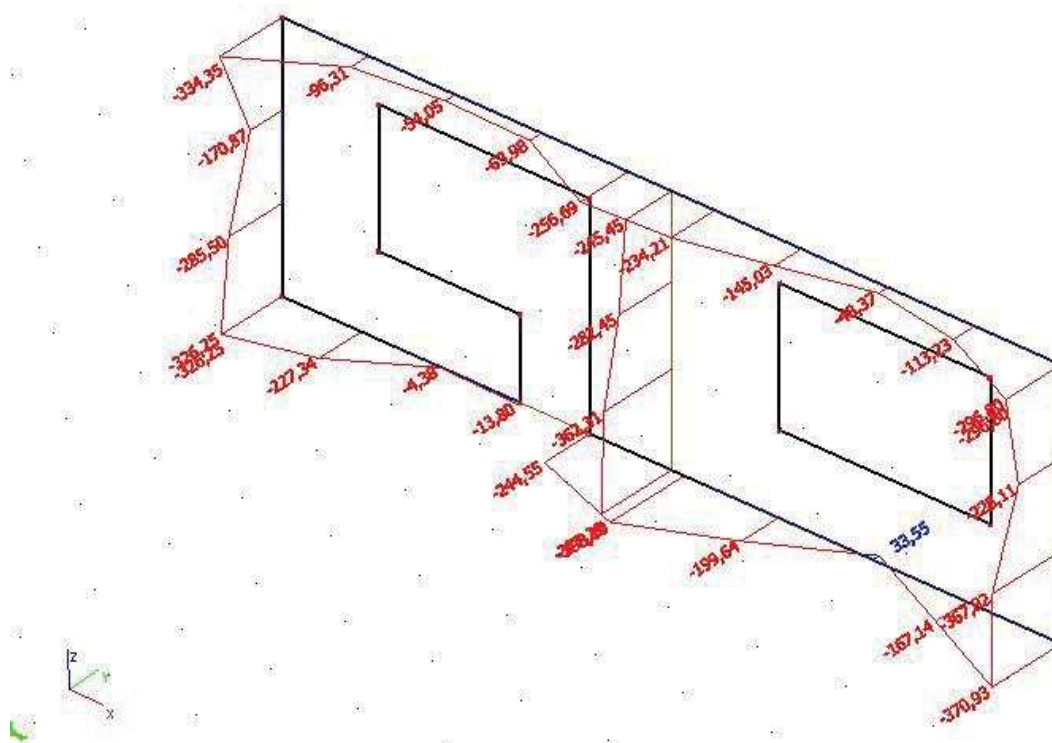
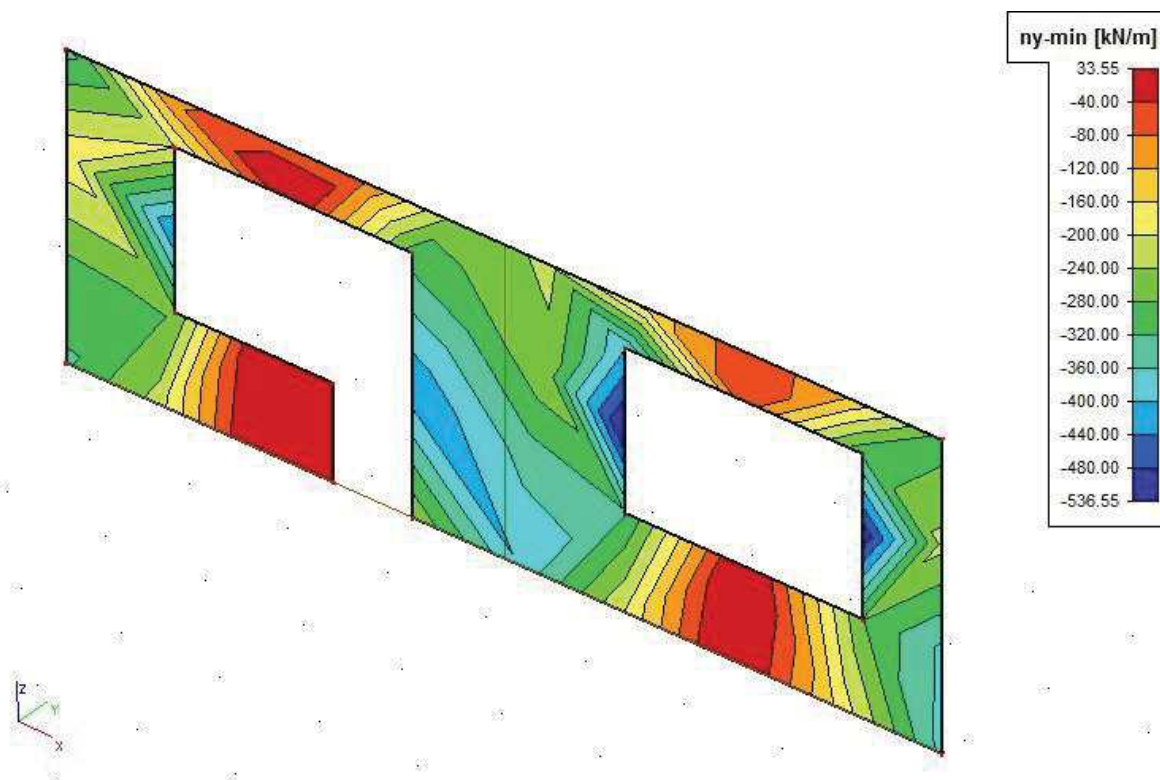
CO2 – Mmin= 1,35*(ZS1+ ZS3+ ZS6+ZS7)+1,5*(ZS9+ ZS13+ZS14)

3.1 Ned

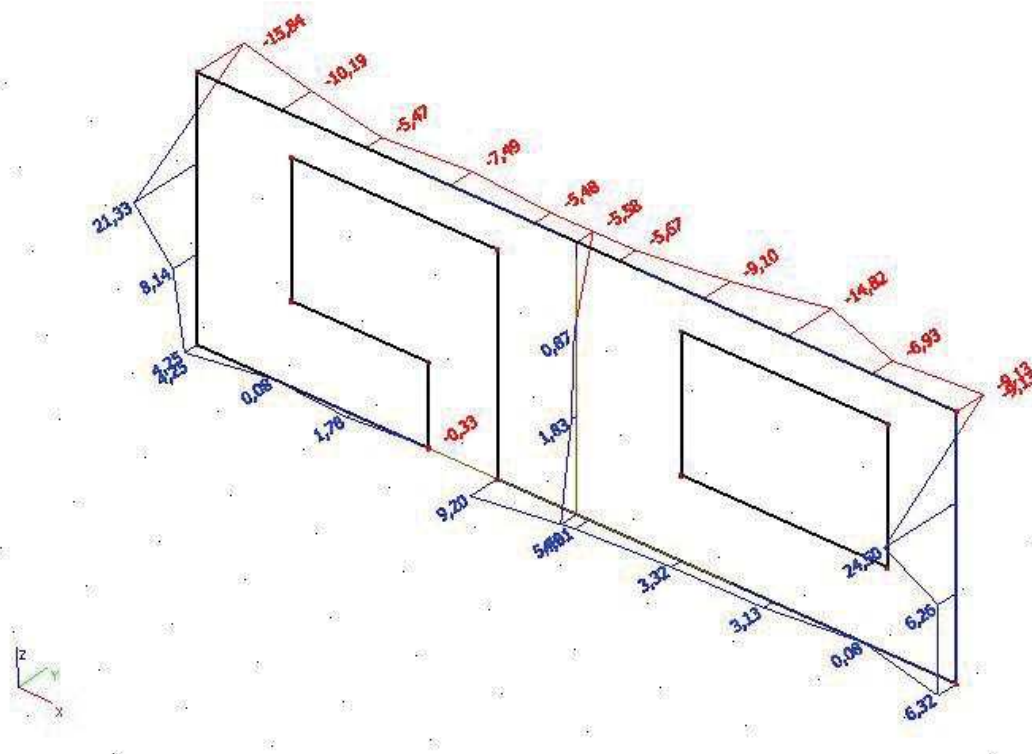
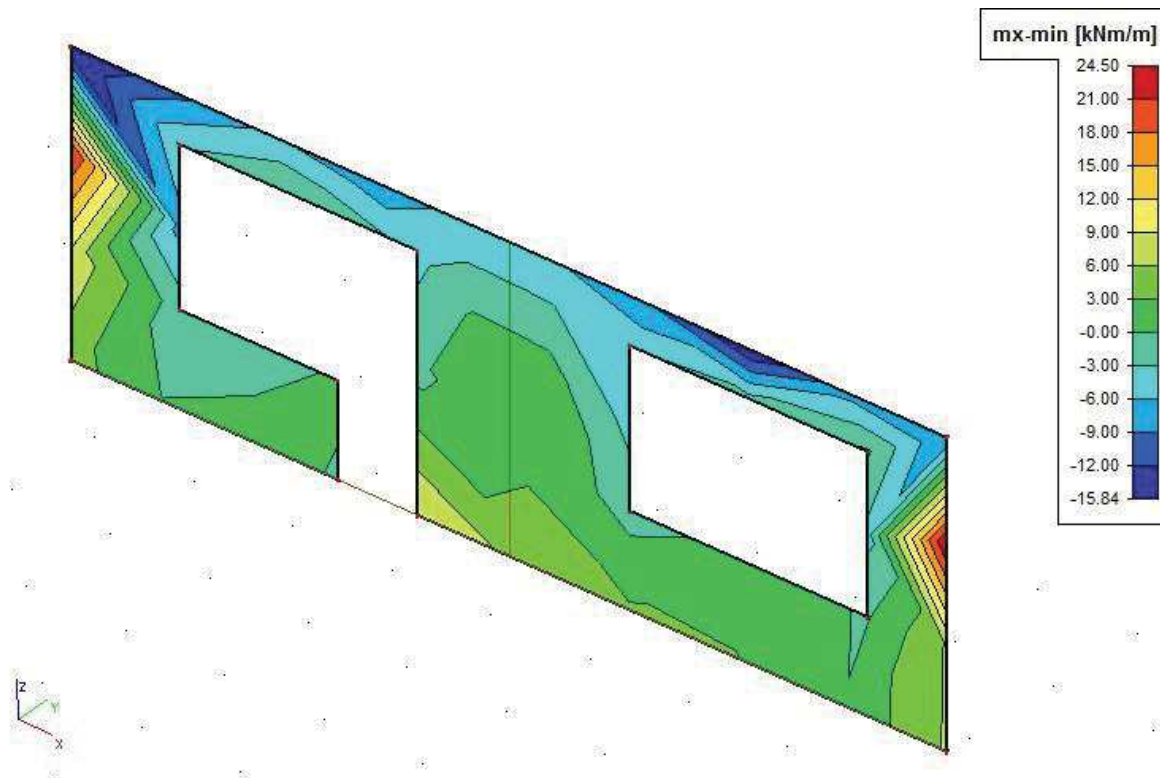


CO03 – $N_{max} = 1,35 \cdot (ZS1 + ZS4 + ZS6 + ZS7) + 1,5 \cdot (ZS10 + ZS12 + ZS14)$

3.1 Ned

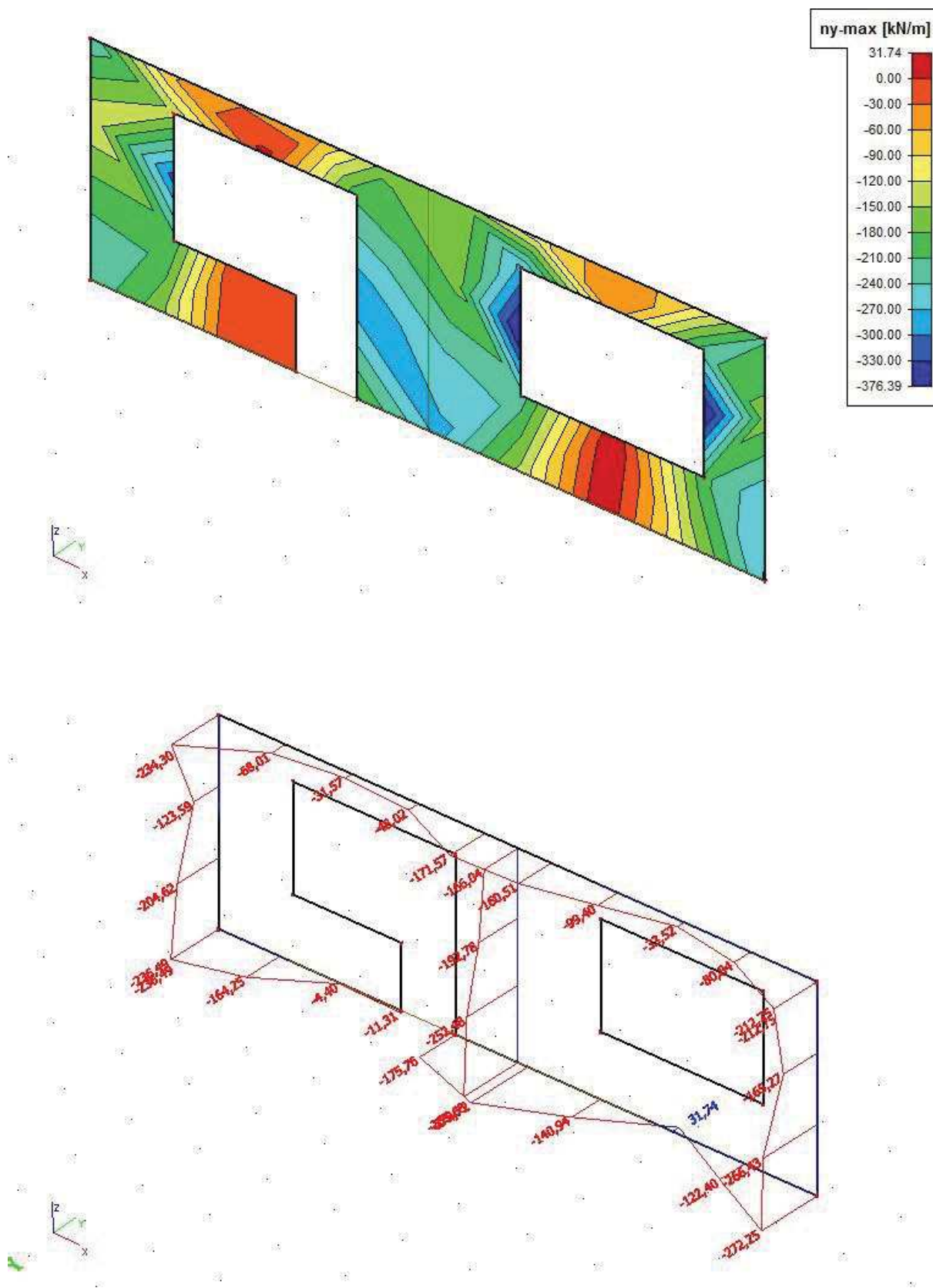


3.2 Med

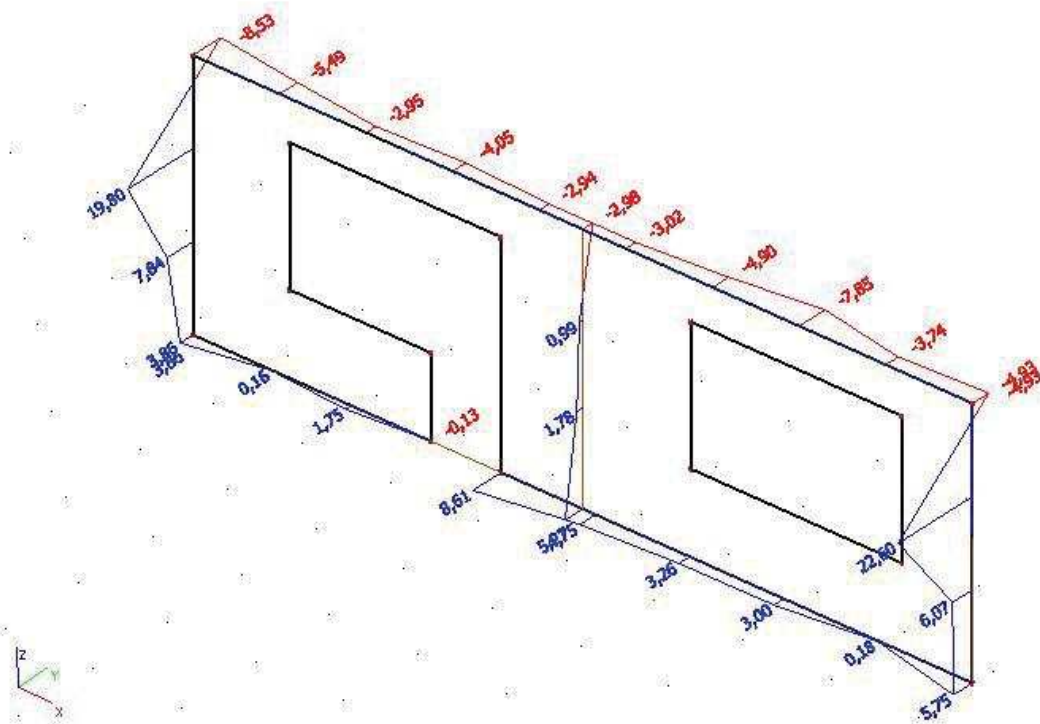
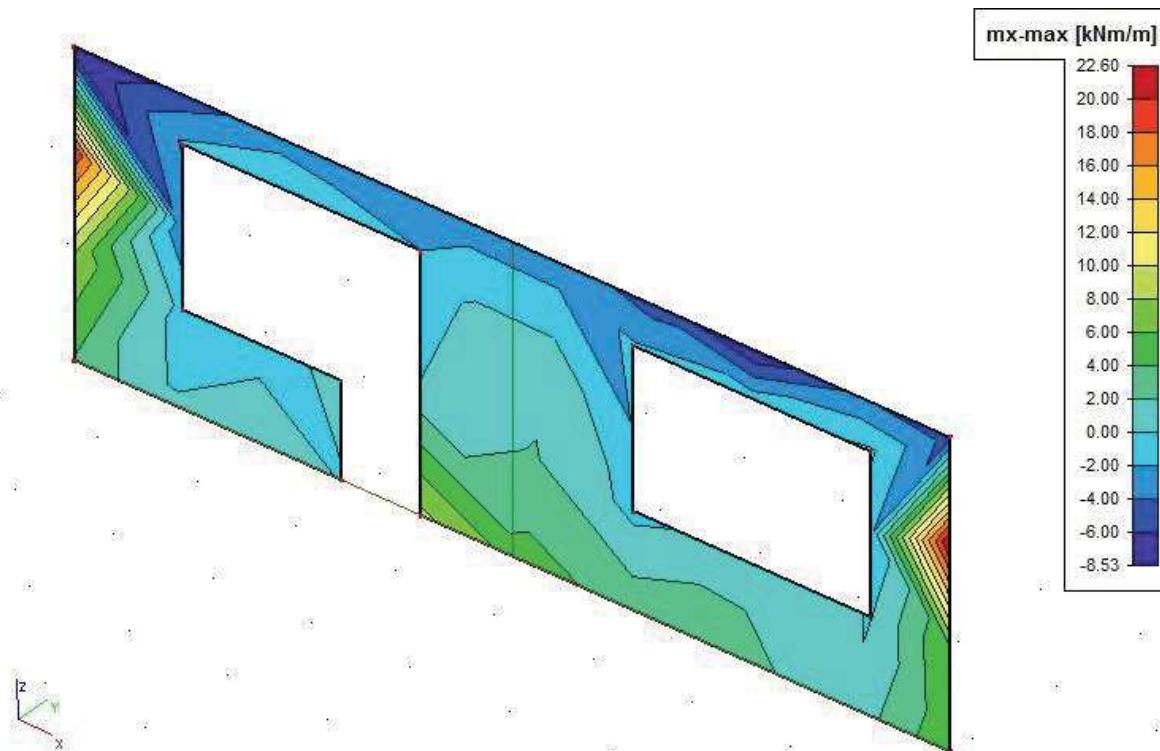


CO04 – $N_{min} = 1,35 \cdot (ZS1 + ZS5 + ZS6 + ZS7) + 1,5 \cdot (ZS11 + ZS13 + ZS14)$

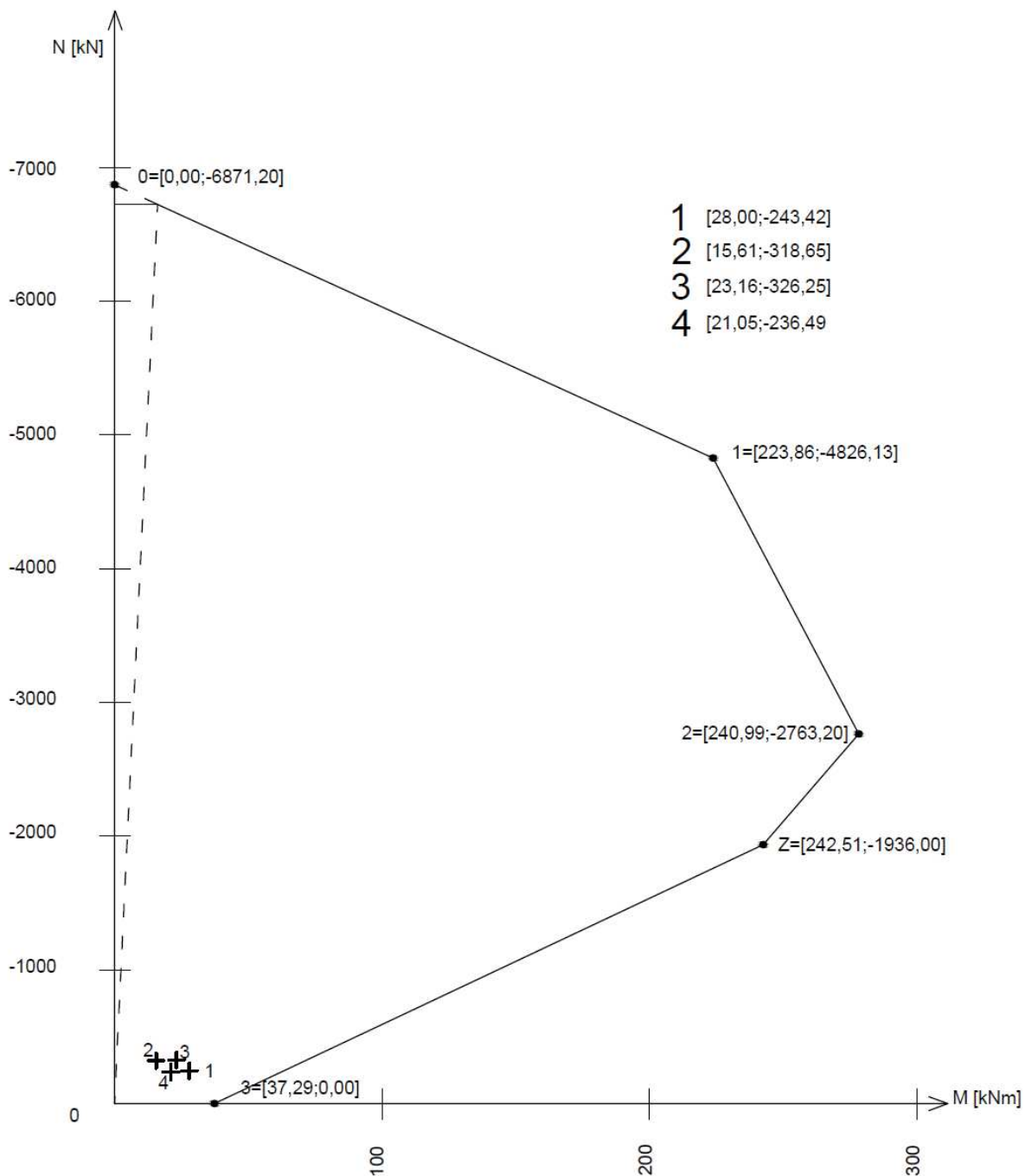
3.1 Ned



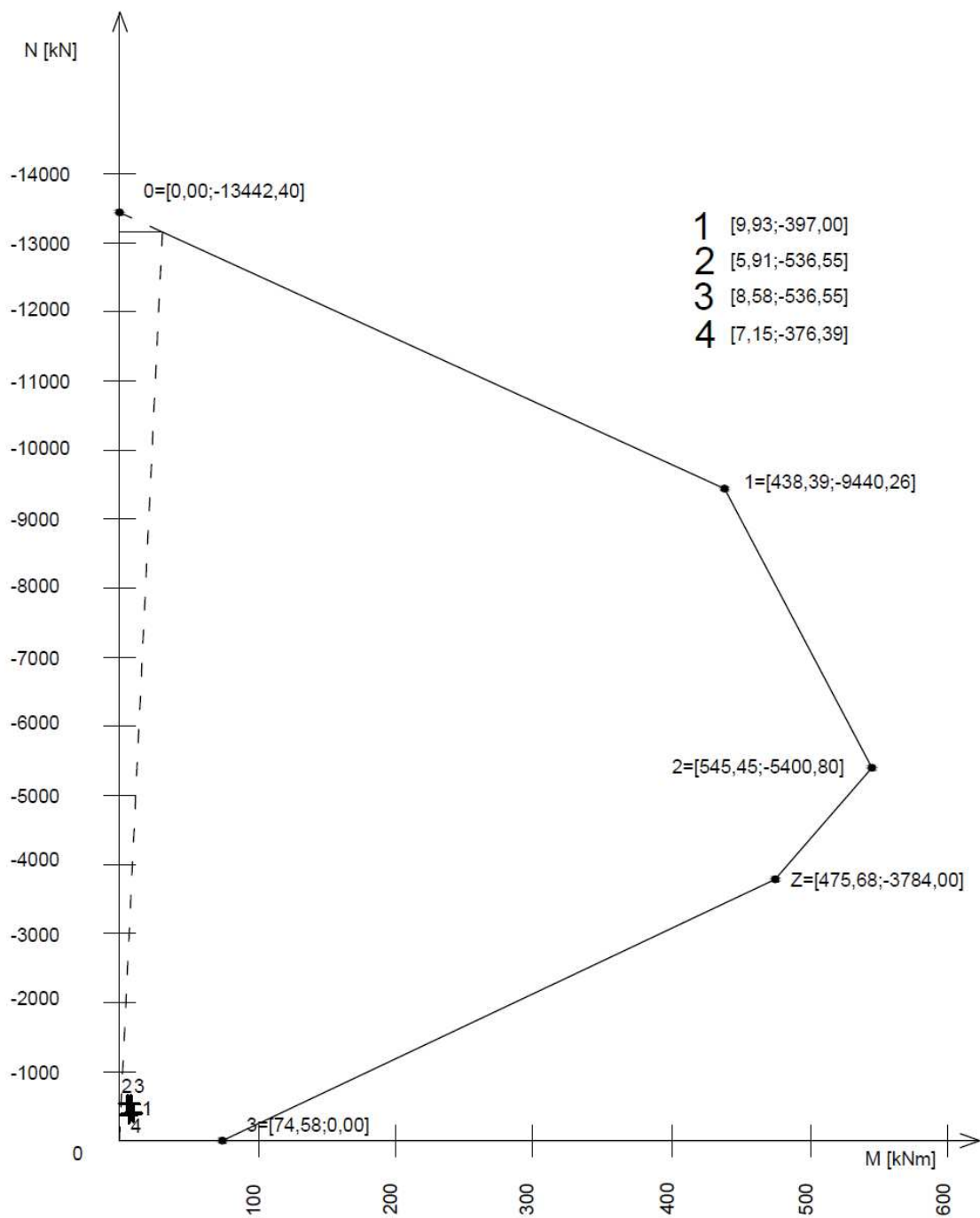
3.2 Med



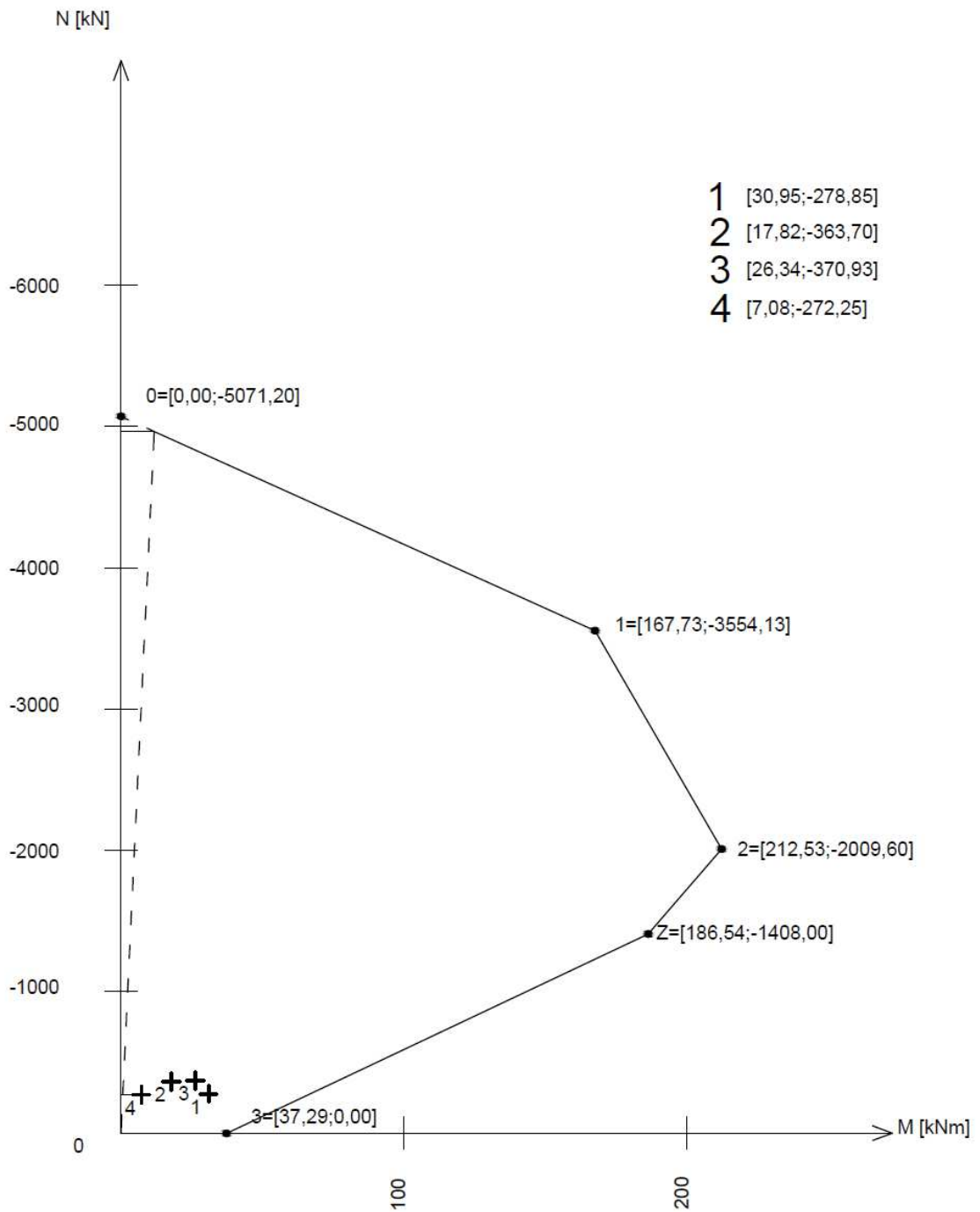
INTERAKČNÍ DIAGRAM PILÍŘ P6 ROVINA Y-Y




INTERAKČNÍ DIAGRAM PILÍŘ P7 ROVINA Y-Y



INTERAKČNÍ DIAGRAM PILÍŘ P8 ROVINA Y-Y



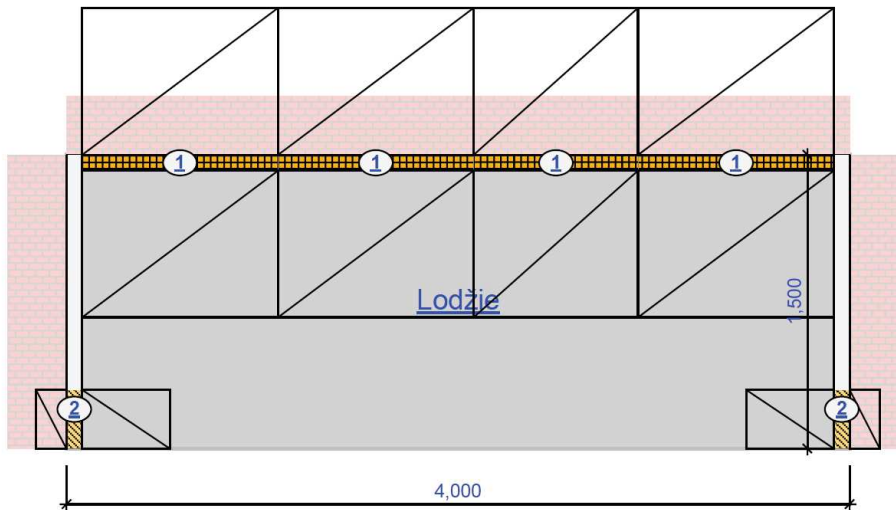
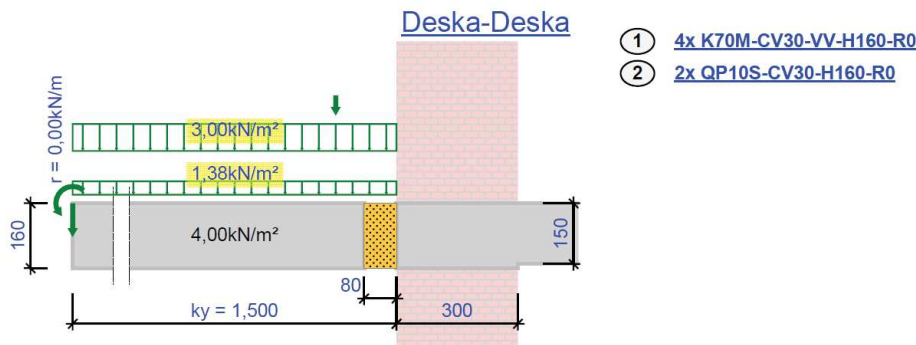
	Projekt: DESKA D2	Strana/List: / 1								
	Poznámka: Číslo projektu: 1	Datum: 6.1.2015								
		Položka: Deska D2								
Schöck Isokorb® - Návrhový software		Verze: 1.8.0								
Výrobek	Schöck Isokorb®	Databáze Isokorb®	Česká republika - EC2							
Směrodatná norma	Eurokód 2	Verze databáze	13.94							
Předpis 1	Certifikát státní zkušebny	Poznámka								
Předpis 2	Ověření VUT Brno									
Všeobecné údaje o výrobku		Stavební materiály								
Krycí vrstva betonu	CV = 30 mm	min. třída betonu	C30/37							
Tloušťka tepelné izolace	D = 80 mm	Betonářská ocel	BSt500							
Výška tepelné izolace	H = 160 mm									
Isokorb® předsazen	ano	Návrhové hodnoty zatížení								
Protipožární ochrana	ne	Vlastní tíha	g1,k = 4,00 kN/m ² 1,35							
Isokorb® typ KF	ne	Omítka a podlaha	g2,k = 1,38 kN/m ² 1,35							
		Nahodilé zatížení	q,k = 3,00 kN/m ² 1,50							
		Zatížení po obvodu	r,k = 0,00 kN/m 1,35							
		Zatížení po obvodu	ano							
		Moment po obvodu	mr,k = 0,00 kNm/m 1,50							
		Rovnoměrné zatížení	v,k = 0,00 kN/m 1,35							
Geometrie balkónové desky										
Druh balkónu	Lodžie									
Délka (X)	lx = 4,00 m									
Vyložení (Y)	ky = 1,50 m									
Tloušťka desky	h = 160 mm									
Přesah vlevo	ul = 0,00 m									
Přesah vpravo	ur = 0,00 m									
Tabulka 1: údaje k napojení										
Úsek	Osa	Druh	Délka	Výškové odsazení desky	Tloušťka stěny	Tloušťka Uložení				
			m	mm	mm	mm				
1	X	Deska-Deska	4,00	0	150	300	vetknutí			
1	Y	Deska-Deska	1,50	0	150	300	kloubové			
Tabulka 2: Výsledky										
Úsek	Isokorb®	n	min. M Ed	min. M Rd	max. V Ed	max. V Rd	max. M Ed	max. M Rd	min. V Ed	min. V Rd
č.	Označení	Kus	kNm	kNm	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN
1	K70M-CV30-VV-H160-R0 λ = 0,2080W/K*m	4,00	-6,2	-33,8	19,0	82,1	0,0	0,0	-8,7	-54,8
			19%		24%				16%	
2	QP10S-CV30-H160-R0 λ = 0,0870W/K*m	2,00	0,0	0,0	13,7	27,4	0,0	0,0	0,0	0,0
					50%					
Přídavná stavební výztuž viz Technické informace										
Dle atestu je třeba návrhové hodnoty zatížení VEd v oblasti tepelně-izolační spáry omezit na hodnotu 0,3 VRd,max desky.										
Přitom je třeba VRd,max stanovit dle normy (viz Technické informace)										
Z výpočtu využity pouze isokorby ve směru Y										
Isokorby se uvažují jako předsunuté z důvodu provázání výztuže ze stěny										



Projekt: DESKA D2
 Poznámka:
 Číslo projektu: 1

Strana/List: / 2
 Datum: 6.1.2015
 Položka: Deska D2

Verze: 1.8.0



Výsledky programu se vztahují pouze k výpočtu prvku Schöck Isokorb®. Uživatel programu je povinen zkontrolovat správnost celkové situace!

Z výpočtu využity pouze isokorby ve směru Y
 Isokorby se uvažují jako předsunuté z důvodu provázání výztuže ze stěny

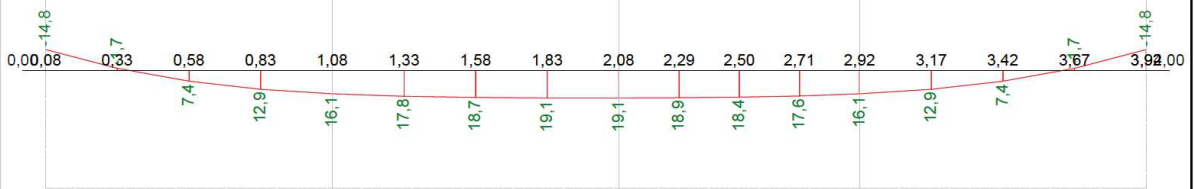


Projekt: DESKA D2
 Poznámka:
 Číslo projektu: 1

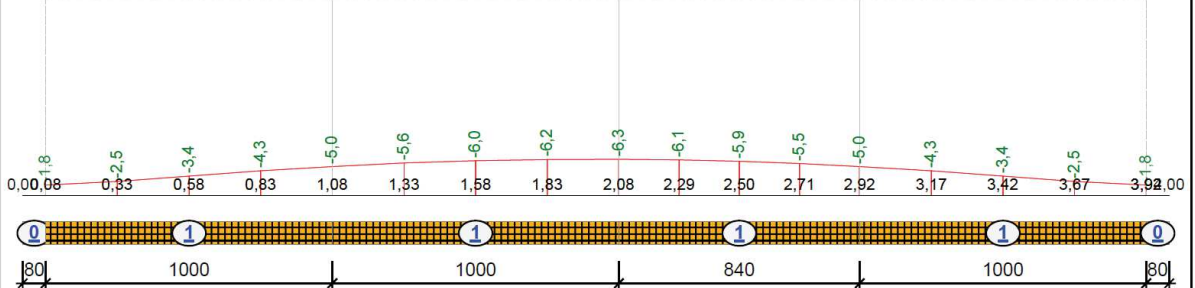
Strana/List: / 3
 Datum: 6.1.2015
 Položka: Deska D2

Verze: 1.8.0

v_{Ed} : max = 19,1 kN/m; min = -14,8 kN/m

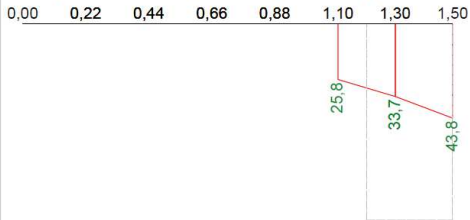


m_{Ed} : max = 0,0 kNm/m; min = -6,3 kNm/m

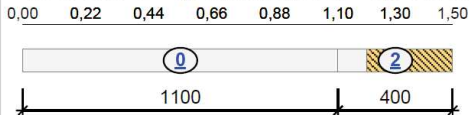


① [4x K70M-CV30-VV-H160-R0](#) $m_{Rd} = -33,8$ kNm/m (19%); $v_{Rd} = +82,1/-54,8$ kN/m (24%)

v_{Ed} : max = 43,8 kN/m; min = 0,0 kN/m

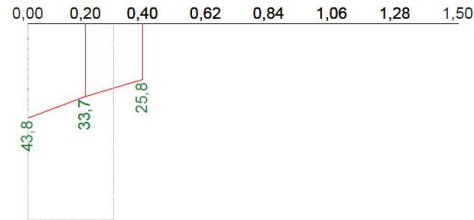


m_{Ed} : max = 0,0 kNm/m; min = 0,0 kNm/m

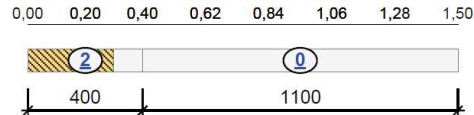


② [1x QP10S-CV30-H160-R0](#) $v_{Rd} = +91,3$ kN/m (50%)

v_{Ed} : max = 43,8 kN/m; min = 0,0 kN/m



m_{Ed} : max = 0,0 kNm/m; min = 0,0 kNm/m



② [1x QP10S-CV30-H160-R0](#) $v_{Rd} = +91,3$ kN/m (50%)

Z výpočtu využity pouze isokorby ve směru Y
 Isokorby se uvažují jako předsunuté z důvodu provázání výztuže ze stěny