

# ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD

KATEDRA MECHANIKY

OBOR STAVITELSTVÍ

AKADEMICKÝ ROK - 2014/2015

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

PROJEKT – PARKOVACÍ DŮM PRO OS1, OS2 - PLZEŇ

VYPRACOVAL:

VEDOUcí DIPLOMOVÉ PRÁCE:

Bc. JAKUB VOŘÍŠEK, DiS.

ING. PETR KESL

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jakub VOŘÍŠEK, DiS.**  
Osobní číslo: **A13N0057P**  
Studijní program: **N3607 Stavební inženýrství**  
Studijní obor: **Stavitelství**  
Název tématu: **Projekt - Parkovací dům pro OS1, OS2 - Plzeň**  
Zadávající katedra: **Katedra mechaniky**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Úvodní část s popisem objektu a použitých řešení.

2. Projekt:

*architektonická část:* Výběr vhodného dispozičního řešení zadaného investorem.

*stavební část:* Bude obsahovat celkovou situaci stavby, situaci sítí, situaci komunikací, výkresy základů, kotvení schéma, půdorys, výkresy střechy, řezy, detaily konstrukcí, výkresy vybrané části konstrukce-ocelová, ocelobetonová konstrukce, výkaz prvků, technickou a průvodní zprávu.

*konstrukční části:* Jedná se o dokumentaci ocelové a spřažené ocelobetonové konstrukce s porovnáním obou variant konstrukce, nosné části se sestavení zatížení na objekt, statický výpočet a statické posouzení vybrané části konstrukce, statický výpočet bude proveden dle platných ČSN EN 2,3,4,6 jednak pomocí počítačového programu (fine10, feat98,...) s det. řešením konstrukce a pomocí pravděpodobnostní metody SBRA (Simulation-based reliability assessment), programem ANTHILL.

*analytická část:* Porovnání výsledků - únosnosti a to MSÚ I.,II. a MSP I.,II na vybraných prvcích ocelové a ocelobetonové konstrukce a jejich porovnání vůči SBRA s ekonomickým vyjádřením pro danou stavbu.

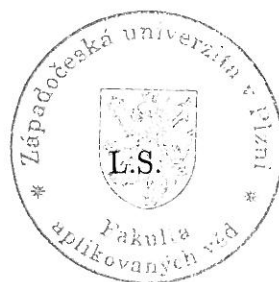
Rozsah grafických prací: **projekt skládající se z výkresů a textových zpráv**  
Rozsah pracovní zprávy: **úvodní část - 50-60 stran A4**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**  
Seznam odborné literatury:


1. ČSN EN 1990 - Zásady navrhování stavebních konstrukcí.
2. ČSN EN 1991 - Zatížení stavebních konstrukcí.
3. ČSN EN 1992 - Železobetonové konstrukce.
4. ČSN EN 1993 - Navrhování ocelových konstrukcí.
5. Faltus F.: Ocelové konstrukce pozemního stavitelství. Praha, 1960.
6. Neufert P., Neff L.: Dobrý projekt - správná stavba. Bratislava, 2005.
7. kol. autorů: Konstrukce pozemních staveb. Praha, 1968.
8. Neuman D., Weinbrenner U., Hestermann U., Rogen L.: Stavební konstrukce I. Bratislava, 2005.
9. Neuman D., Weinbrenner U., Hestermann U., Rogen L.: Stavební konstrukce II. Bratislava, 2006.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Petr Kesl**  
Konstrukterské práce, Doudlevecká 21

Datum zadání diplomové práce: **15. srpna 2014**  
Termín odevzdání diplomové práce: **1. března 2015**

  
Doc. RNDr. Miroslav Lávička, Ph.D.  
děkan



  
Prof. Ing. Vladislav Laš, CSc.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 1. září 2014

## ANOTACE

Diplomová práce se zabývá návrhem a vypracováním projektu parkovacího domu se zaměřením na hlavní parkovací část v provedení ocelové a ocelobetonové konstrukci.

Cílem práce je vypracování projektové dokumentace a statické posouzení vybraných částí konstrukce dle norem ČSN EN. Výkresová část je vypracována pomocí programu AutoCAD 2011 a namodelování nosné konstrukce, sestavování zátěžových stavů, posouzení a generování kombinací zatížení je provedeno v programu Dlubal RFEM 5.03.

Analytická část práce se zabývá posouzením vybraných částí konstrukce pomocí norem Eurocode 3, metodou MKP (metoda konečných prvků) a pravděpodobnostní metodou SBRA (Simulation-Based Reliability Assessment). V závěru této části dochází k porovnání výsledků s ekonomickým vyjádřením pro danou stavbu.

### **Klíčová slova:**

ocelová a ocelobetonová konstrukce, parkovací dům, Dlubal, SBRA

## ABSTRACT

This master's thesis deals with design and elaboration of project for parking house focusing on the main part of the parking in the design of steel and composite steel and concrete structure.

The thesis aims to elaborate a project documentation and reliability assessment of selected structure part according to ČSN EN standards. Drawing part is made by AutoCAD 2011 and modeling of load-bearing structure, setting up load cases, assessment and generating load combinations is performed in the program Dlubal RFEM 5.03.

Analytical part of the thesis deals with the assessment of selected parts of the structure using standard Eurocode 3, FEM (Finite Element Method) and probabilistic method SBRA (Simulation-Based Reliability Assessment). In conclusion of this section there is compare the results with the economic summary for the construction.

### Keywords:

composite steel and concrete structures, parking house, Dlubal, SBRA

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tuto diplomovou práci na téma „Projekt – parkovací dům pro OS1, OS2 – Plzeň“ jsem vypracoval samostatně pod odborným vedením vedoucího diplomové práce pana Ing. Petra Kesla a za použití odborné literatury uvedené na konci diplomové práce.

V Plzni dne 24. února 2015

.....  
Jakub Voříšek

## PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Petru Keslovi za čas, který mně věnoval při konzultačních hodinách a za trpělivost, ochotu a vstřícnost při tvorbě mé práce.

## OBSAH

ÚVOD .....	10
A. PRŮVODNÍ ZPRÁVA.....	12
A.1.    Identifikační údaje.....	13
A.1.1.    Údaje o stavbě .....	13
A.1.2.    Údaje o stavebníkovi.....	13
A.1.3.    Údaje o zpracovateli projektové dokumentace .....	13
A.2.    Seznam vstupních podkladů.....	13
A.3.    Údaje o území .....	13
A.4.    Údaje o stavbě .....	14
A.5.    Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení.....	17
C. SITUAČNÍ VÝKRESY .....	18
C.1.    Situační výkres širších vztahů .....	19
C.2.    Celkový situační výkres stavby .....	19
C.3.    Koordinační situace.....	19
C.4.    Katastrální situační výkres .....	19
C.5.    Speciální situační výkres.....	19
D. DOKUMENTACE OBJEKTŮ A TECHNICKÝCH A TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ.....	20
D.1.    DOKUMENTACE STAVEBNÍHO NEBO INŽENÝRSKÉHO OBJEKTU .....	21
D.1.1.    ARCHITEKTONICKO-STAVEBNĚ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ.....	22
Technická zpráva .....	23
Výkresová část .....	34



D.1.2.	STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ČÁST.....	35
	Technická zpráva.....	36
	Výkresová část.....	40
D.1.3.	Požárně bezpečnostní řešení.....	40
D.1.4.	Technika prostředí staveb.....	40
	Výkaz materiálu.....	40
	Statické posouzení.....	41
	Posouzení požární odolnosti vybraných nosných prvků.....	65
	ANALYTICKÁ ČÁST.....	71
	ZÁVĚR.....	92
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	93
	SEZNAM POUŽITÉHO SOFTWARE.....	94

## ÚVOD

Tato práce se zabývá zejména návrhem a posouzením ocelové a ocelobetonové konstrukce pro hlavní část parkovacího domu. Již v bakalářském studiu jsem našel oblibu v ocelových konstrukcích a v následném navazujícím studiu k tomu přibila ocelobetonová konstrukce. Snad díky oceli a její rychlosti výstavby, relativnímu snadnému montování dohromady či vlastnostech ocelobetonové konstrukci, která využívá dobrých parametrů obou materiálů, se staly pro mě fascinujícími. Proto jsem si také vybral záměrně kombinaci ocelové a ocelobetonové konstrukce pro moji diplomovou práci.

Moje práce obsahuje návrh situace a řešení parkovacího domu s dvěma rampami po obou podélných stranách objektu. Projekt plní vizi záchytného parkoviště, která počítá s odlehčením automobilové dopravy pro střed města Plzně. Celý objekt se nachází na jednom pozemku v plzeňské okrajové části Černice. Ocelové a ocelobetonové konstrukce na mě působí dojmem lehkosti a otevřenosti, kterou zděné a železobetonové konstrukce často postrádají. Parkovací dům využívá těchto kladů, avšak při návrhu je nutno zvážit veškeré výhody jednotlivých konstrukcí a využít je, nejlépe v jejich kombinaci. Proto železobeton byl použit jak k založení celého objektu v podobě pilot, tak k ztužení celého parkovacího domu pomocí prefabrikovaných dílců a stěn, z kterých jsou vybudované i obě schodiště. V 1.NP jsou situovány sociální zařízení, které jsou kompletně izolované a vyzděné z izolačního systému od Betonových staveb Klatovy. Sloupy a vodorovné deltatrámy jsou čistě z oceli a mezi průvlaky byly použity předpjaté betonové panely, to vše pokryté zmonolitňující betonovou vrstvou. Díky této skladbě bude dosaženo rovného podhledu s možností instalování veškerých nutných rozvodů. Sloupy bude zakrývat betonová vrstva kvůli požární odolnosti.

Parkovací dům bude vybaven světelnou tabulí napojenou na vjezdovou a výjezdovou bránu, která bude zobrazovat počet volných parkovacích míst. Objekt byl navržený tak, aby zatížením i rozměrově včetně všech potřebným poloměrům

vnitřních oblouků, velikosti parkovacích stání, průjezdových šířek či výškových překážek plně vyhovovala automobilům OS1 a OS2 pro snadné a bezproblémové manévrování. Proto také ze studie, ve které byly vytvořeny dvě situace, byla vybrána situace s rampami po obou stranách objektu, která více zohledňuje logické dopravní řešení celého parkovacího domu a to konkrétně směr sjezdové a směr výjezdové rampy. Objekt disponuje s dostatečným parkovacím místem a to i pro imobilní občany.

V programu Dlubal RFEM 5.03 se mně podařilo namodelovat dostatečně přesný model celé hlavní parkovací části s rampami ve 3D a díky tomu jsem mohl přesně zatížit celý objekt dle vytvořených a spočtených zatěžovacích stavů a přiblížit se tak co nejvíce realitě. Pak už jen zbývalo určit dimenze prvků a posoudit jejich spolehlivost. V analytické části, u vybraných ocelových částí konstrukce, jsem porovnal posuzování spolehlivosti dle ČSN EN normy, MKP v programu Dlubal a pravděpodobnostní metodou SBRA (Simulation-Based Reliability Assessment) v programu Anthill. Z dosažených výsledků pak vyplývá určité ekonomické shrnutí.

V závěru se zabývám celkovým shrnutím a zhodnocením práce.

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD

KATEDRA MECHANIKY

OBOR STAVITELSTVÍ

AKADEMICKÝ ROK - 2014/2015

## A. PRŮVODNÍ ZPRÁVA

AKCE:

PROJEKT – PARKOVACÍ DŮM PRO OS1, OS2 - PLZEŇ

## A. Průvodní zpráva

### A.1. Identifikační údaje

#### A.1.1. Údaje o stavbě

##### Název stavby:

Projekt – Parkovací dům pro OS1, OS2 - Plzeň

##### Místo stavby:

K Lutové 21, Plzeň - Černice

Plzeňský kraj, Plzeň-město, k.ú. 620106

parcela 1455/7

##### Předmět projektové dokumentace:

Projektová dokumentace obsahující technické zprávy dle nové vyhlášky ze Sb. zákonů č. 62/2013, výkresovou část (situace, základy, půdorysy, řezy, pohledy) a statické výpočty posuzující stabilitu objektu.

#### A.1.2. Údaje o stavebníkovi

Diplomová práce, Západočeská univerzita v Plzni, Univerzitní 8, Plzeň

#### A.1.3. Údaje o zpracovateli projektové dokumentace

Jakub Voříšek, Sulkovská 216/35, Plzeň 3, 301 00

### A.2. Seznam vstupních podkladů

Vypracovaný investiční záměr včetně ekonomické analýzy a informacemi o pozemkových poměrech.

### A.3. Údaje o území

Dotčený pozemek 1455/7 se nachází ve východní městské části Černice. Na severní straně od objektu jsou staré průmyslové objekty a bytová výstavba. Na západní straně je ve značné vzdálenosti zástavba rodinných domků. Na jižní straně

podélně probíhá pozemní komunikace, ulice K Lutové. Do východní strany od pozemku částečně zasahuje administrativní budova. Kromě západní části jsou všechny pozemky, včetně dotčeného ve vlastnictví města Plzně. Jedná se o pozemek rovinného charakteru s travnatou plochou, který nebyl dosud nijak využíván. Přístup na staveniště bude řešen z ulice K Lutové č. pozemku 1890/2. Určený pozemek není dotčen zájmy chráněné zákonem 439/1992 sb. a nenachází se zde žádná chráněná území přírody dle zákona 114/1992 sb. Území se nenachází v záplavové oblasti.

Neexistuje platný regulační plán a záměr výstavby byl předem projednán s příslušným stavebním úřadem a orgány státní správy. Pozemek určený pro tuto stavbu se řídí platným Územním plánem města Plzně a lze využít k tomuto záměru. Předmětné využití je tedy přípustné. Veškeré požadavky jsou splněny dle č. 501/2006 Sb. vyhláška o obecných požadavcích na využívání území.

Další navržené řešení stavby, které splňuje obecné požadavky na výstavbu:

- č. 500/2006 Sb. vyhláška o územně analytických podkladech, územně plánovací dokumentaci a způsobu evidence územně plánovací činnosti
- č. 503/2006 Sb. vyhláška o podrobnější úpravě územního řízení, veřejnoprávní smlouvy a územního opatření

Pozemky sousedící s dotčeným pozemkem: k.ú. 620106

Parcelní č.	Č. LV	Vlastnické právo	Výměra [m <sup>2</sup> ]	Druh
1890/2	1	Město Plzeň	2647	Ostatní plocha
1455/4	1	Město Plzeň	6391	Ostatní plocha

#### A.4. Údaje o stavbě

Jedná se o novostavbu objektu parkovacího domu trvalého charakteru. Ocelová a ocelobetonová nosná konstrukce a dvě postranní rampy spojující podlaží a zajišťující dopravu mezi nimi. Obě části s navrženými schodišti jsou s prefabrikovaných betonových dílů a jedna je osazena výtahovou šachtou s výtahem. Parkoviště bude menších rozměrů, přesto je zde zohledněna potřeba

maximalizace parkovacích míst včetně míst pro invalidní osoby a vše je řešeno bezbariérově. V přízemí jsou sociální zařízení a elektronické automaty napojené na závory a světelnou tabuli u vjezdu na pozemek, ukazující počet dostupných parkovacích stání. Záměrem stavebníka je vytvoření účelného a levného parkovacího domu, jako záchytné parkoviště pro město Plzeň.

Obecné požadavky na výstavbu jsou splněny pro dokumentaci pro stavební povolení. Dle zákona 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu, vyhlášky č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby a vyhláška 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb.

Při projektování a realizaci samotné stavby se bude postupovat v souladu s platnými právními předpisy, aby byly splněny jednotlivé požadavky dotčených orgánů.

Další navržené řešení stavby, které splňuje obecné požadavky na výstavbu:

- č. 491/2006 Sb. vyhláška o obecných technických požadavcích na výstavbu
- č. 492/2006 Sb. vyhláška o obecných technických požadavcích zabezpečujících užívání staveb osobami s omezenou schopností pohybu a orientace
- č. 62/2013 vyhláška o dokumentaci staveb (dříve zákon č. 499/2006 Sb.)
- č. 502/2006 Sb. vyhláška o obecných technických požadavcích na výstavbu

Navrhované kapacity stavby:	Hlavní park. část	Rampa (2x)
Délka	50,5 m	38 m
Šířka	17,6 m	4,8 m
Výška od ±0,000	10,6 m	2x3,2m
Zastavěná plocha	888 m <sup>2</sup>	160 m <sup>2</sup>
Obestavený prostor	9324 m <sup>3</sup>	1024 m <sup>3</sup>
Výškové osazení	0,000 = 377,8 m. n. m.	
Komunikace a parkování	300 m <sup>2</sup>	
Předpokládané náklady na výstavbu	42 000 000 - 46 000 000,- Kč	

Základní bilance stavby a předpoklady výstavby:

Předpokládaný termín zahájení stavby: 06/2016

Předpokládaný doba výstavby: 16 měsíců

Vjezd na staveniště bude z ulice K Lutové a při výjezdu se bude dbát na řádné očištění nákladních automobilů a stavební techniky. Před zahájením stavby je investor povinen předat dodavateli staveniště se zhotoveným vjezdem.

Následující etapy:

1. Hrubé terénní úpravy
2. Zemní práce
3. Zhotovení přípojek, založení objektu
4. Výstavba parkovacího domu a ramp
5. Zpevněné plochy a dokončovací práce
6. Konečné terénní úpravy

Zařízení staveniště bude rozděleno na následující části:

- skladování stavební materiál
- mezideponie
- manipulační prostor
- přípravné stavební práce
- sociální zařízení

Bude zajištěno, aby stavba neměla mít nežádoucí vliv na okolní provozy ani na životní prostředí. Se vzniklým odpadem ze stavby bude nakládáno dle zákona 125/97 Sb. a při výstavbě vzniknou odpady dle vyhlášky 383/01 Sb.

Materiál jako dřevo, umělé plasty, sklo, papír či keramické tvárnice budou recyklovány a směsný odpad jako jsou například kabely a izolační materiály budou uloženy na veřejnou skládku k tomu určenou. Zemina bude uložena na pozemku



stavby a přebytečný výkopek bude uložen dle instrukcí odboru životního prostředí.  
Ostatní odpad jako například železo bude odvezeno do sběrných surovin.

#### A.5. Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

Stavba se člení do následující stavebních a inženýrských objektů a provozních souborů, které jsou předmětem stavebního povolení.

SO 101 – Parkovací dům

SO 102 – Rampy

SO 103 – Drobné objekty

IO 201 – Komunikace a zpevněné plochy – viz situace

IO 202 – Dopravní opatření – viz situace; koncepce neřešeno

IO 301 – Kanalizace – viz situace; koncepce neřešeno

IO 401 – Vodovod – viz situace; koncepce neřešeno

IO 501 – Elektrorozvody – viz situace; koncepce neřešeno

IO 601 – Venkovní osvětlení – viz situace; koncepce neřešeno

SO 701 – Příprava území – viz situace

SO 801 – Sadové úpravy – viz situace

PS 01 – Technologie; koncepce neřešeno

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD

KATEDRA MECHANIKY

OBOR STAVITELSTVÍ

AKADEMICKÝ ROK - 2014/2015

## C. SITUAČNÍ VÝKRESY

AKCE:

PROJEKT – PARKOVACÍ DŮM PRO OS1, OS2 - PLZEŇ

## C. Situační výkresy

### C.1. Situační výkres širších vztahů

Neřešeno - vzhledem k rozsahu diplomové práce není součástí projektu.

### C.2. Celkový situační výkres stavby

Neřešeno - vzhledem k rozsahu diplomové práce není součástí projektu.

### C.3. Koordinační situace

Výkresová část C.3. – Koordinační situace

### C.4. Katastrální situační výkres

Neřešeno - vzhledem k rozsahu diplomové práce není součástí projektu.

### C.5. Speciální situační výkres

Neřešeno - vzhledem k rozsahu bakalářské práce není součástí projektu.

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD

KATEDRA MECHANIKY

OBOR STAVITELSTVÍ

AKADEMICKÝ ROK - 2014/2015

**D. DOKUMENTACE OBJEKTŮ A  
TECHNICKÝCH A TECHNOLOGICKÝCH  
ZAŘÍZENÍ**

AKCE:

PROJEKT – PARKOVACÍ DŮM PRO OS1, OS2 – PLZEŇ

## D. Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení

### D.1. DOKUMENTACE STAVEBNÍHO NEBO INŽENÝRSKÉHO OBJEKTU

#### D.1.1. Architektonicko-stavební řešení

Technická zpráva

Výkresová část

- D.1.1.1 POHLEDY
- D.1.1.2 ZÁKLADY A KOTEVNÍ SCHÉMA
- D.1.1.3 PŮDORYS 1.NP
- D.1.1.4 PŮDORYS 2.NP - 3.NP
- D.1.1.5 ŘEZY
- D.1.1.6 PŮDORYS STŘECHY

#### D.1.2. Stavebně konstrukční část

Technická zpráva

Výkresová část

- D.1.2.1 KLADEČSKÝ VÝKRES STROPU 1.NP
- D.1.2.2 KLADEČSKÝ VÝKRES STROPU 2.NP - 3.NP
- D.1.2.3 ŘEZY – KONSTRUKČNÍ SCHÉMA

Plán kontroly spolehlivosti konstrukcí

#### D.1.3. Požárně bezpečnostní řešení

#### D.1.4. Technika prostředí staveb

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD

KATEDRA MECHANIKY

OBOR STAVITELSTVÍ

AKADEMICKÝ ROK - 2014/2015

## **D.1.1. ARCHITEKTONICKO-STAVEBNĚ**

### **TECHNICKÉ ŘEŠENÍ**

TECHNICKÁ ZPRÁVA

AKCE:

PROJEKT – PARKOVACÍ DŮM PRO OS1, OS2 - PLZEŇ

## Technická zpráva

### a) účel objektu

Novostavba parkovacího domu v okrajové části města Plzně v blízkosti dálničního sjezdu z D5. Stavba je navržena, aby sloužila jako záchytné parkoviště pro město Plzeň a pomohla odlehčit dopravní situaci v centru a jeho okolí. Parkovací lístek bude sloužit jako jízdenka MHD se stejnou dobou platností jako zaplacená doba parkovacího stání.

### b) zásady architektonického, funkčního, dispozičního a výtvarného řešení a řešení vegetačních úprav okolí objektu, včetně řešení přístupu a užívání objektu osobami s omezenou schopností pohybu a orientace

Novostavba bude sloužit jako parkovací dům s funkcí záchytného parkoviště pro město Plzeň. Bude složen z hlavní parkovací části, který bude sloužit jako parkovací stání, z dvou podélných ramp zajišťujících komunikaci mezi jednotlivými patry a z dvou schodišť umístěnými na koncích hlavní části sloužící jako komunikační prostor pro pěší a zároveň jako chráněné únikové cesty. Jedno schodiště je vybaveno výtahem a veškerý prostor je řešen jako bezbariérový. Rampy mají dostatečně malý sklon pro bezpečný provoz a jsou vybaveny automatickým systémem zabraňujícím namrznání. U vjezdu na pozemek bude umístěna světelná tabule ukazující počet volných parkovacích míst, která bude napojená na vjezdovou a výjezdovou bránu. Parkovací dům je vybaven technickou místností, úklidovou místností a oddělenými sociálními zařízeními včetně separátního pro invalidní osoby (WC-muži, WC-ženy, WC-muži invalidé, WC-ženy invalidé). Parkovací dům bude disponovat s dostatkem parkovacích míst včetně místa pro invalidní osoby.

Parkovací dům je postaven z kombinace oceli, betonu a ocelobetonu s prefabrikovanými železobetonovými dílci a ztužujícími stěnami po obvodu pláště. Po kratších stranách objektu jsou z prefabrikovaných železobetonových prvků postaveny ztužující stěny a prostory pro schodiště. Rampy jsou zcela samonosné a jsou řešeny stejným způsobem jako hlavní parkovací část. K parkovacímu domu jsou napojeny s dilatací. Hlavní vjezd do parkovacího domu je situován na jižní stranu objektu s přímou návazností na pozemní komunikaci, u které objekt leží. Výjezd je umístěn na severní straně a s pozemní komunikací bude spojen s nově vzniklou

komunikací s dostatečnými parametry pro pohodlný výjezd a manipulaci. Vchody na schodiště jsou umístěny proti sobě a dveře na sociální zařízení jsou situovány v přízemí u vstupu na schodiště bez výtahu. Při vjezdu do objektu zákazník obdrží od automatu parkovací lístek a po automatickém zvednutí závory může vjet. Při výjezdu pomocí proplaceného parkovacího lístku u druhého automatu může po otevření výjezdové brány opustit objekt.

Architektonicky je parkovací dům jednoduše řešen, jako objekt kvádrového charakteru s napojeným podélných ramp a schodišťových prostor na krajích domu. Objekt disponuje plochou střechou s atikou a díky využití ocelových sloupů a moderní vodorovné nosné konstrukce s malou tloušťkou bude působit prostorně a vzdušně. Sloupy jsou kryty vrstvou betonu a podhledy stropů jsou díky použitému typu konstrukce čisté a rovné. Barevné sladění by mělo být v šedých tónech pohledových betonů s možností umístění zelených popínavých rostlin nebo loga města Plzně.

Objekt je řešen tak, aby umožňoval bezbariérové užívání stavby osobami se sníženou schopností pohybu a orientace dle vyhlášky č. 398/2009 Sb. O obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání stavby. Nově vybudovaná příjezdová komunikace bude plynule navazovat na vjezd do objektu.

### **c) kapacity, užitkové plochy, obestavěné prostory, zastavěné plochy, orientace, osvětlení a oslunění**

Navrhované kapacity stavby:	Hlavní park. část	Rampa (2x)
Délka	50,5 m	38 m
Šířka	17,6 m	4,8 m
Výška od ±0,000	10,6 m	2 x 3,2m
Zastavěná plocha	888 m <sup>2</sup>	160 m <sup>2</sup>
Obestavený prostor	9324 m <sup>3</sup>	1024 m <sup>3</sup>
Počet trvalých zaměstnanců	0	
Výškové osazení	0,000 = 377,8 m. n. m.	
Komunikace a parkování	300 m <sup>2</sup>	
Počet parkovacích míst	na patro: 20 + 2 ZTP + 6 moto	



**d) technické a konstrukční řešení objektu, jeho zdůvodnění ve vazbě na užití objektu a jeho požadovanou životnost**

Zemní práce

Zemní práce budou prováděny strojně s ručním začištěním výkopů. Ornice bude uložena na mezideponii na severní straně pozemku pro zpětné využití na úpravu pozemku. Po provedení HTÚ se provede vrtání pilot do hloubky 6m o průměru 800mm a inženýrské sítě. Vytěžená zemina při provádění výkopových prací bude uskladněna na pozemku pro zpětné zásypy. Únosnost základové spáry v patě piloty byla průzkumem stanovena na 824,31kPa v zemině třídy F3 měkké konzistence. Nutno dodržovat před započítání betonáže je potřeba ověřit autorizovanou osobou reálnou hloubku základové spáry, správné vyztužení a skutečnost zapsat do stavebního deníku. Okraje výkopové jámy budou dle pokynu geologa, tedy 1:0,75. Nové přípojky a instalační prostupy základy je potřeba chránit proti poškození chráničkami.

Základy

Piloty budou vyztuženy, vybetonovány a na hlavách pilot budou osazeny základové prahy. V ploše pod výtahovou šachtou a mezi piloty a prahy bude beton na zhutněném štěrkové podsypu frakce 0-32mm v tl. 200 mm na hodnoty PS 98%, $E_{def}=85\text{MPa}$ ,  $E_{def1}/E_{def2}=2,3-2,5$ . Celý parkovací dům včetně ramp a schodišť je založen na pilotech o průměru 800mm a hloubky 6m, hlava je vysoká 1m o průměru 1,4m. Hladina podzemní vody (PHV) leží cca 5,4 m pod terénem. Základové piloty a prahy jsou ze železobetonu (C 30/37 XC2), piloty jsou vyztužené ocelí 10 505 (R) 10 x Ø 16mm, krytí výztuže min. 50mm. Po obvodě hlavní části jsou prahy v tl. 400 mm, výška 450 mm a pod schodišťovým prostorem v tl. 200mm, výšky 450mm. Úroveň základové spáry pilot je v hloubce -7,37m. V části napojení ramp je hlava piloty vždy rozšířena obdélníkového tvaru o půdorysu 2x2,4m a 2x1,4m u každého místa se zdvojeným sloupovým ocelovým profilem HEB 300. Výtahová šachta je založena též na pilotech a základových prazích v tl. 200m a výšce 450mm v hloubce dna -1,9m. Pod vyzděnými stěnami pro sociální zařízení jsou na hlavách pilot

osazeny základové prahy v tl. 400 mm a výšce 450 mm. Beton C 30/37 XF2, konzistence S3, frakce 11-22 s příměsí fibrinových vláken a tloušťky 200-250mm dle sklonu v daném místě, bude oboustranně vyztužen dvěma ocelovými KARI sítěmi KY 81 Ø 8/8 mm oka 100/100mm, přesah 2-3 oka a min. krytí 50mm. Dolní uložení hlav pilot je v hloubce -1,250m, horní ve výšce -0,250m a kotvení ve výšce -0,850m. Betonování základových konstrukcí nesmí být prováděno na podmáčenou základovou spáru. Nutná přejímka základové spáry autorizovanou osobou. Po provedení vybetonování pilot, položení prahů a inženýrských sítí se výkop zasype zhutněnou zeminou z výkopu a postupně se bude po 400mm prokládat tahovou geotextilií.

#### Svislé nosné konstrukce

U parkovacího domu na svislé nosné konstrukce je použit ocelový válcovaný profil HEB 300 z oceli S235 s konstrukční výškou 3,2m a světlou výškou 2,83m. Bude kryt betonovou vrstvou 50mm z C30/37 XF2 kvůli požární bezpečnosti a na povrchu natřen hydroizolační nátěrem Sikafloor 264 Thixo. Spodní sloupy budou vetknuty to hlav pilot do hloubky 600mm a připevněny kotevním plechem na dně kalichu 4x závyt. tyč M27 a plechu P20. Ztužující stěny na krajních stranách a uprostřed podélné strany o tloušťce 200mm budou z prefabrikovaných dílců ze železobetonu (C30/37 XF2), vyztužené ocelí 10 505 (R) 10 x Ø 12mm, krytí výztuže min. 50mm. Celý schodišťový prostor včetně výtahové šachty, která bude zateplená foukanou minerální izolací CLIMATONE v tl. 100mm, bude z prefabrikovaných dílců z betonu C30/37 XC2. Konstrukční výška svislé nosné stěny je 3,2m se světlou výškou 2,8m a celková výška i s atikou 10,6m. Atika je tvořena též prefabrikovaným dílcem ze železobetonu C30/37 XC2 o tl. 200mm a výšce 950mm. Po obvodu nahrazuje zábradlí prefabrikované ŽB dílce výšky 1200mm a tl. 200mm zavěšené na sloupech k přispívající ztužení celého objektu.

#### Vodorovné konstrukce

Stropní konstrukce u parkovacího domu je řešena pomocí deltatrámů D25-400 délky 4,9m a 6,2m o výšce 250mm z oceli S355 vyztužen smykovou a protipožární

výztuží 10 505 (R) 2 x Ø 22mm nasunuty na ocelovou konzoly přivařenou k sloupu (kloubové uložení) a na ně kolmě uložené předpjaté betonové Spiroll panely délky 5 a 5,5m o výšce 250mm. To celé je provázáno spřahovací a kleštinovou výztuží 10 505 (R) Ø 14mm. Nadbetonování bude provedeno z betonu C30/37 XF2, konzistence S3, frakce 11-22 s příměsí fibrinových vláken a tloušťky 100-150mm dle sklonu v daném místě. Nutno vynechat prostupy a betonová vrstva bude vyztužena horní výztuží pomocí KARI sítí KY 81 Ø 8/8 oka 100/100mm přesah 2-3 oka s min. krytí 50mm. Celá betonová vrstva i svislé konstrukce do 1m výšky budou na povrchu natřeny hydroizolační nátěrem Sikafloor 264 Thixo či otěruvzdorným nátěrem odolný ropným látkám a určený pro parkovací stání. V nejnižších místech díky vyspádování budou osazeny speciální bezspádové RONN PG 1500 žlaby s odvodňovacími drážky z kompozitního materiálu (chemicky odolné pryskyřice), určené pro parkovací domy. Stejným systémem budou vybudované i komunikační rampy mezi jednotlivými patry. Překlady budou z prvků SUPER IZO TIP-PŘ P5 od Betonové stavby Klatovy. Předepsané uložení překladu pro světlost otvoru < 1500 mm je 125 mm, < 1850 mm je 200 mm a do 3000 mm je 250mm.

U schodišťového prostoru je vodorovná nosné konstrukce řešena pomocí prefabrikovaných železobetonových dílců a zalomených deskových schodišťových panelů z betonu C30/37 XC2, které jsou uloženy na železobetonových nosnících čtvercového průřezu 200x200mm.

### Střecha

Parkovací dům má nosnou konstrukci střechy pomocí deltatrámů, betonových předpjatých panelů Spiroll a betonové vrstvě, viz vodorovné konstrukce. Jedná se o jednoplášťovou plochou střechu se sklonem od 1,5-5%. Střecha je řešena pomocí praného říčního kameniva frakce 16-32mm o tl. 50mm, skladba je podrobně uvedená ve výkresové dokumentaci. Pod ochrannou fólií, hydroizolací a separační vrstvou bude pomocí lehkých izolačních spádových klínů 20 - 410mm na střeše utvořen spád, další vrstva stejné izolace EPS 100S bude konstantní 80mm. Následuje modifikovaný

asfaltový parotěsnicí pás SBS tl. 4mm s penetrační emulzí. K odvodnění střechy poslouží 4 střešní vpusti DN 100 ve výšce 9820mm.

Konstrukce - střecha	Tloušťka [mm]
Prané říční kamenivo frakce 16-32	50
Ochranná textilie FILTEK 500	-
Hydroizolační fólie DEKPLAN 77	15
Separáční textilie FILTEK 300	-
Pěnový polystyren EPS 100 S	80
Spádová klíny – pěnový polystyren EPS 100 S	80
Parotěsnicí modifikovaný asfaltový pás GLASTEK 40 special	4
Penetrační emulze DEKPRIMER	-
Beton C30/37 XF2 s příměsí fibrinových vláken	120
Předpjatý SPIROLL panel PPD 250	250
Celkem	600

### Příčky

Příčky se nachází pouze v přízemí u sociálního zařízení a vyzdí se z tvárnic SUPER IZO SIP-N/4, P5 tl. 300mm a LIVETHERM TP 120 tl. 120mm, bude použita malta MC M5-10. Příčky z TP 120 tvořící kabinky, budou vyzděny do výšky 2000mm. Celé sociální zařízení je kompletně zaizolované buďto již izolačními tvárnicemi SUPER IZO SIP-N/4 nebo dodatečnou izolací ISOVER EPS tl. 80mm.

### Podlahy

#### *Podlaha – schodišťový prostor*

Povrchová stěrka SIKAFLOOR – 350 Elastic	5 mm
Anhydridová litá stěrka	40 mm
Hydroizolační stěrka SikaTop Seal-107	5 mm
ŽB prefabrikovaná deska C 30/37 XC2	200 mm
Zhutněný stěrkový podsyp frakce 0-32mm, PS 98%, $E_{def} = 85\text{MPa}$ , $E_{def1}/E_{def2} = 2,3 - 2,5$	200 mm

*Podlaha – parkovací stání 2.NP - 3.NP*

Hydroizolační nátěr Sikafloor 264 Thixo	3 mm
Beton C30/37 XF2 s příměsí fibrinových vláken + síť KARI KY 81 Ø8/8-100/100	120 mm
Předpjatý SPIROLL panel PPD 250	250 mm

*Podlaha – parkovací stání 1.NP*

Hydroizolační nátěr Sikafloor 264 Thixo	3 mm
Beton C30/37 XF2 s příměsí fibrinových vláken + 2x síť KARI KY 81 Ø8/8-100/100	250 mm
Zhutněný stěrkový podsyp frakce 0-32mm, PS 98%, $E_{def} = 85\text{MPa}$ , $E_{def1}/E_{def2} = 2,3 - 2,5$	200 mm

*Podlaha – sociální zařízení*

Podlahová krytina	10 mm
Betonová mazanina C20/25+síť Ø4/4-100/100	50 mm
Separáčnı PVC fólie	- mm
Extrudovaný polystyren PPS (podlahovı)	50 mm
Geotextilie – 350g/m <sup>2</sup>	- mm
Glastek 40 Speciál (modif. asf. pás)	5 mm
2x Penetrační nátěr	- mm
Beton C30/37 XF2 s příměsí fibrinových vláken + 2x síť KARI KY 81 Ø8/8-100/100	150 mm
Zhutněný stěrkový podsyp frakce 0-32mm, PS 98%, $E_{def} = 85\text{MPa}$ , $E_{def1}/E_{def2} = 2,3 - 2,5$	200 mm

Nosnou konstrukci podlahy tvoří betonová vrstva 150-250 mm z beton C30/37 XF2 s příměsí fibrinových vláken oboustranně vyztužený KARI sítı KY 81 Ø8/8 oka 100/100mm s přesahem 2-3 oka. U schodišťového prostoru následuje Anhydridová litá stěrka v tl. 50mm a u parkovacího prostoru hydroizolační nátěr Sikafloor 264 Thixo v tl. 3mm. V prostoru sociálních zařizeních následuje aplikace 2x penetračního nátěru a položení souvislé vrstvy modifikovaných asfaltových pásu Glastek 40 Speciál tl. 5mm. Dále je geotextilie a následuje tepelná izolace v podobě extrudovaného polystyrenu PPS o tl. 50mm, separační fólie a betonová mazanina C20/25 vyztužená sítı Ø4/4 oka 100/100mm s přesahem 2-3 oka. Na konec je

položena podlahová krytina v našem případě keramická dlažba se soklem 100mm dle výběru investora. Skladby podlah jsou podrobně uvedeny ve výkresové části projektu.

### Výplně otvorů

V objektu jsou navržena plastová eurookna pěti-komorová s bezpečnostním sklem CONNEX, zasklení tepelně izolačním průhledným dvojsklem  $U_w = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Dveře na sociální zařízení a budou hliníkové pěti-komorové. Všechny vnitřní dveře na schodiště budou i se zárubní protipožární k dosažení chráněné únikové cesty.

### Omítky

Vše bude provedeno pohledovým betonem až na zděné stěny u sociálního zařízení, které bude z venku neomítnuté z pohledového zdiva a vnitřní omítky na sociálním zařízení budou v tl. 15mm a následovat bude malba.

#### *Obvodová stěna u WC - SUPER IZO SIP-N/4*

Zdivo SUPER IZO SIP-N/4+

MC M5-10	300 mm
Jádrová + štuková omítka	15 mm
Malba	- mm

#### *Obvodová stěna u WC - SUPER IZO SIP-N/4*

ŽB prefabrikovaná deska z betonu C30/37 XC2	200 mm
ISOVER EPS	80 mm
LIVETHERM TP 120 + MC M5-10	120 mm
Jádrová + štuková omítka	15 mm
Malba	- mm

Obvodová stěna bude vyzděná buďto systémem SUPER IZO tvárnici SIP-N/4+, která je již zateplená nebo k přiléhající ŽB prefabrikované desce bude instalovaná tepelná izolace v podobě ISOVER EPS tl. 80mm, poté se přizdí příčka ze systému LIVETHERM tvárnici TP 120 v tl. 120mm. Konečná vrstva se provede nanesení jádrové a štukové omítky. Celé sociální zařízení bude odizolované, aby se zabránilo promrzání a tepelným mostům. Vnitřní obklady budou v místnostech sociálního zařízení, úklidové místnosti ve výšce 2000mm.

### Tepelné a akustické izolace

Do podlah u sociálních zařízení je použit extrudovaný polystyren PPS (podlahový) tl. 50mm, do zeminy k izolování dna výtahové šachty je použit extrudovaný polystyren styrodur 2800 C tl. 50mm.

### Izolace proti zemní vlhkosti a radonu

Navrženo 2x penetrační nátěr, 5mm Glastek 40 Speciál (modifikační asfaltový pás) a geotextilie.

### Podhledy

U parkovacího domu jsou spodní strany stropů zcela rovné a bude zde plně přiznané vedení veškerých potřebných technologií. U sociálních zařízení bude zavěšen zateplený podhled ze zeleného sádkkartonu pro koupelny a tepelnou izolací ISOVER tl. 100mm.

### Zámečnické a klempířské výrobky

Oplechování parapetů a lemování atiky je provedeno plechem 0,8mm (S235).

### **e) tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a výplní otvorů**

Vzhledem k rozsahu diplomové práce, která se zaměřuje na hlavní parkovací část, není tato část řešena, avšak s přihlédnutím na typ a užívání této stavby, není nutné detailně řešit. U sociálních zařízení zjednodušeným orientačním výpočtem můžeme soudit, že skladby obálkové konstrukce splňují požadavky normy ČSN 73 0540 na požadovaný součinitel.

### **f) způsob založení objektu s ohledem na výsledky inženýrskogeologického a hydrogeologického průzkumu**

Inženýrsko-geologickým průzkum byly zjištěny jednoduché geologické a základové poměry. Základové konstrukce budou založeny na pilotech v zemině F3 s únosností základové spáry v patě piloty 824,31kPa. Hladina podzemní vody leží cca 5,4m pod terénem. Základové konstrukce budou vyztuženy a vybetonovány na zhutněném násypu či štěrkovém podsypu frakce 0-32mm v tl. 200mm na hodnoty PS 98%,  $E_{def}=85\text{MPa}$ ,  $E_{def1}/E_{def2}=2,3-2,5$ .

Parkovací dům včetně ramp je založen kompletně na pilotech, ty jsou z vyztuženého betonu (C 30/37 XC2) s výztuží 10 505 (R) 10 x Ø 16mm, krytí výztuže min. 50mm a vyvrtány do 6m hloubky o průměru 800mm. Hlava pilot je vysoká 1m a o průměru 1400mm. Dolní uložení hlav pilot je v hloubce -1,250m, horní ve výšce -0,250m a kotvení ve výšce -0,850m. Na hlavách pilot budou osazeny základové prahy ze železobetonu (C 30/37 XC2), po obvodu a pod zděnými stěnami v tl. 400 mm, výška 450 mm, pod ztužujícími ŽB prefabrikovanými dílci a schodišťovými prostory včetně výtahové šachty budou prahy o tl. 200mm a výšce 450mm. Úroveň základové spáry pilot je v hloubce -7,37 m. V části napojení ramp je hlava piloty vždy rozšířena obdélníkového tvaru o půdorysu 2x2,4m a 2x1,4m u každého místa se zdvojeným sloupovým ocelovým profilem HEB 300. V ploše pod výtahovou šachtou a mezi piloty a prahy bude beton na zhutněném štěrkové podsypu frakce 0-32mm v tl. 200 mm na hodnoty PS 98%, Edef=85MPa, Edef1/Edef2=2,3-2,5. Beton C 30/37 XF2, konzistence S3, frakce 11-22 s příměsí fibrinových vláken a tloušťky 200-250mm dle sklonu v daném místě, bude oboustranně vyztužen dvěma ocelovými KARI sítěmi KY 81 Ø 8/8 mm oka 100/100mm, přesah 2-3 oka a min. krytí 50mm.

Betonování základových konstrukcí nesmí být prováděno na podmáčenou základovou spáru. Nutná přejímka základové spáry autorizovanou osobou. Po provedení řádného vyztužení a vybetonování pilot, položení prahů a inženýrských sítí, se výkop zasype zhutněnou zeminou z výkopu a postupně se bude po 400mm prokládat tahovou geotextilií.

Z hlediska těžitelnosti dle ČSN 73 3050 - Zemní práce, kromě vrtaných hlubinných pilot pomocí vrtné soupravy, začleňujeme většinu zemin zastížených do návrhové hloubky založení objektů do 1. - 2. třídy a tedy zemní práce budou zajištěny běžnými mechanismy a postupy. Nepažené výkopy je možno realizovat ve sklonu 1:1 a výkopy mělkého charakteru (do 1m) cca 1:0,75.

#### **g) vliv objektu a jeho užívání na životní prostředí**

Budoucí stavba nebude nijak zvlášť ovlivňovat okolní stavby a pozemky. Při provozu budou vznikat pouze emise z automobilové dopravy, které budou ve srovnání se současnou dopravou minimální. Splašková a dešťová voda budou odváděny oddělenou kanalizací. Komunální odpad bude zcela minimální a to jen



z provozu užívání sociálních zařízení, který bude ukládán do separovaných nádob na něj určených (sklo, plast, papír) v nejbližším okolí.

Před začátkem výstavby proběhne na pozemku kácení náletových křovin a dřevin, které budou posléze recyklovány. Pokud při realizaci stavby dojde k poškození zeleně mimo staveniště, je nutné provést revitalizaci zeleně.

Novostavba bude postavena tak, aby neměla negativní vliv na přírodu a krajinu a nedocházelo ani k poškození ekologických funkcí a vazeb v krajině.

Pozemek se nenachází v soustavě chráněného území Natura 2000 a ani na něj nemá negativní vliv.

Zohlednění podmínek ze závěru zjišťovacího řízení nebo stanoviska EIA není vzhledem k rozsahu diplomové práce součástí této zprávy. Bude řešeno a vyhotoveno samostatně autorizovanou osobou a přiloženo k dokumentaci.

#### **h) dopravní řešení**

Na pozemku bude zhotovena komunikace o šířce 3,8m s odvodněním, která bude sloužit pro osobní i nákladní automobily do 3,5t. Napojení komunikace bude v jižní části pozemku na místní komunikace s k.č. 1890/2. Na samotném pozemku nebude žádné parkovacích stání a v objektu bude na patro 22 parkovacích stání, z toho 2 budou určena pro parkování osob s omezenou schopností pohybu. Každé patro kromě přízemí disponuje 6 parkovacími stáními pro motocykly.

V areálu jsou navrženy parkovací stání pro osobní automobily o rozměrech 5300 x 2500mm, pro ZTP osoby 5300 x 5000mm a místo pro motocykl o rozměrech 5300 x 1900mm, vše v souladu s normou ČSN 73 6056. V objektu jsou navrženy obrubníky včetně ramp o výšce 120mm. Cyklistické stezky se v zájmovém území nevyskytují.

Ve výkresové části je zakres napojení, osy komunikace, všech potřebných vzdálenostních kót, sklonů odvodnění a poloměrů a rozhledové trojúhelníky. Dopravní značení bude doplněné po konzultaci s PČR.

#### **i) ochrana objektu před škodlivými vlivy vnějšího prostředí, protiradonová opatření**

Dotčené území se nachází v oblasti s nízkou hodnotou převažujícího radonového indexu a vzhledem pro trvale provětrávané budově není nutné řešit speciální opatření v podobě protiradonové izolace, navíc navržená hydroizolace z modifikovaného asfaltového pásu Glastek 40 Speciál tl. 5mm v podlaze u sociálních zařízení je dostačující.

#### **j) dodržení obecných požadavků na výstavbu**

Stavba bude prováděna v souladu s vyhláškou č. 268/2009 Sb. O technických požadavcích na stavby. Při realizaci objektu je nutné se řídit daným řešením, které je obsahem technických zpráv či v poznámkách ve výkresové dokumentaci. Je třeba dbát pokynů výrobce jednotlivých materiálů, dle jejich technologických předpisů. Při podstatném rozporu jednotlivých údajů, je nutno vyžádat vyjádření projektanta.

Tím budou stanoveny základní požadavky na stavebně technické řešení stavby, které je v působnosti obecných stavebních úřadů a orgánu obcí. Dodavatel stavby musí postupovat dle vyhlášky a zajistit, že staveniště bude zřízeno tak, aby mohla být stavba řádně a bezpečně prováděna.

### **Výkresová část**

Výkresová dokumentace je umístěna v příloze

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD

KATEDRA MECHANIKY

OBOR STAVITELSTVÍ

AKADEMICKÝ ROK - 2014/2015

## **D.1.2. STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ČÁST**

TECHNICKÁ ZPRÁVA

AKCE:

PROJEKT – PARKOVACÍ DŮM PRO OS1, OS2 - PLZEŇ

## Technická zpráva

### a) popis navrženého konstrukčního systému stavby

Stavba parkovacího domu se skládá z hlavní parkovací části, schodišťových sekcí na krajích objektu a komunikačních ramp mezi patry. Parkovací dům má tři nadzemní podlaží, nosné svislé prvky jsou ocelové válcované sloupy profilu HEB 300 a stěny z prefabrikovaných ŽB desek. Nosné vodorovné prvky jsou ocelové deltatrámy D25-400 kloubově uloženy na malých ocelových konzolách připevněných na sloupy, předepjaté betonové SPIROLL panely, beton s vyztužením zajišťující spřažení celé konstrukce a stropní desky z prefabrikovaných ŽB dílů. Celý objekt včetně ramp a schodišťových sekcí je založen na pilotech. Přes sloupy a základová prahy se dostává veškeré zatížení do pilot. Rampy mají vlastní založení na pilotech a jsou zcela samonosné. Sloupy jsou vetknuty vložením do kalichu s kotevním plechem v hlavách pilot.

### b) navržené výrobky, materiály a hlavní konstrukční prvky

Hlavní konstrukční prvky objektu jsou základové piloty, základové prahy, ocelové sloupy, ocelové deltatrámy, betonové panely, vyztužený beton, prefabrikované ztužující stěny, prefabrikované dílce

#### Základové konstrukce

- Základové piloty do hloubky 6m a průměru 800mm z betonu C30/37 XC2 vyztužené ocelí 10 505 (R) 10x Ø 16mm, krytí výztuže min. 50mm, hlava výšky 1m a průměru 1400mm
- Základové prefabrikované prahy z vyztuženého betonu C30/37 XC2 tl. 200mm a 400mm o výšce 450mm
- Beton C30/37 XF2 s příměsí fibrinových vláken oboustranně vyztužený dvěma ocelovými KARI sítěmi KY 81 Ø 8/8 mm oka 100/100mm, přesah 2-3 oka a krytí 50mm
- Deska z prefabrikovaného vyztuženého betonu C30/37 XC2 tl. 200mm

### Svislé konstrukce

- Ocelové válcované profily HEB 300 (S235)
- Segmenty z prefa vyztuženého betonu C30/37 XC2 tl. 200mm
- Tvárnice LIVETHERM TP 120 s maltou MC M5-10
- Tvárnice SUPER IZO SIP-N/4 s maltou MC M5-10

### Vodorovné konstrukce

- Deltatrámy D25-400 (S355)
- Předepjaté betonové panely SPIROLL PPD 250
- Nadbetonování C30/37 XF2, frakce 11-22mm, s příměsí fibrinových vláken vyztužený ocelovou KARI sítí KY 81 Ø 8/8 mm oka 100/100mm, přesah 2-3 oka a krytí 50mm
- Nosník z prefa vyztuženého betonu C30/37 XC2, 200x200mm
- Anhydridová litá stěrka v tl. 50mm
- Betonová mazanina C20/25 + síť Ø4/4-100/100
- Překlady jsou ze systému SUPER IZO TIP-PŘ P5

### Schodiště

- Zalomená deska z prefabrikovaného vyztuženého betonu C30/37 XC2

### Hydroizolace

- Modifikovaný asfaltová pás Glastek 40 Speciál, 5mm
- Hydroizolační fólie z PVC DEKPLAN 77

### Tepelná izolace

- Extrudovaný polystyren PPS (podlahový), tl. 50mm
- Extrudovaný polystyren styrodur 2800 C tl. 50mm
- Tepelně izolační desky EPS 100 S tl. 80 mm
- Tepelně izolační spádové klíny EPS 100 S tl. 20 - 410 mm
- ISOVER EPS tl. 80mm
- Tepelně minerální izolace CLIMATONE v tl. 100mm

### c) hodnoty užitných, klimatických a dalších zatížení uvažující při návrhu nosné konstrukce

Statický výpočet je obsazen v části statické posouzení (viz níže). Bylo vypracováno posouzení hlavních nosných konstrukcí parkovacího domu a proveden základní statický návrh.

Po celou životnost stavby, včetně výstavby, nesmí konstrukce překročit stanovené limity návrhu, a pokud nebudou dodrženy všechny předpisy a nařízení, může dojít k zřícení nebo k přetvoření, které by způsobilo poškození jiných částí stavby.

#### Uvažované zatížení

- Vlastní tíha jednotlivých konstrukcí a technologií
- Užitné zatížení
- Zatížení sněhem
- Zatížení větrem
- Mimořádné zatížení – náraz
- Montážní zatížení (+ údržba)

stálé zatížení (součinitel zatížení  $G \gamma = 1,35$ )

užitné zatížení –  $5\text{kN/m}^2$  (součinitel zatížení  $\gamma = 1,50$ )

zatížení sněhem - I. sněhová oblast; zatížení celoplošné =  $0,488\text{kN/m}^2$ ; zatížení navátím =  $0,569\text{kN/m}^2$  (součinitel zatížení  $\gamma = 1,50$ )

zatížení větrem - II. větrová oblast s výchozí základní rychlostí větru  $25\text{ m/s}$ , kategorie terénu II.; výchozí zatížení =  $1,00\text{kN/m}^2$  (součinitel zatížení  $\gamma = 1,50$ )

mimořádné zatížení nárazem – zatížení v podobě bodové síly =  $100\text{kN}$  (součinitel zatížení  $\gamma = 1,50$ )

Montážní zatížení – zatížení =  $0,75\text{kN/m}^2$  (součinitel zatížení  $\gamma = 1,50$ )

Zatížení konstrukce vycházela z vytvořených 14 zatěžovacích stavů, z kterých vzniklo 7 skupin kombinací zatížení zatěžovacích stavů a následně z nich vytvořená

výsledná kombinace zatěžovacích stavů (tzn. obálka kombinací zatěžovacích stavů), kterou se konstrukce zatížila, navrhla a posoudila.

**d) návrh zvláštních, neobvyklých konstrukcí, konstrukčních detailů, technologických postupů**

V projektu parkovacího domu se nenachází zvláštní, neobvyklé konstrukce, konstrukční detaily ani technologické postupy, kromě veškeré technologie spojené s elektronickým systémem obou bran, světelné tabule u vjezdu na pozemek a automatické protimrznuocímu systému nainstalovaným na rampách. To vše bude popisováno a řešeno specializovanou firmou v samostatné technické zprávě a ve výkresové dokumentaci, která není vzhledem k rozsahu diplomové práce součástí.

**e) zásady pro provádění bouracích prací a zpevňovacích konstrukcí či postupů**

V rámci novostavby nebudou prováděny žádné bourací, zpevňovací či podchycovací práce. Zajištění výkopů je navrženo patřičným svahováním.

**f) požadavky na kontrolu zakrývaných konstrukcí**

Kontrolu bude provádět technický dozor, dle definování ČSN ENV 13760-1 a ČSN 73 2480 Provádění a kontrola montovaných konstrukcí. Bude provedena důkladná kontrola výztuže železobetonových částí a jiných konstrukcí, u kterých je kladen důraz na kvalitu provedení.

**g) specifické požadavky na rozsah a obsah dokumentace pro provádění stavby, případně dokumentace zajišťované jejím zhotovitelem**

Před zahájením výstavby je nutné nechat vypracovat realizační a výrobní dodavatelskou dokumentaci. Dokumentace pro provádění stavby by měla vycházet z dokumentace určené pro stavební povolení. Výstavba musí být v souladu s ČSN ENV 13760-1 a veškeré stavební prvky musí mít odpovídající certifikace.

## Výkresová část

Výkresová dokumentace je umístěna v příloze

## Plán kontroly spolehlivosti konstrukcí

Vzhledem k rozsahu diplomové práce není součástí této zprávy.

### D.1.3. Požárně bezpečnostní řešení

Není součástí této projektové dokumentace - neřešeno

### D.1.4. Technika prostředí staveb

Není součástí této projektové dokumentace – neřešeno

## Výkaz materiálu

Výkaz materiálu je umístěn v příloze



# Statické posouzení

## Parkovací dům pro OS1, OS2

Základní údaje:

Založeno na pilotech o průměru 800mm v zemině třídy F3, konzistence měkká

Nosná konstrukce hlavní části pro parkovací místa se skládá z prvků typu:

- Deltatrám D25-400 (ocel S355), spřahovací a kleštinová výztuž 10 505 (B500B), prefabrikované předpjaté panely Spiroll PPD 250, beton C30/37 XF2 s příměsí fibrinových vláken, HEB profil 300 (ocel S235)
- Ztužující ŽB stěny s výztuží 10x  $\varnothing$ 12 10 505 (B500B) a prefabrikované dílce z betonu C30/37 XF2 frakce 11-22, konzistence S3
- Základové prefabrikované prahy a piloty z C30/37 XC2

Rozměr posuzované hlavní části parkovacího domu:

- Cca 51m x 18m a výška 10,5m (k.v. 3,2m z toho světlá výška 2,8m)
- Osová vzdálenost sloupů v podélném směru 5,4m a 5,9m
- Osová vzdálenost sloupů v příčném směru 5,3m a 6,4m
- Osová vzdálenost deltatrámů v podélném směru 5,4m a 5,9m

**Zatěžovací stavy:**

ZS1: Vlastní tíha konstrukce (včetně stropů, střechy a ztužujících stěn)

Konstrukce – strop	Tloušťka [mm]	$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Hydroizolační nátěr Sikafloor 264 Thixo	-	-
Beton C30/37 XF2 s příměsí fibrinových vláken	120	3,0
Předpjatý SPIROLL panel PPD 250	250	1,5
Celkem	370	4,5

Konstrukce - střecha	Tloušťka [mm]	$g_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]
Prané říční kamenivo frakce 16-32	50	0,72
Ochranná textilie FILTEK 500	-	-
Hydroizolační fólie DEKPLAN 77	15	-
Separáční textilie FILTEK 300	-	-
Pěnový polystyren EPS 100 S	80	0,02
Spádová klíny – pěnový polystyren EPS 100 S	80	0,02
Parotěsnící modifikovaný asfaltový pás GLASTEK 40 special	4	0,045
Penetrační emulze DEKPRIMER	-	-
Beton C30/37 XF2 s příměsí fibrinových vláken	120	3,0
Předpjatý SPIROLL panel PPD 250	250	1,5
Celkem	600	5,305

Ztužující ŽB stěna 5x2,8x0,2m (2500kg/m<sup>3</sup>) => 70kN

Ztužující ŽB stěna 6x2,8x0,2m (2500kg/m<sup>3</sup>) => 70kN

Prefabrikované ŽB dílce 5x1,2x0,2m (2500kg/m<sup>3</sup>) => 30kN (5,5m => 33kN)

ZS2: Užité zatížení – 100% na celé ploše

$$g_k^{ZS2} = 5 \text{ kN/m}^2$$

$$g_d^{ZS2} = g_k * \gamma_i = 5 * 1,5 = 7,5 \text{ kN/m}^2$$

ZS3: Užité zatížení – šachovnicově zatíženo

$$g_k^{ZS3} = 5 \text{ kN/m}^2$$

$$g_d^{ZS3} = g_k * \gamma_i = 5 * 1,5 = 7,5 \text{ kN/m}^2$$

ZS4: Užité zatížení – 100% na jedné polovině a 0% na druhé polovině

$$g_k^{ZS4} = 5 \text{ kN/m}^2$$

$$g_d^{ZS4} = g_k * \gamma_i = 5 * 1,5 = 7,5 \text{ kN/m}^2$$

ZS5: Technologie (světlo, protipožární systém,...)

$$g_k^{ZS5} = 0,25 \text{ kN/m}^2$$

$$g_d^{ZS5} = g_k * \gamma_i = 0,25 * 1,35 = 0,338 \text{ kN/m}^2$$

### ZS6 – ZS8: Zatížení sněhem

Sklon střechy  $\alpha \leq 5^\circ$

Lokalita: Plzeň je v I. sněhové oblasti:

Charakteristická hodnota zatížení sněhem:  $s_k = 0,61 \text{ kN/m}^2$

Charakteristické zatížení sněhem:  $s = \mu_i * c_e * c_t * s_k$

Tvarový součinitel  $\mu_i$ :  $\mu_1 = 0,8$  a  $\mu_2 = 0,8 + 0,8 * \alpha / 30 = 0,9333$

$C_e = 1$  ... součinitel expozice (typ krajiny – normální)

$C_t = 1$  ... tepelný součinitel (střechy s tepelnou propustností menší než  $1 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

ZS6: 100% zatížení sněhem na celé ploše střechy

$$\mu_1 = 0,8$$

$$g_k^{ZS6} = s = 0,8 * 1 * 1 * 0,61 = 0,488 \text{ kN/m}^2$$

ZS7: 100% zatížení sněhem na jedné polovině střechy a na druhé jen 50% zatížení

$$g_k^{ZS7} = s_{50\%} = \frac{s}{2} = \frac{0,488}{2} = 0,244 \text{ kN/m}^2$$

ZS8: zatížení sněhem – návětrí

$$\mu_2 = 0,9333$$

$$g_k^{ZS8} = s = 0,9333 * 1 * 1 * 0,61 = 0,569 \text{ kN/m}^2$$

### ZS9 – ZS12: Zatížení větrem

Plzeň se nachází v II. větrné oblasti => výchozí základní rychlost větru  $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

Kategorie terénu III. součinitel terénu  $k_r = 0,19$

minimální výška  $z_{\min} = 5 \text{ m}$

třecí výška  $z_0 = 0,3 \text{ m}$

Základní rychlost větru:  $v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0}$

$c_{dir} = 1$  ... součinitel směru větru (pro ČR)

$c_{season} = 1$  ... součinitel ročního období

$$v_b = c_{dir} * c_{season} * v_{b,0} = 1 * 1 * 25 = 25 \text{ m/s}$$

Charakteristická střední rychlost větru ve výšce z nad terénem:  $v_m(z) = c_r(z) * c_0(z) * v_b$

$c_0(z)$  součinitel orografie – horopisu (není zvětšena o více jak 5% vlivem orografie) =>

$$c_0(z) = 1$$

$c_r(z)$  součinitel nerovnosti terénu:

$$c_r(z) = k_r * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \text{ pro } z_{min} \leq z \leq z_{max} \Rightarrow (5 \leq 10 \leq 200) \checkmark$$

$$c_r(z) = c_r(z_{min}) \text{ pro } z \leq z_{min}$$

$$z_{min} = 2\text{m}; z = 10\text{m}; z_{max} = 200\text{m}$$

$$k_r = 0,19 * \ln\left(\frac{z_0}{z_{0II}}\right)^{0,07} = 0,19 * \ln\left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,07} = 0,198$$

$$c_r(z) = k_r * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,198 * \ln\left(\frac{10}{0,05}\right) = 1,05$$

$$v_m(z) = c_r(z) * c_0(z) * v_b = 1,05 * 1 * 25 = 26,25 \text{ m/s}$$

Maximální charakteristický tlak:  $q_p(z) = [1 + 7 * I_v(z)] * 0,5 * \rho * v_m^2(z)$

$\rho$  značí měrnou hmotnost vzduchu, která závisí na nadmořské výšce, teplotě a tlaku vzduchu (většinou  $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ )

Vliv turbulencí:  $I_v(z) = \frac{k_I}{c_0(z) * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} \text{ pro } z_{min} \leq z \leq z_{max}$

$k_I$  ... součinitel turbulence (většinou roven 1)

$$I_v(z) = \frac{k_I}{c_0(z) * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1}{1 * \ln\left(\frac{10}{0,05}\right)} = 0,189$$

$$q_p(z) = [1 + 7 * I_v(z)] * 0,5 * \rho * v_m^2(z) = [1 + 7 * 0,189] * 0,5 * 1,25 * 26,25^2 = 1000,43 \text{ N/m}^2 = 1,0 \text{ kN/m}^2$$

Vzhledem k půdorysným rozměrům objektu cca 51m x 18m =>  $A > 10\text{m}^2$  =>  $c_{pe,10}$

ZS9: Vitr – svislé stěny: (delší strana)

$d = 18\text{m}$  ... šířka objektu

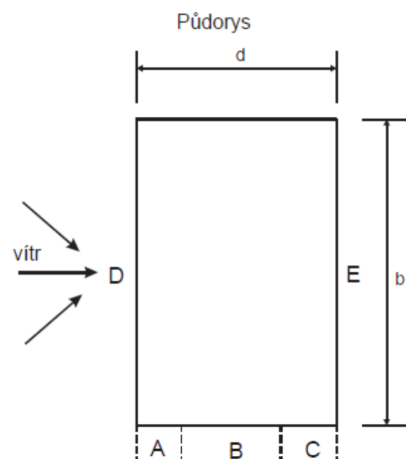
$e$  ... menší z hodnot:  $\min(b; 2h)$

$b = 51\text{m}; h = 10\text{m}$  ...  $e = \min(51; 20) \Rightarrow e =$

20m

$$w_e = q_p(z) * c_{pe,10}$$

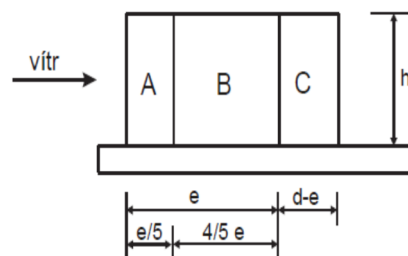
$h/d = 10/18 = 0,555 \Rightarrow$  u B, D a E (interpolace)



	A	B	C	D	E
$C_{pe,10}$	-1,2	-1,0	-0,5	+0,74	-0,44
$w_e$	-1,2	-1,0	-0,5	+0,74	-0,44

Maximální zatížení:  $g_k^{ZS9+} = 0,74 \text{ kN/m}^2$

$g_k^{ZS9-} = -1,2 \text{ kN/m}^2$



Přepočítání na sloupy (osovou vzdálenost 5,4m):

$$F^{ZS9+} = b * g_k = 5,4 * 0,74 = 3,99 \text{ kN/m'}$$

$$F^{ZS9-} = b * g_k = 5,4 * -1,2 = -6,48 \text{ kN/m'}$$

Přepočítání na sloupy (mezi osovou vzdáleností 5,4m a 5,9m):

$$F^{ZS9+} = b * g_k = 5,65 * 0,74 = 4,18 \text{ kN/m'}$$

$$F^{ZS9-} = b * g_k = 5,65 * -1,2 = -6,78 \text{ kN/m'}$$

Přepočítání na sloupy (osovou vzdálenost 5,9m):

$$F^{ZS9+} = b * g_k = 5,9 * 0,74 = 4,37 \text{ kN/m'}$$

$$F^{ZS9-} = b * g_k = 5,9 * -1,2 = -7,08 \text{ kN/m'}$$

pozn. - krajní sloupy zatíženy s poloviční hodnotou

ZS10: Vítr – svislé stěny: (kratší strana)

$d = 51\text{m}$  ... šířka objektu

$e$  ... menší z hodnot:  $\min(b; 2h)$

$b = 18\text{m}; h = 10\text{m}$  ...  $e = \min(36; 20) \Rightarrow e = 20\text{m}$

$$w_e = q_p(z) * c_{pe,10}$$

$$h/d = 10/51 = 0,196 \Rightarrow$$

	A	B	C	D	E
$C_{pe,10}$	-1,2	-0,8	-0,5	+0,7	-0,3
$w_e$	-1,2	-0,8	-0,5	+0,7	-0,3

Maximální zatížení:  $g_k^{ZS10+} = 0,7 \text{ kN/m}^2$

$g_k^{ZS10-} = -1,2 \text{ kN/m}^2$

Přepočítání na krajní sloupy:

$$F^{ZS10+} = b * g_k = 5,3/2 * 0,74 = 1,96kN/m'$$

$$F^{ZS10-} = b * g_k = 5,3/2 * -1,2 = -3,18kN/m'$$

Přepočet na střední sloupy:

$$F^{ZS10+} = b * g_k = 5,85 * 0,74 = 4,33kN/m'$$

$$F^{ZS10-} = b * g_k = 5,85 * -1,2 = -7,02kN/m'$$

### ZS11: Vítr působící na střechu: (delší strana)

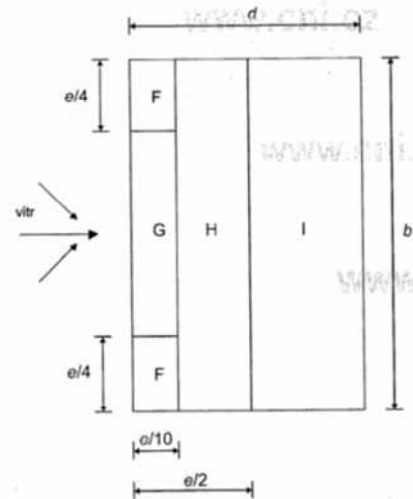
Sklon střechy je  $\leq 5^\circ$ .

$d = 18m$  ... šířka objektu

$e$  ... menší z hodnot:  $\min(b; 2h)$

$b = 51m$ ;  $h = 10m$  ...  $e = \min(51; 20) \Rightarrow e = 20m$

$$w_e = q_p(z) * c_{pe,10}$$



$\alpha = 5^\circ$	F	G	H	I
$c_{pe,10}$	-1,4	-0,9	-0,7	+0,2
				-0,2
$w_e$	-1,4	-0,9	-0,7	+0,2
				-0,2

Maximální zatížení:  $g_k^{ZS11+} = 0,2 \text{ kN/m}^2$

$$g_k^{ZS11-} = -1,4 \text{ kN/m}^2$$

Přepočet na deltatrám (osová vzdálenost 5,4m):

$$F^{ZS11+} = b * g_k = 5,4 * 0,2 = 1,08kN/m'$$

$$F^{ZS11-} = b * g_k = 5,4 * -1,4 = -7,56kN/m'$$

Přepočet na deltatrám (mezi osovou vzdáleností 5,4m a 5,9m):

$$F^{ZS11+} = b * g_k = 5,65 * 0,2 = 1,13kN/m'$$

$$F^{ZS11-} = b * g_k = 5,65 * -1,4 = -7,91kN/m'$$

Přepočet na deltatrám (osová vzdálenost 5,9m):

$$F^{ZS11+} = b * g_k = 5,9 * 0,2 = 1,18kN/m'$$

$$F^{ZS11-} = b * g_k = 5,9 * -1,4 = -8,26kN/m'$$

Vítr působící na střechu:

(kratší strana)

Vítr působící na střechu ve směru kolmé na kratší stranu, zatíží deltatrámy zcela shodně jako u delší strany, díky ploché střeše s atikou a uvažování maximálního zatížení z tabulky => lze tedy přeskočit.

ZS12: Mimořádné – náraz do středního sloupu v příčném směru ve výšce 1m

$$g_k^{ZS11} = 100 \text{ kN}$$

$$g_d^{ZS11} = g_k \cdot \gamma_{fi} = 100 \cdot 1,5 = 150 \text{ kN}$$

ZS13: Mimořádné – náraz do středního sloupu v podélném směru ve výšce 1m

$$g_k^{ZS12} = 100 \text{ kN}$$

$$g_d^{ZS12} = g_k \cdot \gamma_{fi} = 100 \cdot 1,5 = 150 \text{ kN}$$

ZS14: Montážní zatížení (+ údržba)

$$g_k^{ZS13} = 0,75 \text{ kN/m}^2$$

$$g_d^{ZS13} = g_k \cdot \gamma_{fi} = 0,75 \cdot 1,5 = 1,125 \text{ kN/m}^2$$

**Souhrn návrhového zatížení:**

$$g_d^{ZS2} = g_k^{ZS2} \cdot \gamma_i = 5 \cdot 1,5 = 7,5 \text{ kN/m}^2$$

$$g_d^{ZS3} = g_k^{ZS3} \cdot \gamma_i = 5 \cdot 1,5 = 7,5 \text{ kN/m}^2$$

$$g_d^{ZS4} = g_k^{ZS4} \cdot \gamma_i = 5 \cdot 1,5 = 7,5 \text{ kN/m}^2$$

$$g_d^{ZS5} = g_k^{ZS5} \cdot \gamma_i = 0,25 \cdot 1,35 = 0,338 \text{ kN/m}^2$$

$$g_d^{ZS6} = g_k^{ZS6} \cdot \gamma_i = 0,488 \cdot 1,5 = 0,732 \text{ kN/m}^2$$

$$g_d^{ZS7} = g_k^{ZS7} \cdot \gamma_i = 0,244 \cdot 1,5 = 0,366 \text{ kN/m}^2$$

$$g_d^{ZS8} = g_k^{ZS8} \cdot \gamma_i = 0,569 \cdot 1,5 = 0,854 \text{ kN/m}^2$$

$$g_d^{ZS9+} = g_k^{ZS9+} \cdot \gamma_i = 0,74 \cdot 1,5 = 1,1 \text{ kN/m}^2; F^{ZS9+} = 5,99 (6,27; 6,55) \text{ kN}$$

$$g_d^{ZS9-} = g_k^{ZS9-} * \gamma_i = -1,2 * 1,5 = -1,8 \text{ kN/m}^2;$$

$$F^{ZS9-} = -9,72 (-10,17; -10,62) \text{ kN}$$

$$g_d^{ZS10+} = g_k^{ZS10+} * \gamma_i = 0,7 * 1,5 = 1,05 \text{ kN/m}^2; F^{ZS10+} = 2,94 (6,49) \text{ kN}$$

$$g_d^{ZS10-} = g_k^{ZS10-} * \gamma_i = -1,2 * 1,5 = -1,8 \text{ kN/m}^2; F^{ZS10-} = -4,77 (-10,53) \text{ kN}$$

$$g_d^{ZS11+} = g_k^{ZS11+} * \gamma_i = 0,2 * 1,5 = 0,3 \text{ kN/m}^2; F^{ZS11+} = 1,62 (1,69; 1,77) \text{ kN}$$

$$g_d^{ZS11-} = g_k^{ZS11-} * \gamma_i = -1,4 * 1,5 = -2,1 \text{ kN/m}^2;$$

$$F^{ZS11-} = -11,34 (-11,86; -12,39) \text{ kN}$$

$$g_d^{ZS12} = g_k^{ZS12} * \gamma_i = 100 * 1,5 = 150 \text{ kN}$$

$$g_d^{ZS13} = g_k^{ZS13} * \gamma_i = 100 * 1,5 = 150 \text{ kN}$$

$$g_d^{ZS14} = g_k^{ZS14} * \gamma_i = 0,75 * 1,5 = 1,125 \text{ kN/m}^2$$



## Posouzení vodorovného DELTA-trámu

Výsledky z Dlubal RFEMu:

Max. vnitřní síly na deltrámu:

$$M_{sd} = -276,14 \text{ kNm}$$

$$V_{sd} = 172,44 \text{ kN}$$

$$N_{sd} = 30,65 \text{ kN}$$

Návrh profilu:

D25-400	A = 141,69 cm <sup>2</sup>	Av = 79,01 cm <sup>2</sup>
S 355	I <sub>y</sub> = 14949,7 cm <sup>4</sup>	I <sub>z</sub> = 38370,7 cm <sup>4</sup>
	W <sub>y</sub> = 903,27 cm <sup>3</sup>	W <sub>pl,y</sub> = 1253,08 cm <sup>3</sup>
	i <sub>y</sub> = 102,7 mm	i <sub>z</sub> = 164,6 mm
	I <sub>d</sub> = 137753 cm <sup>6</sup>	E = 210*10 <sup>3</sup> MPa
	G = 81000 MPa	

Průřez je namáhán tlakem i ohybem. Zatřídění profilu dle tab. – třída 1

Smyková únosnost:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v * \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}}\right)}{\gamma_{M0}} = \frac{7,9 * 10^3 * \left(\frac{355}{\sqrt{3}}\right)}{1,15} = 1408,16 \text{ kN}$$

$$V_{sd}^{max}: 2 * V_{sd} = 2 * 172,44 = 344,88 \text{ kN}$$

$$V_{sd}^{max} + V_{sd}^{max} = 344,88 + 4,88 = 349,76 \text{ kN}$$

Musí platit podmínka:

$$V_{pl,Rd} > V_{sd}^{max} \rightarrow 1408,16 \text{ kN} > 349,76 \text{ kN} \rightarrow \text{podmínka splněna}$$

Ohyb a vzpěrný tlak:

$$L_{cel} = 6,2 \text{ m}$$

$$L_{cr,y} = 5,9 \text{ m}$$

$$L_{cr,z} = 1,2 \text{ m} \rightarrow \text{spirooll}$$

Štíhlost a poměrná štíhlost:

$$\beta_A = 1 \text{ pro třídu průřezů 3}$$

$$\lambda_1 = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * 0,81 = 76,06$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{5900}{102,7} = 57,45$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} * \sqrt{\beta_A} = \frac{57,45}{76,06} * \sqrt{1} = 0,755 \rightarrow \text{křivka b} \rightarrow \chi_y = 0,752$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{1200}{164,6} = 7,29$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} * \sqrt{\beta_A} = \frac{7,29}{76,06} * \sqrt{1} = 0,096 \rightarrow \text{křivka b} \rightarrow \chi_z = 1$$

Ztráta stability bez klopení:

Průběh ohybových momentů:

$$\Delta M = |-276,14| = 276,14 \text{ kNm}$$

Součinitel vlivu při klopení:

$$\beta_{MLT} = 1,8 - 0,7 * 0 = 1,8$$

$$\mu_{LT} = 0,15 * \bar{\lambda}_z * \beta_{MLT} - 0,15 = 0,15 * 0,096 * 1,8 - 0,15 = 0,12$$

Součinitel vlivu klopení a vzpěru:

$$K_y = 1 - \frac{\mu_y * N_{sdi}^{max}}{\chi_y * A * f_y} = 1 - \frac{0,12 * 30,65 * 10^3}{0,752 * 14169 * 355} \doteq 1$$

Konečná podmínka pro kombinaci ohyb / tlak:

$$\frac{N_{sdi}^{max}}{\chi_z * A * f_{yd}} + \frac{K_y * M_{sdi}^{max}}{W_{pl,y} * f_{yd}} < 1$$

$$\frac{30,65 \cdot 10^3}{1 \cdot 14169 \cdot 355} + \frac{1 \cdot 276,14 \cdot 10^6}{1253,08 \cdot 10^3 \cdot 355} < 1$$

0,627 < 1 → podmínka je splněna

Ztráta stability s vlivem klopení:

$$L_0 = 1,2 \text{ m}$$

$$L = 1 \cdot L_0 = 1 \cdot 1,2 = 1,2 \text{ m}$$

*Pružný kritický moment:*

$$M_{cr} = \mu_{cr} \cdot \frac{\pi \cdot \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t}}{L} = C_1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{(k_z \cdot L)^2} \cdot \left[ \frac{I_d}{I_z} \cdot \left( \frac{k_z}{k_w} \right)^2 + \frac{(k_z \cdot L)^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} \right]^{1/2}$$

$k_z$  ... součinitel koncového pootočení k ose z (kloubové uložení  $k_z = 1$ )

$k_w$  ... součinitel deplanace profilu kroucení od normálových napětí (uložení v kroucení, není provedeno žádné speciální opatření tak  $k_w = 1$ )

$C_i$  ... součinitel závisející na uložení konců prvku a zatížení ( $C_1 = 1$ )

$$M_{cr} = 1 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 383,71 \cdot 10^6}{(1 \cdot 1200)^2} \cdot \left[ \frac{137,753 \cdot 10^9}{383,71 \cdot 10^6} \cdot \left( \frac{1}{1} \right)^2 + \frac{(1 \cdot 1200)^2 \cdot 81000 \cdot 221,623 \cdot 10^6}{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 383,71 \cdot 10^6} \right]^{1/2}$$

$$M_{cr} = 100,119 \cdot 10^9 \text{ Nmm}$$

*Poměrná štíhlost:*

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{\beta_w \cdot W_{pl,y} \cdot f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1 \cdot 1253,08 \cdot 10^3 \cdot 355}{100,119 \cdot 10^9}} = 0,067 \rightarrow \text{křivka } a \rightarrow \chi_{LT} = 1,0$$

Součinitel  $\beta_w = 1$ , když je profil třídy 1

$$\beta_{MLT} = 1,8 - 0,7 \cdot 0 = 1,8$$

$$\mu_{LT} = 0,15 \cdot \bar{\lambda}_z \cdot \beta_{MLT} - 0,15 = 0,15 \cdot 0,096 \cdot 1,8 - 0,15 = 0,12$$

$$K_{LT} = 1 - \frac{\mu_{LT} \cdot N_{sdi}^{max}}{\chi_z \cdot A \cdot f_y} = 1 - \frac{0,12 \cdot 30,65 \cdot 10^3}{1 \cdot 14169 \cdot 355} \doteq 1$$

Podmínka spolehlivosti prutu při kombinaci ohyb / tlak / klopení:

$$\frac{N_{sdi}^{max}}{\chi_z * A * f_{yd}} + \frac{K_{LT} * M_{sdi}^{max}}{\chi_{LT} * W_{pl,y} * f_{yd}} < 1$$

$$\frac{30,65 * 10^3}{1 * 14169 * 355} + \frac{1 * 276,14 * 10^6}{1 * 1253,08 * 10^3 * 355} < 1$$

0,63 < 1 ... podmínka je splněna (v RFEM 5 dle EC3 – 64% využití)

Návrh DELTA trámu D25-400 vyhovuje.

Výsledky posouzení deltatrámu z programu Dlubal RFEM 5.03

RF-STEEL EC3 - [Parkovací dům s rampou]

Soubor Upravit Nastavení Nápověda

PR2 - delta tram 250

2.1 Posouzení po zatěžovacích stavech

Zatížení	A	B	C	D	E	F	G
	Označení	Prut č.	Místo x []	Návrhové využití		Posouzení podle vzorce	NS
	Posouzení mezního stavu únosnosti						
KV1	KZ1 nebo do KZ7	444	1.050	0.64	≤ 1	183) Posouzení průřezu - ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.2 - třída 3 - obecný pr	TD

Max: 0.64 ≤ 1

Mezihodnoty - prut 444 - x: 1.050 m - KV1

- Materiálové charakteristiky - Ocel S 355 N | EN 1993-1-1:2005-05
- Průřezové charakteristiky - HR 660/14/250/14/400/255
- Návrhové vnitřní síly
- Klasifikace průřezu - třída 3
- Posouzení
  - Normálová síla N<sub>Ed</sub> -30.55 kN
  - Plocha průřezu A 197.32 cm<sup>2</sup>
  - Normálové napětí od N σ<sub>x,N,Ed</sub> -0.15 kN/cm<sup>2</sup>
  - Moment M<sub>y,Ed</sub> -278.83 kNm
  - Moment setrvačnosti I<sub>y</sub> 20791.80 cm<sup>4</sup>
  - Souřadnice napětového bodu z<sub>SP</sub> 167.5 mm
  - Normálové napětí od M<sub>y</sub> σ<sub>x,M,Ed</sub> -22.47 kN/cm<sup>2</sup>
  - Normálové napětí σ<sub>x,Ed</sub> -22.62 kN/cm<sup>2</sup>
  - Posouvající síla V<sub>z,Ed</sub> 2.73 kN
  - Statický moment Q<sub>y</sub> 274.59 cm<sup>3</sup>
  - Tloušťka t 14.0 mm
  - Smykové napětí τ<sub>V,z,Ed</sub> 0.03 kN/cm<sup>2</sup>
  - Mez kluzu f<sub>y</sub> 35.50 kN/cm<sup>2</sup>
  - Díleč součinitel únosnosti γ<sub>M0</sub> 1.000
  - Únosnost ve smyku V<sub>pl,z,Rd</sub> 1155.67 kN
  - Kritérium V<sub>z,Ed</sub> / V<sub>pl,z,Rd</sub> v<sub>z</sub> 0.002 ≤ 0.5
  - Únosnost σ<sub>x,Rd</sub> 35.50 kN/cm<sup>2</sup>
  - Posouzení η 0.64 ≤ 1

9 - HR 660/14/250/14/400/255

Výpočet    Detaily...    Nár. příloha...    Grafika    OK    Storno

## Posouzení sloupu

Výsledky z Dlubal RFEMu:

Vnitřní síly v hlavě sloupu:

$$M_{sdsh} = 24,31 \text{ kNm}$$

$$V_{sdsh} = 13,49 \text{ kN}$$

$$N_{sdsh} = -645,26 \text{ kN}$$

Vnitřní síly uprostřed sloupu:

$$M_{sdsu} = 25,39 \text{ kNm}$$

$$V_{sdsu} = 14,10 \text{ kN}$$

$$N_{sdsu} = -647,77 \text{ kN}$$

Vnitřní síly v patě sloupu:

$$M_{sdsp} = 137,81 \text{ kNm}$$

$$V_{sdsp} = 151,51 \text{ kN}$$

$$N_{sdsp} = -650,29 \text{ kN}$$

### Návrh profilu:

HEB 300	$A = 14,9 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$	$A_v = 11,82 \cdot 10^3 \text{ mm}^2$
S 235	$I_y = 251,7 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$	$I_z = 85,6 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$
	$W_y = 1680 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$	$W_{pl,y} = 1868 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$
	$i_y = 130 \text{ mm}$	$i_z = 75,8 \text{ mm}$
	$I_w = 1688 \cdot 10^9 \text{ mm}^6$	$E = 210 \cdot 10^3 \text{ MPa}$
	$G = 81000 \text{ MPa}$	$I_t = 1,86 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

Průřez je namáhán tlakem i ohybem. Zatřídění profilu dle tab. – třída 1

### Určení vzpěrné délky:

$\beta$ ... součinitel vzpěrné délky

$$F = 650,29 \text{ kN}$$

$$I_b = I = I_y = 251 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$\beta = 1; L_{cr} = 3,2 \text{ m}$$

$$\text{Sloup: } L_{cr,y} = \beta * h_h = 1, * 3,2 = 3,2 \text{ m}$$

$\beta \leq 3; 0,5 * L < L_c < 2 * L \dots$  podmínky splněny

*Štíhlost a poměrná štíhlost:*

$\beta_A = 1$  pro třídy průřezů 1

$$\lambda_1 = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * 1 = 93,9$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = \frac{3200}{130} = 24,61$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} * \sqrt{\beta_A} = \frac{24,61}{93,9} * \sqrt{1} = 0,262 \rightarrow \text{křivka } b \rightarrow \chi_y = 0,979$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{3200}{85,6} = 37,38$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} * \sqrt{\beta_A} = \frac{37,38}{93,9} * \sqrt{1} = 0,398 \rightarrow \text{křivka } c \rightarrow \chi_z = 0,898$$

Ztráta stability s vlivem klopení:

*Pružný kritický moment:*

$$M_{cr} = \mu_{cr} * \frac{\pi * \sqrt{E * I_z * G * I_t}}{L} = C_1 * \frac{\pi^2 * E * I_z}{(k_z * L)^2} * \left[ \frac{I_w}{I_z} * \left( \frac{k_z}{k_w} \right)^2 + \frac{(k_z * L)^2 * G * I_t}{\pi^2 * E * I_z} \right]^{1/2}$$

$k_z$  ... součinitel koncového pootočení k ose z (vetknutí  $k_z = 1$ )

$k_w$  ... součinitel deplanace profilu kroucení od normálových napětí (uložení v kroucení, není provedeno žádné speciální opatření tak  $k_w = 1$ )

$C_1$  ... součinitel závisející na uložení konců prvku a zatížení ( $C_1 = 0,85$ )

$$M_{cr} = 0,85 * \frac{\pi^2 * 210 * 10^3 * 85,6 * 10^6}{(3200)^2} * \left[ \frac{1688 * 10^9}{85,6 * 10^6} + \frac{(3200)^2 * 81000 * 1,86 * 10^6}{\pi^2 * 210 * 10^3 * 85,6 * 10^6} \right]^{1/2}$$

$$M_{cr} = 604,49 * 10^6 \text{ Nmm}$$

*Poměrná štíhlost:*

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{\beta_w * W_{pl,y} * f_y}{M_{cr}}} = \sqrt{\frac{1 * 1868 * 10^3 * 235}{604,49 * 10^6}} = 0,852 \rightarrow \text{křivka } b \rightarrow \chi_{LT} = 0,691$$

Součinitel  $\beta_w = 1$ , když je profil třídy 1

$$\beta_{MLT} = 1,8 - 0,7 * 0,8 = 1,24$$

$$\mu_{LT} = 0,15 * \bar{\lambda}_z * \beta_{MLT} - 0,15 = 0,15 * 0,398 * 1,24 - 0,15 = 0,001$$

$$K_{LT} = 1 - \frac{\mu_{LT} * N_{sdi}^{max}}{\chi_z * A * f_y} = 1 - \frac{0,001 * 650,29 * 10^3}{0,898 * 14900 * 235} = 0,9998$$

Podmínka spolehlivosti prutu při kombinaci ohyb / tlak / klopení:

$$\frac{N_{sdi}^{max}}{\chi_z * A * f_{yd}} + \frac{K_{LT} * M_{sdi}^{max}}{\chi_{LT} * W_{pl,y} * f_{yd}} < 1$$

$$\frac{650,29 * 10^3}{0,898 * 14900 * 235} + \frac{0,999 * 137,81 * 10^6}{0,691 * 1868 * 10^3 * 235} < 1$$

0,661 < 1 ... podmínka je splněna (v RFEM 5 dle EC3 – 68% využití)

**Návrh sloupu HEB 300 vyhovuje.**

Výsledky posouzení namáhaného sloupu z programu Dlubal RFEM 5.03

RF-STEEL EC3 - [Parkovací dům s rampou]

Soubor Upravit Nastavení Nápověda

PR1 - heb 300 s narazem

2.1 Posouzení po zatěžovacích stavech

Zatížení	A	B	C	D	E	F	G
	Označení	Prut č.	Místo x []	Návrhové využití		Posouzení podle vzorce	NS
KV1	Posouzení mezního stavu únosnosti KZ1 nebo do KZ7	19	0.000	0.68	≤ 1	221) Posouzení průřezu - dvoúsový ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9	TD

Max: 0.68 ≤ 1

Mezihodnoty - prut 19 - x: 0.000 m - KV1

- Materiálové charakteristiky - Ocel S 235 | EN 1993-1-1:2005-05
- Průřezové charakteristiky - HEB 300 | Feron - DIN 1025-2:1995
- Návrhové vnitřní síly
- Klasifikace průřezu - třída 1
- Posouzení
  - Moment  $M_{y,Ed}$  37.47 kNm
  - Plastický průřezový modul  $W_{ply}$  1868.00 cm<sup>3</sup>
  - Mez kluzu  $f_y$  23.50 kN/cm<sup>2</sup>
  - Dílčí součinitel únosnosti  $\gamma_{M0}$  1.000
  - Únosnost v ohybu  $M_{pl,y,Rd}$  438.98 kNm
  - Posouvající síla  $V_{z,Ed}$  7.33 kN
  - Účinná smyková plocha  $A_{v,z}$  47.35 cm<sup>2</sup>
  - Únosnost ve smyku  $V_{pl,z,Rd}$  642.43 kN
  - Kritérium  $V_{z,Ed} / V_{pl,z,Rd}$  0.011 ≤ 0.5
  - Normálová síla  $N_{Ed}$  -398.37 kN
  - Plocha průřezu  $A$  149.00 cm<sup>2</sup>
  - Únosnost při působení osové síly  $N_{pl,Rd}$  3501.50 kN
  - Výška plechu stojiny  $h_w$  262.0 mm
  - Tloušťka stojiny  $t_w$  11.0 mm
  - Kritérium 1  $n$  0.114 ≤ 0.25
  - Kritérium 2  $n_w$  0.588 > 0.50
  - Sířka pásky  $b$  300.0 mm
  - Tloušťka pásky  $t_f$  19.0 mm

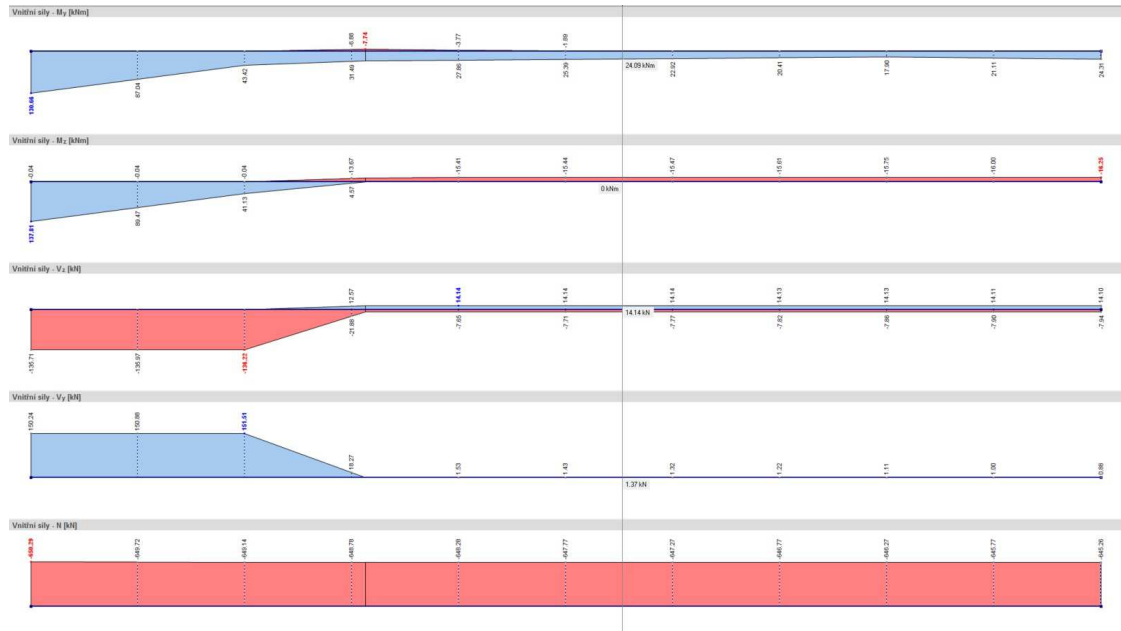
1 - HEB 300 | Feron - DIN 1025-2:1995

Pozn. - Původní návrh HEM 220

0,906 < 1 ... podmínka je splněna (v RFEM 5 dle EC3 – 88% využití)

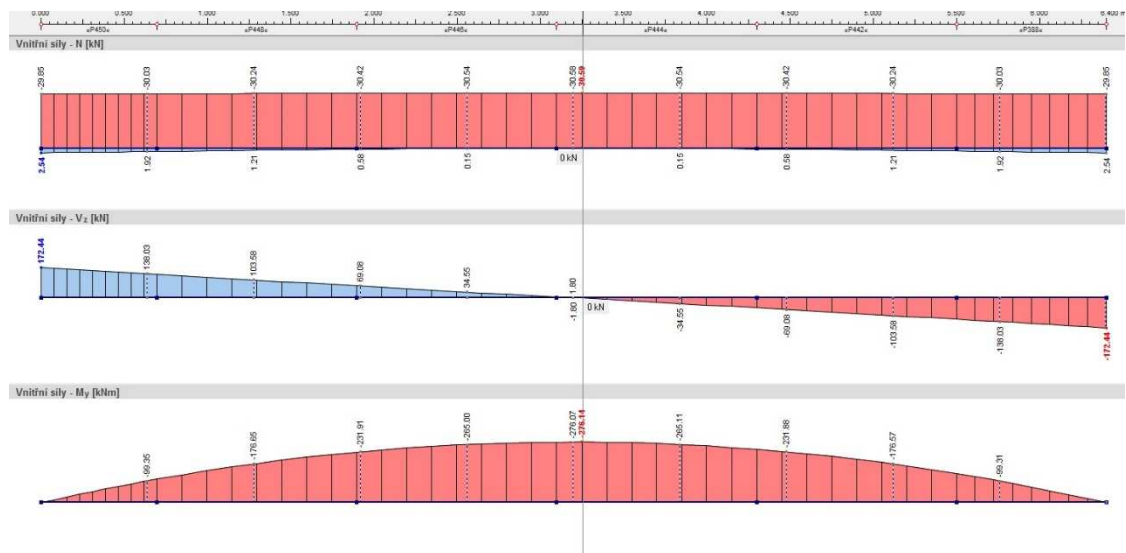
## Vykreslené výsledky namáhaného sloupu z programu Dlubal RFEM 5.03

### Průběh vnitřních sil



## Vykreslené výsledky namáhaného DELTA trámu z programu Dlubal RFEM 5.03

### Průběh vnitřních sil





# Posouzení piloty

## Vstupní data:

### Základní parametry zeminy:


#### Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	$\varphi_{ef}$ [°]	$c_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	Třída F3, konzistence měkká		26.50	12.00	18.00	10.00

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Číslo	Název	Vzorek	$E_{oed}$ [MPa]	$E_{def}$ [MPa]	$\gamma_{sat}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_s$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$n$ [-]
1	Třída F3, konzistence měkká		-	4.50	20.00	-	-

#### Parametry zemín pro výpočet modulu reakce podloží

Číslo	Název	Vzorek	$\beta$
1	Třída F3, konzistence měkká		0.00

### Parametry zemín:

#### Třída F3, konzistence měkká

Objemová tíha:  $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$

Úhel vnitřního tření:  $\varphi_{ef} = 26,50^\circ$

Soudržnost zeminy:  $c_{ef} = 12,00 \text{ kPa}$

Modul přetvárnosti:  $E_{def} = 4,50 \text{ MPa}$

Poissonovo číslo:  $\nu = 0,35$

Úhel roznášení:  $\beta = 0,0^\circ$

Obj.tíha sat.zeminy:  $\gamma_{sat} = 19,50 \text{ kN/m}^3$

### Geometrie konstrukce

#### Geometrie piloty

Profil piloty: kruhová proměnná

### Rozměry

Průměr  $d_1 = 1.40$  m

Průměr  $d_2 = 0.80$  m

Délka  $l_1 = 1.00$  m

Délka  $l_2 = 6.00$  m

### Umístění

Vysazení  $h = 1.00$  m

Hloubka upraveného terénu  $h_z = 1.00$  m

Redukce odporu na patě = 0.80

Redukce odporu na plášti = 0.60

Modul reakce podloží uvažován jako konstantní.


### Materiál konstrukce

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992 1-1 (EC2).

Beton : C 30/37

Ocel podélná : B500

### Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva	Přiřazená zemina	Vzorek
	[m]		
1	-	Třída F3, konzistence měkká	

### Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N	$M_x$	$M_y$	$H_x$	$H_y$
	nové	změna			[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
1	ANO		Zatížení č. 1	Výpočtové	750.00	138.00	131.00	136.00	152.00

### HPV + nestlačitelné podloží

Hladina podzemní vody je v hloubce 5.00 m od původního terénu.

Nestlačitelné podloží je v hloubce 12.00 m od původního terénu.

### Nastavení výpočtu

Výpočet proveden podle teorie mezních stavů s redukcí vstupních parametrů zemin.

Součinitel redukce úhlu vnitřního tření  $\gamma_{m\phi} = 1.10$

Součinitel redukce soudržnosti  $\gamma_{mc} = 1.40$

## Posouzení čís. 1

### Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - mezivýsledky

Výpočet únosnosti v patě:

Součinitel únosnosti	$N_c =$	13.87
Součinitel únosnosti	$N_d =$	5.76
Součinitel únosnosti	$N_b =$	2.45
Součinitel únosnosti	$K_1 =$	1.15
Výpočtová únosnost na patě piloty	$R_d =$	824.31 kPa
Plocha příčného řezu piloty	$A_s =$	5.561E-01 m <sup>2</sup>

Únosnost na plášti piloty:

Zkrácení účinné délky piloty  $L_p$  [m] = 0.72 m

Hloubka [m]	Mocnost [m]	$\phi_d$ [°]	cd [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma R_2$ [-]	fs [kPa]	Ufdi [kN]
0.20	0.20	18.93	6.00	18.00	1.30	5.10	4.49
1.00	0.80	18.93	6.00	18.00	1.30	7.54	15.16
2.00	1.00	18.93	6.00	18.00	1.20	12.31	30.93
3.00	1.00	18.93	6.00	18.00	1.10	17.63	44.32
4.00	1.00	18.93	6.00	18.00	1.00	23.05	57.93
5.48	1.48	18.93	6.00	10.00	1.00	27.48	102.04

### Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledky

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejneprůzračnějších zatěžovacích stavů.

Součinitel vlivu technologie GamaR1 = 1.25

Únosnost piloty na plášti  $U_{fd} = 254.86$  kN

Únosnost piloty v patě  $U_{bd} = 527.12$  kN

Únosnost piloty  $U_{vd} = 781.98$  kN

Extrémní svislá síla  $V_d = 750.00$  kN

$U_{vd} = 781.98$  kN >  $750.00$  kN =  $V_d$

**Svislá únosnost plovoucí piloty VYHOVUJE**

## Posouzení čís. 1

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.  
Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.

### Průběhy vnitřních sil a deformace piloty

Průběh deformací a vnitřních sil po pilotě - maximální hodnoty:

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m <sup>3</sup> ]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
0.00	0.00	-12.46	9.71	0.00	-16.61	190.28
0.40	0.00	-11.18	9.70	0.00	-16.61	198.80
0.80	0.00	-9.90	9.69	44.71	-16.61	259.60
1.00	0.00	-9.27	9.68	83.30	-10.35	285.81
1.00	4.82	-9.27	9.68	83.30	-10.35	285.81
1.20	4.82	-8.63	9.68	121.89	-4.10	312.01
1.20	4.82	-8.63	9.68	121.89	-4.10	312.01
1.55	5.03	-7.53	9.52	150.17	7.14	344.34
1.91	5.25	-6.47	9.34	139.05	17.29	363.80
2.26	5.46	-5.46	9.14	126.89	26.31	371.44
2.61	5.67	-4.48	8.94	113.74	34.11	368.37
2.96	5.88	-3.54	8.73	99.65	47.91	355.77
3.32	6.10	-2.64	8.54	84.67	69.40	334.94
3.67	6.31	-1.77	8.35	68.81	86.97	310.31
4.02	6.52	-0.92	8.18	52.11	100.42	279.69
4.38	6.74	-0.10	8.03	34.54	109.53	243.89
4.73	6.95	0.70	7.90	16.10	114.30	204.66
5.08	7.16	1.48	7.80	5.56	116.15	163.83
5.44	7.37	3.71	7.71	-4.72	112.41	123.33
5.79	7.59	6.09	7.65	-15.51	102.81	85.18
6.14	7.80	8.59	7.61	-26.85	87.07	51.50
6.49	8.01	11.28	7.59	-36.11	64.89	24.51
6.85	8.22	13.95	7.58	-43.21	35.97	6.53
7.20	8.44	16.63	7.58	-49.98	0.00	0.00

Průběh deformací a vnitřních sil po pilotě - minimální hodnoty:

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m <sup>3</sup> ]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
0.00	0.00	-44.85	3.21	0.00	-203.96	-131.00
0.40	0.00	-40.97	3.20	0.00	-203.96	-76.60
0.80	0.00	-37.09	3.19	11.93	-203.96	-22.20
1.00	0.00	-35.16	3.18	21.80	-180.23	2.44
1.00	4.82	-35.16	3.18	21.80	-180.23	2.44
1.20	4.82	-33.22	3.17	31.66	-156.50	27.08
1.20	4.82	-33.22	3.17	31.66	-156.50	27.08
1.55	5.03	-29.83	3.05	37.91	-112.65	61.97
1.91	5.25	-26.50	2.94	33.96	-71.77	88.81
2.26	5.46	-23.24	2.82	29.80	-44.55	108.10
2.61	5.67	-20.05	2.71	25.42	-25.64	120.41
2.96	5.88	-16.93	2.61	20.85	-8.58	126.37
3.32	6.10	-13.88	2.52	16.09	6.48	126.67
3.67	6.31	-10.90	2.43	11.15	19.39	122.02
4.02	6.52	-7.99	2.36	6.01	30.02	113.23
4.38	6.74	-5.13	2.29	0.69	38.23	101.10
4.73	6.95	-2.32	2.24	-4.84	43.89	83.45
5.08	7.16	-0.78	2.20	-10.59	46.86	65.25
5.44	7.37	0.64	2.16	-27.33	46.55	48.10
5.79	7.59	2.04	2.14	-46.18	41.00	32.60
6.14	7.80	3.44	2.12	-67.02	33.65	19.38
6.49	8.01	4.51	2.12	-90.34	24.42	9.08
6.85	8.22	5.25	2.11	-114.77	13.24	2.39
7.20	8.44	6.00	2.11	-138.55	-0.00	-0.00

**Maximální vnitřní síly a deformace:**

Max.deformace piloty = 44.9 mm

Max.posouvající síla = 203.96 kN

Maximální moment = 371.44 kNm

### Dimenzace výztuže:

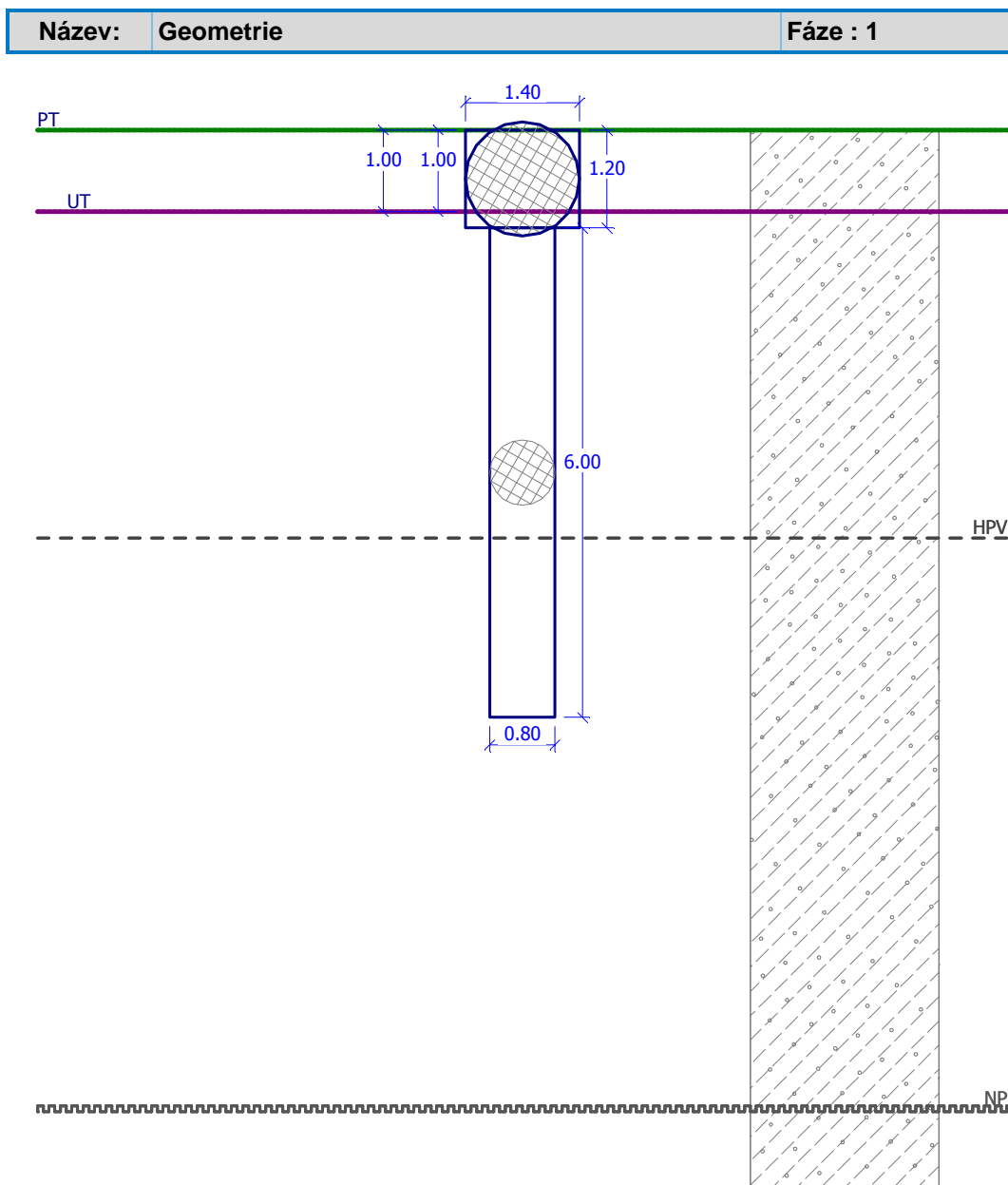
Vyztužení - 10 ks profil 18.0 mm; krytí 50.0 mm

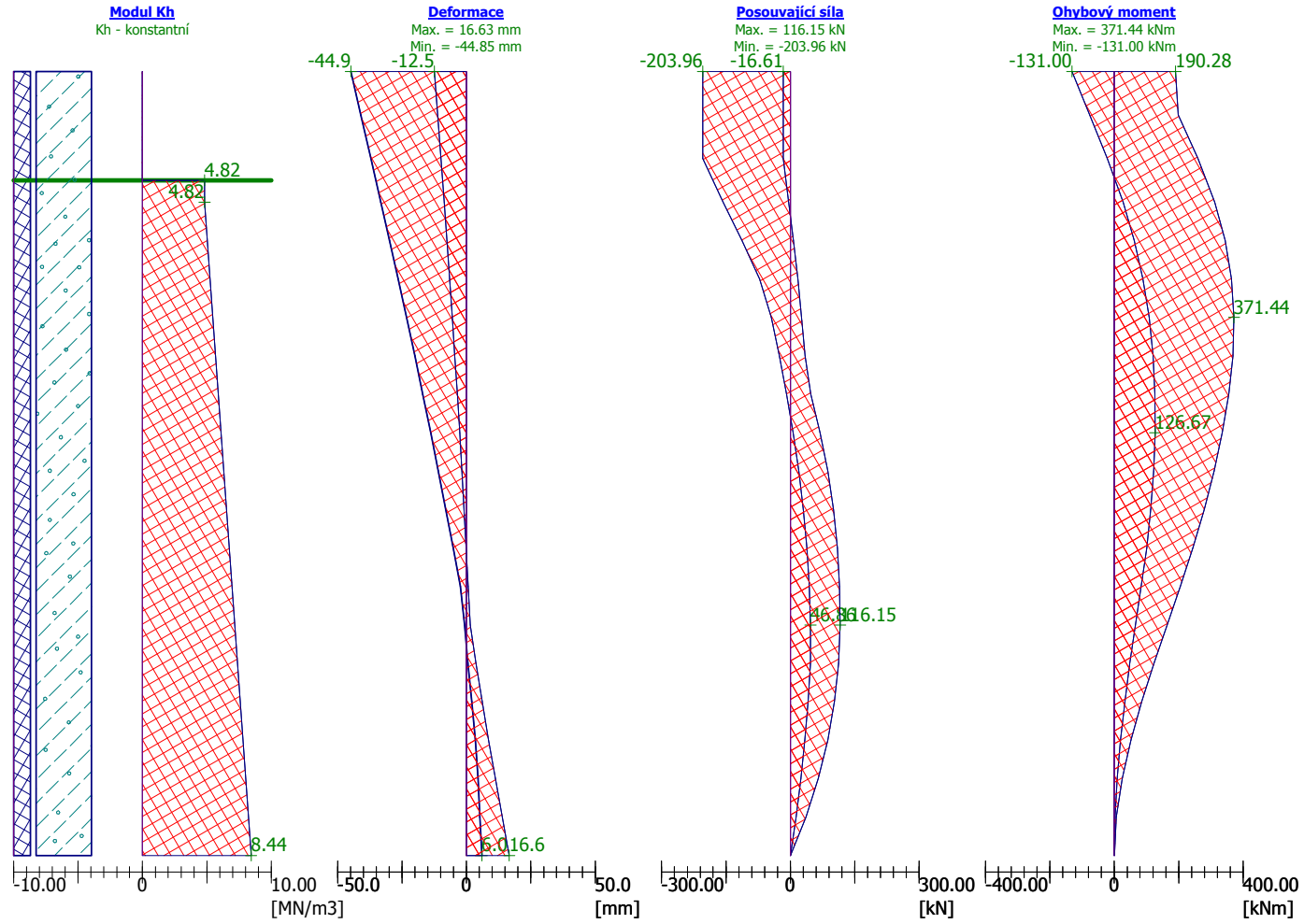
Stupeň vyztužení  $\rho = 0,253\% > 0,133\% = \rho_{min}$

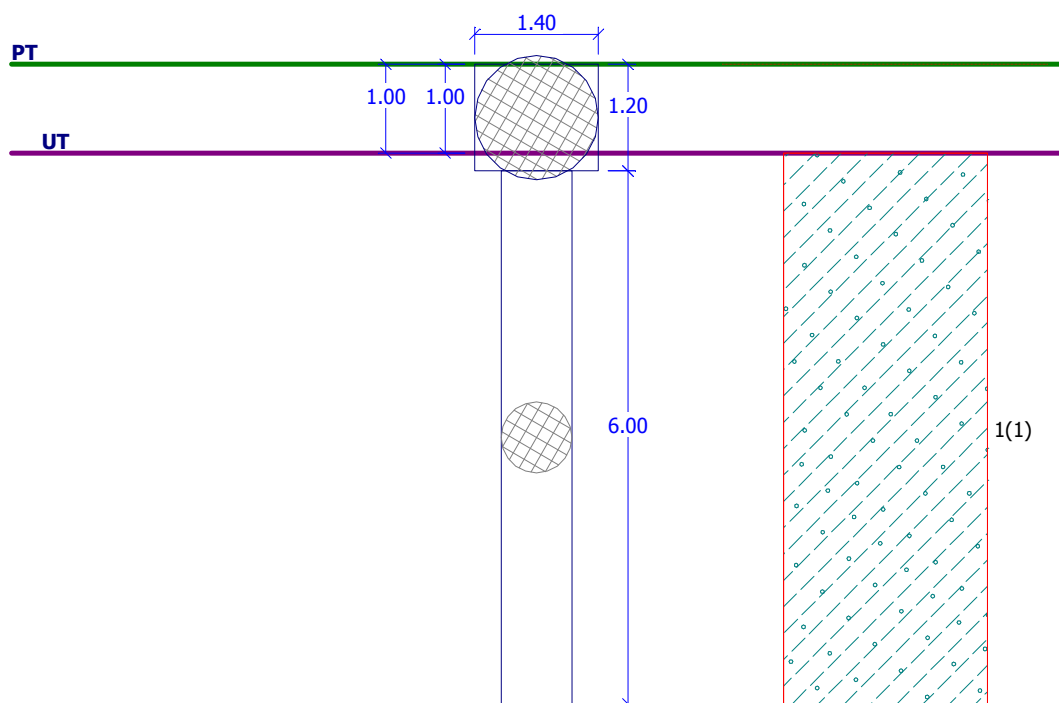
Zatížení :  $N_{Ed} = -750.00$  kN (tlak) ;  $M_{Ed} = 371.44$  kNm

Únosnost :  $N_{Rd} = -1187.96$  kN;  $M_{Rd} = 588.35$  kNm

Navržená výztuž piloty VYHOVUJE







Posouzení svislé únosnosti piloty podle MS  $U_{fd} = 254.86 \text{ kN}$

Únosnost piloty na plášti

Únosnost piloty v patě  $U_{bd} = 527.12 \text{ kN}$

Únosnost piloty  $U_{vd} = 781.98 \text{ kN}$

Extrémní svislá síla  $V_d = 750.00 \text{ kN}$

$$U_{vd} = 781.98 \text{ kN} > 750.00 \text{ kN} = V_d$$

Svislá únosnost plovoucí piloty VYHOVUJE

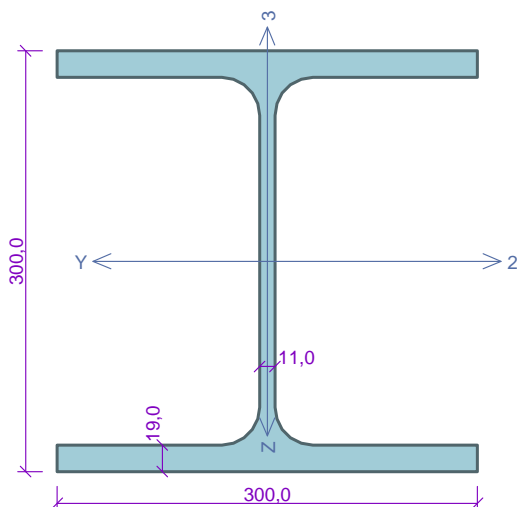


# Posouzení požární odolnosti vybraných nosných prvků

Sloup HEB 300	
	<p><b>Norma výpočtu</b> EN 1993-1-2  Výpočet je proveden podle České národní přílohy.  Součinitel spolehlivosti při požární situaci <math>\gamma_{M,fi} = 1,000</math></p> <p><b>Průřez HE 300 B</b>  Průřezová plocha: <math>A = 1,491E04 \text{ mm}^2</math>  Poloha těžiště:  <math>y_T = 150,0 \text{ mm}</math>   <math>z_T = 150,0 \text{ mm}</math>  Momenty setrvačnosti:  <math>I_y = 2,517E08 \text{ mm}^4</math>   <math>I_z = 8,563E07 \text{ mm}^4</math>  Průřezové moduly:  <math>W_{y,1} = -1,678E06 \text{ mm}^3</math>   <math>W_{z,1} = 5,709E05 \text{ mm}^3</math>  <math>W_{y,2} = 1,678E06 \text{ mm}^3</math>   <math>W_{z,2} = -5,709E05 \text{ mm}^3</math>  Moment tuhosti v prostém kroucení:  <math>I_k = 1,850E06 \text{ mm}^4</math>  Výsečový moment setrvačnosti:  <math>I_\omega = 1,688E12 \text{ mm}^6</math>  Plastické průřezové moduly:  <math>W_{pl,y} = 1,869E06 \text{ mm}^3</math>   <math>W_{pl,z} = 8,701E05 \text{ mm}^3</math></p> <p><b>Materiál: EN 10210-1 : S 235</b>  <b>Materiálové charakteristiky:</b>  Modul pružnosti      <math>E</math> : 210000 MPa  Modul pružnosti ve smyku   <math>G</math> : 81000 MPa  Mez kluzu                      <math>f_y</math> : 235,0 MPa  Mez pevnosti                    <math>f_u</math> : 360,0 MPa</p>
<p><b>Teplotní křivka:</b>  Normová teplotní křivka</p>	<p><b>Požární detail:</b>  Průřez chráněný nástřikem, exponovaný ze všech stran  <b>Materiál požární ochrany:</b> Beton běžný  Tloušťka                      <math>d_p</math> : 50,0 mm  Hustota                        <math>\rho_p</math> : 2300,0 kg/m<sup>3</sup>  Měrné teplo                  <math>c_p</math> : 1000,0 J/kg/K  Tepelná vodivost          <math>\lambda_p</math> : 1,600 W/m/K</p>
<p><b>Vnitřní síly v souřadném systému průřezu</b>  Zatěžovací případ s největším využitím  Zat. případ 1</p> <p><math>N = -700,000 \text{ kN}</math>                      <math>M_y = 43,000 \text{ kNm}</math>  <math>V = 0,000 \text{ kN}</math>  <math>V_y = 0,000 \text{ kN}</math>                      <math>M_z = 10,000 \text{ kNm}</math>  <math>T_t = 0,000 \text{ kNm}</math>  <math>T_\omega = 0,000 \text{ kNm}</math>                      <math>B = 0,000 \text{ kNm}^2</math></p>	

Sloup HEB 300	
<b>Parametry vzpěru</b> Délka dílce: 3,200 m $L_z = 3,200 \text{ m}$ $k_z = 0,500$ $L_{cr,z} = 1,600 \text{ m}$ $L_y = 3,200 \text{ m}$ $k_y = 0,500$ $L_{cr,y} = 1,600 \text{ m}$ $L_\omega = 3,200 \text{ m}$ $k_\omega = 0,500$ $L_{cr,\omega} = 1,600 \text{ m}$	<b>Parametry klopení</b> Součinitele uložení konců: $k_y = 0.5$ $k_z = 0.5$ $k_\omega$ = 1.0 $l_{z1} = 3,200 \text{ m}$ $M_y$ : Tvar č.2 $l_{y1} = 3,200 \text{ m}$ $M_z$ : Tvar č.2
<b>Výsledky posouzení</b> Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 1 Třída průřezu: 1 Kritická teplota: 635,1°C Doba požární odolnosti: 67,0 min $\geq$ 15,0 min <b>Vyhovuje</b> Posouzení v čase $t = 15,0$ min: Teplota plynů: 738,6°C    Teplota oceli: 117,6°C <b>Posudek nejnepříznivější kombinace tlaku a ohybu:</b> Vnitřní síly: $N = -700,000 \text{ kN}$ ; $M_y = 43,000 \text{ kNm}$ ; $M_z = 10,000 \text{ kNm}$ <b>Vzpěr Y:</b> Únosnosti: $N_R = -3222,228 \text{ kN}$ ; $M_{y,R} = 439,215 \text{ kNm}$ ; $M_{z,R} = 204,474 \text{ kNm}$ $ 0,217 + 0,098 + 0,049  =  0,364  < 1$ <b>Vyhovuje</b> <b>Vzpěr Z:</b> Únosnosti: $N_R = -3035,451 \text{ kN}$ ; $M_{y,R} = 439,215 \text{ kNm}$ ; $M_{z,R} = 204,474 \text{ kNm}$ $ 0,231 + 0,098 + 0,049  =  0,377  < 1$ <b>Vyhovuje</b> <b>Průřez vyhovuje</b>	
<b>VYHOVUJE</b>	

## Sloup HEB 300 - vnitřní



### Norma výpočtu EN 1993-1-2

Výpočet je proveden podle České národní přílohy.

Součinitel spolehlivosti při požární situaci  $\gamma_{M,fi} = 1,000$

### Průřez HE 300 B

Průřezová plocha:  $A = 1,491E04 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště:

$y_T = 150,0 \text{ mm}$      $z_T = 150,0 \text{ mm}$

Momenty setrvačnosti:

$I_y = 2,517E08 \text{ mm}^4$      $I_z = 8,563E07 \text{ mm}^4$

Průřezové moduly:

$W_{y,1} = -1,678E06 \text{ mm}^3$      $W_{z,1} = 5,709E05 \text{ mm}^3$

$W_{y,2} = 1,678E06 \text{ mm}^3$      $W_{z,2} = -5,709E05 \text{ mm}^3$

Moment tuhosti v prostém kroucení:

$I_k = 1,850E06 \text{ mm}^4$

Výsečový moment setrvačnosti:

$I_\omega = 1,688E12 \text{ mm}^6$

Plastické průřezové moduly:

$W_{pl,y} = 1,869E06 \text{ mm}^3$      $W_{pl,z} = 8,701E05 \text{ mm}^3$

### Materiál: EN 10210-1 : S 235

#### Materiálové charakteristiky:

Modul pružnosti                     $E$  : 210000 MPa

Modul pružnosti ve smyku        $G$  : 81000 MPa

Mez kluzu                             $f_y$  : 235,0 MPa

Mez pevnosti                         $f_u$  : 360,0 MPa

### Teplotní křivka:

Normová teplotní křivka

### Požární detail:

Průřez chráněný nástřikem, exponovaný ze všech stran

**Materiál požární ochrany:** Beton běžný

Tloušťka                             $d_p$  : 50,0 mm

Hustota                               $\rho_p$  : 2300,0 kg/m<sup>3</sup>

Měrné teplo                         $c_p$  : 1000,0 J/kg/K

Tepelná vodivost                 $\lambda_p$  : 1,600 W/m/K

### Vnitřní síly v souřadném systému průřezu

Zatěžovací případ s největším využitím

Zat. případ 1

$N = -640,000 \text{ kN}$

$V_z = 0,000 \text{ kN}$

$V_y = 0,000 \text{ kN}$

$T_t = 0,000 \text{ kNm}$

$T_\omega = 0,000 \text{ kNm}$

$M_y = 130,000 \text{ kNm}$

$M_z = -100,000 \text{ kNm}$

$B = 0,000 \text{ kNm}^2$

## Sloup HEB 300 - vnitřní

### Parametry vzpěru

Délka dílce: 3,200 m

$L_z = 3,200$  m     $k_z = 0,500$      $L_{cr,z} = 1,600$  m

$L_y = 3,200$  m     $k_y = 0,500$      $L_{cr,y} = 1,600$  m

$L_\omega = 3,200$  m     $k_\omega = 0,500$      $L_{cr,\omega} = 1,600$  m

### Parametry klopení

Součinitele uložení konců:  $k_y = 0.5$      $k_z = 0.5$      $k_w = 1.0$

$l_{z1} = 3,200$  m     $M_y$ : Tvar č.2

$l_{y1} = 3,200$  m     $M_z$ : Tvar č.2

### Výsledky posouzení

Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 1

Třída průřezu: 1

Kritická teplota: 333,4°C

Doba požární odolnosti: 32,5 min  $\geq$  15,0 min **Vyhovuje**

Posouzení v čase  $t = 15,0$  min:

Teplota plynů: 738,6°C    Teplota oceli: 117,6°C

Posudek nejnepříznivější kombinace tlaku a ohybu:

Vnitřní síly:  $N = -640,000$  kN;  $M_y = 130,000$  kNm;  $M_z = -100,000$  kNm

**Vzpěr Y:** Únosnosti:  $N_R = -3222,228$  kN;  $M_{y,R} = 439,215$  kNm;  $M_{z,R} = -204,474$  kNm

$|0,199 + 0,296 + 0,489| = |0,984| < 1$  **Vyhovuje**

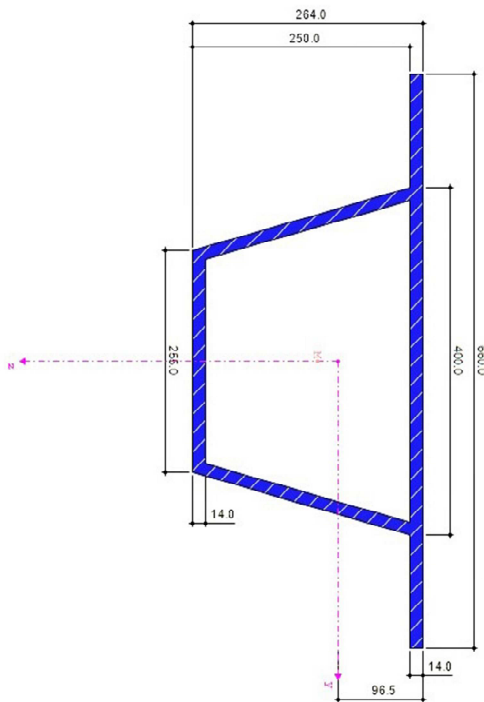
**Vzpěr Z:** Únosnosti:  $N_R = -3035,451$  kN;  $M_{y,R} = 439,215$  kNm;  $M_{z,R} = -204,474$  kNm

$|0,211 + 0,296 + 0,489| = |0,996| < 1$  **Vyhovuje**

**Průřez vyhovuje**

**VYHOVUJE**

## Ocelový vodorovný prvek



Obr. Otočený o 90°

### Norma výpočtu EN 1993-1-2

Výpočet je proveden podle České národní přílohy.

Součinitel spolehlivosti při požární situaci  $\gamma_{M,fi} = 1,000$

### Průřez trubka hranatá

Průřezová plocha:  $A = 1,412E04 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště:

$y_T = 200,0 \text{ mm}$     $z_T = 125,0 \text{ mm}$

Momenty setrvačnosti:

$I_y = 1,553E08 \text{ mm}^4$     $I_z = 2,999E08 \text{ mm}^4$

Průřezové moduly:

$W_{y,1} = -1,242E06 \text{ mm}^3$     $W_{z,1} = 1,500E06 \text{ mm}^3$

$W_{y,2} = 1,242E06 \text{ mm}^3$     $W_{z,2} = -1,500E06 \text{ mm}^3$

Moment tuhosti v prostém kroucení:

$I_k = 3,061E08 \text{ mm}^4$

Výšečový moment setrvačnosti:

$I_\omega = 6,052E10 \text{ mm}^6$

Plastické průřezové moduly:

$W_{pl,y} = 1,398E06 \text{ mm}^3$     $W_{pl,z} = 1,841E06 \text{ mm}^3$

### Materiál: EN 10210-1 : S 355

#### Materiálové charakteristiky:

Modul pružnosti  $E : 210000 \text{ MPa}$

Modul pružnosti ve smyku  $G : 81000 \text{ MPa}$

Mez kluzu  $f_y : 355,0 \text{ MPa}$

Mez pevnosti  $f_u : 510,0 \text{ MPa}$

### Teplotní křivka:

Normová teplotní křivka

### Požární detail:

Nechráněný průřez, shora zakrytý na výšku  $h = 240,0 \text{ mm}$

### Vnitřní síly v souřadném systému průřezu

Zatěžovací případ s největším využitím

Zat. případ 1

$N = -31,000 \text{ kN}$

$V_z = 0,000 \text{ kN}$     $M_y = 276,000 \text{ kNm}$

$V_y = 0,000 \text{ kN}$     $M_z = 2,000 \text{ kNm}$

$T_t = 0,000 \text{ kNm}$

$T_\omega = 0,000 \text{ kNm}$     $B = 0,000 \text{ kNm}^2$

### Parametry vzpěru

Délka dílce: 6,400 m

$L_z = 6,400 \text{ m}$     $k_z = 1,000$     $L_{cr,z} = 6,400 \text{ m}$

$L_y = 1,200 \text{ m}$     $k_y = 1,000$     $L_{cr,y} = 1,200 \text{ m}$

$L_\omega = 6,400 \text{ m}$     $k_\omega = 1,000$     $L_{cr,\omega} = 6,400 \text{ m}$

## Ocelový vodorovný prvek

### Výsledky posouzení

Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 1

Třída průřezu: 4

Kritická teplota: 534,1°C

Doba požární odolnosti: 34,3 min  $\geq$  15,0 min **Vyhovuje**

Posouzení v čase  $t = 15,0$  min:

Teplota plynů: 738,6°C Teplota oceli: 211,6°C

Posudek nejnepříznivější kombinace tlaku a ohybu:

Vnitřní síly:  $N = -31,000$  kN;  $M_y = 276,000$  kNm;  $M_z = 2,000$  kNm

**Vzpěr Y:** Únosnosti:  $N_R = 4060,617$  kN;  $M_{y,R} = -549,659$  kNm;  $M_{z,R} = -667,100$  kNm

$|-0,008 + -0,502 + -0,003| = |-0,513| < 1$  **Vyhovuje**

**Vzpěr Z:** Únosnosti:  $N_R = 3147,710$  kN;  $M_{y,R} = -549,659$  kNm;  $M_{z,R} = -667,100$  kNm

$|-0,010 + -0,502 + -0,003| = |-0,515| < 1$  **Vyhovuje**

**Průřez vyhovuje**

**VYHOVUJE**

# ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD

KATEDRA MECHANIKY

OBOR STAVITELSTVÍ

AKADEMICKÝ ROK - 2014/2015

## ANALYTICKÁ ČÁST

AKCE:

PROJEKT – PARKOVACÍ DŮM PRO OS1, OS2 - PLZEŇ

# Pravděpodobnostní přístup k posouzení ocelového sloupu v rámci parkovacího domu pro OS1 a OS2 - Plzeň

## Abstract

Pravděpodobnostní přístup k posouzení ocelového sloupu v rámci parkovacího domu pro OS1 a OS2. Byl použit prut válcovaného profilu „HEB 300“, z oceli EN 10210-1 : S 235. Pro posudek konstrukce se přistoupilo k simulaci pomocí pravděpodobnostní metody SBRA programem Anthill a následným porovnáním výsledků únosnosti a procentuálního využití nejvíce namáhaného sloupu stanoveného při výpočtu programem Dlubal RFEM 5.03.

## Klíčová slova

Spolehlivost konstrukcí, pravděpodobnost poruchy, návrhová pravděpodobnost, simulace, definování mezního stavu, Simulation-Based Reliability Assessment (SBRA Method).

## 1. Úvod

Pro návrh ocelového sloupu pro parkovací dům byl použit prut válcovaného profilu HEB 300 v konstrukci (viz. obr. 1) z oceli EN 10210-1 : S 235. Po provedení a stanovení ceny budoucí stavby se může přistoupit k optimalizování konstrukce/ceny pomocí pravděpodobnostní metody SBRA programem Anthill a následným porovnáním výsledků únosnosti, stanovení napětí a procentuálního využití nejvíce namáhaného sloupu ocelové konstrukce stanoveného při výpočtu programem Dlubal RFEM 5.03.

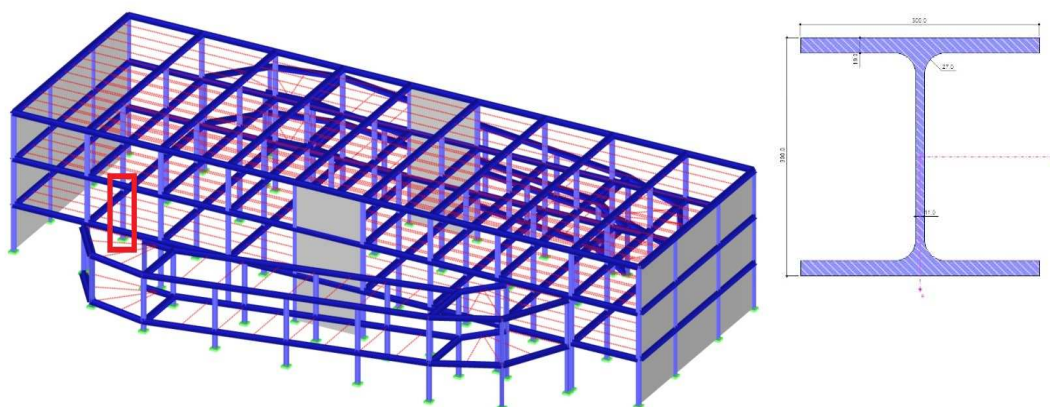
## 2. Posuzovaná konstrukce

Prut válcovaného profilu HEB 300 v konstrukci (viz. obr. 1) z oceli EN 10210-1 : S 235 - rozměry 300x300 (3,2 m). Namáhání prutu pro jednotlivé zatěžovací stavy (ZS, S, G, W, Q, M, A(i) i=1 až 14) a následné kombinace zatěžovacích stavů (KZ1-KZ7). Výsledná kombinace zatěžovacích stav (KV1), porovná kombinace zatěžovacích stavů KZ1-KZ7 a určí největší namáhání (tzn. obálka kombinací zatěžovacích stavů). Rozhodující kombinací zatěžovacích stav z KZ1-KZ7 je



kombinace KZ4: G1+Q2+G5+S8+W9+W11+M12+Q14, vše bylo stanoveno programem Dlubal RFEM 5.03 a provedla se analýza odezvy konstrukce od jednotlivých zatěžovacích stavů s posudkem pro kombinaci zatěžovacích stavů (KZ1-KZ7 z celkových 14 ZS) dle teorie I a II. řádu (viz. tab. 1). Jedná se o kombinaci stálých, střednědobých, krátkodobých a mimořádných zatížení. Vyšetřovaná únosnost prutu odpovídá referenční úrovni dosažení meze kluzu oceli EN 10210-1 : S 235 v nejméně namáhaných vláknech profilu HEB 300 (3,2 m).

*Obr. 1: schéma ocelové konstrukce parkovacího domu a prvek – HEB 300 (3,2m)*



**Tab. 1: Návrhové hodnoty namáhání KZ4: G1+Q2+G5+S8+W9+W11+M12+Q14 ( II řád.)**

Zatěžovací stav ZS(i)	Ohybový moment $M_{i-II}$	Normálová síla $N_{i-II}$	Posouvající síla $V_{i-II}$
G1 – vlastní hmotnost	MG1 = 0 kNm	NG1 = 38,41 kN	VG1 = 0 kN
Q2 – užité zatížení 100%	MQ2 = 0 kNm	NQ2 = 330,53 kN	VQ2 = 0 kN
G5 – vl. hmot. technologií	MG5 = 0 kNm	NG5 = 24,79 kN	VG5 = 0 kN
S8 – zat. sněhem - navátí	MS8 = 0 kNm	NS8 = 18,81 kN	VS8 = 0 kN
W9 – vítr na delší stěnu	MW9 = -23,93 kNm	NW9 = 0 kN	VW9 = 4,69 kN
W11 – vítr působící na	MW11 = 0 kNm	NW11 = -39,66	VW11 = 0 kN
M12 – mimořádné zatížení	MM12 = -60,95	NM12 = 0 kN	VM12 = 85,52 kN
Q14 – montáž + údržba	MQ14 = 0 kNm	NQ14 = 74,41 kN	VQ14 = 0 kN

### 3. Posouzení dle ČSN EN 1993-1, Eurocode 3

Prvek byl posouzen dle EN 1993-1-1a má následující průřezové charakteristiky.

Součinitel únosnosti průřezu  $M_0 = 1,00$   
Součinitel únosnosti při posouzení stability  $M_1 = 1,00$   
Součinitel únosnosti oslabeného průřezu  $M_2 = 1,25$

#### HEB 300

Průřezová plocha:

$$A = 1,49e04 \text{ mm}^2$$

Poloha těžiště:

$$y_T = 150,0 \text{ mm} \quad z_T = 150,0 \text{ mm}$$

Momenty setrvačnosti:

$$I_y = 251,7e06 \text{ mm}^4 \quad I_z = 85,6e06 \text{ mm}^4$$

Pružné průřezové moduly:

$$W_y = 1,68e06 \text{ mm}^3$$

$$W_z = 0,571e06 \text{ mm}^3$$

Moment tuhosti v prostém kroucení:

$$I_t = 1,86e06 \text{ mm}^4$$

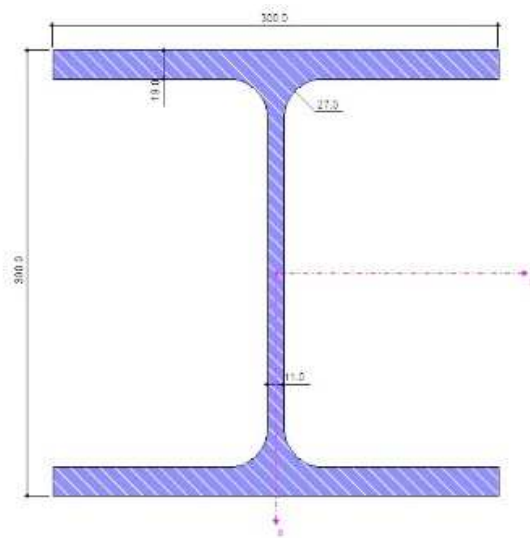
Výsečový moment setrvačnosti:

$$I_\omega = 1,688e12 \text{ mm}^6$$

Plastické průřezové moduly:

$$W_{pl,y} = 1,868e06 \text{ mm}^3$$

$$W_{pl,z} = 0,870e06 \text{ mm}^3$$



#### Materiál: EN 10210-1 : S 235

Materiálové charakteristiky:

Modul pružnosti  $E : 210000 \text{ MPa}$

Modul pruž. ve smyku  $G : 81000 \text{ MPa}$

Mez kluzu  $f_y : 235,0 \text{ MPa}$

Mez pevnosti  $f_u : 360,0 \text{ MPa}$

#### Výsledky posouzení

Výsledky pro zatěžovací případ:

Výsledná kombinace KV1 – KZ4: G1+Q2+G5+S8+W9+W11+M12+Q14

Třída průřezu: 1

Posudek smyku od posouvající síly  $V_z$ :

$$151,51 \text{ kN} < 1394,3 \text{ kN} \quad \text{Vyhovuje}$$

Vnitřní síly:

$$N = -650,29 \text{ kN}; \quad M_y = 137,81 \text{ kNm};$$

$$M_z = 130,66 \text{ kNm}$$

Posudek nejnepríznivější kombinace prostého tahu a ohybu:

Únosnosti:  $N_R = 3253\text{kN}$ ;

$M_{yR} = 407,7\text{kNm}$

$|0,68| < 1$  **Vyhovuje**

Příklad je řešen metodou SBRA pomocí programu Anthill, který je založen na principu metody Monte Carlo. Vstupní histogramy jsou rovněž vygenerovány v tomto programu a posouzení metodou SBRA – ANTHILL. Vstupní data pro vyšetřovaný sloup válcovaného profilu HEB 300 (viz. obr. 1) z oceli EN 10210-1 : S 235 má na obou stranách uložení vetknuté.

Tab. 2: Vstupní a proměnné hodnoty

Variables	Type	Parameters	Comment
Gvar	dead1.dis	Min=0.81800000 Max=1.00000000	
Qvar	long1.dis	Min=0.00000000 Max=1.00000000	Long Lasting (0..0.625..1)
Svar	snow1.dis	Min=0.00000000 Max=1.00000000	Snow - 2 months
Wvar	wind1.dis	=-1.00000000 Max=1.00000000 ...	Wind
Fyvar	Normal	Min=330.00000000 Max=390.00000000	S355 Prof, Onset of yielding Fy [MPa], S355,crude profile
Avar	area-m.dis	Min=0.95000000 Max=1.05000000	Area Under <0.95..1.05>
Ned1	Constant	Value=650	
Med1	Constant	Value=138	
Ved1	Constant	Value=152	
A	Constant	Value=0.0149	
z	Uniform	Min=-0.15000000 Max=0.15000000	

Variable	Activity	Discrete	Recalculate	Comment
Kluz	Log	No	No	
ly	Inactive	No	No	
SigmaO	Log	No	No	
h	Log	No	No	
SigmaN	Log	No	No	
SigmaNO	Log	No	No	
G	Histogram	No	No	
PF	Histogram	No	No	
SF1	Histogram	No	No	
SF2	Histogram	No	No	

#### 4. Posouzení průřezu při kombinaci namáhání ohyb/tlak

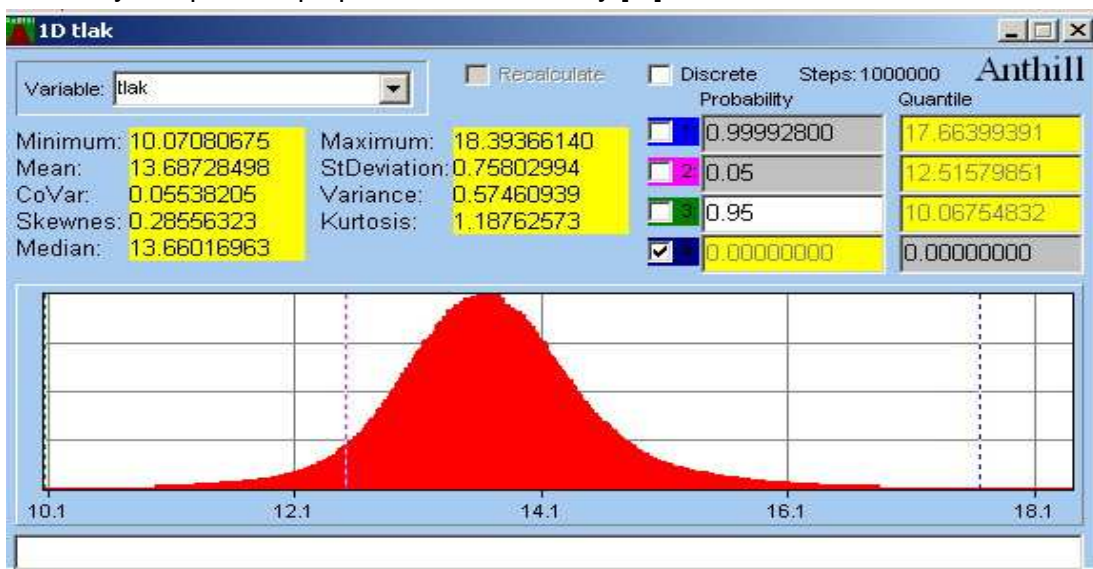
Rovnice zadané do programu Anthill:

```

Equations
PF=abs(SF1)+abs(SF2)
SF1=(Myrd*10^(-3))-abs(Med)
SF2=(Nrd*10^(-3))-abs(Ned)
SigmaND = SigmaN + SigmaD
SigmaN = Ned* 10^3/A*Avar* 10^(-6)
SigmaD = (-Med)* 10^3*z/ly* 10^(-6)
Dhybtlak= (tlak + Dhyb)
tlak=[(-Ned* 10^3/Nrd)]*10
Dhyb=[(kyy*(-Med)* 10^3/Myrd)]*10
Nrd = (CapaY * A * Avar * Fyvar * 10^6)/1
CapaY = 0.125
kyy = 0.98
Myrd = (CapaLT*Wply * Fyvar * 10^6)/1
CapaLT = 0.978
Wply = 0.001868
Smyk = (-Ved) * 10^3/Vrd
Vrd = (Av * Avar * (Fyvar * 10^6/3^0.5))/1
Av = 0.0118
ly = 0.0002517
h=z
Med=[-482]*Gvar - 185*Gvar - 875*Gvar - 180*Wvar - 25.5 * Wvar -250*Gvar - 609* Svar
Ned=[-38]*Gvar - 28*Gvar - 800*Gvar +154*Wvar - 13.2 * Wvar - 138*Gvar - 157 * Svar
Ved=[-61]*Gvar - 48*Gvar - 45 *Gvar -13*Wvar - 4.7 * Wvar - 69*Gvar - 117* Svar
Kluz=Fyvar
    
```

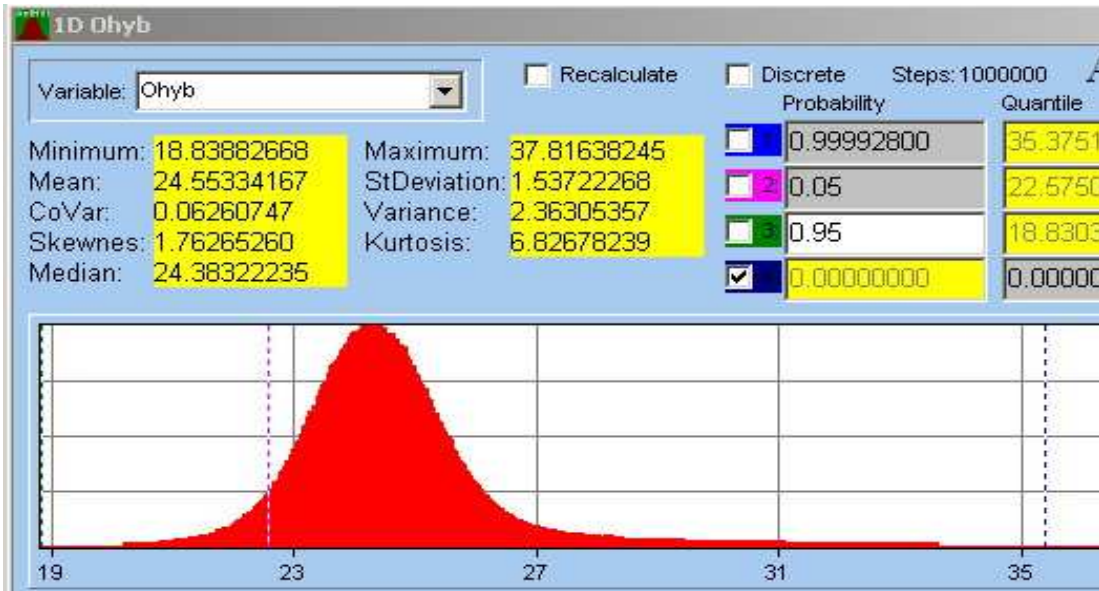
Pro potřeby simulace bylo zadáno 1 000 000 cyklů. Využití průřezu při namáhání tlakem a histogram je na obr. 2. Stanovená hodnota využití profilu při pravděpodobnosti poruchy Pfd = 0,000072 je rovna hodnotě 18,39%.

Obr. 2: Využití průřezu při působení tlakové síly [%]



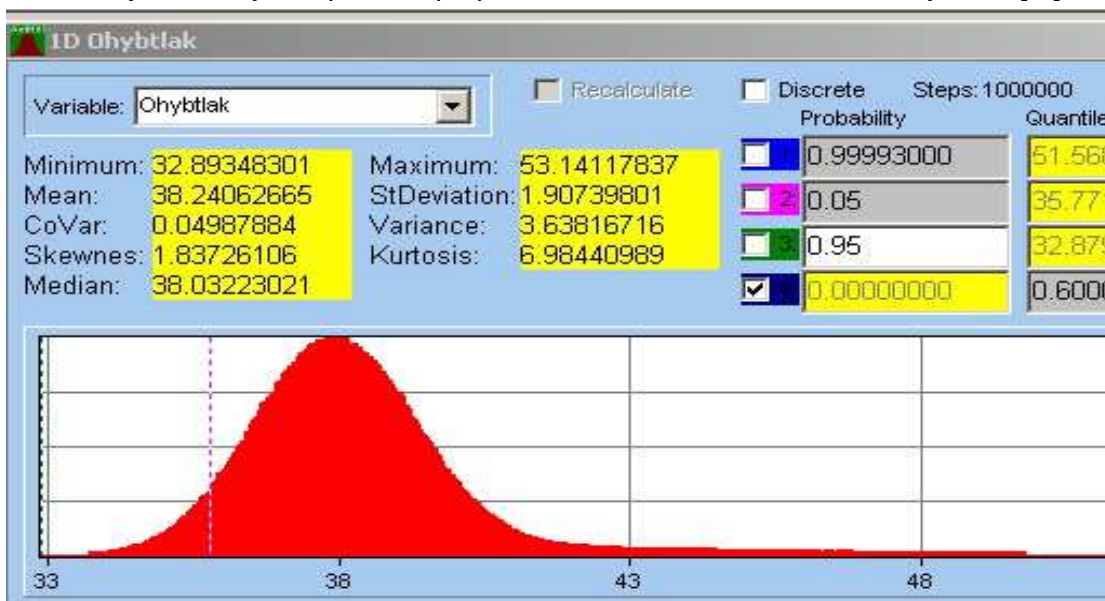
Pro potřeby simulace bylo zadáno 1 000 000 cyklů. Výsledné využití průřezu při namáhání ohybovým momentem a histogram je na obr. 3. Stanovená hodnota využití při pravděpodobnosti poruchy  $P_{fd} = 0,000072$  je rovna hodnotě 37,81%.

Obr. 3: Využití průřezu při působení ohybového momentu [%]

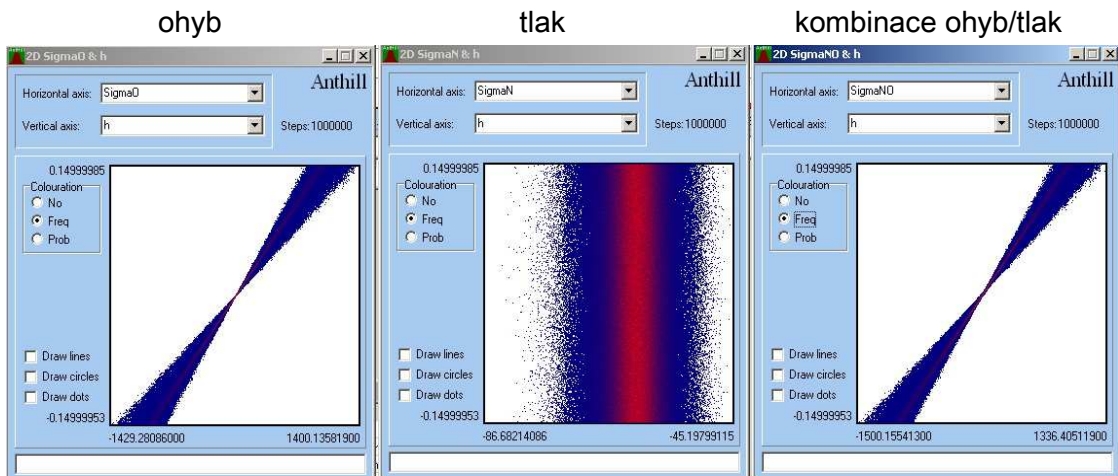


Pro potřeby simulace bylo zadáno 1 000 000 cyklů. Suma rovnic (1) a (2), respektive vypočtených histogramů z rovnic (1) a (2), získáváme histogram výsledného využití průřezu při kombinaci namáhání ohyb/tlak (viz obr. 4). Výsledná hodnota využití posuzovaného profilu je při  $P_{fd} = 7,2 \cdot 10^{-5}$  rovná hodnotě 53,14%.

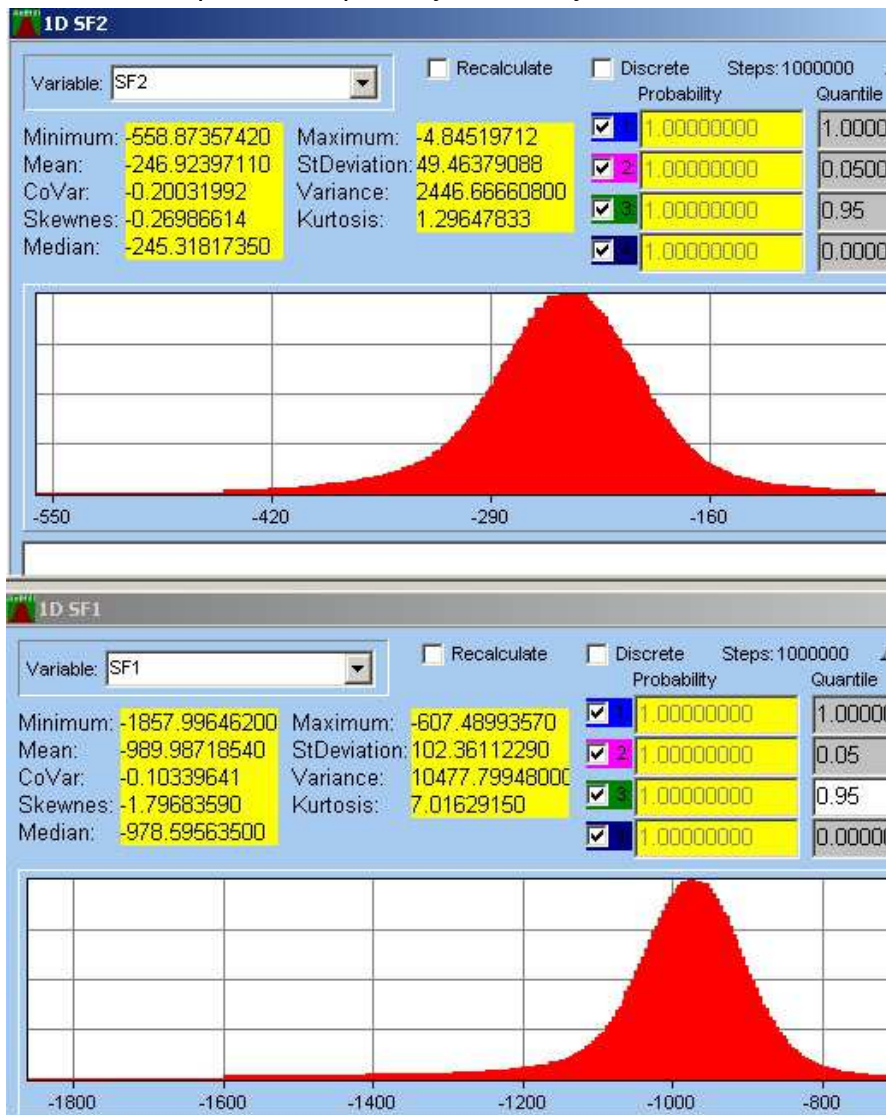
Obr. 4: Výsledné využití průřezu při působení kombinace namáhání ohyb/tlak [%]



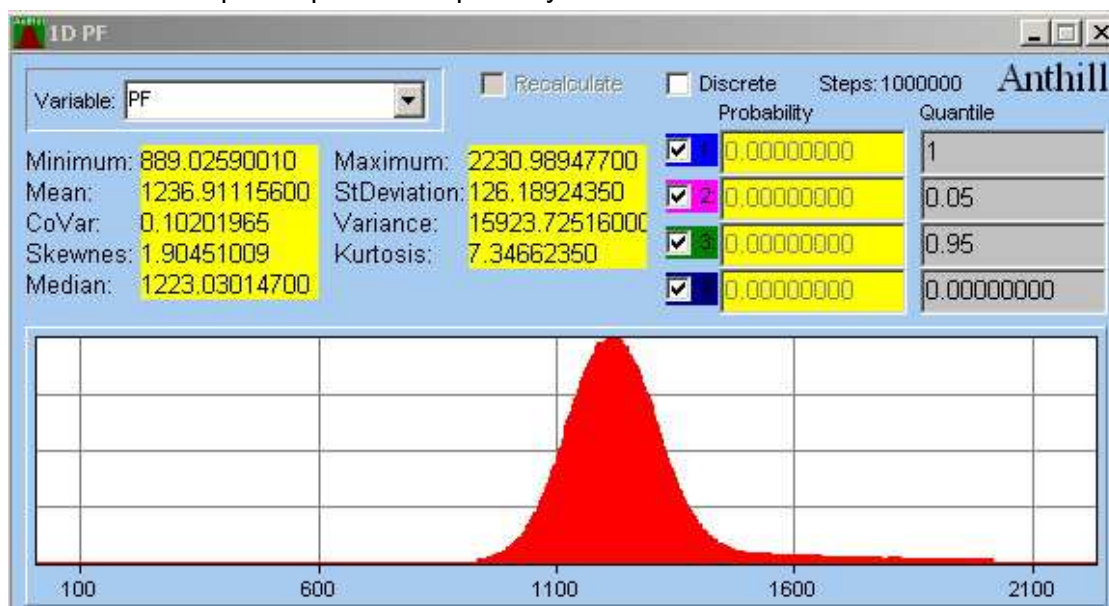
Obr. 5: Průběh napětí v průřezu při působení namáhání: [MPa]



Obr. 6: Pravděpodobnost poruchy SF1 – ohyb a SF2 - tlak



Obr. 7: Celková pravděpodobnost poruchy - PF



## 5. Souhrn a závěr – zhodnocení výsledků zjištěných metodou SBRA, EC3 a Dlubal RFEM 5.03

Porovnáním výsledků při výpočtu a simulaci metodou SBRA – ANTHILL a programem Dlubal RFEM 5.03 ve 3D, EC3 je provedeno v tab. 2. Z následujícího je vidět, že při posouzení navrženého průřezu pomocí metody SBRA dochází k úsporám materiálu a tato úloha byla aplikovaná na namáhaný sloup profilu HEB 300 (3,2 m).

Tento závěr je docílen jiným chápáním a přístupem k výpočtu a posudku konstrukce, který je založen především pravděpodobnostním pojetím a simulací v rámci navrhování konstrukcí, při zohlednění různých vlivů působících na nosnou konstrukci při provádění, provozu, údržbě, klimatických podmínkách a při jejím užívání.

Z porovnání (tab. 2) jednoznačně vyplývají možné úspory materiálové i finanční, proto se pro tuto konstrukci doporučuje dále rozpracovávat posuzování ostatních prvků a to v posudku 2D prutů a následně 3D prutů pro daný konstrukčně nosný systém stavby.

Tab. 2: Porovnání výsledků namáhaného sloupu ocelové konstrukce, profilu HEB

<i>Veličina</i>	<i>Výsledky vypočítané ručně</i>		<i>Výsledky získané programem</i>		<i>Rozdíl / Poznámka</i>
	<i>ČSN EN 1993-1 EC 3</i>	<i>Dlubal RFEM (EC3)</i>	<i>SBRA , Anthill</i>		
Využití průřezu při namáhání ohyb/tlak	66,1%	68,0%	53,14%		≅ 14%
Předpokládaná hmotnost konstrukce	62 880 kg		54 077 kg		57,- Kč/kg (materiál + práce)
Hrubý odhad nákladů	3 584 160,- Kč		3 082 377,- Kč		501 782,- Kč

Pozn.

Ukázky histogramů jsou uvedené na konci analytické části



# Pravděpodobnostní přístup k posouzení ocelového deltatrámu v rámci parkovacího domu pro OS1 a OS2 - Plzeň

## Abstract

Pravděpodobnostní přístup k posouzení ocelového vodorovného nosníku v rámci parkovacího domu pro OS1 a OS2. Byl použit ocelový vodorovný nosník deltatrám „D25-400“, z oceli EN 10210-1 : S 355. Pro posudek konstrukce se přistoupilo k simulaci pomocí pravděpodobnostní metody SBRA programem Anthill a následným porovnáním výsledků únosnosti a procentuálního využití nejvíce namáhaného nosníku stanoveného při výpočtu programem Dlubal RFEM 5.03.

## Klíčová slova

Spolehlivost konstrukcí, pravděpodobnost poruchy, návrhová pravděpodobnost, simulace, definování mezního stavu, Simulation-Based Reliability Assessment (SBRA Method).

## 1. Úvod

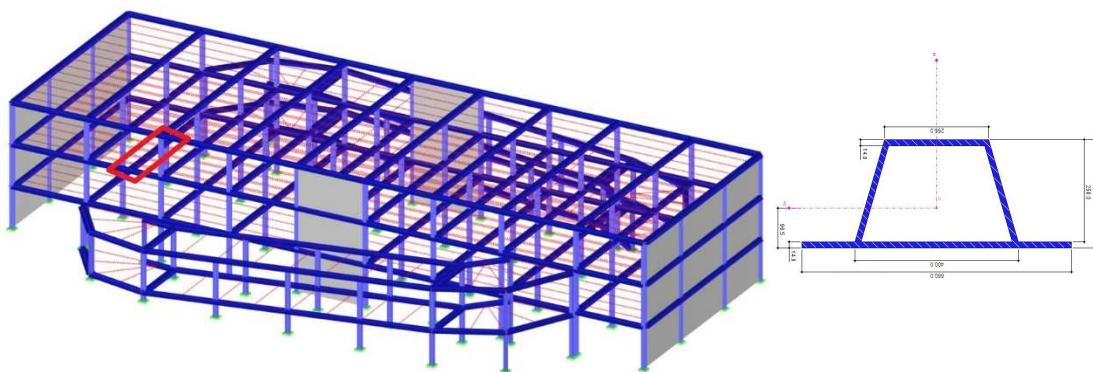
Pro návrh ocelového nosníku deltatrám pro parkovací dům byl použit deltatrám D25-400 v konstrukci (viz. obr. 8) z oceli EN 10210-1 : S 355. Po provedení a stanovení ceny budoucí stavby se může přistoupit k optimalizování konstrukce/ceny pomocí pravděpodobnostní metody SBRA programem Anthill a následným porovnáním výsledků únosnosti, stanovení napětí a procentuálního využití nejvíce namáhaného vodorovného nosníku ocelové konstrukce stanoveného při výpočtu programem Dlubal RFEM 5.03.

## 2. Posuzovaná konstrukce

Vodorovný ocelový nosník deltatrám S25-400 v konstrukci (viz. obr. 8) z oceli EN 10210-1 : S 355 (6,1 m). Namáhání prutu pro jednotlivé zatěžovací stavy (ZS, S, G, W, Q, M, A(i)  $i=1$  až 14) a následné kombinace zatěžovacích stavů (KZ1-KZ7). Výsledná kombinace zatěžovacích stavů (KV1), porovná kombinace zatěžovacích stavů KZ1-KZ7 a určí největší namáhání (tzn. obálka kombinací

zatěžovacích stavů). Rozhodující kombinací zatěžovacích stav z KZ1-KZ7 je kombinace KZ4: G1+Q2+G5+S8+W9+W11+M12+Q14, vše bylo stanoveno programem Dlubal RFEM 5.03 a provedla se analýza odezvy konstrukce od jednotlivých zatěžovacích stavů s posudkem pro kombinaci zatěžovacích stavů (KZ1-KZ7 z celkových 14 ZS) dle teorie I a II. řádu (viz. tab. 3). Jedná se o kombinaci stálých, střednědobých, krátkodobých a mimořádných zatížení. Vyšetřovaná únosnost prutu odpovídá referenční úrovni dosažení meze kluzu oceli EN 10210-1 : S 355 v nejvíce namáhaných vláknech profilu deltatrámu D25-400 (6,1 m).

*Obr. 8: schéma ocelové konstrukce parkovacího domu a prvek – D25-400 (6,1 m)*



**Tab. 3: Návrhové hodnoty namáhání KZ4: G1+Q2+G5+S8+W9+W11+M12+Q14 ( II řád.)**

Zatěžovací stav ZS(i)	Ohybový moment $M_{i-II}$	Normálová síla $N_{i-II}$	Posouvající síla $V_{i-II}$
G1 – vlastní hmotnost	MG1 = 0 kNm	NG1 = 38,41 kN	VG1 = 0 kN
Q2 – užité zatížení 100%	MQ2 = 0 kNm	NQ2 = 330,53 kN	VQ2 = 0 kN
G5 – vl. hmot. technologií	MG5 = 0 kNm	NG5 = 24,79 kN	VG5 = 0 kN
S8 – zat. sněhem - navátí	MS8 = 0 kNm	NS8 = 18,81 kN	VS8 = 0 kN
W9 – vítr na delší stěnu	MW9 = -23,93 kNm	NW9 = 0 kN	VW9 = 4,69 kN
W11 – vítr působící na	MW11 = 0 kNm	NW11 = -39,66	VW11 = 0 kN
M12 – mimořádné zatížení	MM12 = -60,95	NM12 = 0 kN	VM12 = 85,52 kN
Q14 – montáž + údržba	MQ14 = 0 kNm	NQ14 = 74,41 kN	VQ14 = 0 kN

### 3. Posouzení dle ČSN EN 1993-1, Eurocode 3

Prvek byl posouzen dle EN 1993-1-1a má následující průřezové charakteristiky.

Součinitel únosnosti průřezu  $M_0 = 1,00$   
Součinitel únosnosti při posouzení stability  $M_1 = 1,00$   
Součinitel únosnosti oslabeného průřezu  $M_2 = 1,25$

#### Deltatrám D25-400

Průřezová plocha:

$A = 1,97e04 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště:

$y_T = 330,0 \text{ mm}$      $z_T = 96,5 \text{ mm}$

Momenty setrvačnosti:

$I_y = 207,9e06 \text{ mm}^4$      $I_z = 53,1e06 \text{ mm}^4$

Pružné průřezové moduly:

$W_y = 1,24e06 \text{ mm}^3$

$W_z = 1,61e06 \text{ mm}^3$

Moment tuhosti v prostém kroucení:

$I_t = 306,99e06 \text{ mm}^4$

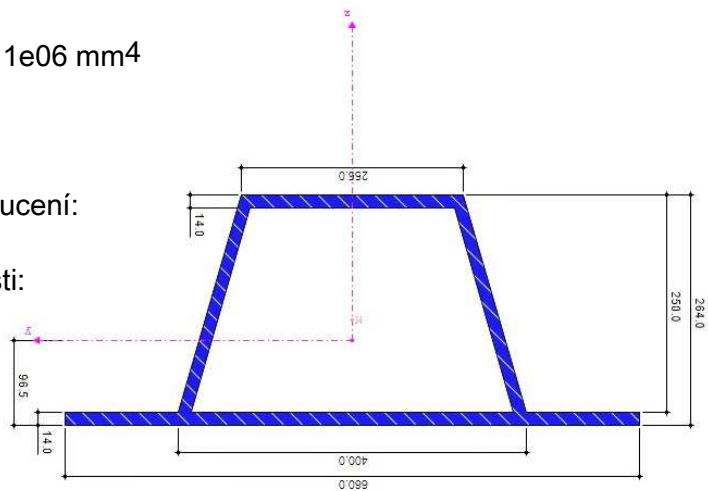
Výšečový moment setrvačnosti:

$I_{\omega} = 196,32e9 \text{ mm}^6$

Plastické průřezové moduly:

$W_{pl,y} = 1,743e06 \text{ mm}^3$

$W_{pl,z} = 2,849e06 \text{ mm}^3$



**Materiál: EN 10210-1 : S 355**

Materiálové charakteristiky:

Modul pružnosti  $E : 210000 \text{ MPa}$

Modul pruž. ve smyku  $G : 81000 \text{ MPa}$

Mez kluzu  $f_y : 355,0 \text{ MPa}$

Mez pevnosti  $f_u : 490,0 \text{ MPa}$

#### Výsledky posouzení

Výsledky pro zatěžovací případ:

Výsledná kombinace KV1 – KZ4: G1+Q2+G5+S8+W9+W11+M12+Q14

Třída průřezu: 1

Posudek smyku od posouvající síly  $V_z$ :

**1408,16 kN > 349,76 kN Vyhovuje**

Vnitřní síly:

$N = -26,11 \text{ kN}$ ;  $M_y = 278,71 \text{ kNm}$ ;

Posudek nejnepríznivější kombinace prostého tahu a ohybu:

Únosnosti:  $M_{yR} = 435 \text{ kNm}$

$|0,64| < 1$  **Vyhovuje**

Příklad je řešen metodou SBRA pomocí programu Anthill, který je založen na principu metody Monte Carlo. Vstupní histogramy jsou rovněž vygenerovány v tomto programu a posouzení metodou SBRA – ANTHILL. Vstupní data pro vyšetřovaný vodorovného nosníku deltatrámu D25-400 (viz. obr. 8) z oceli EN 10210-1 : S 355 má na obou stranách uložení kloubové.

Tab. 4: Vstupní a proměnné hodnoty

Variables	Type	Parameters	Comment
Av	Constant	Value=0.0079	smyková plocha průřezu v (m <sup>2</sup> )
Av <sub>var</sub>	area-m.dis	Min=0.95000000 Max=1.05000000	proměnlivost plochy
f <sub>yvar</sub>	T355fy01.DIS	Min=370.00000000 Max=500.00000000	...
Tk	Constant	Value=0	char. hodn. užitého zat. technologiemi v (kNm---kNm <sup>2</sup> )
Q <sub>var</sub>	long1.dis	Min=0.00000000 Max=1.00000000	dlouhodobé nahodilé zat.
Qk	Constant	Value=14.75	char. hodn. užitého zat. v (kNm---kNm <sup>2</sup> )
Gk2	Constant	Value=1	char. hodn. vlastní tíhy stěny nad průvlakem v (kNm---kNm <sup>2</sup> )
G <sub>var</sub>	dead1.dis	Min=0.81800000 Max=1.00000000	stálé zat.
Gk1	Constant	Value=13.27	char. hodn. stálého zat. v (kNm---kNm <sup>2</sup> )
Gk3	Constant	Value=1.55	char. hodn. vlastní tíhy
GamaM	Exponential	Min=1.00000000 Max=1.15000000 Mean=1.07500000 StDev=0.00625000	dílčí součinitel materiálu v (-)
A	Constant	Value=0.01001417	průřezová plocha v (m <sup>2</sup> )
f <sub>ck</sub>	beton35.dis	Min=20.00000000 Max=62.00000000	char. pevnost betonu v tlaku v (MPa)
x	Constant	Value=1	tlačená výška betonové části i= o*x v (m)
z	Constant	Value=1	ramano vnitřních sil = r*z v (m)
l	Constant	Value=6.1	délka nosníku v (m)
hd	Constant	Value=0.1	výška betonové desky v (m)
htr	Constant	Value=0.01	výška trapezového plechu v (m)
hval	Constant	Value=0.24	výška válcovaného nebo svařovaného profilu v (m)
bo	Constant	Value=0	šíře horní příruby, horní pasnice

Variable	Activity	Discrete	Recalculate	Comment
Med	Histogram	No	No	
Mplrdc	Log	No	No	
Mplrda	Log	No	No	
Ohybchor	Log	No	No	
Ohybadol	Log	No	No	
Vplrd	Histogram	No	No	
Smyk	Histogram	No	No	
beff	Histogram	No	No	
be1	Histogram	No	No	
SF	Log	No	No	

#### 4. Posouzení průřezu při kombinaci namáhání ohyb/smyk

Rovnice zadané do programu Anthill:

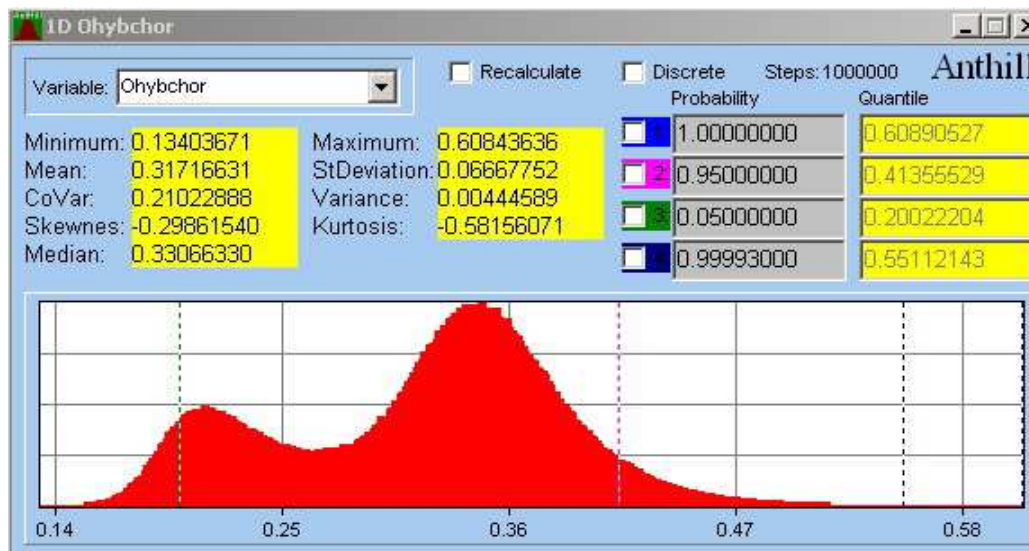
```

Equations
: Stropnice č.7 (průvlak)
SF=Mplrd-Med
: 1) Únosnost ve smyku
Smyk=Ved/Vplrd
Vplrd=Av*Avar*(fyd*10^6/3^(1/2))*10^(-3)
: 2) Únosnost v ohybu
Ohybadol=Med/Mplrd
Ohybchor=Med/Mplrdc
Mplrd=A*Avar*fyd*zr*10^3
Mplrdc=beff*o*x*Avar*0.85*fc*d*zr*10^3
: Návrhové účinky zatížení
Med=(1/8)*fd^2
Ved=(1/2)*fd^2
: Návrhová kombinace zatížení dle rov. 6.10
fd=(Gk1*1.35*Gvar+Gk2*1.35*Gvar+Qk*1.5*Qvar+Tk*1.5*Qvar+Gk3*1.35*Gvar)*GamaM
: Poloha ramene vnitřních sil
r=(hd+htr+(hval/2))*(o/2)
: Poloha neutrální osy
o=(A*Avar*fyd)/(beff*0.85*fc*d)
: Mez kluzu oceli
fyd=fyvar/GamaM
: Návrhová pevnost betonu v tlaku
fc=0.788618*fck/1.5
beff=((be1^2)+bo)
be1=(l/8)

```

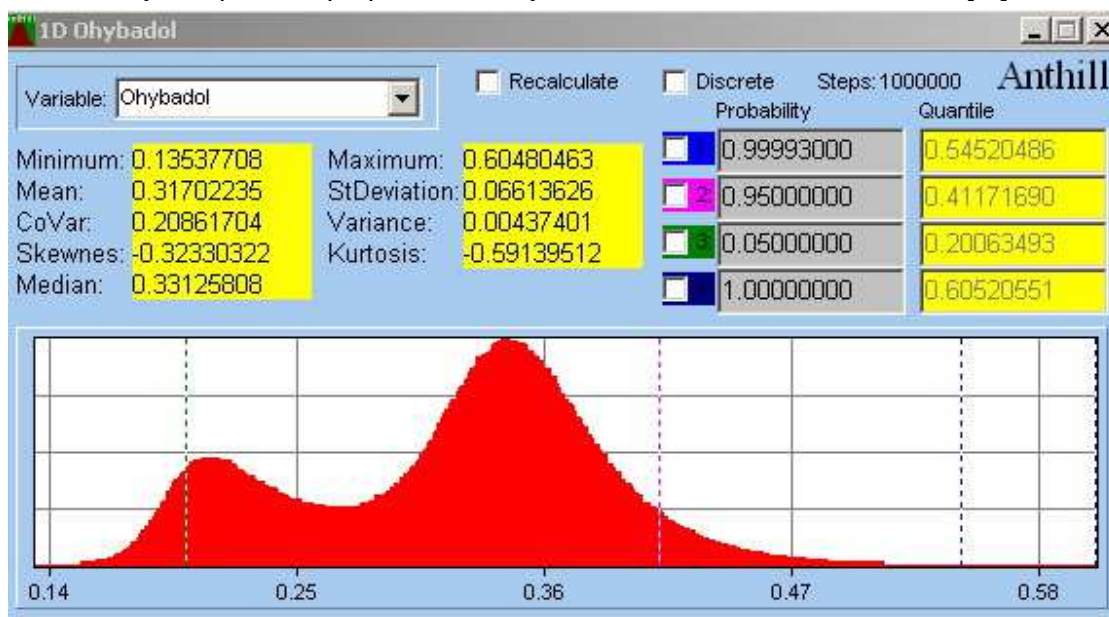
Pro potřeby simulace bylo zadáno 1 000 000 cyklů. Využití průřezu při namáhání rozhodujícím ohybem a histogram je na obr. 9. Stanovená hodnota využití profilu při pravděpodobnosti poruchy  $P_{fd} = 0,000072$  je rovna hodnotě 60,84%.

Obr. 9: Využití průřezu při působení ohybového momentu – horní vlákna [%]



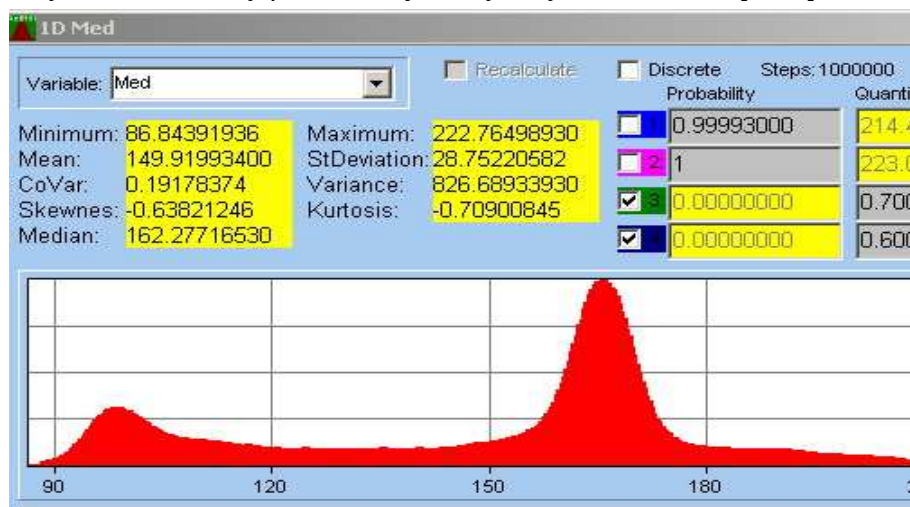
Pro potřeby simulace bylo zadáno 1 000 000 cyklů. Výsledné využití průřezu při namáhání ohybovým momentem a histogram je na obr. 10. Stanovená hodnota využití při pravděpodobnosti poruchy  $P_{fd} = 0,000072$  je rovna hodnotě 60,48%.

Obr. 10: Využití průřezu při působení ohybového momentu – dolní vlákna [%]



Díky jinému přístupu k výpočtu a posudku konstrukce, který je založen především pravděpodobnostním pojetím a simulací v rámci navrhování konstrukcí, při zohlednění různých vlivů působících na nosnou konstrukci při provádění, provozu, údržbě, klimatických podmínkách a při jejím užívání, program pracuje s mnoha proměnnými, které postup posuzování dle EC3 nepřipouští, proto dochází k tomu, že v mém příkladu disponuje výpočet s vyššími hodnotami únosnosti pro ohybový moment (EC3 cca  $M_{ud} = 435\text{kNm}$ , SBRA  $M_{ud\ SBRA} = 476\text{kNm}$ ) a nižším zatěžovacím ohybovým momentem (EC3 cca  $M_{Ed} = 277\text{kNm}$ , SBRA  $M_{Ed\ SBRA} = 223\text{kNm}$ ). Výsledná hodnota je tedy při využití posuzovaného profilu ještě nižší a rovná se hodnotě 55%.

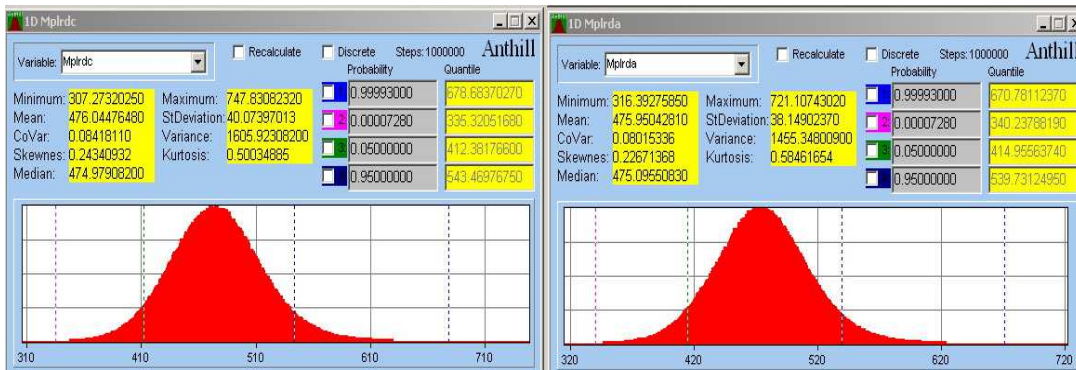
Obr. 11: Výsledné hodnoty pro zatěžující ohybový moment  $M_{Ed}$  [kNm]



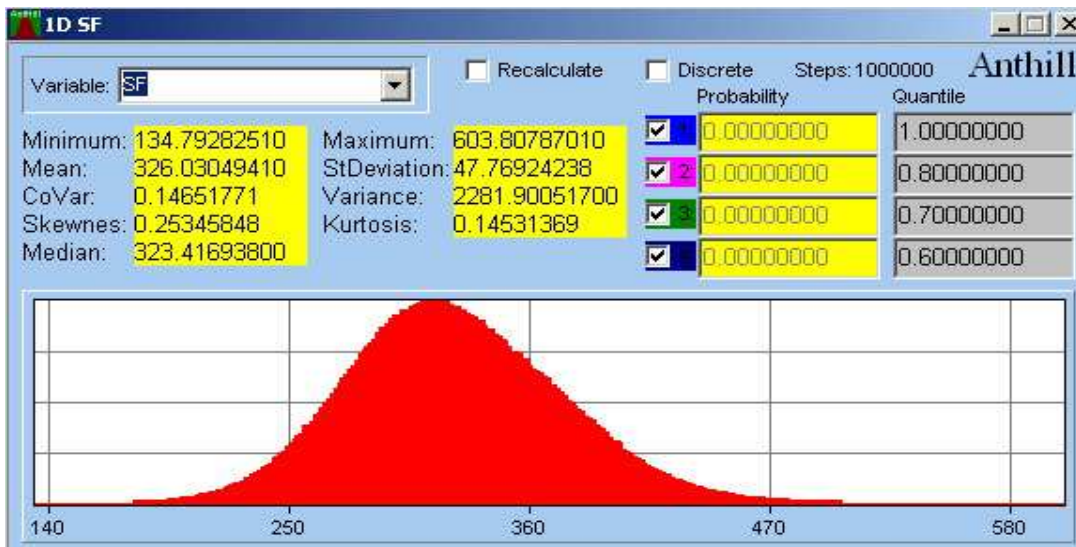
Obr. 12: Výsledné hodnoty pro únosnost ohybového momentu v plasticitě: [kNm]

horní vlákna

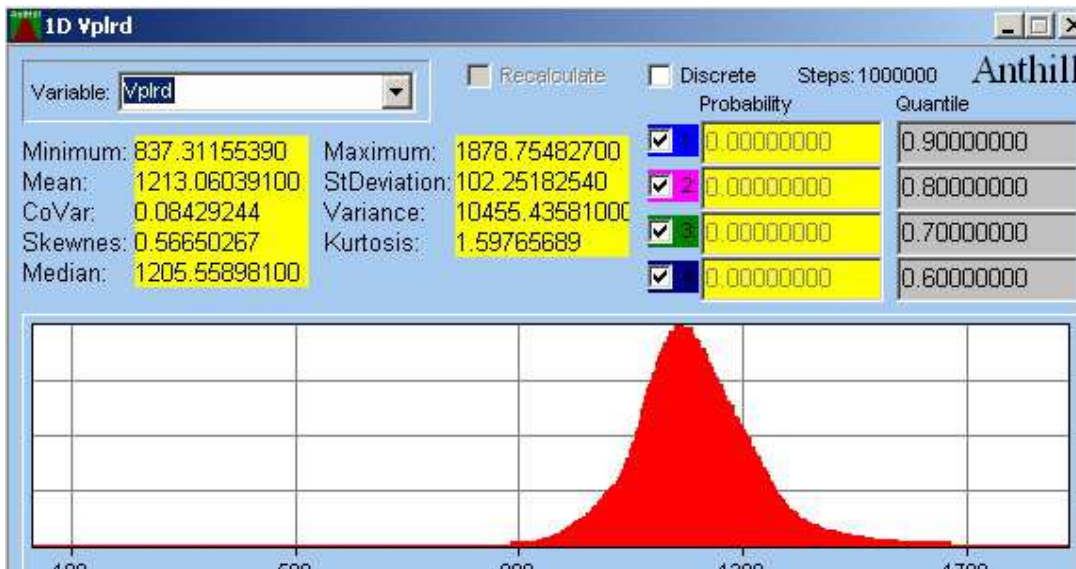
dolní vlákna



Obr. 13: Celková pravděpodobnost poruchy - PF



Obr. 14: Výsledné hodnoty pro únosnost ve smyku v plasticitě: [kN]



## 5. Souhrn a závěr – zhodnocení výsledků zjištěných metodou SBRA, EC3 a Dlubal RFEM 5.03

Porovnáním výsledků při výpočtu a simulaci metodou SBRA – ANTHILL a programem Dlubal RFEM 5.03 ve 3D, EC3 je provedeno v tab. 5. Z následujícího je vidět, že při posouzení navrženého průřezu pomocí metody SBRA dochází k úsporám materiálu a tato úloha byla aplikovaná na namáhaný vodorovný nosník deltatrám D25-400 (6,1 m).

Tento závěr je docílen jiným chápáním a přístupem k výpočtu a posudku konstrukce, který je založen především pravděpodobnostním pojetím a simulací v rámci navrhování konstrukcí, při zohlednění různých vlivů působících na nosnou konstrukci při provádění, provozu, údržbě, klimatických podmínkách a při jejím užívání.

Z porovnání (tab. 5) jednoznačně vyplývají možné úspory materiálové i finanční, proto se pro tuto konstrukci doporučuje dále rozpracovávat posuzování ostatních prvků a to v posudku 2D prutů a následně 3D prutů pro daný konstrukčně nosný systém stavby.

Tab. 5: Porovnání výsledků namáhaného nosníku ocelové konstrukce, profil D25-400

Veličina	Výsledky vypočítané ručně	Výsledky získané programem		Rozdíl / Poznámka
	ČSN EN 1993-1 EC 3	Dlubal RFEM (EC3)	SBRA , Anthill	
Využití průřezu při namáhání ohyb/smyk	63%	64%	55%	≅ 8,5%
Předpokládaná hmotnost konstrukce	176 643 kg		161 628 kg	57,- Kč/kg (materiál + práce)
Hrubý odhad nákladů	10 068 651,- Kč		9 212 815,- Kč	855 835,- Kč



## Celkové shrnutí obou posuzovaných prvků

Tab. 6: Porovnání výsledků obou namáhaných prvků ocelové konstrukce

Veličina	Výsledky vypočítané ručně	Výsledky získané programem		Rozdíl / Poznámka
	ČSN EN 1993-1 EC 3	Dlubal RFEM (EC3)	SBRA , Anthill	
Využití průřezu D25-400 při ohyb/smyk	63%	64%	55%	≅ 8,5%
Využití průřezu HEB 300 při ohyb/tlak	66,1%	68,0%	53,14%	≅ 14%
Předpokládaná hmotnost konstrukce	239 523 kg		215 705 kg	57,- Kč/kg (materiál + práce)
Hrubý odhad nákladů	13 652 811,- Kč		12 295 192,- Kč	1 357 619,- Kč

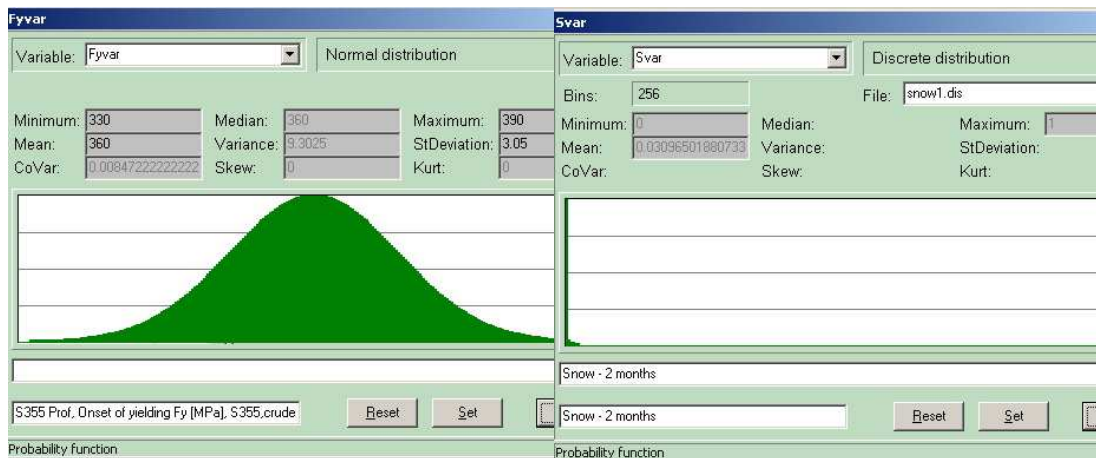
## Literatura

- [1] Marek P., Guštar M., Anagnost T. (1995): Simulation Based Reliability Assessment for Structural Engineers, CRC, Boca Raton, Florida, U.S.A., ISBN 0-8493-8286-9
- [2] Marek P., Brozzetti J., Guštar M., Tikalsky P., Editors (2003): probabilistic Assessment of Structures using monte Carlo Simulation. Basics, Exercises, Software, Second edition, ITAM CAS, Praha
- [3] Publikace SBRA : viz [www.SBRA-ANTHILL.com](http://www.SBRA-ANTHILL.com) (celkem 720 publikací SBRA)
- [4] ČSN EN 1993-1-1, Eurokod 3: Navrhování ocelových konstrukcí
- [5] Kmet' S., XII. Celostátní kference se zahraniční účastí Spolehlivost Konstrukcí, (2011),

## Historie metody Monte Carlo:

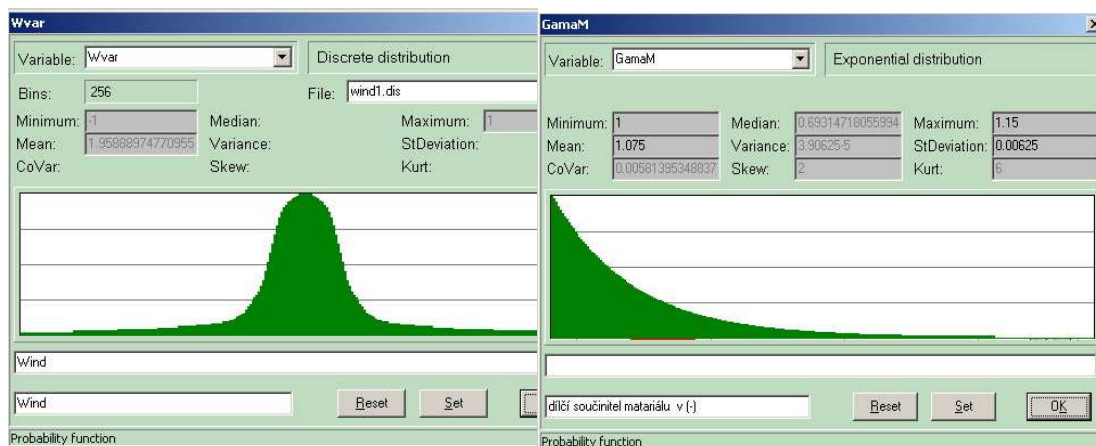
Metoda Monte Carlo byla formulována již ve 40. letech 20. století. Jejím zakladatelem byl Stanislaw Marcin Ulam a John von Neumann, kteří pracovali na zkoumání chování neutronů při průchodu různými materiály. Při měření získaly velké množství dat, které nebylo možno teoreticky zpracovat. Proto se zaměřili na vývoj metody pro stanovení hodnot veličin vzniklých při náhodném jevu. Inspirací pro tuto metodu se jim stala ruleta, od ní plyne i název metody Monte Carlo.

Ukázka histogramů, s kterými program počítal posuzování daných prvků:



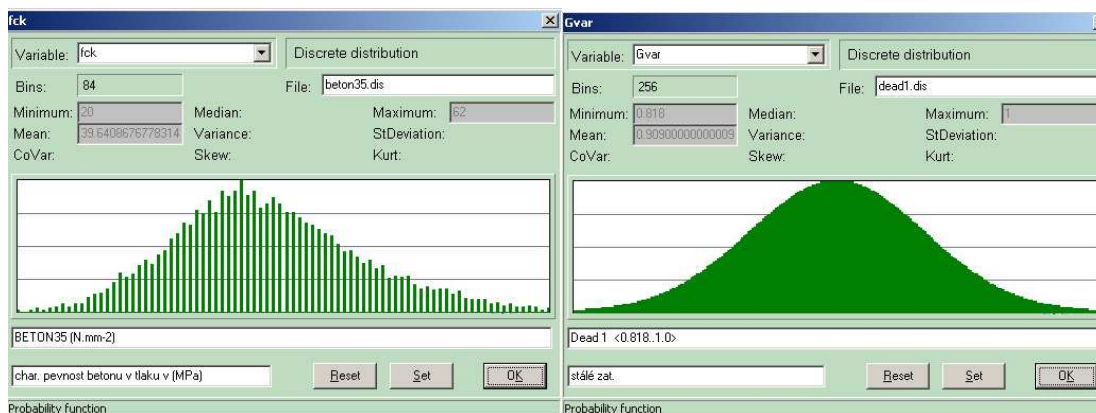
histogram meze kluzu oceli S355

histogram sněhu



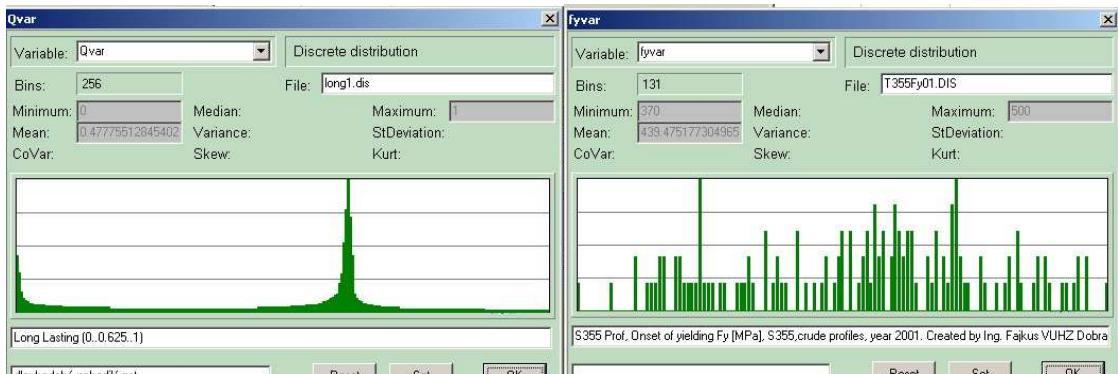
histogram větru

histogram součinitele podmínek působení



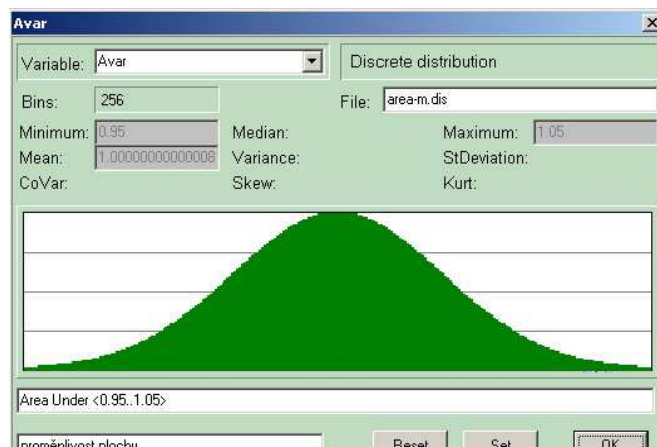
histogram betonu

histogram stálého zatížení



histogram dlouhodobého nahodilého zatížení

histogram oceli 355 (diagram)



histogram proměnlivosti plochy

(ovlivňující moment setrvačnosti, modul pružnosti, ...)

## ZÁVĚR

Obsahem mé práce bylo vypracovat nejen projektovou dokumentaci, ale také se zaměřit na různé druhy a postupy posuzování konstrukcí a porovnat je.

Diplomová práce je rozdělena do textové a přílohové části. Textová se skládá z jednotlivých technických zpráv, statických výpočtů a analytické části zabývající se zajímavým přístupem k posuzování konstrukcí pomocí pravděpodobnostní metody SBRA (Simulation-Based Reliability Assessment) v programu Anthill, kterou jsem použil na posuzované a nejvíce namáhané prvky, tedy sloupu a vodorovného nosníku v hlavní části parkovacího domu. Následně porovnávám výsledky posouzení na daných prvcích a vytvářím určité ekonomické shrnutí a závěr. V statické části naleznete podrobný popis prvků, konstrukčních řešení a postup statického výpočtu vybraných konstrukcí včetně všech zatěžovacích stavů. Statické výpočty jsou provedeny ručně v souladu s ČSN EN na základě statického programu Dlubal RFEM 5.03. Přílohová část obsahuje vytištěnou výkresovou dokumentaci k projektu vytvořenou v programu AutoCAD 2011, podklady k použitým konstrukcím, výkaz materiálu a CD s kompletní prací v digitální podobě ve formátu PDF a RF4.

Při navrhování a řešení projektu jsem se snažil o vytvoření objektu, který vyhovuje všem provozním a technickým požadavkům a lze ho realizovat za ekonomicky přijatelnou cenu. Díky použití pravděpodobnostního posuzování konstrukce, došlo u parkovacího domu na ocelových posuzovaných prvcích k ušetření cca 8-14% materiálu. Tato metoda se jeví jako velmi perspektivní, ovšem zda se dočká širokého uplatnění v budoucnu, je otázkou.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ČSN EN 1990 – Zásady navrhování stavebních konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991 – Zatížení stavebních konstrukcí
- [3] ČSN EN 1992 – Navrhování betonových konstrukcí
- [4] ČSN EN 1993 – Navrhování ocelových konstrukcí
- [5] ČSN EN 1996 – Navrhování zděných konstrukcí
- [6] ČSN 73 0802 - Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty
- [7] ČSN 73 6058 – Jednotlivé, řadové a hromadné garáže
- [8] vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavbu
- [9] vyhláška č. 62/2013 Sb., o dokumentaci stavby (původně č. 499/2006 Sb.)
- [10] vyhláška č. 398/2009 Sb., o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání stavby
- [11] Marek P., Brozzetti J., Guštar M., Tikalsky P.: Probabilistic Assessment of Structures. Praha, 2003
- [12] Marek P., Guštar M. and Anagnos T.: Simulation-Based Reliability Assessment for Structural Engineers. Boca Raton: CCR Press, FL, USA, 1996
- [13] Pirner M. a Fischer O.: Zatížení staveb větrem, ČKAIT, Praha, 2003
- [14] Studnička J. a Holický M.: Ocelové konstrukce 20 – Zatížení staveb dle Eurokódu. ČVUT, Praha, 2005
- [15] FALTUS F.: Ocelové konstrukce pozemního stavitelství. Praha, 1960
- [16] <http://www.peikko.cz/> & <http://www.peikko.com/>
- [17] <http://www.betonstavby.cz/>
- [18] <http://dektrade.cz/>
- [19] <http://www.tzb-info.cz/>
- [20] <http://www.ronn.cz/>
- [21] <http://www.climastone.cz/>
- [22] <http://nahlizenidokn.cuzk.cz/>
- [23] <http://cze.sika.com/>
- [24] <http://www.prefa.cz/>

## SEZNAM POUŽITÉHO SOFTWARE

- AutoCAD 2011
- Microsoft Office - Word 2013
- Statický program Dlubal RFEM 5.03
- program Anthill (založen na pravděpodobnostní metodě SBRA)
- PDFCreator