

# Vertikální parkovací plošina pro automobily

Bc. Jan Boček

---

Diplomová práce  
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav výrobního inženýrství  
akademický rok: 2017/2018

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan Boček**  
Osobní číslo: **T16131**  
Studijní program: **N3909 Procesní inženýrství**  
Studijní obor: **Výrobní inženýrství**  
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Vertikální parkovací plošina pro automobily**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární studii na dané téma
2. Návrh konstrukčního řešení
3. Vyhotoďte výkresovou dokumentaci
4. Vyhotoďte 3D model

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **VOLEK, František. Základy konstruování a části strojů I. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009, 167 s. ISBN 978-80-7318-654-8.**
2. **ŠUBA, Oldřich. Mechanické chování těles. Vyd. 5. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, 101 s. ISBN 978-80-7318-907-5.dále dle doporučení vedoucího diplomové práce**

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Martin Řezníček, Ph.D.**

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

**2. ledna 2018**

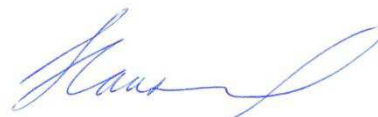
Termín odevzdání diplomové práce:

**18. května 2018**

Ve Zlíně dne 13. dubna 2018



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.  
*děkan*



prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

Příjmení a jméno: .....Boček Jan.....

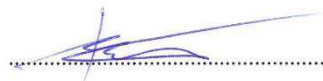
Obor: Výrobní inženýrství

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně ...9.5.2018.....



<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělčně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užíje-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Cílem této práce je návrh konstrukčního řešení vertikální parkovací plošiny pro automobily, která má řešit situace s nedostatkem parkovacích míst a volné plochy pro realizaci plošného parkování pro automobily s menší četností používání, nebo dlouhodobě odstavených.

Obsahem práce je teoretická část, která se zabývá problematikou zakládání staveb, ocelových konstrukcí, sváření a stavebními předpisy. Druhá praktická část práce se zabývá návrhem a pevnostními výpočty konstrukce vertikální parkovací plošiny pro automobily včetně zpracování výkresové dokumentace.

Klíčová slova: vertikální parkovací plošina, automobil, konstrukce, sloup, nosník.

## **ABSTRACT**

The aim of this thesis is the construction design of vertical parking platform for vehicles, which should solve situations of insufficient number of parking places and spare area for realization of area parking for vehicles with lower frequency of usage or long-term shutdown.

The content of the thesis is the theoretical part, which deals with issues of foundations, steel structures, welding and building regulations. The second practical part of the thesis deals with the design and the strength calculations of construction of vertical parking platform for vehicles including drawing documentation processing.

Keywords: vertical parking platform, vehicle, construction, pillar, beam.

Děkuji vedoucímu mé diplomové práce, panu Ing. Martinu Řezníčkovi, Ph.D. za pomoc, ochotu a odborné vedení při vypracování diplomové práce.

„Buď to dotáhni do konce, nebo raději vůbec nezačíněj“

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ÚVOD</b> .....  | <b>10</b> |
| <b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....   | <b>11</b> |
| <b>1 ZAKLADÁNÍ STAVEB</b> .....  | <b>12</b> |
| 1.1 INŽENÝRSKO-GEOLOGICKÝ PRŮZKUM .....                                    | 12        |
| 1.2 ROZDĚLENÍ ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ .....                                 | 15        |
| 1.2.1 Základové patky .....  | 15        |
| 1.2.2 Základové pásy.....  | 16        |
| 1.2.3 Základové rošty .....  | 18        |
| 1.2.4 Základové desky.....   | 19        |
| <b>2 OCELOVÉ KONSTRUKCE</b> .....  | <b>20</b> |
| 2.1 NÁVRH NOSNÉ OCELOVÉ KONSTRUKCE .....                                   | 20        |
| 2.1.1 Dispoziční řešení .....  | 21        |
| 2.1.2 Konstrukční řešení .....   | 22        |
| 2.1.3 Volba materiálu .....  | 22        |
| 2.1.4 Navrhování konstrukce .....  | 22        |
| 2.1.5 Hospodárnost konstrukce .....  | 24        |
| 2.2 SKLADBA KONSTRUKCE .....   | 24        |
| 2.2.1 Sloupy .....   | 25        |
| 2.2.2 Příhradová ztužidla.....   | 27        |
| <b>3 SVAŘOVÁNÍ</b> .....   | <b>28</b> |
| 3.1 SVAŘOVÁNÍ MIG/MAG.....   | 28        |
| 3.1.1 Zařízení pro svařování MIG/MAG .....                                 | 29        |
| 3.1.2 Ochranné plyny .....   | 30        |
| 3.1.3 Přídavný materiál .....  | 30        |
| 3.2 SVAŘOVÁNÍ OBALENOU ELEKTRODOU .....                                    | 31        |
| 3.2.1 Obalené elektrody .....  | 32        |
| 3.2.2 Technologie svařování .....  | 33        |
| 3.3 NAPĚTÍ VE SVÁRU .....  | 33        |
| 3.3.1 Činitel ovlivňující napětí ve sváru .....                            | 33        |
| 3.3.2 Mechanismus vzniku napětí ve sváru .....                             | 34        |
| 3.3.3 Konstrukční a technologické řešení pro snížení napětí ve sváru ..... | 34        |
| 3.3.4 Snižování napětí ve sváru po svaření .....                           | 35        |
| <b>4 MECHANISMY</b> .....  | <b>36</b> |
| 4.1 KINEMATICKÉ MECHANISMY .....   | 36        |
| 4.1.1 Šroubový mechanismus .....   | 37        |
| 4.1.2 Kloubový mechanismus .....   | 37        |
| 4.1.3 Klikový mechanismus .....  | 38        |
| <b>5 STAVEBNÍ PŘEDPISY</b> .....   | <b>39</b> |
| 5.1 STAVEBNÍ ŘÁD .....   | 39        |
| 5.2 TECHNICKÉ POŽADAVKY NA STAVBY .....                                    | 42        |
| 5.2.1 Základní požadavky .....   | 42        |
| 5.2.2 Mechanická odolnost .....  | 43        |
| <b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....   | <b>44</b> |



|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>6</b> | <b>CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE .....</b>  | <b>45</b> |
| <b>7</b> | <b>NÁVRH VERTIKÁLNÍ PARKOVACÍ PLOŠINY PRO AUTOMOBILY .....</b>                       | <b>46</b> |
| <b>8</b> | <b>KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ.....</b>   | <b>48</b> |
| 8.1      | NÁVRH RÁMOVÉ KONSTRUKCE .....  | 49        |
| 8.1.1    | Posouzení sloupu $120 \times 120 \times 5$ .....                                     | 50        |
| 8.1.2    | Posouzení zadního střešního nosníku $140 \times 80 \times 5$ .....                   | 51        |
| 8.1.3    | Posouzení zadního plošinového nosníku $120 \times 120 \times 5$ .....                | 53        |
| 8.1.4    | Kontrola svarového spoje zadního plošinového nosníku $120 \times 120 \times 5$ ..... | 57        |
| 8.2      | NÁVRH A KONTROLA ZÁKLADOVÝCH PATEK.....  | 58        |
| 8.3      | NÁVRH PLOŠINY A NÁJEZDŮ .....  | 59        |
| 8.4      | NÁVRH A VÝPOČET HŘÍDELE NÁJEZDŮ .....  | 63        |
| 8.5      | NÁVRH A VÝPOČET ZAJIŠTĚNÍ PLOŠINY .....  | 64        |
| 8.6      | NÁVRH A VÝPOČET KLADKOVÉHO MECHANISMU .....  | 66        |
| <b>9</b> | <b>ZPRACOVÁNÍ 3D MODELU .....</b>  | <b>68</b> |
|          | <b>ZÁVĚR .....</b>   | <b>70</b> |
|          | <b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>  | <b>71</b> |
|          | <b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>                                       | <b>73</b> |
|          | <b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>  | <b>76</b> |
|          | <b>SEZNAM TABULEK.....</b>   | <b>78</b> |
|          | <b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>  | <b>79</b> |

## ÚVOD

V dnešní době jsou na trhu dostupné automobily získávající na historické hodnotě a stávají se sbírkou pár nadšenců. Taková vozidla bývají využita jen občas, nebo jsou dlouhodobě odstavena. Pro tyto skupiny lidí vzniká problém, jak umístit rozrůstající se množství svých vozidel na nedostatečně volné ploše určené k parkování. Jak tedy zaparkovat více vozidel na malou plochu je pro mě stěžejní. V současné době přichází v úvahu několik možných řešení. Můžeme využít podzemních parkovacích stání. To je ovšem velmi nákladné a ve většině případů je potřeba s tímto počítat ještě před stavbou objektu. Další možností jsou parkovací plošiny, které jsou cenově dostupnější. Proto je tato práce zaměřena právě na tuto variantu.

Cílem práce je navrhnout konstrukční řešení parkovací plošiny, která bude sloužit pro odstavování vozidel, jež jsou opravována jako dlouhodobé projekty, nebo pro vozidla, která nejsou často používána jako například sbírka veteránů a podobně.

Aby bylo možné navrhnout a zkonstruovat parkovací plošinu, musíme se zabývat několika oblastmi. Místem kde bude parkovací plošina umístěna. Pro stabilitu konstrukce je potřeba mít pevné základy, takže bude nutno vyřešit, jaké základy budou dostatečné. Dále se zaměříme na samotnou konstrukci. Jakou variantu zvolit, jaký materiál bude ideální, navrhnoutí komponentů. Jelikož se bude jednat o patrovou plošinu je potřeba vyřešit manipulaci s plošinou, jak se bude zvedat, jak bude zajištěna, jakým způsobem budou auta najíždět. Pro možnost ukázky realizovatelnosti vytvořím 3D model.

Tato diplomová práce si dává za cíl navrhnout parkovací plošinu s co nejnižšími náklady, aby byla dostupná pro každého.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 ZAKLÁDÁNÍ STAVEB

Základy jsou důležitou součástí nosných konstrukcí, mající za úkol přenést účinky zatížení stavby do podloží. Jedná se o nejnižší část stavební konstrukce, která přichází do styku se základovou půdou, jež může být z hornin v přirozeném stavu nebo uloženinami vzniklými lidskou činností. Základy a základová půda tvoří při stavbě jeden celek, přičemž je snahou navrhnout a realizovat základy stavby tak, aby byly bezpečné a měly přiměřenou životnost a bylo dosaženo hospodárnosti a rychlosti provádění. Tyto požadavky kladené na základy staveb nelze jednoznačně splnit, neboť existuje více řešení a výběr optimálního není jednoduchý.

Při navrhování základů je nutno věnovat zvýšenou pozornost, aby nevznikly chyby při následném provedení, protože tyto chyby jsou těžko opravitelné a sanace jsou finančně nákladné.

Zakládání staveb se skládá z oborů hydrologie a inženýrské geologie, mechaniky zemin a hornin, dále pak stavební mechaniky a nauce o konstrukcích staveb.

### 1.1 Inženýrsko-geologický průzkum

Spolupráce projektanta ze zpracovatelem inženýrsko-geologického průzkumu je důležitý z důvodů spolehlivosti návrhu založení. Výsledky inženýrsko-geologického průzkumu představují závazný podklad pro projekt, který předepisuje způsob založení. Zpracovatel má mít k dispozici co nejvíce údajů o navrhovaném objektu, aby určil rozsah a typ průzkumu. [2,3]

#### Podle složitosti základové půdy se rozlišují

- a) Jednoduché základové poměry. Jsou takové kde se základová půda pod stavebním objektem podstatně nemění, jednotlivé vrstvy mají zhruba stálou mocnost a jsou téměř uloženy vodorovně. Podzemní voda
- b) Složité základové poměry. Jsou takové kde se základová půda se pod stavebním objektem místo od místa podstatně mění nebo vrstvy mají proměnlivou mocnost anebo jsou nepravidelně uloženy. Za složité základové poměry lze považovat taky případy kdy má základová půda nepříznivé vlastnosti nebo ji tvoří zvláštní zeminy či skalní horniny [2,3]

**Podle náročnosti s přihlédnutím ke statickým hlediskům se stavební konstrukce rozlišují na:**

- a) Nenáročné konstrukce nejsou citlivé na rozdíly v nerovnoměrném sedání a mají dostačující rezervu spolehlivosti v plastické oblasti přetvoření. Specifickou podskupinou jsou nízké stavební objekty.
- a) Náročné konstrukce jsou všechny ostatní konstrukce, hlavně výškové, staticky neurčité stavební objekty.

Při návrhu základů se postupuje podle složitosti základových poměrů, podle náročnosti konstrukcí a podle stupně projektové přípravy. Rozsah a podrobnost inženýrsko-geologického průzkumu musí být přiměřený typu a významu navrhovaného objektu, musí poskytnout veškeré geologické a geotechnické podklady pro hospodárný a spolehlivý návrh založení.

Závěrečná zpráva obsahuje:

- Výsledky místních prohlídek, předběžného průzkumu a vyhodnocení dříve provedených průzkumů
- Popis geologické stavby a podmínek daného území
- Provedení, rozvržení a geodetické zaměření sondovacích prací
- Popis provedených laboratorních nebo polních zkoušek základové půdy
- Zhodnocení výsledků sondovacích prací a zkoušek ve formě návrhových charakteristik základové půdy
- Výsledky hydrogeologického průzkumu včetně údajů o agresivitě podzemní vody
- Doporučení a požadavky týkající se způsobu založení, postup otevření stavební jámy, hloubky nebo potřebných úprav základové spáry a opatření k zajištění stability území

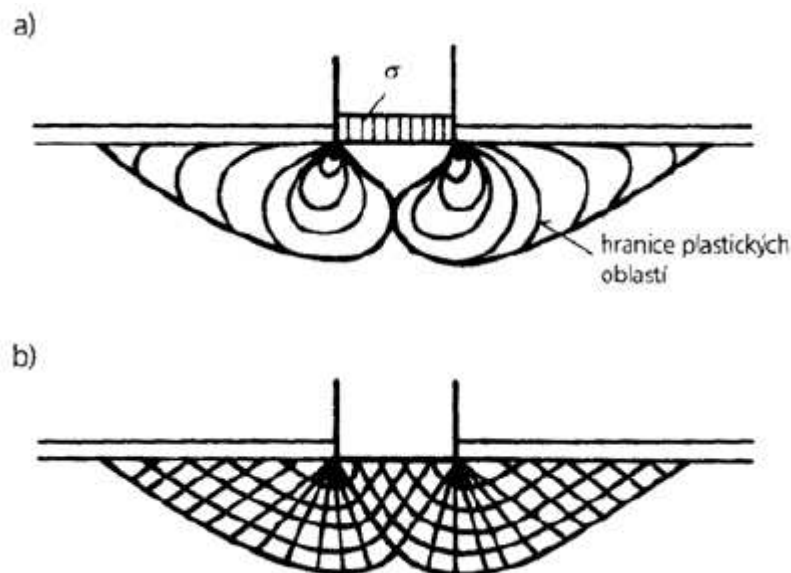
Zpráva o provedeném inženýrsko-geologického průzkumu musí poskytnout údaje důležité ke stanovení:

- Optimálního způsobu založení objektu v daných základových podmínkách včetně případného dopadu na návrh nadzákladových konstrukcí
- Optimální hloubky základové spáry
- Charakteristik základové půdy do hloubky možné ztráty únosnosti
- Ochrany základových konstrukcí proti účinkům zemního prostředí

- Způsobu otevření stavební jámy s ohledem na sousední zástavbu
- Opatření pro zajištění stability území
- Lokalit s materiály pro zlepšení vlastností základové půdy [2,3]

### Únosnost základové půdy

Mezní únosnost základové půdy je taková hodnota zatížení, kdy při její překročení dojde k vytvoření smykových ploch a zaboření základu. K mezním stavům únosnosti patří ztráta stability základové půdy porušením rovnováhy podél souvislých smykových ploch nebo porušení základové půdy přechodem větších oblastí do plastického stavu. Překročení únosnosti základové půdy by mohli vyvolat i krátkodobě působící zatížení.



Obr. 1 Únosnost základové půdy[2]

*a – vývoj plastických oblastí při zvětšování zatížení, b – zemina na mezi porušení*

V případech, kdy nerozhoduje o hloubce založení stavební řešení objektu nebo vlastnosti základové půdy a hladina podzemní vody, volíme z technicko-ekonomických důvodů hloubku základů co nejmenší. Zde se jedná o nepodsklepené pozemní nebo inženýrské objekty, u kterých je ale třeba se vyvarovat klimatickým vlivům na základovou půdu. Tyto vlivy (promrzání a vysychání) se projevují objemovými změnami zemin nebo naklánění mělkých základů. Pokud se určí nejmenší hloubka založení, volí se s ohledem na promrzání hloubka základové spáry nejméně 0,8m pod upraveným povrchem a u základů v

zeminách chráněných proti promrzání a u základů dočasných konstrukcí může být hloubka základové spáry menší, nejméně však 0,4m. [2,3]

## 1.2 Rozdělení základových konstrukcí

Při návrhu základů se vychází z konstrukčního řešení stavby a výsledků inženýrsko-geologického průzkumu. Teprve na základě těchto informací se může provést vlastní návrh základů, ale je třeba přihlédnout k působení nosné konstrukce na podloží. Speciální pozornost je potřeba věnovat základům v sedavých zeminách na násypch a v sesuvných oblastech.

### **Základové konstrukce lze rozdělit:**

#### **Plošné základy**

- Základové patky
- Základové pásy
- Základové desky
- Základové rošty

#### **Hlubinné základy**

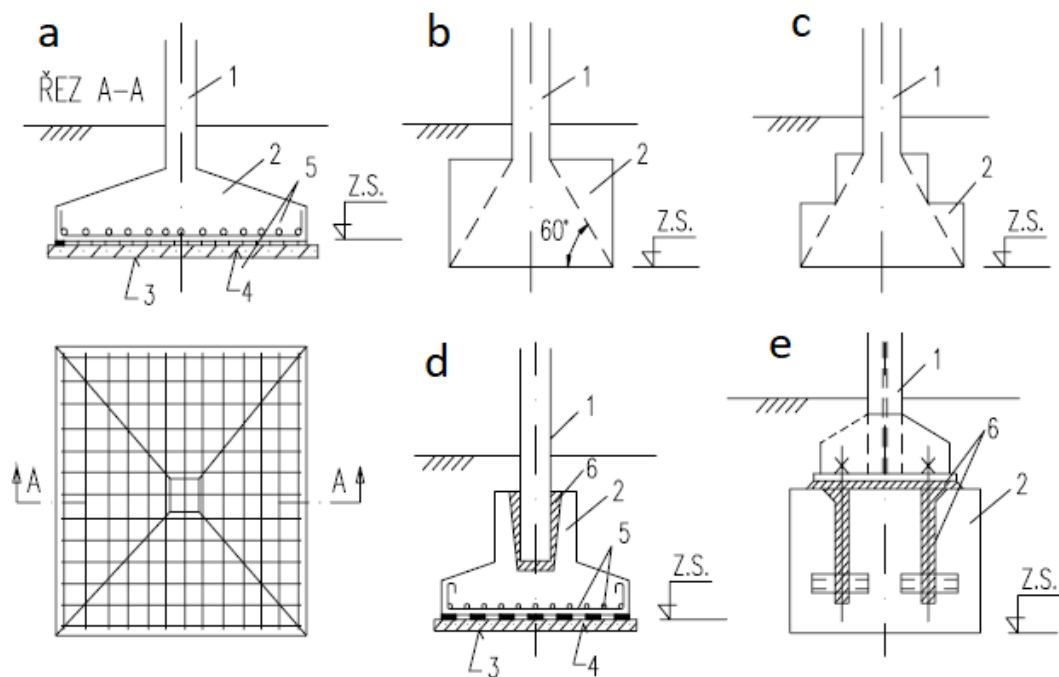
- piloty
- studny
- kesony

### 1.2.1 Základové patky

Základové patky přenášejí ze sloupů zatížení do základové půdy. Jsou nejjednodušším a nejlevnějším řešením založení většiny staveb s prutovými konstrukcemi v nezákladové části konstrukcí průmyslových, občanských, zemědělských a inženýrských objektů vyvolující bodová zatížení. Tvar základové patky bývá většinou čtvercového, kruhového nebo obdélníkového půdorysu. Základové patky se většinou zhotovují jako jednostupňové, s rostoucí výškou základu jako dvoustupňové, ojediněle i s větším počtem ozubů. Provádějí se z prostého betonu nebo železového betonu anebo se tyto materiály kombinují, kdy spodní stupeň z prostého betonu a horní ze železobetonu.

Patky montovaných nadzákladových konstrukcí se navrhují monolitické nebo prefabrikované ve tvaru kalichu. Zhotovují se většinou ze železobetonu a kalich se po usazení sloupu vyplní cementovou zálivkou.

Patkové základy ocelových konstrukcí a strojně technologických zařízení mohou být co do úrovně založení i půdorysných rozměrů ovlivněny zadaným kotvením. Hloubka založení je ovlivněna klimatickými a základovými podmínkami, nebo hloubkou založení sousedících základů. [2,3]



Obr. 2 Základové patky[2]

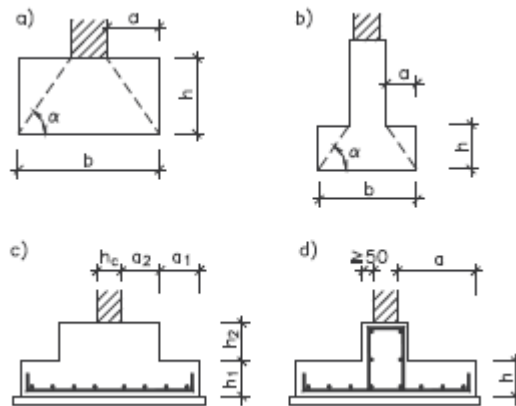
*a – železobetonová patka, b - jednostupňová, c - dvoustupňová, d – patka montované konstrukce, e – základ ocelového sloupu, nebo strojně technologického zařízení; 1 – podporovaná konstrukce, 2 – základ, 3 – podkladní beton, 4 – izolace, 5 – výstuž, 6 – zálivka nebo podlití.*

### 1.2.2 Základové pásy

Základové pásy je typ plošných základů s převládajícím rozměrem základové spáry o poměru délky k šířce větším než 6m. Základové pásy se navrhují pod sloupy nebo nosnými stěnami na méně únosných zeminách. Chování základových pásů zatížených rovnoměrných zatížením nebo osamělými silami a momenty je rozdílné. Proto se ze statického hlediska rozlišují:



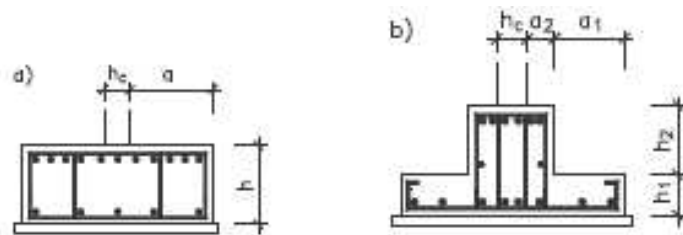
- a) Základové pásy pod průběžnými stěnami, které jej zatěžují přibližně rovnoměrným zatížením, jsou namáhány většinou v příčném směru, ve směru podélném vytváří nepoddajnou tuhou konstrukci



Obr. 3 Základové pásy pod průběžnými stěnami[2]

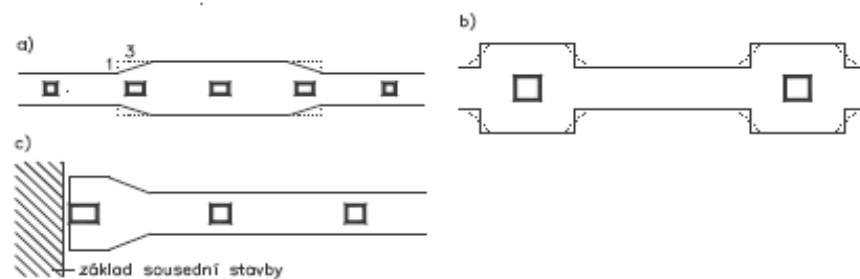
*a – jednostupňový, b – při únosné základové půdě ve větších hloubkách, c – dvoustupňový, d – tvaru obráceného T*

- b) Základové pásy pod sloupy jsou zatěžovány v podélném směru a mají charakteristiku spojitého nosníku zatěžovaného reakcemi od podloží. V příčném průřezu pásů bývá obdélníkový tvar nebo obráceného T. V podélném směru může být výška konstantní nebo se v okolí sloupů zesiluje náběhy.



Obr. 4 Základový pás pod sloupy, železobetonový[3]

*a) jednostupňový, b) tvaru obráceného T*



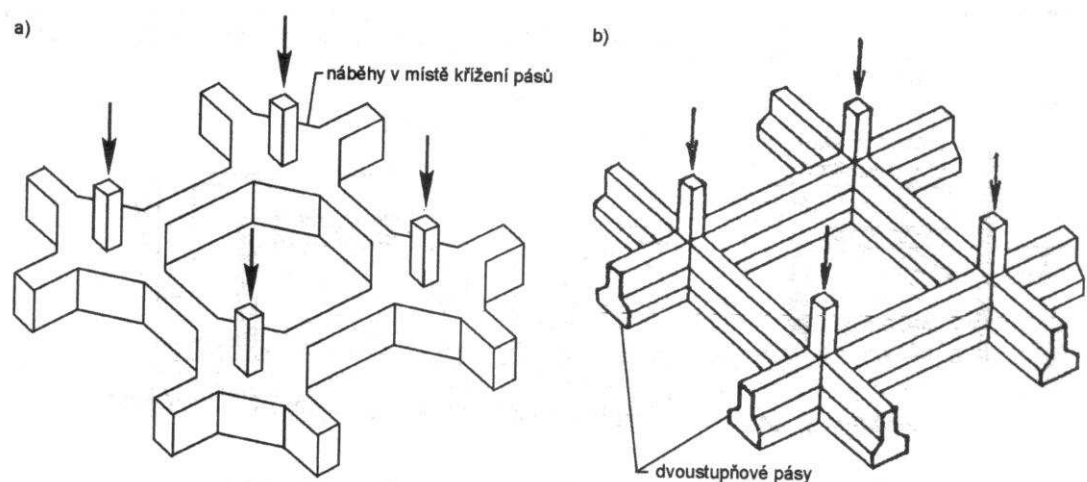
Obr. 5 Půdorysný tvar základových pásů[4]

a) při rozdílných zatížení sloupů, b) při sníženém namáhání v podélném pásu, c) při ovlivnění od sousedního základu

Založení staveb na základových pásech je výhodnější než na patkách z důvodů spotřeby betonu a menším objemu bednicích prací, při malé vzdálenosti sloupů, dosažení stejnoměrnějšího sedání objektu a zajištění větší tuhosti ve vodorovném směru. Podobně jako patky se i pásy dělají z prostého nebo železového betonu, mohou být monolitické nebo montované z prefabrikovaných dílů. [2,3]

### 1.2.3 Základové rošty

Základový rošt je tvořen základovými pásy ve směru obou hlavních os objektu. Rošt tvoří vodorovně tuhou konstrukci v úrovni základové spáry. Je vhodný při zakládání objektů na méně únosných a více stlačitelných zeminách nebo k přenášení velkých zatížení do podloží. Zhotovují se výlučně monolitické.



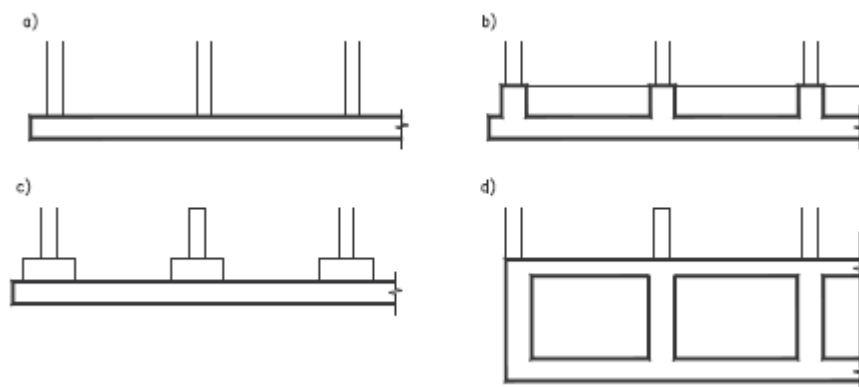
Obr. 6 Schéma základového roštu[5]

Základový rošt z prostého betonu lze zhotovit pouze za předpokladu rovnoměrného zatížení od průběžných stěn a stejných geologických podmínek v rozsahu objektu.

Základový rošt zhotovený ze železobetonu se používá při odlišných geologických poměrech nebo při různém zatížení roštu nezákladovou konstrukcí. [2,3]

#### 1.2.4 Základové desky

Základová deska je souvislý plošný základ, který přenáší zatížení celého stavebního objektu. Základové desky se využívají při zhotovování základů na méně únosném nehomogenním podloží a při velkém zatížení, nebo je-li úroveň podlahy pod hladinou podzemní vody. Z technologického hlediska je vhodné volit desku o konstantní tloušťce, která je závislá na typu konstrukce a na základových poměrech.



Obr. 7 Základové desky[4]

a) konstantní tloušťky, b) vyztužená roštem, c) tvaru obráceného hřibového stropu,  
d) krabicový základ

Základová deska je nejnákladnější typ plošných základů ale má řadu výhod, které jsou:

- Snížení nerovnoměrného sedání a vzájemného pootáčení svislých částí konstrukce na málo únosném podloží.
- Účinné vodorovné zpevnění objektu v úrovni základové spáry
- Tuhá konstrukce desky umožňuje zhotovení plošné ochrany suterénních prostor proti podzemní vodě
- Jednoduché bednění velkoplošná betonáž [2,3,6]

## 2 OCELOVÉ KONSTRUKCE

Ocelové konstrukce tvoří tuhý konstrukční systém ocelových rámců, které se skládají z ocelových sloupů, ocelových příčlích, vertikálních ztužidel a ocelových náběhů.

Ocelové konstrukce mají ve srovnání s obvyklými stavbami z betonu následující výhody:

- ocel je kvalitnější oproti běžně používaným stavebním materiálům, má vysokou pevnost
- ocelovými konstrukcemi lze překonat velká rozpětí, dosáhnout velkých výšek a přenášet velká zatížení
- výroba ocelových konstrukcí probíhá průmyslovým způsobem v automatizovaných provozech a tím je zajištěna vysoká kvalita a produktivita.
- montáž ocelových konstrukcí bývá velmi rychlá bez omezení klimatickými podmínkami
- rekonstrukce ocelových konstrukcí jsou snadné, většinou i bez přerušení provozu
- materiál ocelových konstrukcí se z většího množství recykluje

Nevýhodou ocelových konstrukcí je potřeba ochrany nosných prvků proti korozi a proti požáru.

Výhodnost z ekonomického hlediska u ocelových konstrukcí je v tržním prostředí nejčastěji poměřována s železobetonovými konstrukcemi. Ze zkušenosti vyplývá, že oba stavební materiály soutěží s proměnlivými výsledky. Když se promítnou do kalkulací nejen náklady na stavbu, ale započítá se i doba výstavby a náklady na demolici mají ocelové konstrukce lepší výsledky ve většině případů. [7,8,9]

### 2.1 Návrh nosné ocelové konstrukce

Při návrhu nosné konstrukce se musí respektovat řadu hledisek jako funkce a provoz objektu, architektonické stavebně konstrukční řešení, technologické a technické vybavení, podmínky zakládání, montáže a údržby. Proto se musí vycházet ze spolupráce architekta, projektanta a statika stavby. Hlavní zásadou konstrukčního řešení je postupovat od principu k detailu. Vlastní návrh nosné konstrukce je řešením několika hlavních otázek, které se řeší často souběžně. Cílem návrhu je zajistit:

- estetické a architektonicky vhodné řešení
- rychlost výstavby

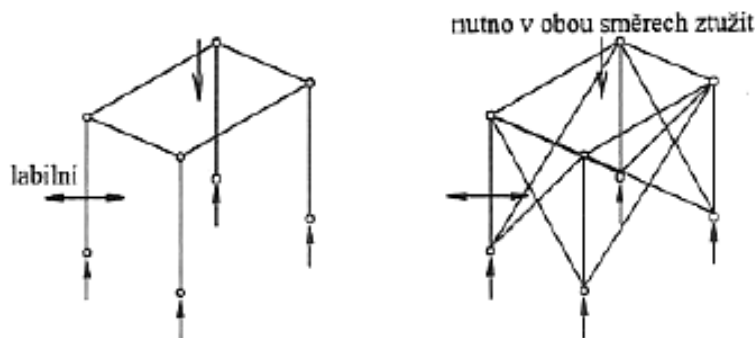
- bezpečnost a hospodárnost stavby
- funkčnost stavby po celou dobu její životnosti [7,8,9]

### 2.1.1 Dispoziční řešení

Úkolem dispozičního řešení je určení rozměrového uspořádání konstrukce, nosného systému a vytvoření prostorově tuhé konstrukce.

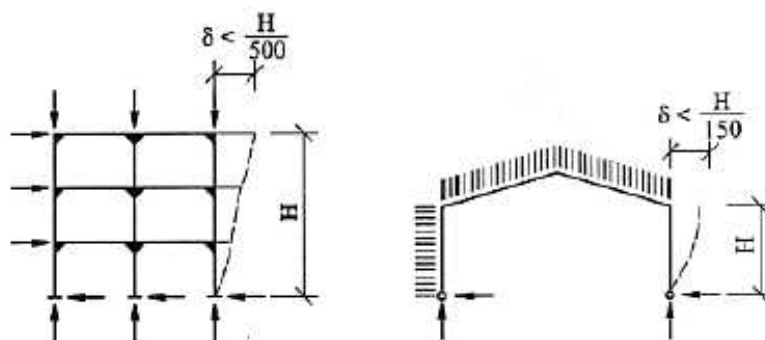
Ocelové konstrukce tvoří prakticky vždy prostorově působící konstrukci. Většinou ale postačí staticky vyřešit jednodušší rovinou soustavu. Pouze složité a velké je nutno řešit jako prostorové. Pojetí prostorové tuhosti konstrukce představuje:

- zajištění polohy a tvaru konstrukce
- přenos všech zatížení do základů a zajištění tuhosti konstrukce
- zajištění stability všech částí ocelové konstrukce



Obr. 8 Zajištění tvaru konstrukce [7]

Zvláštností ocelových konstrukcí je, že jednotlivé součásti konstrukce zabezpečují při vytváření prostorově tuhé konstrukce více funkcí. Důležité je zajistit prostorovou tuhost i při montáži, neboť právě při opomenutí může dojít ke zřícení konstrukcí. [7,8]



Obr. 9 Přenos zatížení do základů a požadavky na vodorovnou tuhost konstrukce

### 2.1.2 Konstrukční řešení

S výběrem konstrukčního systému souvisí i koncepce řešení prvků a detailů konstrukce, které musí zajistit předpokládané chování nosné soustavy. Ocelové konstrukce zajišťují značnou variantnost řešení detailů, je jejich vazba celku a detailu velmi výrazná. Aby nevznikly později komplikace, je potřeba se zabývat detailním řešením již v počátečních fázích návrhu. U běžných konstrukcí je vhodným montážním stykem spoj šroubovaný. Ve výpočtech se udává jako kloubový nebo polotuhý a dává se jím přednost před rámy a tuhými spoji, neboť jsou lehčí a tužší. [7,8]

### 2.1.3 Volba materiálu

Pro nosné konstrukce se většinou používají běžné konstrukční oceli jakosti S 235 a S255. Ve zvláštních efektivních případech je také možné použít kvalitnější ocel, nebo ocel se zvýšenou odolností proti atmosférické korozi. [7,8]

### 2.1.4 Navrhování konstrukce

Základní úkolem návrhu konstrukce je určení zatížení a jeho odezvy v konstrukci. Zatížení staveb jsou různorodá a při hledání optimální kombinace je nutné se řídit správným úsudkem. Velikost zatížení udává objednavatel stavby podle účelu budoucího využití anebo je udávají normy. [7,8]

#### Zatížení

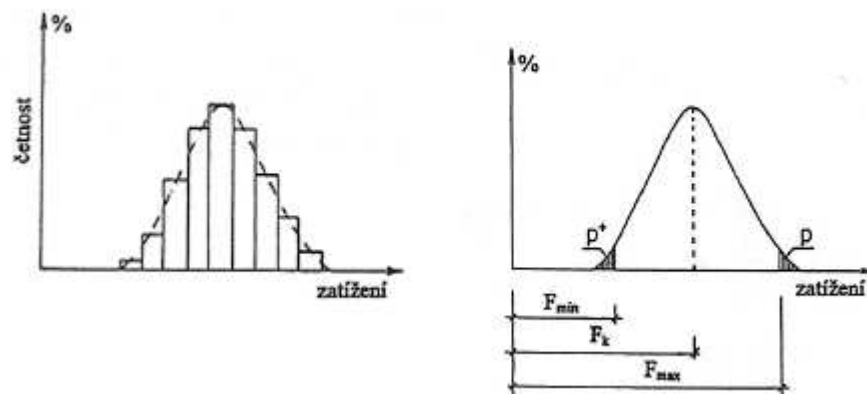
Zatížení stavebních konstrukcí vyjadřuje gravitační působení, zatížení klimatická a zatížení užitná. Některá zatížení lze určit přesně jako zatížení mostů, jiná jsou značně neurčitá například vítr. Některé zatížení působí pravidelně po celou dobu životnosti konstrukce, jiné zatížení nemusí vzniknout vůbec, nebo jen výjimečně při nehodě, nebo přírodní katastrofě. Zatížení lze klasifikovat:

- ❖ podle proměny v čase
  - zatížení stálá
  - zatížení nahodilá
  - zatížení mimořádná
- ❖ podle proměny v prostoru na
  - zatížení pevná se stálým působištěm
  - zatížení volná s proměnným působištěm
- ❖ podle zrychlení zatížení lze rozdělit na:

- zatížení statické
- zatížení dynamické

Pro posuzování konstrukcí zatěžovaných opakovaně je nutno vědět kolik cyklů a jakého zatížení bude na konstrukci působit za dobu životnosti konstrukce.

Velikost zatížením se určuje různými způsoby, je-li dostatek dat dává se přednost statistickému rozboru. Protože zatížení je náhodně proměnnou veličinou, lze je popsat pomocí statistických charakteristik. [7,8]



Obr. 10 Histogram zatížení [7]

Stálé zatížení je určeno hmotností nosných a výplňových konstrukcí. Pokud nejsou k dispozici přesnější údaje od výrobce, doporučuje se stanovit hmotnost jednotlivých prvků na základě jejich rozměrů a objemové tíhy jednotlivých materiálů. Vypočítaná hmotnost nám udává charakteristické zatížení.

Nahodilé zatížení v závislosti na délce doby, ve které tato zatížení působí, se rozeznávají na dlouhodobá a krátkodobá. Mezi dlouhodobá zatížení patří tíha konstrukce budov, jejichž poloha se může v průběhu užívání měnit, tíha strojů a zařízení, tíha skladovaných hmot a předmětů a účinky nerovnoměrných přetvoření základové půdy. Za nahodilá zatížení krátkodobá se považují především tíha osob součástí a hmot určených pro obsluhu, zatížení větrem, zatížení sněhem, zatížení námrazou, krátkodobé účinky klimatických změn a přetvoření. Zatížení větrem je pro návrh vysoké konstrukce velmi důležité. Při vzrůstající výšce konstrukce od zemského povrchu roste rychlost větru a tím i hodnota působícího tlaku. Zatížení větrem může působit na konstrukci všemi směry. Tlak větru se stanoví podle lokality stavby.

Hodnoty zatížení sněhem se určí podle mapy sněhových oblastí. Charakteristické zatížení sněhem na střeších se stanoví pomocí tvarových součinitelů daných tvarem střechy. [7,8]

### **2.1.5 Hospodárnost konstrukce**

Mimo požadavku na bezpečnost musí být navržená konstrukce taky ekonomická. Cena konstrukce je určena jak hmotností materiálu, tak i pracností výroby a montáže. Ke zvýšení hospodárnosti přispívá použití progresivních technických a technologických postupů. Náleží sem využívání prostorových konstrukčních systémů, používání moderních typů konstrukčních prvků, přesnější modelování prvků a detailů, respektování pružnoplastického chování materiálu, nové způsoby spojování konstrukcí, použití moderních materiálů. Každý návrh konstrukce je také optimalizačním úkolem a měl by vycházet ze zhodnocení většího počtu navržených variant řešení. [7,8,9]

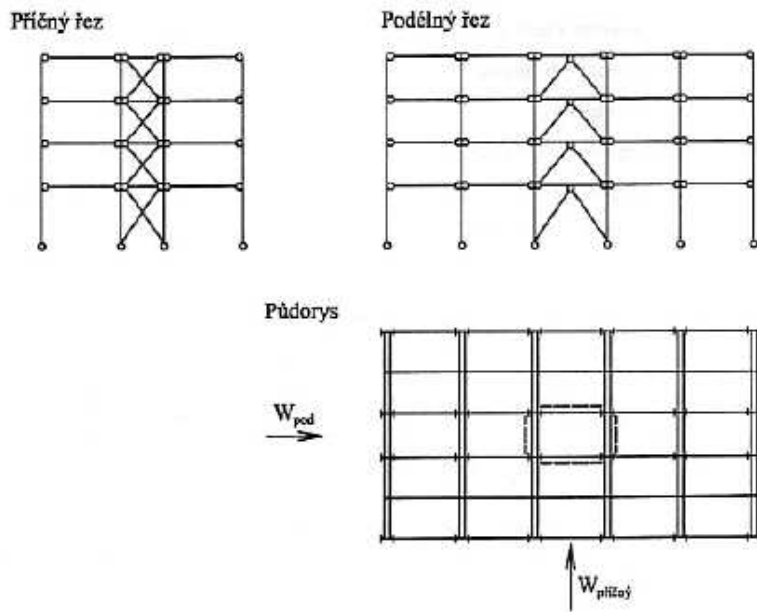
## **2.2 Skladba konstrukce**

Běžný prostorově tuhý konstrukční systém nosné ocelové konstrukce objektu se skládá z:

- Konstrukčních částí přenášející svislá zatížení (stropní konstrukce, sloupy)
- Konstrukčních částí přenášející vodorovná zatížení (vertikální nebo horizontální ztužidla, stropní tabule)

Tyto prvky zajišťují prostorovou tuhost konstrukce dle daných požadavků.



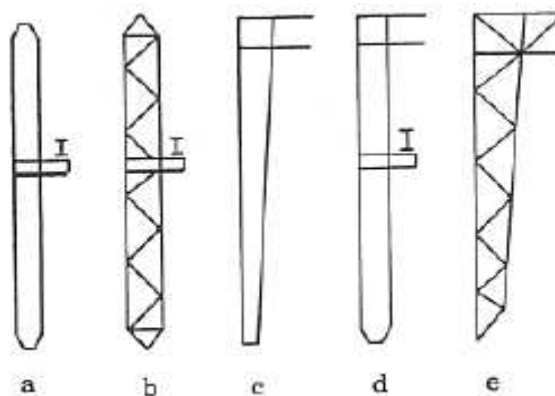


Obr. 11 Prostorová tuhost jednoduchého skeletu [8]

### 2.2.1 Sloupy

Sloupy lze rozlišit podle konstrukčního provedení na plnostěnné, příhradové a s konstantním nebo s proměnným průřezem. A dále podle upevnění k základu se dělí na sloupy kloubově uložené a vetknuté.

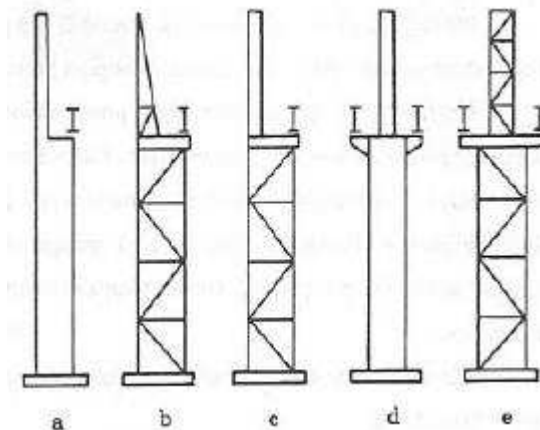
Kloubově uložené sloupy jsou většinou konstantního průřezu, který se při větší šířce sloupu na koncích zužuje. Většinou se navrhují jako plnostěnné a u vyšších objektů mohou být i příhradové. Sloupy dvojklobových a tříklobových rámců se navrhují s proměnným nebo neměnným průřezem v příhradovém i plnostěnném provedení. [7,8]



Obr. 12 Kloubově uložené sloupy [8]

Vetknuté sloupy i stojky vetknutých rámců mají zpravidla stupňovitě proměnný průřez, který je u krajních řad sloupů nesymetrický ke svislé ose. Užší sloupy i stojky rámců

bývají většinou plnostěnné a širší se navrhují příhradové. Horní část bývá zpravidla plnostěnná i u sloupů příhradových, protože příhradovina se v malé šířce hůře konstruuje. [7,8]



Obr. 13 Vetknuté sloupy [8]

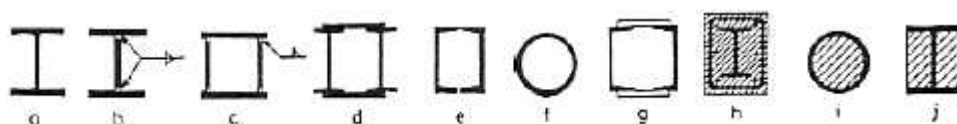
### Plnostěnné sloupy

Sloupy namáhané osovou silou mají většinou v rovinách podélných i příčných stejnou vzpěrnou délku. Ideálním tvarem je tedy průřez se stejnou tuhostí v obou hlavních rovinách. Tomuto odpovídá tvar kruhové trubky.

Při dimenzování sloupu je nutno posoudit všechny rozhodující kombinace vnitřních silových účinků.

Často se používají širokopřírubové průřezy do šířky 300 mm čtvercového obrysu. Dobrých tuhostních poměrů lze dosáhnout vhodnou volbou velikosti pásnic u svařovaných průřezů tvaru I.

Uzavřené průřezy jsou výhodné z důvodů snadnějšího provedení požární a povrchové ochrany, estetického hlediska, ale náročnější na jejich styky a přípoje nosníků a ztužidel. Dále jsou výrobně pracnější než otevřené průřezy. U trubkových průřezů se výhody a nevýhody uzavřených průřezů projevují nejvýrazněji. [5,6]



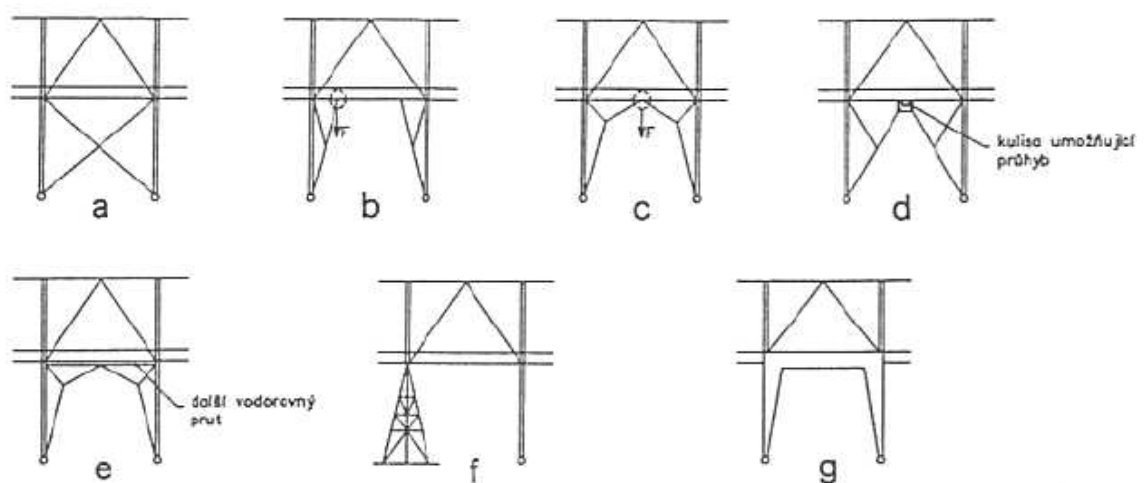
Obr. 14 Průřezy sloupů namáhaných osovou silou [10]

### Příhradové sloupy

Příhradové sloupy mají menší spotřebu materiálu, avšak jsou výrobně pracnější. Jejich tuhost je větší než u plnostěnných sloupů a proto se většinou používají u vyšších objektů. Příhradové sloupy jsou tvořeny dvěma pásovými pruty z válcovaných profilů U a I spojenými příhradovinou. [7,8]

### 2.2.2 Příhradová ztužidla

Tuhost ocelové konstrukce zajišťují příhradová ztužidla a zabezpečují přenesení silových účinků až do základů. Při navrhování ocelových konstrukcí je nutno pečlivě dbát na prostorovou tuhost konstrukce jako celku a neposuzovat samostatně jednotlivé nosné části a prvky. V podélném směru uvažujeme provedení konstrukce za bližší uložení kloubovému, a proto je třeba zabezpečit polohu konstrukce proti působení vodorovných podélných sil pomocí příhradových nosníků zvaných ztužidla. Konstrukčně, staticky a tvarově je výhodné vytvoření ztužidla ze zkřížených diagonál. Při větších roztečích sloupů se navrhuje ztužidla jako příhradové portály. Pro statické chování ztužidla je podstatné jeho umístění ve svislé rovině vzhledem k působení vodorovných sil. [7,8]



Obr. 15 Tvary svislých ztužidel v podélných stěnách [8]

### 3 SVAŘOVÁNÍ

Svařování patří mezi nerozebíratelné spoje s využitím tepelné, mechanické nebo radiační energie. Ke spojení dochází působením meziatomových sil a adhezních vazeb na plochách aktivovaných teplem nebo tlakem. Ke kovové vazbě dochází, pokud přitažlivé síly mezi kovovými ionty a elektronovým mrakem převyšují odpuzivé síly elektronu v tomto mraku. Svařování vyžaduje aktivaci kontaktních ploch, tedy dodání energie aktivace pro překonání bariery potenciální energie povrchových atomů.

Pro svařování můžeme použít tyto formy aktivační energie:

- termická aktivace – tavné svařování
- pružné a plastické deformace – mechanická aktivace – tlakové svařování
- elektronové, fotonové nebo iontové záření – radiační aktivace – tavné svařování

Všechny běžné metody svařování se dělí do dvou velkých skupin: tavné svařování a tlakové svařování. U tavného svařování se spoj vytváří přivedením tepelné energie do oblasti sváru. Tím dojde k natavení základního a přídatného materiálu. Tekutá fáze se váže na tuhou fázi adhezními silami a při tuhnutí taveniny se slabé adhezní síly změny na chemickou vazbu jako krystalická mřížka.

Tlaková metoda svařování je založena na působení mechanické energie. Aktivací povrchových atomů a makro nebo mikro-deformací se přiblíží spojované povrchy na vzdálenost působení meziatomárních sil a tím vzniká vlastní spoj. Zatěžovací sílu lze snížit ohřevem kontaktního místa pod teplotu tavení. [11,12]

#### 3.1 Svařování MIG/MAG

Svařování v ochranné atmosféře aktivního plynu patří se svařováním obalenou elektrodou k nejrozšířenějším metodám. Za rozšířením metody MIG/MAG stojí především vysoká produktivita, široký výběr přídatných materiálů a ochranných plynů, možnost mechanizace a robotizace. Svařování je založeno na hoření oblouku mezi materiálem a tavící se elektrodou v ochranné atmosféře inertního nebo aktivního plynu. Přenos kovu obloukem závisí na parametrech svařování a ochranném plynu.

Svařování MAG je používáno zejména při svařování nelegovaných a nízkolegovaných ocelí, svařování MIG pro svařování vysokolegovaných ocelí a neželezných kovů. Teplo pro svařování je dodáváno elektrickým obloukem hořícím mezi základním materiálem a koncem tavící se elektrody. V ústí hořáku je drát napájen elektrickým proudem aby byla co nejkratší zatížená délka drátu. Svařovací proudy jsou

v řádech desítek až stovek ampér. U vysokých proudů dochází ke změně charakteru přenosu kovu obloukem a v důsledku elektromagnetických sil dochází k rotujícímu oblouku. Teplota kapek dosahuje až 2500 °C a tavná lázeň může dosahovat teploty až 2100 °C.

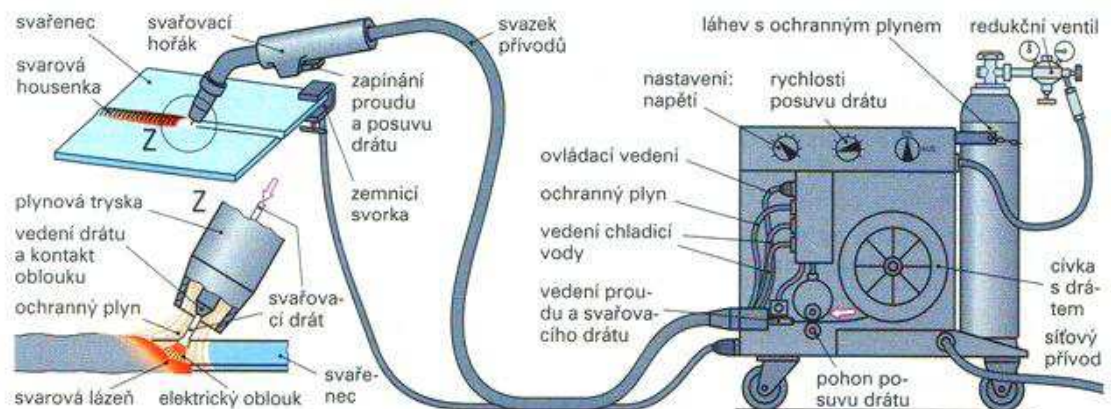
U svařování MIG je atmosféra tvořena inertním plynem (argon, helium, atd.). U svařování MAG se jedná o aktivní plyn (oxid uhličitý, argon s oxidem uhličitým, atd.). Ochranná atmosféra se volí podle svařovaného materiálu a ovlivňuje rozstřík, přenos kapek v oblouku atd. [11]

### 3.1.1 Zařízení pro svařování MIG/MAG

Zařízení mohou být monofunkční jen pro MIG/MAG nebo multifunkční i pro jiné metody svařování. Základní vybavení pro metodu MIG/MAG obsahuje komponenty:

- zdroj proudu s řídicí jednotkou,
- podavač elektrody,
- svařovací hořák,
- multifunkční kabel hořáku,
- uzemňovací kabel se svorkou,
- zásobník ochranného plynu.

V závislosti na výrobě může zařízení obsahovat další komponenty jako např. chladicí jednotku, mezipodavač, dálkové ovládání atd. [11]



Obr. 16 Základní schéma svařování metodou MIG/MAG [13]

### 3.1.2 Ochranné plyny

Ochranné plyny se používají pro zamezení přístupu vzduchu do oblastí svařování a tím ochránit elektrodu, oblouk a tavnou lázeň, okolí a kořen sváru od účinků kyslíku ve vzduchu. Ten způsobuje oxidaci, pórovitost, naplynění a propal prvků. Ovlivňují také charakteristiky svařování, jako jsou síly působící v oblouku, tvar a rozměry oblouku, přenos kovu obloukem, tvar a rozměry kapek, rychlost přenosu, průřez sváru, hladkost povrchu, metalurgické děje, vytvoření prostředí pro dobrý start, kvalitu, celistvost a mechanické vlastnosti spoje.

Na ochranu oblouku se používají buď jednosložkové, nebo vícesložkové plyny. V současné době jsou rozšířeny směsi argonu s oxidem uhličitým nebo kyslíkem.

Mezi používané inertní plyny patří Argon a Helium. Argon nevytváří s žádným prvkem chemické sloučeniny. Má nízký ionizační potenciál a malou tepelnou vodivost. Oblouk je v argonu dobře zapalován a má vysokou stabilitu. Můžeme jej použít pro všechny svařitelné materiály. Helium vyžaduje vyšší průtok plynu z důvodu své nízké hmotnosti. Oproti argonu má vyšší ionizační potenciál a tepelnou vodivost. Směs s heliem se proto používá u materiálů s vysokou tepelnou vodivostí. Směsi argonu s heliem dojde ke zvýšení rychlosti svařování a zvýší se hloubka závaru.

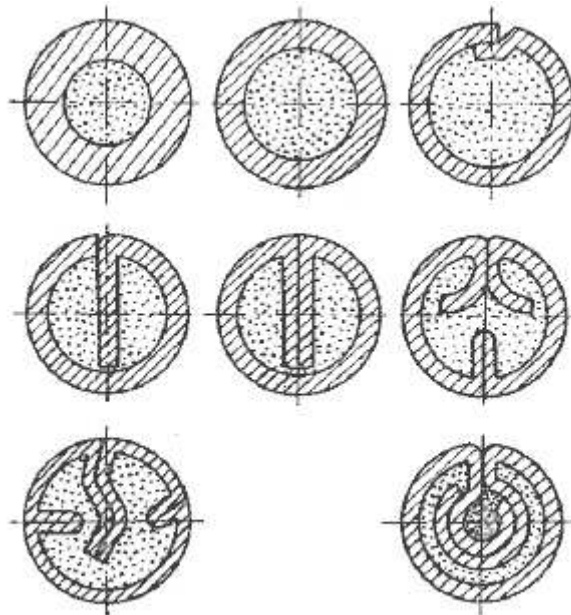
K aktivním ochranným plynům řadíme oxid uhličitý a kyslík. Oxid uhličitý má vysokou tepelnou vodivost s vysokým přenosem tepla do svárové lázně. Spolu s exotermickými oxidačními reakcemi získáme velmi dobré natavení svárových hran, vyšší hloubku závaru a odplynění svárové lázně. Povrch sváru je nerovnoměrný s převýšením a přechod do okolního materiálu je ostrý. Kyslík se používá ve směsi s argonem a oxidem uhličitým, nebo heliem. Zvyšuje tekutost lázně a povrchové napětí taveniny a to je důvod přidávání do ochranného plynu. [11]

### 3.1.3 Přídavný materiál

Svařování metodou MIG/MAG se používá u různých druhů ocelí, slitin hliníků, mědi, niklu a dalších oblastí. K těmto materiálům máme i velkou nabídku přídavných materiálů. Pro tuto metodu se používají materiály plného nebo plněného drátu. Drát je navinut na cívce, které jsou nabídnuty v různých rozměrech a hmotnostech drátů. Při přepravě a skladování musí být drát chráněn proti oxidaci a znečištění.

Plné dráty jsou nabízeny v průměrech 0,6 až 2,4 mm. Nejčastěji jsou používány průměry 0,8 až 1,6 mm. Dráty jsou hladce tažené a případně opatřeny proti oxidační ochranou. Pro vysokovýkonové svařování se používá pásková elektroda.

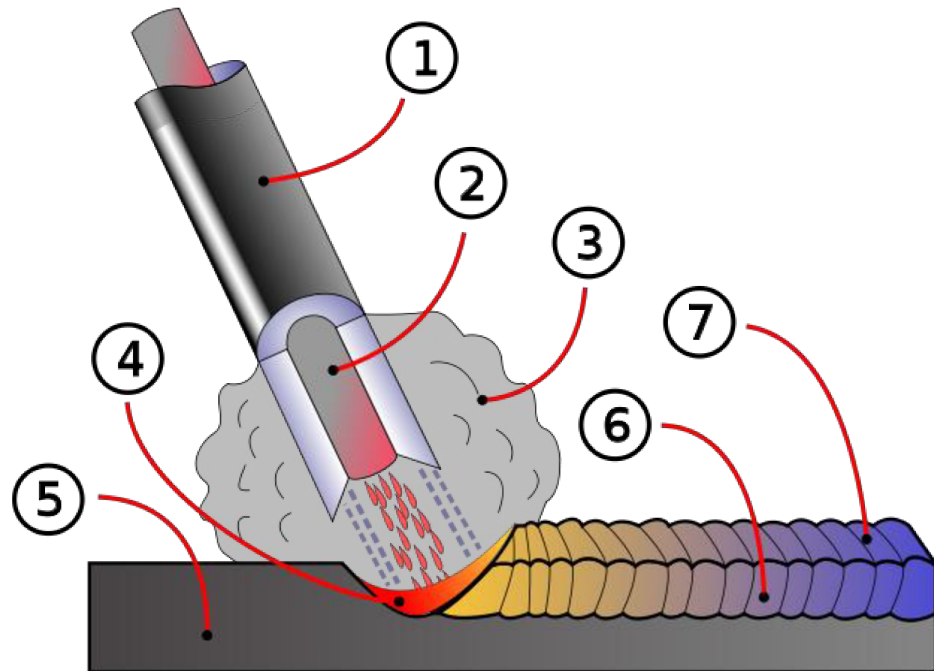
Plněné dráty máme buď bezešvé, nebo falcované. Bezešvé jsou vyráběny z kovového pásu, který je stočen do trubičky a svařen. Následně je několikrát tažen a žihán, mezi kterými je naplněn náplní. Poté je čištěn a leštěn. Oproti trubičkám se švem je opatřen vrstvou mědi pro lepší přenos svařovacího proudu ze špičky na drát a jako ochrana proti korozi. Falcovaná elektroda je vytvořena pomocí válců, které postupně zakružují kovový pásek. Před uzavřením je trubička naplněna plnivem. Trubička se neopatřuje povrchovou úpravou. Jsou dodávány od průměru 1,2 mm. Nevýhodou je že při větším tlaku podavače může dojít k otevření trubičky. [11]



Obr. 17 Typy plněných elektrod (trubičky) se švem (falcované) a bezešvé [11]

### 3.2 Svařování obalenou elektrodou

Svařování obalenou elektrodou můžeme svařovat v podstatě všechny materiály ve všech polohách. Svařovací proud může, dosáhnou až 2000 A při napětí 10 až 50 V. Teplota oblouku se pohybuje kolem 5000 °C. Svařovat můžeme stejnosměrným proudem přímým i obráceným, tak i proudem střídavým. Typickým znakem je používání obalených elektrod, které poskytují velmi kvalitní svárový kov. Jedná se o metodu, která byla donedávna nejpoužívanější. [11]



Obr. 18 Schéma ručního obloukového svařování obalenou elektrodou[14]

(1) obal elektrody, (2) kovové jádro elektrody, (3) ochranná atmosféra, (4) svarová lázeň, (5) základní materiál, (6) svarový kov, (7) struska

### 3.2.1 Obalené elektrody

Základ tvoří kovová tyčinka (jádro) a na ni je nanesena obalová hmota. Obal má usnadňovat svařování, formovat housenku, zlepšovat jakost z hlediska metalurgického a zvyšovat produktivitu. Pro splnění těchto požadavků musí obal obsahovat struskotvorné látky kyselé, zásadité nebo neaktivní. Které kromě reakce se svárovým kovem chrání housenku před vnější atmosférou a zpomalováním tuhnutí umožňují unikání plynů ze sváru. Dále rafinační látky, které dezoxidují svárový kov, legující přísady poskytující svárový kov, plynotvorné přísady, jež vytvoří plyn vytlačující vzduch z místa svařování, ionizační přísady pro snadné zapálení oblouku a pojivé materiály pro pevnost, soudržnost a pružnost obalu.

Elektrody rozdělujeme na:

- stabilizační,
- rutilové,
- rutil-celulózové,
- rutil-kyselé,
- rutil-bazické,
- kyselé,



- bazické,
- celulózové.

Elektrody musí splňovat požadavky na mechanické vlastnosti svárového kovu a současně musí být vhodné pro práci v různých polohách, ovladatelnost oblouku a svárové lázně, způsob odtavování elektrod a přechod kovu do lázně, vlastnosti strusky, plynů atd. [11]

### 3.2.2 Technologie svařování

Jde o jednoduchou metodu svařování jak z hlediska parametrů svařování tak poloh svařování. Svařovací proud je většinou nastavován podle doporučení výrobce elektrod. Pokud není k dispozici, můžeme použít empirických hodnot:

- Pro elektrody s kyselým a rutilovým obalem  $I = (40 \text{ až } 55)d$ ,
- Pro elektrody s bazickým obalem  $I = (35 \text{ až } 50)d$ ,

$D$  je průměr jádra elektrody.

Při svařování je potřeba vést elektrodu a oblouk v mírném sklonu proti svárové housence aby roztavená struska nepředbíhala elektrický oblouk a nedocházelo k míchání strusky do svárového kovu. Délka oblouku by měla být rovna průměru jádra elektrody.

Na konci housenky se přidává tekutý kov zatočením nebo drobným krokem oblouku zpět aby nedošlo ke vzniku staženiny v koncovém kráteru. [11]

## 3.3 Napětí ve sváru

Základní příčinou napětí ve sváru je existence teplotních gradientů ve svařenci, změny struktury základního materiálu a svárového kovu a tuhost svařované konstrukce. Je přítomno bez působení vnějších sil a momentů. Může být tahové i tlakové a působit v jedné nebo více osách. Napětí ve sváru není navenek patrné. Projevit se může až při vzniku trhlin ve svárovém kovu nebo tepelně ovlivněné oblasti, nebo při obrábění kdy dojde k jeho uvolnění a změně tvaru. Napětí ve sváru se může projevit při provozu nestálostí, snížením únosnosti při dynamickém namáhání nebo zvýšenou náchylností na korozi pod napětím. [12]

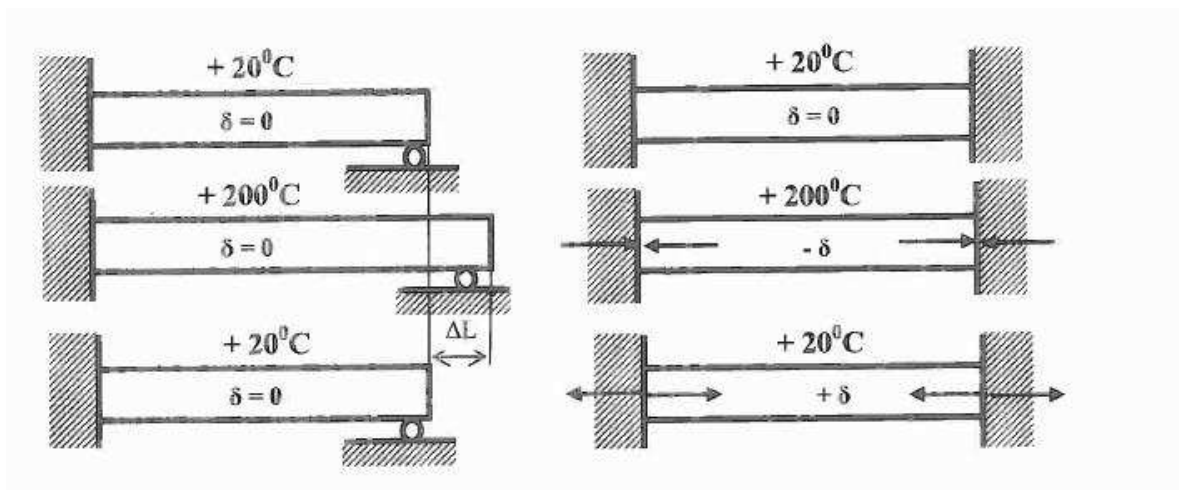
### 3.3.1 Činitel ovlivňující napětí ve sváru

Pro vznik jsou určující přívod a odvod tepelné energie do sváru. Velikost napětí ovlivňují:

- metoda svařování
- parametry svařování
- teplotní režim při svařování
- technologie svařování
- základní materiál
- struktura tepelně ovlivněné oblasti
- druh a režim tepelného zpracování [12]

### 3.3.2 Mechanismus vzniku napětí ve sváru

Vnitřní napětí je při svařování způsobeno tím, že svárový spoj se při ohřevu snaží roztahovat a při ochlazení smršťovat. Přívodem tepelné energie do místa svařování vzniká v základním materiálu nestacionární teplotní pole. Svárový kov má proti vlastnímu svařenci relativně malý objem, tak bude teplem neovlivněný základní materiál bránit změnám délky. Na základě toho dojde k plastické deformaci ve sváru a nejbližším okolí a vzniku napětí ve sváru. Čím větší jsou plastické deformace v okolí sváru při ohřevu, tím větší je po ochlazení napětí ve sváru. [8]



Obr. 19 Napěťový stav při ohřevu a ochlazování volné a pevně upnuté tyče [12]

### 3.3.3 Konstrukční a technologické řešení pro snížení napětí ve sváru

Při konstrukčním řešení dbáme na:

- tuhost konstrukce – tuhá konstrukce má za následek velké napětí
- tvar a velikost sváru – svár o velkém průřezu má za následek velké napětí po ochlazení
- křížení svárů – vznikají velké špičky napětí

Při řešení technologie svařování dbáme na:

- parametry svařování – velký proud = velké teplo, výhodné je zvyšování rychlosti svařování
- vhodná technika svařování – jedním sledem (malé vnitřní pnutí ale velká deformace), střídavým krokem (střední napětí, střední deformace), vratným krokem (malá deformace střední napětí), střídavě vratným krokem (velmi malá deformace, velké napětí) [12]

### 3.3.4 Snížování napětí ve sváru po svaření

Snížit napětí ve sváru můžeme několika způsoby:

- žháním- nejčastější způsob, pomalý ohřev na teplotu 600 až 650 °C, výdrž a pomalé ochlazování na okolní teplotu,
- vibrací – snížování nebo uvolnění napětí v mikroobjemech materiálu, která tvoří v souhrnu i napětí makroskopická, použití vibrátorů s nízkou frekvencí kmitů (20 až 100 Hz), délka trvání 10 a 30 minut, nevhodné pro materiál zpevněný tvářením za studena, se sklonem k stárnutí a vytvrzený,
- přetížením svařované konstrukce – v části kde došlo k přetížení, se napětí sníží, probíhá při teplotě vysoko nad tranzitní teplotou základního materiálu, jinak hrozí šíření trhlin, je nutná přiměřená homogenita v oblasti sváru, zatěžování se skládá z tří cyklů po sobě,
- relaxací – založen na nízkoteplotním tepelném zpracování, to vede ke snížení meze kluzu, výhodou je úspora času a energie, operativnost a malá oxidace povrchu. [12]

## 4 MECHANISMY

Mechanismus je systém těles, která jsou vzájemně určitým způsobem spojena v jeden celek a konají předem určené pohyby. Úkolem mechanismu je konat daný pohyb a přitom i určenou operaci. Slouží k přenosu silového zatížení a pohybu z hnacího členu na člen hnaný, ke změně rychlosti tohoto pohybu, nebo k jeho transformaci na jiný druh pohybu. U moderních strojů se vyžaduje, aby jejich mechanismy byly konstruovány jednoduše, s malou hmotností, dlouhou životností a dobrou účinností.

Mechanismy dělíme do dvou základních skupin:

- mechanismy s tuhými členy
  - mechanické převody
    - třecí
    - řemenové
    - řetězové
    - ozubenými koly
  - mechanismy pro transformaci pohybu (kinematické)
    - mechanismy šroubové
    - mechanismy klikové
    - mechanismy kulisové
    - mechanismy kloubové
    - mechanismy vačkové
- mechanismy tekutinové
  - mechanismy hydraulické
  - mechanismy pneumatické [15,16]

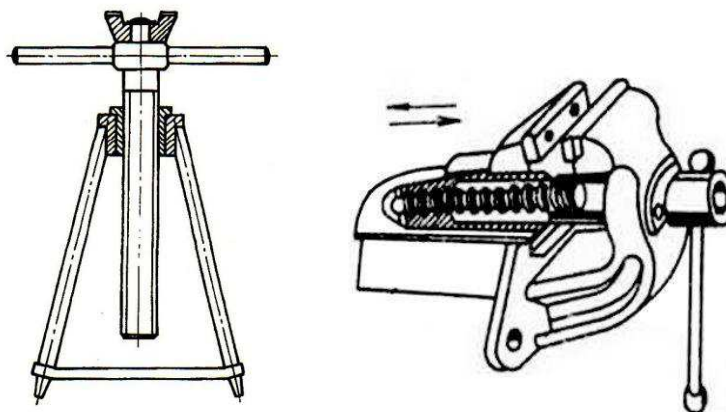
### 4.1 Kinematické mechanismy

Kinematické mechanismy jsou mechanismy pro transformaci pohybu a slouží k přeměně jednoho druhu pohybu na jiný. Nejčastěji se využívají pro přeměnu rotačního pohybu na pohyb přímočarý nebo opačně. Jsou použity téměř ve všech mechanických strojích.

#### 4.1.1 Šroubový mechanismus

Šroubový mechanismus je tvořen šroubem a maticí. Používá se pro přeměnu rotačního pohybu na přímočarý. Konstrukčně je značně jednoduchý. Závit pohybového šroubu a matice může být jednochodý, nebo vícechodý. Požaduje li se samosvornost musí být použit jednochodý závit. Účinnost šroubu je závislá na tření mezi šroubem a maticí a na velikosti stoupání šroubu. Šroubový mechanismus může být proveden dvěma způsoby:

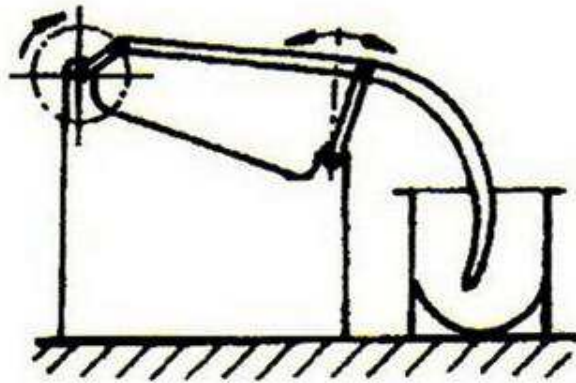
- matice je ve stroji uložena pevně – šroub se otáčí a současně koná pohyb ve směru své osy podle smyslu otáčení
- matice je uložena v posuvném vedení – šroub je uložen v ložiskách, takže se nemůže posouvat, ale se může otáčet a matice se nemůže otáčet, ale může se posouvat ve směru osy šroubu [15,16]



Obr. 20 Šroubový zvedák a svěrák [17]

#### 4.1.2 Kloubový mechanismus

Kloubový mechanismus je využíván k přenosu rotačního pohybu, k přeměně rotačního pohybu na kyvný anebo na pohyb obecný. Kloubový mechanismus je typický tím, že má nejméně čtyři tuhé členy, spojené otočnými nebo posuvnými klouby a minimálně jednou nepohyblivou spojnicí. Body členů při pohybu obíhají trajektorie různých tvarů závislých na poloze a rozměrech členů. Kloubový mechanismus se používá jako převodový či vodící nebo jejich kombinace. [15,16]



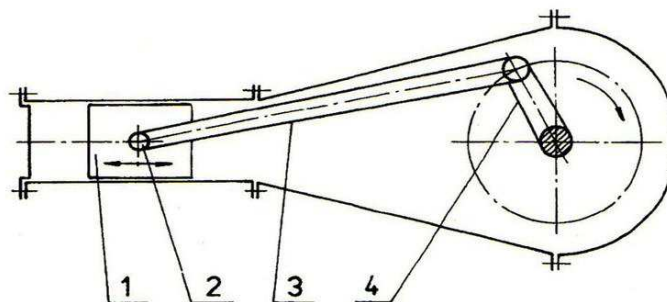
Obr. 21 Kloubový mechanismus [15]

#### 4.1.3 Klikový mechanismus

Klikový mechanismus slouží k přeměně rotačního pohybu na přímočarý, nebo opačně. Jedná se o zvláštní případ kloubového mechanismu. Využití klikových mechanismů se nejčastěji uplatňuje u pístových spalovacích motorů, pístových čerpadel a kompresorů. Podle konstrukce dělíme na dva druhy klikových mechanismů:

- zkrácený – tlak pracovní látky působí pouze na jednu stranu pístu, používá se u jednočinných strojů např. u spalovacích motorů
- úplný – tlak pracovní látky působí na obě strany pístu, používá se u dvojčinných strojů např. dvoučinných čerpadel

Zkrácený klikový mechanismus tvoří píst, pístní čep, ojnice a klikový hřídel. [15,16]



Obr. 22 Zkrácený klikový mechanismus [15]

1-píst, 2-pístní čep, 3-ojnice, 4-klikový hřídel

## 5 STAVEBNÍ PŘEDPISY

Stavební zákon upravuje ve věcech stavebního řádu zejména povolování staveb a jejich změn, užívání a odstraňování staveb, terénních úprav a zařízení, dohled a pravomoci stavebních úřadů, postavení a oprávnění autorizovaných inspektorů, povinnosti a odpovědnost osob při přípravě a provádění staveb. Dále upravuje podmínky pro projektovou činnost a provádění staveb, obecné požadavky na výstavbu, vstupy na pozemky a do staveb, ochranu veřejných zájmů, ve věcech územního plánování především cíle a úkoly územního plánování, podmínky pro výstavbu, rozhodování v území, orgány územního plánování, vyhodnocování vlivů na udržitelný rozvoj území, možnosti sloučení postupů podle tohoto zákona s postupy posuzování vlivů záměrů na životní prostředí, rozvoj území a pro přípravu veřejné infrastruktury, evidenci územně plánovací činnosti a kvalifikační požadavky pro územně plánovací činnost.

### 5.1 Stavební řád

**Stavby, zařízení, udržovací práce a terénní úpravy, u kterých není potřeba stavební povolení ani ohlášení.**

- Nepodsklepené stavby o jednom nadzemním podlaží do výšky 5 m a zastavěné plochy 25 m<sup>2</sup>, které neobsahují obytné místnosti, hygienická zařízení ani vytápění, neslouží k výrobě nebo uskladnění hořlavých kapalin a plynů, dále neslouží ustájení a chovu zvířat a nejedná se o jaderná zařízení
- Stavby pro chovatelství podsklepené do hloubky 3 m, o jednom nadzemním podlažím zastavěné ploše 16 m<sup>2</sup> a do výšky 5 m.
- Stavby pro zemědělství o jednom nadzemním podlaží do výšky 7 m a zastavěné plochy do 300 m<sup>2</sup>. Kromě staveb pro chovatelství a ustájení zvířat, zemědělských staveb sloužících pro skladování a zpracování hořlavých látek (např. sklady chemických hnojiv, sušičky atd.)
- Zásobníky pro vodu a jiné nehořlavé kapaliny do výšky 3m a objemu 50m<sup>2</sup>
- Informační a reklamní zařízení
- Oplocení
- Podzemní a nadzemní komunikační vedení sítí elektronických komunikací, stožáry a antény, vytyčovací bodů podzemního vedení, telefonní budky a přípojná komunikační vedení elektronických komunikací.

- Stavby pro výrobu energie s instalovaným výkonem do 20kW. Vyjímkou je stavba vodního díla.
- Zásobníky pro uhlovodíkové zkapalněné plyny do objemu 5m<sup>3</sup> určené pouze pro odběr plynné fáze.
- Nádrže na vodu do objemu 100 m<sup>3</sup> vzdálených nejméně 50 m od obytných budov, pokud nejde o vodní díla.
- Manipulační, odstavné, skladové, prodejní nebo výstavní plochy do 300 m<sup>2</sup>, na kterých se neskládají a nemanipuluje s hořlavými látkami a látkami které mohou způsobit znečištění životního prostředí [1]

**Stavby, zařízení, udržovací práce a terénní úpravy, u kterých je potřeba ohlášení.**

- Stavby sloužící k bydlení a pro rodinnou rekreaci do celkové zastavěné plochy 150 m<sup>2</sup>, s dvěma nadzemními podlažními a podkrovím, dále s podzemním podlažím do hloubky 3m.
- Dočasné stavby na dobu nejdéle 3 let, zastavěné plochy 300m<sup>2</sup> a výšky 10m s nepsoužící pro bydlení, haly o celkové zastavěné ploše 1000 m<sup>2</sup> a výšky 15 m pokud tyto stavby budou maximálně s jedním nadzemním podlažím
- Stavby manipulačních, prodejních, odstavných, skladových nebo výstavních ploch větších jak 300 m<sup>2</sup>, ale menších jak 1000 m<sup>2</sup>, nepsoužící pro skladování nebo manipulaci s hořlavými látkami nebo látkami způsobující znečištění životního prostředí.
- Stavby opěrných zdí sousedící s veřejně přístupnými pozemními komunikacemi, nebo veřejným prostranstvím a výšky 1m.
- Stavební úpravy měnící užívání stavby, nezasahující do nosných konstrukcí a nevyžadující posouzení na životní prostředí
- Podzemní stavby do hloubky 3m a zastavěné plochy 300m<sup>2</sup>, pokud nejsou vodním dílem
- Stavby do 50m<sup>2</sup> zastavěné plochy a podsklepené do hloubky 3m, s jedním nadzemním podlažím do výšky 5m
- Stavby pro reklamu o celkové ploše větší než 8m<sup>2</sup>.

Ohlášení musí obsahovat údaje o stavebníkovi, o stavebním záměru, o pozemku, kdo bude stavbu provádět a u dočasné stavby dobu jejího trvání a návrh terénních úprav po jejím odstranění.



K ohlášení musí stavebník připojit:

- Doklad o vlastnictví nebo smlouvu o provedení stavebního záměru
- souhlasná závazná stanoviska a rozhodnutí dotčených orgánů, jsou-li vyžadována
- stanovisko vlastníků veřejné technické a dopravní infrastruktury na možnost napojení, nebo k podmínkách dotčených bezpečnostních a ochranných pásem
- Projektovou dokumentaci ve dvojnásobném vyhotovení. Není-li v obci stavebního záměru stavební úřad, předkládá se trojnásobně. Pokud stavebník není vlastníkem stavby, připojuje se další vyhotovení.
- Souhlasy osob, majících vlastnická práva, nebo věcná břemena k pozemkům hraničícím s pozemkem stavebního záměru

Doložená projektová dokumentace musí obsahovat:

- Průvodní zprávu
- Situaci stavby
- Souhrnnou technickou zprávu
- Dokumentaci objektů
- Zásady organizace výstavby

Průvodní zpráva

Identifikační údaje o stavbě (místo stavby, název stavby, předmět projektové dokumentace)

Identifikační údaje o stavebníkovi (jméno, příjmení, adresa trvalého pobytu u fyzické osoby. Jméno, příjmení, obchodní firma, IČ, místo podnikání u fyzické osoby podnikající. Obchodní firma nebo název, IČ, adresa sídla u právnické osoby)

Údaje o zpracovateli projektové dokumentace (jméno, příjmení, obchodní firma, IČ, místo podnikání, jméno a příjmení hlavního projektanta včetně evidenčního čísla autorizovaných osob vedené Českou komorou architektů nebo Českou komorou autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě. Jména a příjmení projektantů jednotlivých částí projektové dokumentace včetně evidenčních čísel autorizace popřípadě jejich specializace.

Údaje o území, rozsah řešeného území, údaje o ochraně území podle jiných předpisů jako památkově chráněné území a zvláště chráněné území, údaje o dodržení obecných požadavků na využití území, seznam pozemků a staveb dotčených prováděním stavby.

Údaje o stavbě jako účel užívání stavby, zda se jedná o trvalou nebo dočasnou stavbu, novou stavbu nebo změnu dokončené stavby, orientační náklady stavby, základní předpoklady výstavby, navrhované kapacity stavby.[1]

### **Stavby, zařízení, udržovací práce a terénní úpravy, u kterých je potřeba stavební povolení.**

Všechny stavby, stavební úpravy a změny staveb, které nejsou popsány v § 103 a § 104 stavebního zákona musí mít ke svému provedení stavební povolení. Jde hlavně o větší a technicky náročnější stavby, které vyžadují ke svému provedení více kontroly ze strany státních orgánů a musí být provedeny stavebním podnikatelem.

Stavební povolení je správní rozhodnutí vydané stavebním úřadem ve správním řízení. Ve stavebním povolení stavební úřad prověřuje, zda lze stavbu provést dle předložených podkladů, jaký bude mít vliv na okolí a kdo ji provádí. Ve stavebním povolení se pak určí podmínky provedení stavby a jejího užívání. Dle potřeby určí, které fáze výstavby mu stavební oznámí za účelem kontrolních prohlídek. Subjekty stavebního řízení jsou stavební úřady, dotčené orgány, účastníci stavebního řízení a v nějakých případech autorizovaný inspektor nebo hlavní projektant. [1]

## **5.2 Technické požadavky na stavby**

Stavba při běžné údržbě a působení běžně předvídatelných vlivů musí splňovat požadavky uvedené ve vyhlášce 268/2009 Sb. po dobu plánované životnosti stavby. Tato vyhláška stanoví, že materiál, výrobky a konstrukce navržené a použité pro stavbu musí zaručit, že stavba splní dané požadavky. Tyto požadavky jsou vztaženy ke všem konstrukcím stavby.

### **5.2.1 Základní požadavky**

Stavba musí být navržena a provedena tak, aby byla vhodná pro určené využití při respektování hospodárnosti a současně plnila základní požadavky, které jsou:

- Mechanická odolnost a stabilita
- Bezpečnost při užívání
- Požární bezpečnost
- Ochrana proti hluku
- Ochrana zdraví osob, zvířat a ochrana životního prostředí

- Úspora energie a tepelná ochrana

Tyhle požadavky musí splňovat při běžné údržbě a běžném působení předvídatelných vlivů po dobu plánované životnosti stavby. [1]

### 5.2.2 Mechanická odolnost

Stavba musí být navržena a provedena podle norem tak, aby nepříznivé vlivy prostředí a účinky zatížení, které působí během výstavby a při užívání nemohly způsobit:

- Postupné nebo náhlé zřícení stavby nebo jiné destruktivní poškození její části či přilehlé stavby
- Nepřípustné přetvoření nebo kmitání konstrukce mohoucí narušit stabilitu stavby, mechanickou odolnost a způsobilost stavby jejíž důvodem je snížení trvanlivosti stavby
- Ohrožení nebo poškození provozuschopnosti připojených technických zařízení vlivem deformace nosné konstrukce
- Ohrožení bezpečnosti a plynulosti provozu na komunikaci a dráze přiléhající ke staveništi
- Ohrožení provozuschopnosti sítí technického vybavení v dosahu stavby
- Poškození staveb od nepříznivých účinků podzemních vod způsobených poklesem nebo zvýšením hladiny přilehlého vodního toku popřípadě účinky povodňových průtoků [1]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 6 CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem diplomové práce je návrh konstrukčního řešení vertikální parkovací plošiny pro automobily, která má sloužit k umístění více vozidel s nižší četností používání na malé ploše. K navrženému konstrukčnímu řešení vypracovat kompletní výkresovou dokumentaci potřebnou pro výrobu a zpracování 3D modelu.

Mezi hlavní cíle diplomové práce patří následující body:

- Návrh konstrukčního řešení  
navržené řešení určuje umístění parkovací plošiny a využití pro daný typ vozidel
- Výpočet nosných prvků  
ověření navrhnutých dílů pomocí výpočtu
- Vyhotovení výkresové dokumentace  
vyhotovení výkresové dokumentace pomocí programu Autodesk Inventor
- Vytvoření 3D modelu

## 7 NÁVRH VERTIKÁLNÍ PARKOVACÍ PLOŠINY PRO AUTOMOBILY

Navržená konstrukce parkovací plošiny je na přání zadavatele zaparkovat na malé ploše co nejvíce vozidel řešena jako patrové stání, jelikož se využití výšky prostoru jeví jako nejrationálnější východisko.



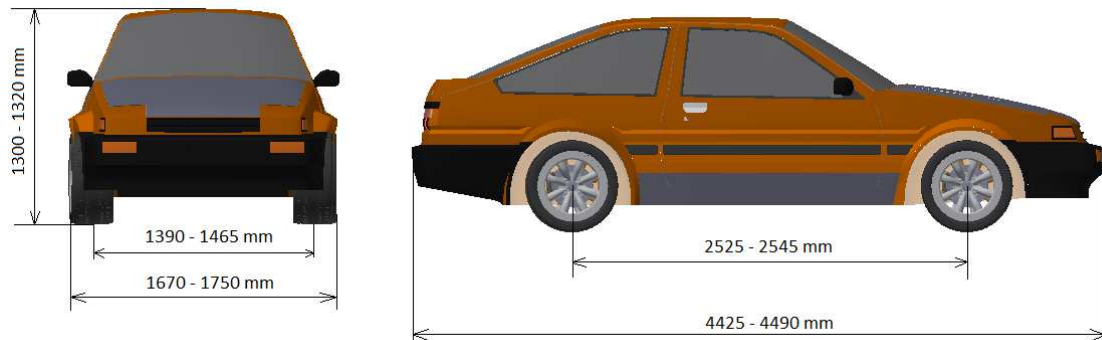
Obr. 23 Pozemek pro parkovací plošinu

Při navrhování parkovací plošiny je tedy přihlíženo k velikosti pozemku, kde bude umístěna, a její možné výšce. Pro najíždění vozidel včetně parkovací plošiny je k dispozici volný prostor o délce dvanáct metrů. Maximální možná výška z důvodů okolní zástavby nesmí překročit výšku pět metrů. Na základě těchto dispozic jsou voleny materiály z oceli, které mají dostatečné technické parametry a zároveň jsou vhodné ke svařování. Pouze na střešní konstrukci bude využita střešní lať.

Navrhovaná parkovací plošina má sloužit k umístění sportovních vozů typu Toyota Celica více generací o daných rozměrech dle technických parametrů.

Toyota Celica je typ modelové řady sportovně laděných osobních vozů firmy Toyota. V kategorii menších sportovních kupé patří Toyota Celica téměř mezi legendy. Tento vůz byl vyráběn v letech 1970–2006 v celkem sedmi odlišných generacích a řadu let se objevoval v motoristickém sportu. Toyota Celica se vyráběla ve variantách kupé, sedan,

liftback i kabriolet. Automobil pohání po celou dobu čtyřválcové motory o objemu 1,6–2,8 l. V roce 1986 bylo přistoupeno k velké koncepční změně – byl opuštěn pohon na zadní kola a zaveden pohon na kola přední. V letech 1986–1999 byl vyráběn typ s turbodmychadlem a pohonem všech čtyř kol. Výroba vozu byla v roce 2006 ukončena.



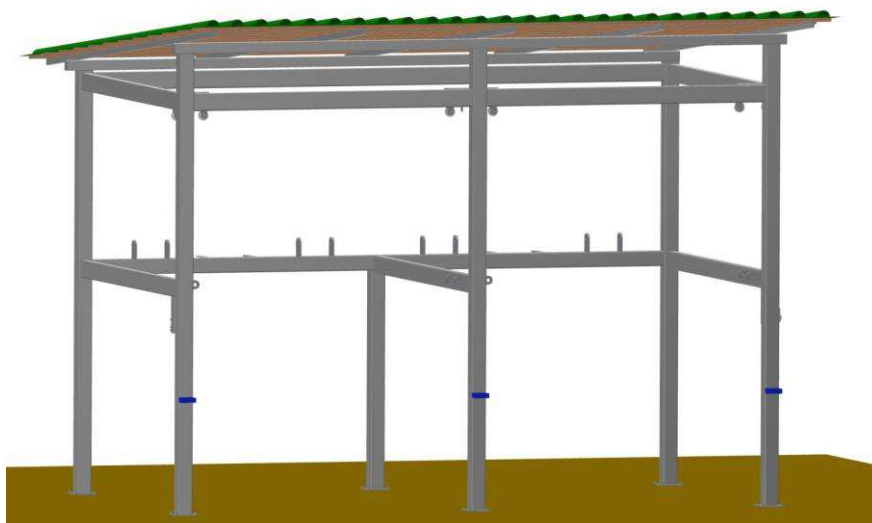
Obr. 24 Rozměry automobilů

Tab. 1 Technické parametry automobilů

| Technické parametry Toyota Celica 1– 6 gen. |              |
|---|--------------|
| Délka:                                      | 4424–4490 mm |
| Šířka:                                      | 1670–1770 mm |
| Výška:                                      | 1300–1320 mm |
| Rozvor:                                     | 2525–2545 mm |
| Rozchod kol:                                | 1390–1465 mm |
| Hmotnost:                                   | 1200–1468 kg |

## 8 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Parkovací plošina je navržena jako patrové stání tvořené svařovanou rámovou konstrukcí krytou plechovou střechou. Rám tvoří šest ocelových sloupů vzájemně spojených pomocí nosníků v úrovni střechy a v úrovni horního stání. Přední část v úrovni horního stání má nosníky vynechány z důvodu sklopení nájezdů.



Obr. 25 Rám parkovací plošiny

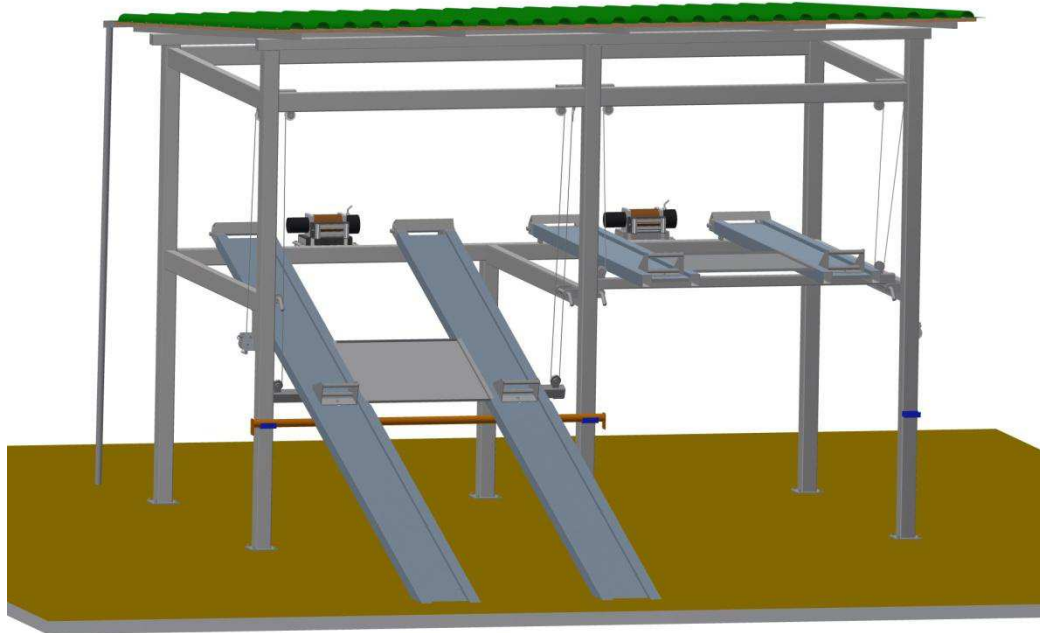
Horní stání je tvořeno sklopnou plošinou tvořenou navzájem spojenými dvěma nájezdy. Z důvodu dodržení nájezdového úhlu je horní plošina ve sklopené poloze prodloužena demontovatelnými nájezdy, které jsou na ni nasazeny. Demontovatelné nájezdy se po najetí a zajištění auta odstraní.



Obr. 26 Sklopné nájezdy de



Vytažení auta na parkovací plošinu je prováděno elektrickým navijákem umístěným v zadní části. Po vytažení a zajištění vozidla klíny je sklopená parkovací plošina zvedána pomocí ocelového lana, které je přes kladky navijeno na ruční naviják připevněný na boční straně rámu. Po zvednutí do vertikální polohy je provedeno zajištění k rámu parkovací plošiny pomocí čepů. Toto řešení zajišťuje jednoduché ovládání.

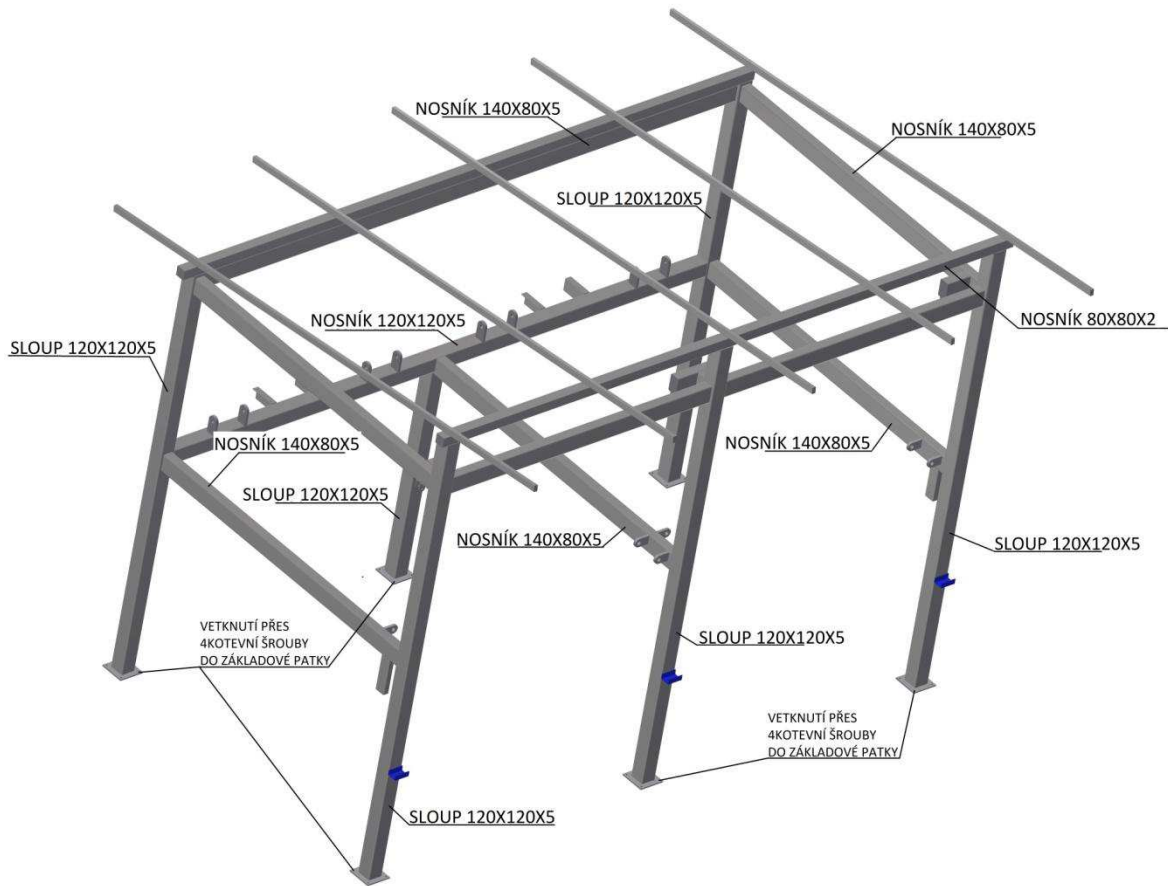


Obr. 27 Parkovací plošina

### 8.1 Návrh rámové konstrukce

Rám parkovací plošiny tvoří šest sloupů z čtvercového uzavřeného profilu o rozměru  $120 \times 120 \times 5$  mm. Přední tři o délce 3690 mm, dva zadní krajní 3385 mm a zadní prostřední 1750 mm. V zadní části a ve výšce 1870 mm je vodorovně přivařen díl z čtvercového uzavřeného profilu z oceli o rozměru  $120 \times 120 \times 5$  mm o délce 4800 mm, ke kterém jsou připevněny oka sklopných nájezdu a držáky elektrického navijáku. Pod úroveň střechy je po obvodu konstrukce svázána čtvercovým uzavřeným profilem o rozměru  $140 \times 80 \times 5$  mm. Profily stejných rozměrů jsou použity v úrovni horní plošiny pro zpevnění rámu a dále jsou zde přivařeny oka pro zajištění parkovací plošiny v horní poloze. Ve stejné úrovni je umístěn profil pro upevnění ručního navijáku. Boční strany dále zpevňuje zavětrování z čtvercového uzavřeného profilu o rozměru  $100 \times 80 \times 5$  mm. Ze přední části je přivařen U profil pro opěrnou tyč pro parkovací plošinu ve sklopeném

stavu. Ze spodu sloupů jsou přivařeny kotevní patky  $200 \times 200 \times 10$  mm, které budou přes chemické kotvy připevněny betonovým základům.



Obr. 28 Rám parkovací plošiny

Navrhnuté základní nosné prvky jsou ověřeny na únosnost daného zatížení. Toto zatížení vzniká vlastní tíhou, zatížení od parkujících vozidel, zatížení od sněhu a větru. Ověření je provedeno v programu FIN EC podle normy EN 1993-1-1, EN 1993 1-4 pro území Česká Republika.

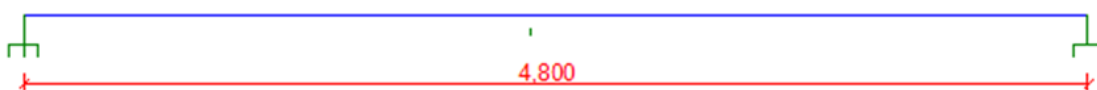
### 8.1.1 Posouzení sloupu $120 \times 120 \times 5$

Posouzení sloupu čtvercového uzavřeného profilu o rozměru  $120 \times 120 \times 5$  mm o délce 3690 mm z oceli RSt 37-2 dle DIN. Klasifikován průřez třídy 1. Zatěžovací vnitřní síly  $N = -16,000$  kN; moment v ose y  $M_y = 10,500$  kNm a moment v ose z  $M_z = -2,000$  kNm. Ze zadaných hodnot pomocí programu FIN EC byla zjištěna vyhovující únosnost na vzpěr v ose y a z  $0,583 < 1$  což odpovídá využití průřezu na 58,3 %. Zvolený průřez odpovídá danému zatížení.

### 8.1.2 Posouzení zadního střešního nosníku 140 × 80 × 5

Posouzení zadního nosníku z čtvercového uzavřeného profilu o rozměru 140 × 80 × 5 mm o délce 4800 mm z oceli RSt 37-2 dle DIN. Klasifikován průřez třídy 1. Byla zadána geometrie uložení nosníku v programu FIN EC.

| x [m] | Typ uzlu | A/L [m] | I/L [m <sup>3</sup> ] |
|-------|----------|---------|-----------------------|
| 0,000 | vetknutí | -       | -                     |
| 4,800 | vetknutí | -       | -                     |



Obr. 29 Geometrie upevnění střešního nosníku

Dále bylo zadáno zatížení a dílčí součinitelé zatížení působící na nosník.

Tab. 2 Zatěžovací stavy střešního nosníku

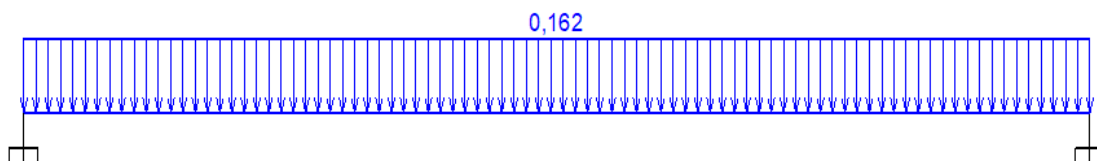
| č. | Název                               | Kód          | Typ                       | $\gamma_f (\gamma_{f,inf})^*$ | Součinitelé pro kombinace |          |          |          |          |
|----|-------------------------------------|--------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------|----------|----------|----------|
|    |                                     |              |                           |                               | $\xi$                     | Kateg.** | $\Psi_0$ | $\Psi_1$ | $\Psi_2$ |
| 1  | G1 vlastní tíha-stálé               | Vlastní tíha | Stálé                     | 1,35(0,90)                    | 0,85                      | -        | -        | -        | -        |
| 2  | G2 silové-stálé                     | Silové       | Stálé                     | 1,35(0,90)                    | 0,85                      | -        | -        | -        | -        |
| 3  | S3 silové-proměnné střednědobé sníh | Silové       | Proměnné střednědobé sníh | 1,50                          | -                         | H<1000   | 0,50     | 0,20     | 0,00     |

Zatěžovací stavy

\*  $\gamma_{f,inf}$  pro příznivě působící stálá zatížení

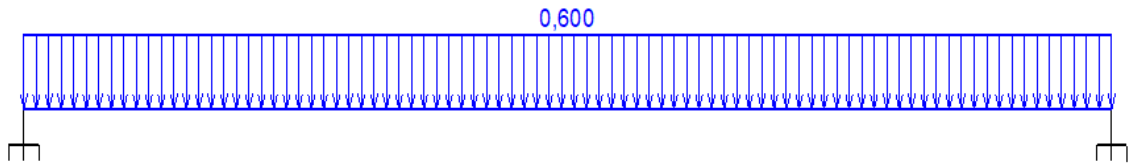
\*\* Kategorie proměnných zatížení podle tabulky A1.1 v EN 1990

| G1 vlastní tíha-stálé - zatížení |             |           |           |       |
|----------------------------------|-------------|-----------|-----------|-------|
| Typ                              | Souř. x [m] | Délka [m] | Vel.1     | Vel.2 |
| pásově                           | 0,000       | 4,800     | 0,162kN/m | -     |



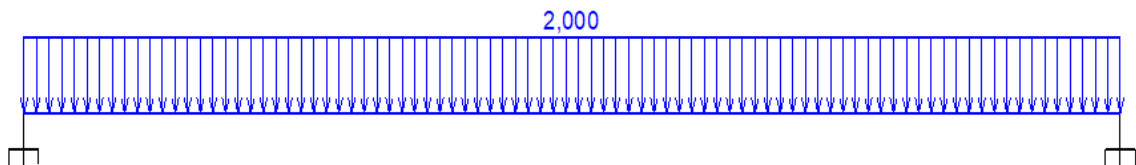
Obr. 30 Zatížení střešního nosníku vlastní tíhou

| G2 silové-stálé - zatížení |            |           |           |       |
|----------------------------|------------|-----------|-----------|-------|
| Typ                        | Souř.x [m] | Délka [m] | Vel.1     | Vel.2 |
| pásové                     | 0,000      | 4,800     | 0,600kN/m | -     |



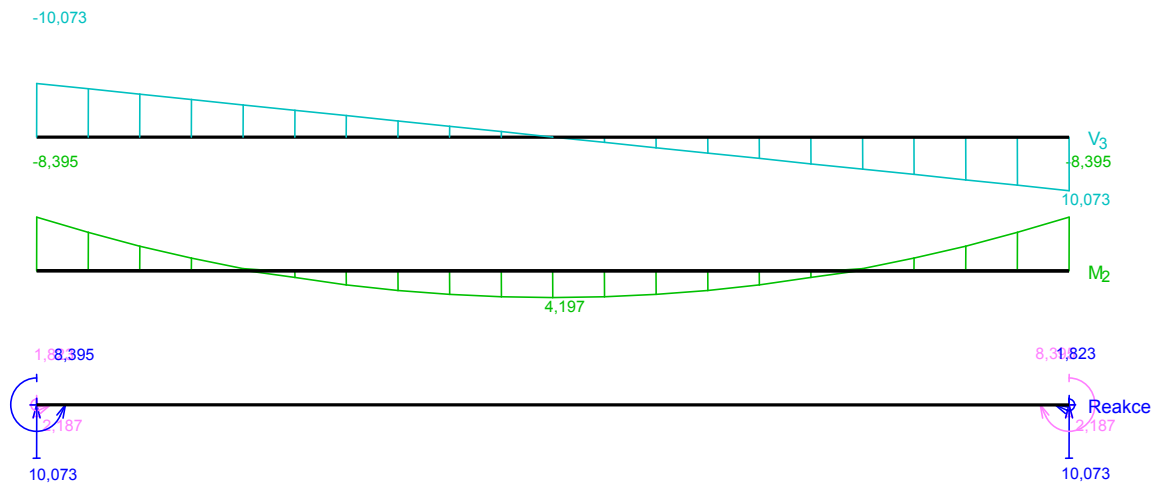
Obr. 31 Zatížení střešního nosníku tíhou střechy

| S3 silové-proměnné střednědobé sněh - zatížení |            |           |           |       |
|--|------------|-----------|-----------|-------|
| Typ  | Souř.x [m] | Délka [m] | Vel.1     | Vel.2 |
| pásové   | 0,000      | 4,800     | 2,000kN/m | -     |

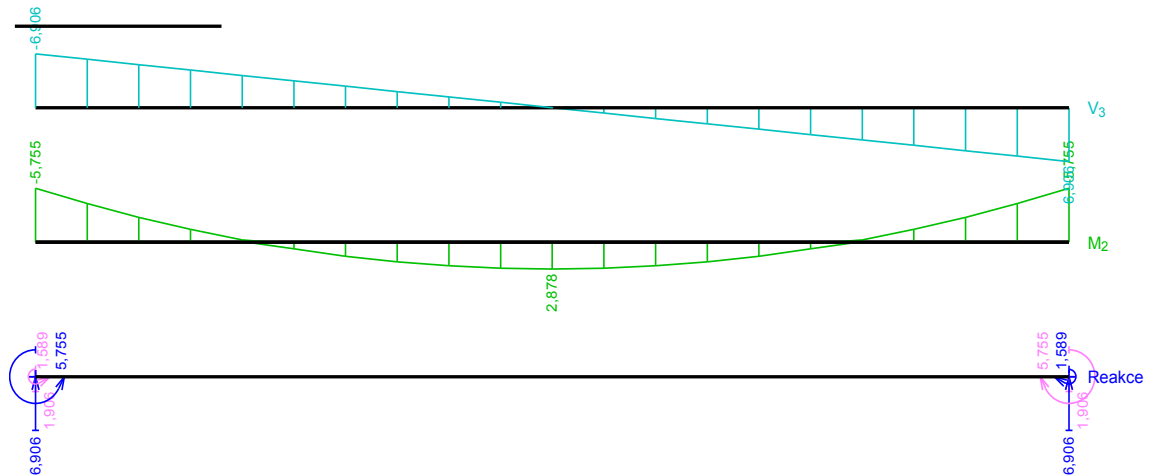


Obr. 32 Zatížení střešního nosníku tíhou sněhu

Z možných kombinací zatížení byli pomocí programu FIN EC podle normy EN 1993-1-1, EN 1993 1-4 určeny mezní stavy únosnosti a použitelnosti a následující obrázky znázorňují průběhy sil, momentů a reakcí v uložení.



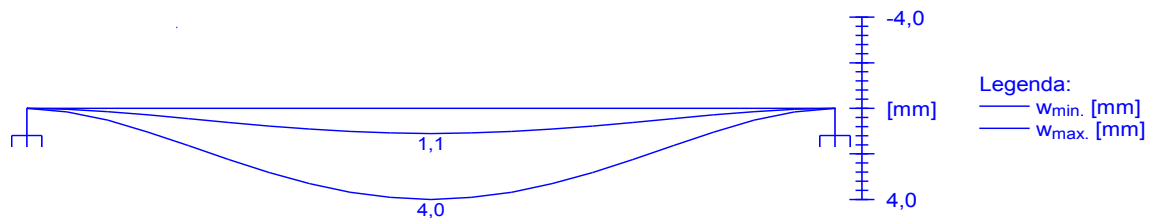
Obr. 33 Mezní stav únosnosti zobrazení průběhu sil, momentů a reakcí.



Obr. 34 Mezní stav použitelnosti zobrazení průběhu sil, momentů a reakcí

Celkové posouzení střešního nosníku na únosnost vyhovuje namáhání od smykové posouvající síly pro daný materiál  $10,073 \text{ kN} < 183,164 \text{ kN}$  a pro ohybový moment  $8,395 \text{ kN} < 21,925 \text{ kNm}$ . V kombinaci zatížení  $0,383 < 1$  což odpovídá využití průřezu: 38,3 % a průřez vyhovuje

Posouzení použitelnosti, kdy maximální povolená deformace dílce dle EN 1993-1-1 je  $4,800 \text{ m} / 250,0 = 20,8 \text{ mm}$  a v našem případě průhyb nosníku je  $4 \text{ mm}$  v bodě  $x = 2,400 \text{ m}$   
 $4,0 \text{ mm} < 20,8 \text{ mm} \Rightarrow$  Vyhovuje

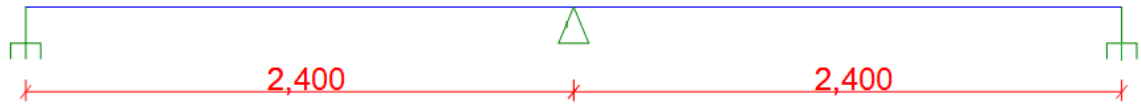


Obr. 35 Průhyb střešního nosníku

### 8.1.3 Posouzení zadního plošného nosníku $120 \times 120 \times 5$

Posouzení zadního nosníku z čtvercového uzavřeného profilu o rozměru  $120 \times 120 \times 5 \text{ mm}$  o délce  $4800 \text{ mm}$  z oceli RSt 37-2 dle DIN. Klasifikován průřez třídy 1. Byla zadána geometrie uložení nosníku.

| x [m] | Typ uzlu | A/L [m] | I/L [m <sup>3</sup> ] |
|-------|----------|---------|-----------------------|
| 0,000 | vetknutí | -       | -                     |
| 2,400 | kloub    | -       | -                     |
| 4,800 | vetknutí | -       | -                     |



Obr. 36 Geometrie upevnění plošinového nosníku

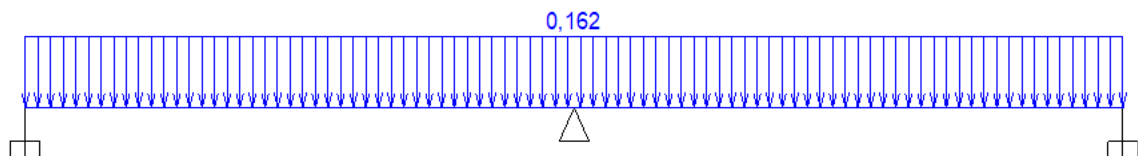
Tab. 3 Zatěžovací stavy plošinového nosníku

| č. | Název                  | Kód          | Typ      | $\gamma_f$<br>( $\gamma_f, \text{inf}$ )<br>* | Součinitele pro kombinace |                  |          |          |          |
|----|------------------------|--------------|----------|---|---------------------------|------------------|----------|----------|----------|
|    |                        |              |          |   | $\xi$                     | Kate<br>g.<br>** | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ |
| 1  | G1 vlastní tíha-stálé  | Vlastní tíha | Stálé    | 1,35(0,90)                                    | 0,85                      | -                | -        | -        | -        |
| 2  | G2 silové-stálé        | Silové       | Stálé    | 1,35(0,90)                                    | 0,85                      | -                | -        | -        | -        |
| 3  | Q3 silové-proměnné (1) | Silové       | Proměnné | 1,50  | -                         | E                | 1,0<br>0 | 0,9<br>0 | 0,8<br>0 |
| 4  | Q4 silové-proměnné (2) | Silové       | Proměnné | 1,50  | -                         | E                | 1,0<br>0 | 0,9<br>0 | 0,8<br>0 |
| 5  | Q5 silové-proměnné (3) | Silové       | Proměnné | 1,50  | -                         | E                | 1,0<br>0 | 0,9<br>0 | 0,8<br>0 |

\*  $\gamma_{f, \text{inf}}$  pro příznivě působící stálá zatížení

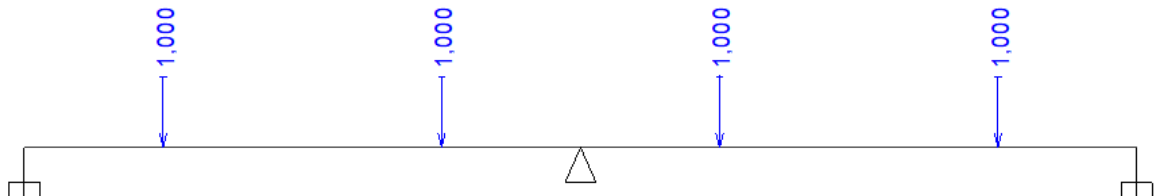
\*\* Kategorie proměnných zatížení podle tabulky A1.1 v EN 1990

| G1 vlastní tíha-stálé - zatížení |            |           |           |       |
|----------------------------------|------------|-----------|-----------|-------|
| Typ                              | Souř.x [m] | Délka [m] | Vel.1     | Vel.2 |
| pásové                           | 0,000      | 4,800     | 0,162kN/m | -     |



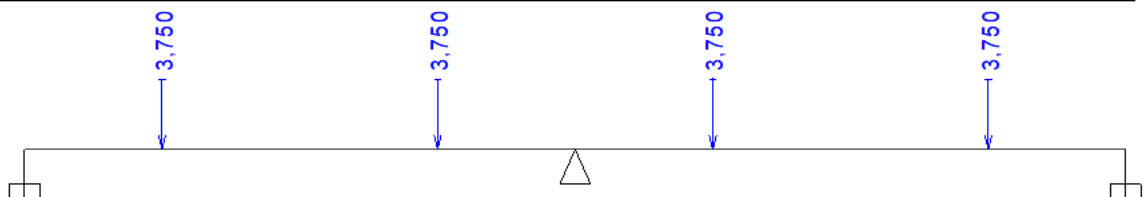
Obr. 37 Zatížení plošinového zvedáku vlastní tíhou

| G2 silové-stálé - zatížení |            |           |         |       |
|----------------------------|------------|-----------|---------|-------|
| Typ                        | Souř.x [m] | Délka [m] | Vel.1   | Vel.2 |
| síla                       | 0,490      | -         | 1,000kN | -     |
| síla                       | 1,870      | -         | 1,000kN | -     |
| síla                       | 2,930      | -         | 1,000kN | -     |
| síla                       | 4,310      | -         | 1,000kN | -     |



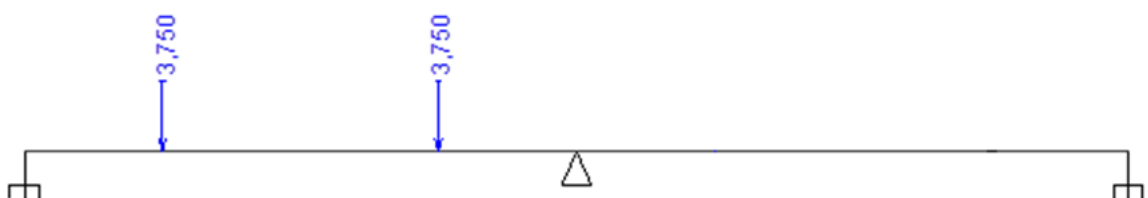
Obr. 38 Zatížení plošinového nosníku tíhou sklopných plošin

| Q3 silové-proměnné (1) - zatížení |            |           |         |       |
|-----------------------------------|------------|-----------|---------|-------|
| Typ                               | Souř.x [m] | Délka [m] | Vel.1   | Vel.2 |
| síla                              | 0,490      | -         | 3,750kN | -     |
| síla                              | 1,870      | -         | 3,750kN | -     |
| síla                              | 2,930      | -         | 3,750kN | -     |
| síla                              | 4,310      | -         | 3,750kN | -     |



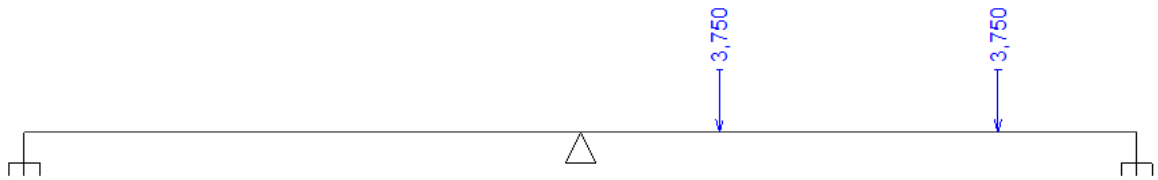
Obr. 39 Zatížení plošinového nosníku tíhou dvou automobilů

| Q4 silové-proměnné (2) - zatížení |            |           |         |       |
|-----------------------------------|------------|-----------|---------|-------|
| Typ                               | Souř.x [m] | Délka [m] | Vel.1   | Vel.2 |
| síla                              | 0,490      | -         | 3,750kN | -     |
| síla                              | 1,870      | -         | 3,750kN | -     |



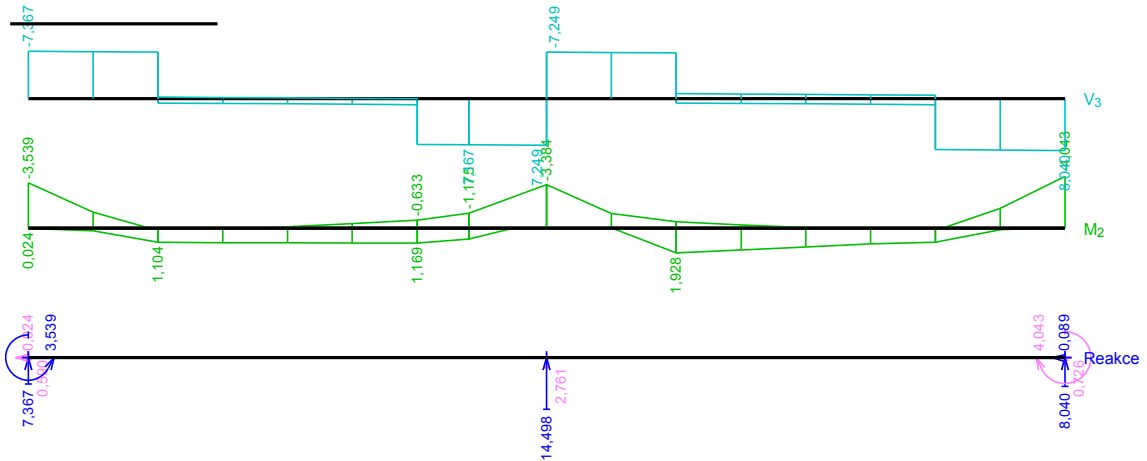
Obr. 40 Zatížení plošinového nosníku tíhou jednoho automobilu vlevo

| Q5 silové-proměnné (3) - zatížení |            |           |         |       |
|-----------------------------------|------------|-----------|---------|-------|
| Typ                               | Souř.x [m] | Délka [m] | Vel.1   | Vel.2 |
| síla                              | 2,930      | -         | 3,750kN | -     |
| síla                              | 4,310      | -         | 3,750kN | -     |

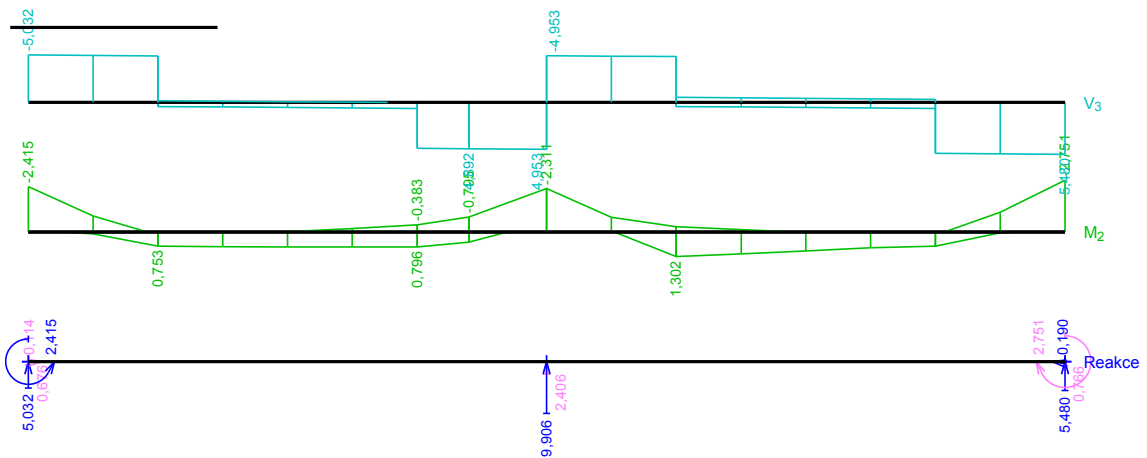


Obr. 41 Zatížení plošinového nosníku tíhou jednoho automobilu napravo

Ze zadaných kombinací zatížení v programu FIN EC podle normy EN 1993-1-1, EN 1993 1-4 byly určeny mezní stavy únosnosti a použitelnosti. Následující obrázky znázorňují průběhy sil, momentů a reakcí v uložení.



Obr. 42 Mezní stav únosnosti zobrazení průběhu sil, momentů a reakcí.



Obr. 43 Mezní stav použitelnosti zobrazení průběhu sil, momentů a reakcí

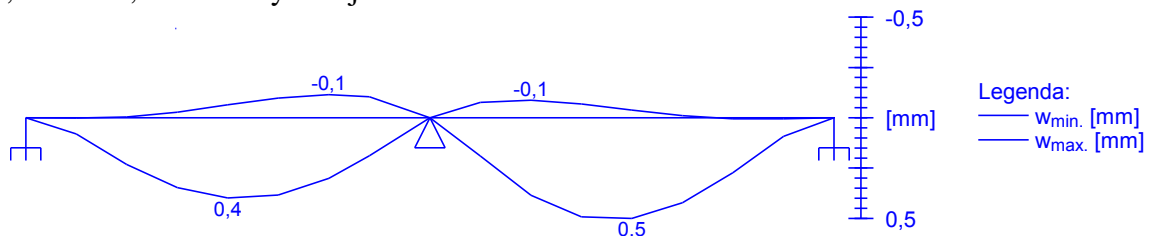
Celkové posouzení plošinového nosníku na únosnost vyhovuje namáhání od smykové posouvající síly pro rozhodující zatěžovací případ Q5:G1+G2 a daný materiál  $8,040 \text{ kN} <$



183 kN a pro ohybový moment 4,043 kN < 21,925 kNm. V kombinaci zatížení  $0,184 < 1$  což odpovídá využití průřezu: 18,4 % a vyhovuje

Posouzení použitelnosti, kdy maximální povolená deformace dílce dle EN 1993-1-1 je  $2,400\text{m} / 250,0 = 9,6 \text{ mm}$  a v našem případě průhyb nosníku je 4 mm v bodě  $x = 3,600 \text{ m}$

$0,5\text{mm} < 9,6\text{mm} \Rightarrow$  Vyhovuje



Obr. 44 Průhyb plošinového nosníku

Kompletní výpočty uvedených nosníků provedených programem FIN EC podle normy EN 1993-1-1, EN 1993 1-4 pro území Česká Republika jsou uvedeny v příloze.

#### 8.1.4 Kontrola svarového spoje zadního plošinového nosníku $120 \times 120 \times 5$

Tento svár se nachází ve spoji zadního plošinového nosníku a sloupu  $120 \times 120 \times 5 \text{ mm}$ . Materiál z ocel RSt 37-2 dle DIN, kde  $\tau_{dov} = 183 \text{ Mpa}$  dle materiálového listu dané oceli.

$$a_n = 120 \text{ mm}$$

$$t = 5 \text{ mm}$$

$$F_{pn} = 15000 \text{ N}$$

$$\tau_{pn} = \frac{F_{pn}}{S_{pn}} = \frac{15000}{(4 \cdot 120) \cdot 0,7 \cdot 5} = 8,9 \text{ MPa}$$

$$\tau_{pn} \leq \tau_{dov} \Rightarrow 8,9 \text{ MPa} \leq 183 \text{ MPa}$$

kde:  $\tau_{pn}$  – vypočtené napětí svaru plošinového nosníku

$F_{pn}$  – uvažovaná síla působící na svar

$S_{pn}$  – plocha svaru

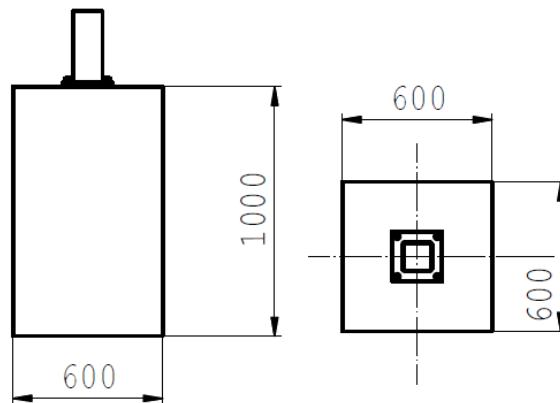
$T_{pn} \leq \tau_{dov}$  Svar plošinového nosníku ke sloupu vyhovuje

Další svarové spoje konstrukce rámu nebudou kontrolovány z důvodu předimenzování.

Tento svarový spoj patří k nejvíce namáhaným celé konstrukce.

## 8.2 Návrh a kontrola základových patek

Základy pro parkovací plošinu jsou navrženy ze slabě vyztuženého prostého betonu ve tvaru základových patek rozměrů  $0,6 \times 0,6$  m, hloubky 1 m o celkovém objemu  $0,36 \text{ m}^3$ . Z odebraných vzorků půdy byly určeny jednoduché základové poměry, které se v celém rozsahu objektu výrazně nemění a mají přibližně stejnou mocnost. Základní parametr zeminy třída F1, konzistence tuhá.



Obr. 45 Základová patka

Výpočet základové patky

Posouzení základové patky bude provedena u rozměrů  $0,6 \times 0,6 \times 1$  m. Pro danou půdu byla dle tabulkové výpočtové únosnosti určena únosnost základové zeminy  $R_{dt}$  200 kPa. Zatížení základů od sloupu je  $N_1 = 16$  kN ale z důvodu bezpečnosti volím zatížení 30 kN.

Celkové zatížení základové půdy.

$$N_2 = 0,6 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 25 = 9 \text{ kN}$$

$$N_d = N_1 + N_2 = 30 + 9 = 39 \text{ kN}$$

kde:  $N_d$  – celkové zatížení

$N_1$  – tlaková síla zatížení od sloupu

$N_2$  – tlaková síla zatížení tíhou patky

Posouzení únosnosti základové zeminy

$$R_{dt} > \sigma_d$$

$$\sigma_d = \frac{N_d}{L_1 \cdot L_2} = \frac{39}{0,6 \cdot 0,6} = 108,3 \text{ kPa} < R_{dt} = 200 \text{ kPa}$$

kde:  $R_{dt}$  – únosnost základové zeminy

$\sigma_d$  – kontaktní napětí v základové spáře od účinků zatížení

Posouzení únosnosti základu namáhaného ohybovým momentem

$$M_u \geq M_d$$

$$M_u = \gamma_u \cdot \gamma_d \cdot W \cdot R_{btd} = 0,98 \cdot 0,8 \cdot 0,1 \cdot 750 = 58,8 \text{ kNm}$$

$$P_d = \frac{N_1}{L_1 \cdot L_2} = \frac{30}{0,6 \cdot 0,6} = 83,3 \text{ kPa}$$

$$M_d = \frac{1}{2} \cdot P_d \cdot L_2 \cdot (a_1 + 0,15 \cdot L_0)^2 = \frac{1}{2} \cdot 83,3 \cdot 0,6 \cdot (0,24 + 0,15 \cdot 0,12)^2 = 3,32 \text{ kNm}$$

$$M_u \geq M_d \Rightarrow 58,8 \text{ kNm} \geq 3,32 \text{ kNm}$$

kde:  $M_u$  – ohybový moment na mezi účinnosti kritického průřezu

$M_d$  – ohybový moment od účinků zatížení

$\gamma_u$  – součinitel geometrie (0,85-1,0)

$\gamma_d$  – součinitel podmínek působení betonu (obvykle 0,8)

$W$  – modul kritického průřezu patky

$R_{btd}$  – výpočtová pevnost betonu v tahu

$P_d$  – výpočtové napětí v kontaktní spáře

$a_1$  – délka konzolového vyložení patky

$L_0$  – rozměr průřezu sloupu

Navržená základová patka vyhovuje namáhání.

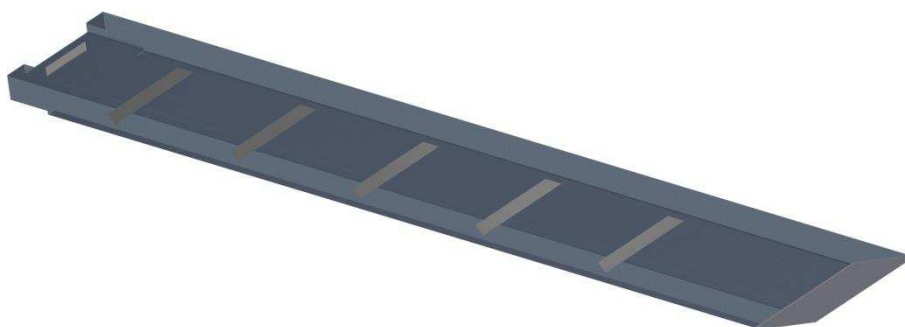
### 8.3 Návrh plošiny a nájezdů

Nájezdy jsou vyrobeny z ocelového plechu St 12-03 dle DIN tloušťky 2 mm ohýbané ve tvaru C otočeného o 90° s horním zahloubením. Šířka demontovatelného nájezdu je 452 mm a délka nájezdů 3000 mm.



Obr. 46 Tvar ohýbaného profilu nájezdu

Ve spodní části je provedeno příčné vyztužení pěti kusy L profilu  $40 \times 40 \times 4$  mm. V krajní části je zarážka pro zajištění v parkovací plošině.



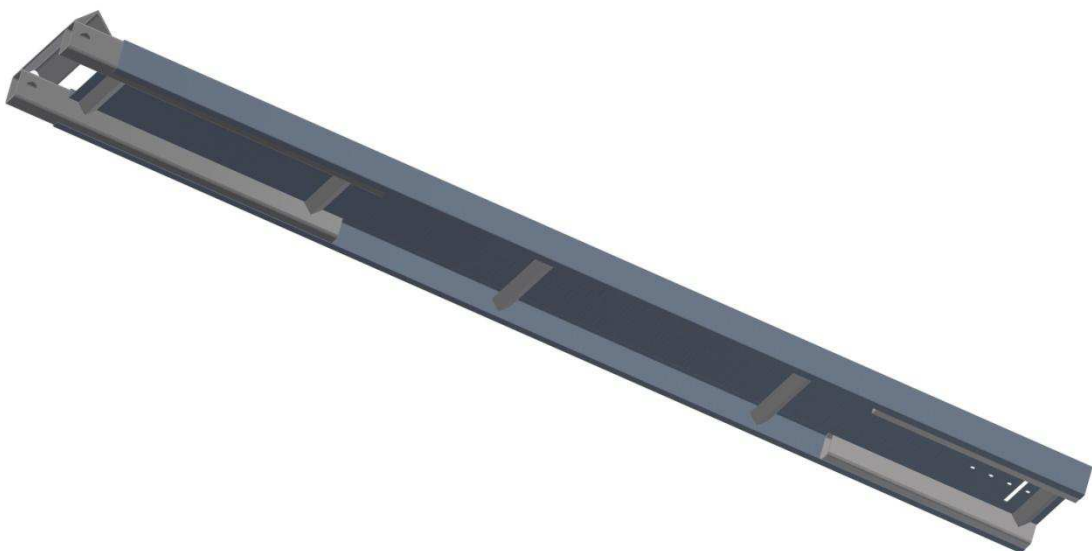
Obr. 47 Nájezd příčně vyztužený

Parkovací plošina je navržena ze dvou zpevněných nájezdů spojených v přední části čtvercovým uzavřeným profilem  $80 \times 80 \times 5$  mm z oceli RSt 37-2 dle DIN s kladkami pro zvedání pomocí jednoduchého kladkostroje do vodorovné polohy a po té zajištěny pomocí jisticího kolíku. Šířka nájezdu parkovací plošiny je 444 mm a délka 3000 mm. V zadní části jsou nájezdy připevněny pomocí hřídele k rámu konstrukce.



Obr. 48 *Sklopná parkovací plošina*

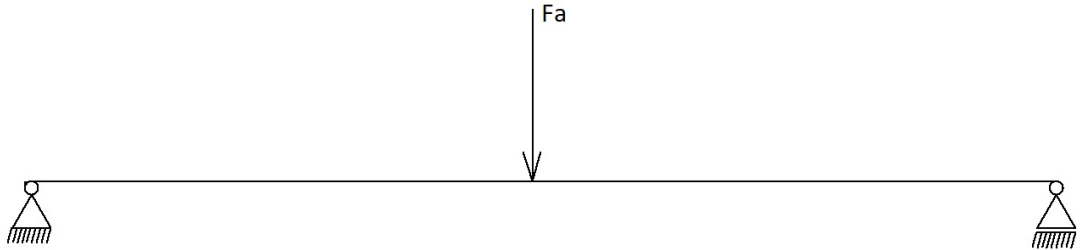
Dále je u parkovací plošiny provedeno podélné vyztužení trubkou čtyřhrannou  $70 \times 90 \times 5$  mm o délce 1000 mm v zadní části vysunutou o 150 mm opatřenou dírou pro uložení kluzných pouzder SKF PRMF 303420 zajišťující sklopení a v přední části vyztužení trubkou čtyřhrannou  $70 \times 90 \times 5$  mm o délce 630 mm pro zpevnění nájezdu plošiny při zatížení vozidlem.



Obr. 49 *Nájezd parkovací plošiny*

## Výpočet nájezdů

Tíha automobilu 1400 kg je rozložena na kola v poměru 2/3 zadní/přední část a dále na 1/2 mezi levou a pravou část což je zatížení 420 kg, ale z bezpečnostních důvodů počítáme se zatížením 15 kN.



Obr. 50 Schéma zatížení nájezdu

## Výpočet na průhyb nájezdu

$$y_{max} = \frac{F_a \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_z} = \frac{15000 \cdot 3000^3}{48 \cdot 210000 \cdot 1348714} = 29,8mm$$

kde:  $F_a$  – celková síla zatížení od automobilu

$l$  – délka nájezdu

$E$  – modul pružnosti

$J_z$  – moment setrvačnosti

## Kontrola na ohyb

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o} \leq \sigma_{dov}$$

$$\sigma_o = \frac{\frac{F_a}{2} \cdot \frac{l}{2}}{W_o} = \frac{7500 \cdot 750}{269742} = 20,8 \leq 180MPa$$

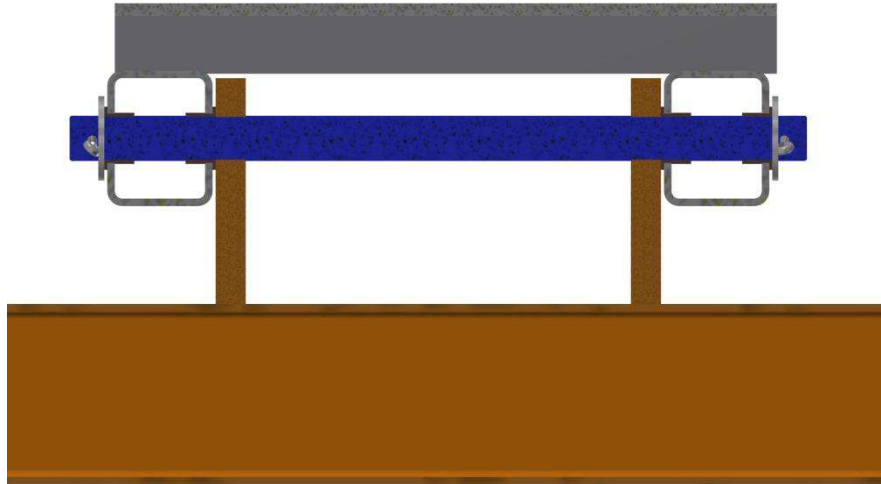
kde:  $M_o$  – ohybový moment

$W_o$  – průřezový modul v ohybu

Provedený výpočet na ohyb nájezdu ukazuje, že při maximální zátěži bude průhyb 29,8 mm. Z hlediska dovoleného napětí na ohyb odpovídá požadavkům.

## 8.4 Návrh a výpočet hřídele nájezdů

Pro zajištění natáčení nájezdů slouží hřídel, která je vsunuta do kluzných pouzder uložených v nájezdu a oka rámu. Proti vysunutí je zajištěna závlačkou.



Obr. 51 Uložení hřídele sklopných nájezdů

Výpočet hřídele

Pro tyč je zvolen materiál USt 37-2 dle DIN ocel tažená za studena. Dle materiálového listu  $\tau_{sdov} = 285$  Mpa. Průměr tyče volím 30 mm z důvodů větší životnosti a menšího opotřebení. Je počítáno s hmotností automobilu 1500 kg, která se bude dělit na dva nájezdy, ale z důvodů bezpečnosti budu počítat s celým zatížením na jeden nájezd. (hřídel)

Kontrola hřídele na stříh:

$$\tau_s = \frac{F_h}{S_h} \leq \tau_{sdov}$$

Po úpravě

$$\tau_s = \frac{4F_h}{2\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 16000}{2\pi \cdot 30^2} = 11,3 \leq \tau_{sdov}$$

kde:  $F_h$  – uvažovaná síla působící na hřídel

$d$  – průměr hřídele

$\tau_s$  – vypočtené stříhové napětí

$$\tau_s \leq \tau_{dov} \text{ Hřídel na stříh vyhovuje}$$

Kontrola hřídele na otláčení:

Základní vztah pro výpočet

$$P_s = \frac{F_h}{S} \leq P_{dov}$$

Po úpravě a dosazení hodnot.

$$P_h = \frac{F_h}{2 \cdot a_h \cdot b} = \frac{16000}{2 \cdot 30 \cdot 20} = 13,3 \text{ MPa} \leq P_{dov}$$

kde:  $P_h$  – vypočtené napětí otláčení

$F_h$  – uvažovaná síla působící na hřídel

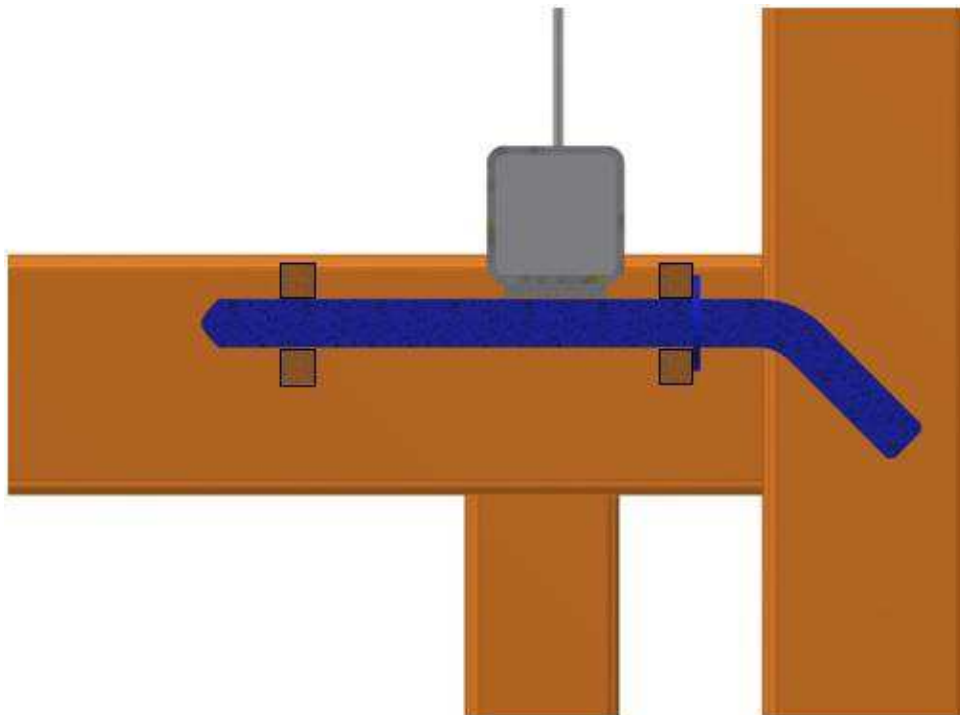
$a_h$  – průměr hřídele

$b$  – tloušťka oka

$P_h \leq P_{dov}$  Hřídel na otláčení vyhovuje

## 8.5 Návrh a výpočet zajištění plošiny

Pro zajištění nájezdů v horní poloze slouží čep, který je vsunut do jisticích ok přivařených k rámu a zajištěn závlačkou. Na tento čep dosedne parkovací plošina.



Obr. 52 Zajištění plošiny v horní poloze

Výpočet čepu



Pro čep je zvolen materiál USt 37-2 dle DIN ocel tažená za studena. Dle materiálového listu  $\tau_{sdov} = 285 \text{ Mpa}$ . Průměr čepu volím 30 mm z důvodů větší životnosti a menšího opotřebení.

Kontrola čepu na stříh:

$$\tau_s = \frac{F_{\check{c}}}{S_{\check{c}}} \leq \tau_{sdov}$$

Po úpravě

$$\tau_{s\check{c}} = \frac{4F_{\check{c}}}{2\pi \cdot d_{\check{c}}^2} = \frac{4 \cdot 16000}{2\pi \cdot 30^2} = 11,3 \leq \tau_{sdov}$$

kde:  $F_{\check{c}}$  – uvažovaná síla působící na čep

$d_{\check{c}}$  – průměr čepu

$\tau_{s\check{c}}$  – vypočtené stříhové napětí

$$\tau_s \leq \tau_{dov} \text{ Čep na stříh vyhovuje}$$

Kontrola čepu na otláčení:

Základní vztah pro výpočet

$$P_{s\check{c}} = \frac{F_{\check{c}}}{S} \leq P_{dov}$$

Po úpravě a dosazení hodnot.

$$P_{s\check{c}} = \frac{F_{\check{c}}}{2 \cdot a_{\check{c}} \cdot b_{\check{c}}} = \frac{16000}{2 \cdot 30 \cdot 20} = 13,3 \text{ MPa}$$

kde:  $P_{s\check{c}}$  – vypočtené napětí otláčení

$F_{\check{c}}$  – uvažovaná síla působící na čep

$a_{\check{c}}$  – průměr čepu

$b_{\check{c}}$  – tloušťka oka

$$P_{\check{c}} \leq P_{dov} \text{ Čep na otláčení vyhovuje}$$

Kontrola svarového spoje oka

$$\tau_{sv\check{c}} = \frac{F_{\check{c}}}{S_{sv\check{c}}} = \frac{16000}{(2 \cdot 20 + 2 \cdot 70) \cdot 0,7 \cdot 5} = 23 \text{ MPa}$$

$$\tau_{sv\check{c}} \leq \tau_{dov} \Rightarrow 23 \text{ MPa} \leq 183 \text{ MPa}$$

kde:  $\tau_{sv\check{c}}$  – vypočtené napětí svaru

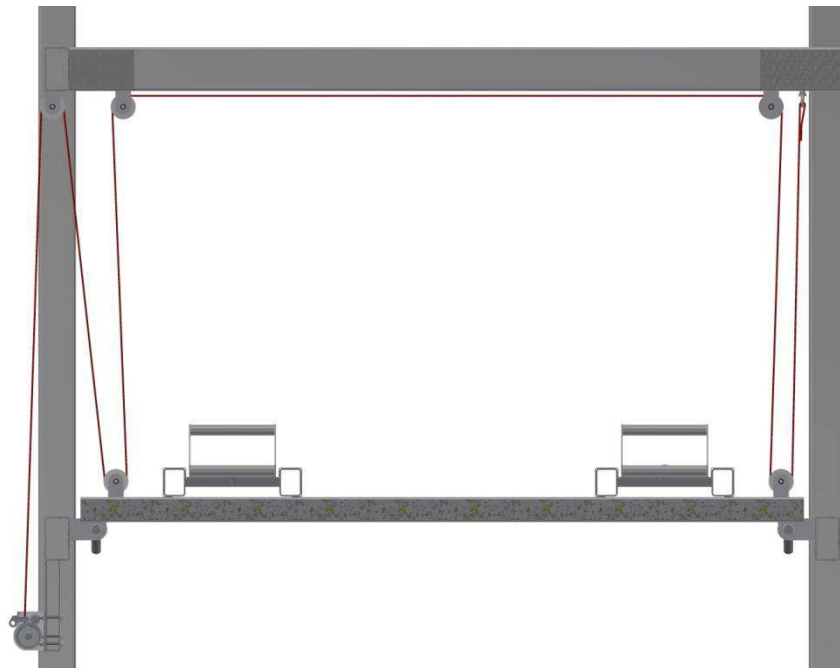
$F_{\xi}$  – uvažovaná síla působící na čep

$S_{\text{svč}}$  – plocha svaru

$$\tau_{\text{svč}} \leq \tau_{\text{dov}} \text{ Svar oka čepu vyhovuje}$$

## 8.6 Návrh a výpočet kladkového mechanismu

Zvedání nájezdové plošiny do vertikální polohy je prováděno ručním lanovým navijákem XTline s únosností 1200 kg s možným namotáním lana o délce 10 m. Ocelové lano bude rozvedeno pomocí kladek upevněných v rámu konstrukce a parkovací plošině.



Obr. 53 Kladkový mechanismus

Výpočet kladkového mechanismu

Pro výpočet volím z důvodu bezpečnosti s celým zatížením vozu a sklopné plošiny 1600 kg. Počet nosných průřezů lana 4.

Výpočet síly v laně

$$F_l = \frac{F_c}{n \cdot \eta} = \frac{16000}{4 \cdot 0,99} = 4040N$$

kde:  $F_c$  – celková síla zatížení

$n$  – počet nosných průřezů lana

$\eta$  – účinnost

Jmenovitá únosnost lana

$$F_p \geq k_l \cdot F_l = 4,1 \cdot 4040 = 16160N$$

kde:  $k_l$  – součinitel bezpečnosti lana dle ČSN 270100

$F_l$  – síla zatížení lana

Na základě vypočtené únosnosti volím ocelové lano vícepramenné Herkules se 144 dráty a konstrukcí 18 × 7 - WSC o průměru 6 mm a minimální síle při přetržení  $F_{pskut}$  23.1 kN při jmenovité pevnosti drátů 1960 MPa. Dle DIN 3069.

Skutečná bezpečnost lana

$$k_{lskut} = \frac{F_{pskut}}{F_l} = \frac{23100}{4040} = 5,7$$

kde:  $F_{pskut}$  – únosnost lana

$F_l$  – síla zatížení lana

Celková délka lana

$$L_c = H_n + 4H_p + \check{S}_k + 4\pi \cdot \frac{D_k}{2}$$

$$L_c = 1670 + 4 \cdot 2110 + 2070 + 4\pi \cdot \frac{80}{2} = 12683mm \cong 12,7m$$

Délka navíjeného lana

$$L_n = 4 \cdot H_z = 4 \cdot 880 = 3520mm$$

kde:  $H_n$  – vzdálenost mezi navijákem a kladkou

$H_p$  – vzdálenost mezi plošinou a kladkou

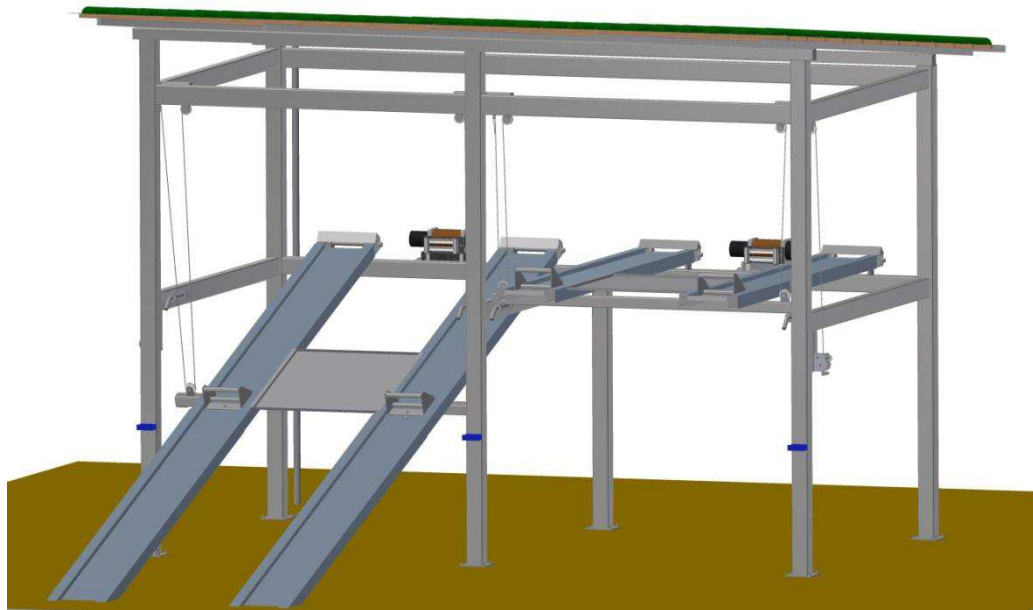
$H_z$  – vzdálenost mezi horní a spodní polohou plošiny

$\check{S}_k$  – vzdálenost mezi kladkami

Volím celkovou délku lana 15 m a navíjeno navijákem bude délka 5,8 m. Což odpovídá možnosti navijáku.

## 9 ZPRACOVÁNÍ 3D MODELU

Při modelování parkovací plošiny bylo dbáno na snadnou vyrobiteľnost všech dílů a ekonomické hledisko. Byla určena předběžná podoba parkovací plošiny, které se postupně doplňovaly funkční prvky. Tento model byl zpracován v programu Autodesk Inventor, který je určen pro vytváření modelů sestav a vytváření výkresové dokumentace.



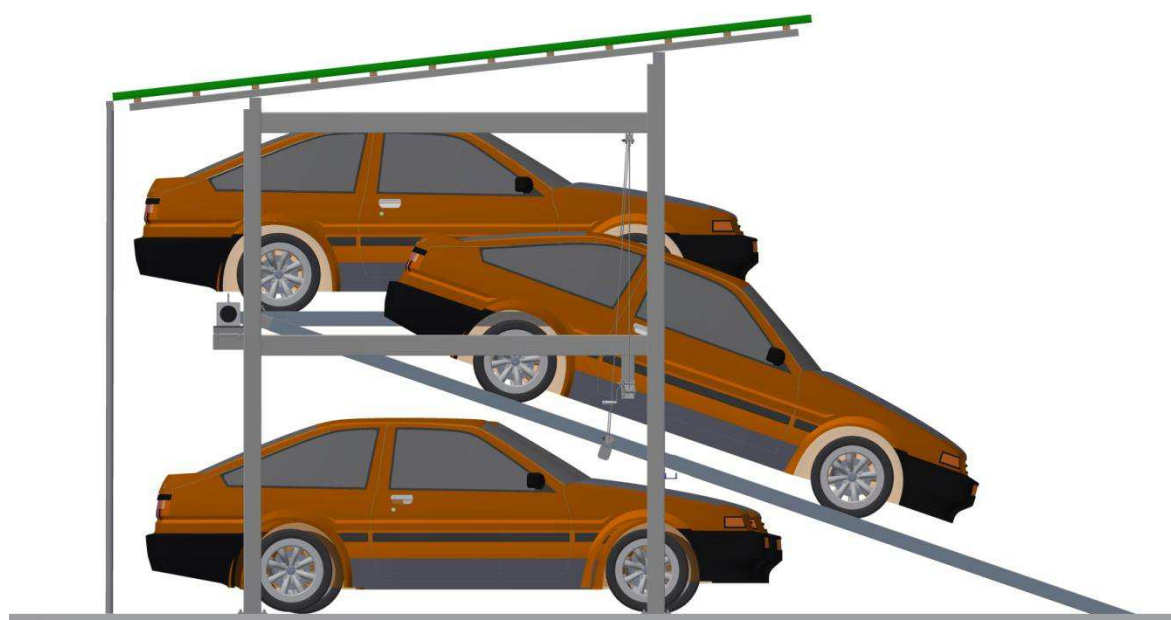
Obr. 54 *Parkovací plošina 3D model*

Na obrázku č. 53 vidíme model plošiny s jedním sklopeným parkovacím místem a připevněnými nájezdy připravenými pro nájezd vozidla. Sklopená plošina je jištěna ve spodní poloze tyčí. Druhé parkovací místo je v horní zajištěné poloze.



Obr. 55 Parkovací plošina plně obsazená

Plně obsazená parkovací plošina. Vozidla si navzájem nepřekáží a kterékoliv z nich může být kdykoliv nezávisle na ostatních zaparkováno či vyparkováno. Patrová stání dovolují maximální využití parkovacího prostoru a tedy zaparkování dvojnásobného počtu vozidel.



Obr. 56 Parkování plně obsazené plošiny

Z parkovací plošiny sjíždí vozidlo. Na obrázku č. 55 vidíme, že sjezd vozidla z horní plošiny je možný i pokud v dolní části parkují vozidla.

## ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navrhnout parkovací plošinu pro automobily, která ušetří využití místo pro vozidla s malou frekvencí používání nebo dlouhodobě odstavená.

V úvodu práce byly získány informace z jednotlivých úseků pro konstrukční návrh parkovací plošiny, poté se bylo věnováno problematice zakládání staveb. Na základě získaných potřebných informací z oblasti navrhování ocelových konstrukcí bylo uvedeno dispoziční a konstrukční řešení, volba materiálu a možná zatížení ocelové konstrukce. Dále byla zmíněna skladba konstrukce rozdělená na sloupy a příhradová ztužidla. Ocelová konstrukce byla volena z důvodu velké únosnosti a snadnější montáži. Pro spojování jednotlivých dílů konstrukce bylo nutné získat informace o svařování. V další kapitole byly získány zkušenosti z oblasti mechanismů, jejichž pomocí dochází ke snadnější manipulaci. V neposlední řadě bylo potřeba nastudovat stavební předpisy, které byly zmíněny v poslední kapitole teoretické části a ujasnit si možnosti realizace.

V praktické části byly nejprve dány cíle diplomové práce. Bylo určeno místo umístění vertikální parkovací plošiny a udány technické parametry vozů pro její využívání. Poté byl proveden návrh konstrukčního řešení vertikální parkovací plošiny, která vychází z požadavků na jednoduchost a ekonomické hledisko pro dané využití. V této části byl navrhnout rám parkovací plošiny, sklopných plošin a možnost manipulace a odstavení vozidel. Následovalo projektování rámu vertikální parkovací plošiny zhotovené z daného materiálu a zároveň byly k navržené konstrukci rámu provedeny výpočty hlavních zatížených dílů, jež odpovídá potřebnému zatížení s dostatečnou rezervou. Pro zajištění dokonalé stability navrhované plošiny byly zvoleny základové patky, protože jsou nejjednodušším a nejlevnějším řešením, které pevnostně dostačuje, a byl u nich proveden výpočet únosnosti. Následoval návrh a výpočty pevnosti a průhybu sklopné parkovací plošiny a demontovatelných nájezdů, při kterém byla zjištěna dostatečná pevnost a vyhovující průhyb při maximálním zatížení. Bylo vyřešeno upevnění sklopné plošiny k rámu a její zajištění ve spodní a horní poloze a navrhuto její zvedání pomocí lanového zvedáku přes kladkovou soustavu. Provedené výpočty ukázaly dostačující pevnost jednotlivých částí. Nakonec byl zpracován 3D model s ukázkou možností odstavení vozidel a zpracována výkresová dokumentace pomocí programu Autodesk Inventor.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] *Stavební zákon: Zákon o vyvlastnění ; Zákon o urychlení výstavby infrastruktury : texty zákonů ve znění od 1.4.2015 : redakční uzávěrka ..* Ostrava: Sagit, 2006-. ÚZ. ISBN 978-80-7488-109-1.
- [2] MASOPUST, Jan. *Zakládání staveb 1.* Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2015. ISBN 978-80-01-05837-4.
- [3] BRADÁČ, Jiří. *Základové konstrukce.* Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., Brno, 1995.
- [4] *Zakládání staveb: Základové pásy* [online]. [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ1/vyuka/zakladani/pasy.html>
- [5] *Schéma příkladů základového roštu* [online]. [cit. 2017-12-11]. Dostupné z: <http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ1/vyuka/zakladani/rosty.html>
- [6] Čírtek, Ladislav., Zich, Miloš. *Betonové konstrukce I.*, VUT, Brno, 2005
- [7] STUDNIČKA, Jiří. *Ocelové konstrukce.* Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN 80-01-02942-5.
- [8] MACHÁČEK, Josef a Jiří STUDNIČKA. *Ocelové konstrukce 2.* Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03174-8.
- [9] MACHÁČEK, Josef. *Navrhování ocelových konstrukcí: příručka k ČSN EN 1993-1-1 a ČSN EN 1993-1-8 ; Navrhování hliníkových konstrukcí : příručka k ČSN EN 1999-1.* Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2009. Technická knihovna (ČKAIT). ISBN 978-80-87093-86-3.
- [10] *Sloupy patrových budov* [online]. [cit. 2017-12-11]. Dostupné z: <https://detailyok.webnode.cz/vicepodlazni-budova/styky-sloupu/>
- [11] KUBÍČEK, Jaroslav, Ladislav DANĚK a Bohumil KANDUS *Technologie svařování a zařízení: učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů.* Plzeň: ŠKODA WELDING s.r.o., 2011.
- [12] MENTL, Václav, Miloš VLK, Tomáš ROTTER a Jiří BARTÁK. *Konstrukce a provedení: učební texty pro kurzy svářečských inženýrů a technologů.* Plzeň: ŠKODA WELDING s.r.o., 2011.

- [13] DILLINGER, Josef. *Moderní strojírenství pro školu i praxi*. Praha: Europa-Sobotáles, 2007. ISBN 978-80-86706-19-1.
- [14] *Obalená elektroda* [online]. [cit. 2017-12-11]. Dostupné z: <https://www.svarecky-elektrody.cz/obalena-elektroda-co-je-a-k-cemu-slouzi/t-27/t-95>
- [15] MIČKAL, Karel. *Strojnictví: části strojů : pro učební a studijní obory SOU a SOŠ*. Praha: Sobotáles, 1995. ISBN isbn80-85920-01-8.
- [16] VOLEK, František. *Základy konstruování a části strojů II: mechanismy strojů*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, Fakulta technologická, 2003. ISBN isbn80-7318-111-8.
- [17] *Šroubový mechanismus* [online]. [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1906>
- [18] LEINVEBER, Jiří a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 5., upr. vyd. Úvaly: Albra, 2011. ISBN 978-80-7361-081-4.



## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

|             |   |                 |
|-------------|---|-----------------|
| $F_{pn}$    | uvažovaná síla působící na svar nosníku               | N               |
| $a_n$       | Délka styku nosníku ze sloupem                        | mm              |
| $t$         | Tloušťka nosníku                                      | mm              |
| $S_{pn}$    | plocha svaru nosníku                                  | mm <sup>2</sup> |
| $\tau_{pn}$ | vypočtené napětí svaru plošinového nosníku            | MPa             |
| $N_d$       | celkové zatížení                                      | kN              |
| $N_1$       | tlaková síla zatížení od sloupu                       | kN              |
| $N_2$       | tlaková síla zatížení tíhou patky                     | kN              |
| $R_{dt}$    | únosnost základové zeminy                             | kPa             |
| $\sigma_d$  | kontaktní napětí v základové spáře od účinků zatížení | kPa             |
| $L_1$       |   | m               |
| $M_u$       | ohybový moment na mezi účinnosti kritického průřezu   | kNm             |
| $M_d$       | ohybový moment od účinků zatížení                     | kNm             |
| $\gamma_u$  | součinitel geometrie                                  |                 |
| $\gamma_d$  | součinitel podmínek působení betonu                   |                 |
| $W$         | modul kritického průřezu patky                        | mm <sup>3</sup> |
| $R_{btd}$   | výpočtová pevnost betonu v tahu                       | kPa             |
| $P_d$       | výpočtové napětí v kontaktní spáře                    | kPa             |
| $a_1$       | délka konzolového vyložení patky                      | mm              |
| $L_0$       | rozměr průřezu sloupu                                 | mm              |
| $y_{max}$   | Průhyb nájezdu  | mm              |
| $F_a$       | celková síla zatížení od automobilu                   | N               |
| $l_n$       | délka nájezdu   | mm              |
| $E$         | modul pružnosti                                       | MPa             |

|                    |  |                 |
|--------------------|--|-----------------|
| Jz                 | moment setrvačnosti                        | mm <sup>4</sup> |
| Mo                 | ohybový moment                             | Nm              |
| Wo                 | průřezový modul v ohybu                    | mm <sup>3</sup> |
| F <sub>h</sub>     | uvažovaná síla působící na hřídel          | N               |
| d                  | průměr hřídele                             | mm              |
| τ <sub>s</sub>     | vypočtené stříhové napětí                  | MPa             |
| P <sub>h</sub>     | vypočtené napětí otláčení                  | MPa             |
| F <sub>h</sub>     | uvažovaná síla působící na hřídel          | N               |
| a <sub>h</sub>     | průměr hřídele                             | mm              |
| b                  | tloušťka oka                               | mm              |
| F <sub>č</sub>     | uvažovaná síla působící na čep             | N               |
| d <sub>č</sub>     | průměr čepu                                | mm              |
| τ <sub>s</sub>     | vypočtené stříhové napětí                  | MPa             |
| P <sub>sč</sub>    | vypočtené napětí otláčení                  | MPa             |
| F <sub>č</sub>     | uvažovaná síla působící na čep             | N               |
| a <sub>č</sub>     | průměr čepu                                | mm              |
| b <sub>č</sub>     | tloušťka oka                               | mm              |
| τ <sub>svč</sub>   | vypočtené napětí svaru oka čepu            | MPa             |
| S <sub>svč</sub>   | plocha svaru oka čepu                      | mm              |
| F <sub>c</sub>     | celková síla zatížení                      | N               |
| n                  | počet nosných průřezů lana                 |                 |
| η                  | účinnost                                   |                 |
| k <sub>l</sub>     | součinitel bezpečnosti lana dle ČSN 270100 |                 |
| F <sub>t</sub>     | síla zatížení lana                         | N               |
| F <sub>p</sub>     | Jmenovitá únosnost lana                    | N               |
| F <sub>pskut</sub> | únosnost lana                              | N               |

---

|               |  |    |
|---------------|--|----|
| $H_n$         | vzdálenost mezi navijákem a kladkou            | mm |
| $H_p$         | vzdálenost mezi plošinou a kladkou             | mm |
| $H_z$         | vzdálenost mezi horní a spodní polohou plošiny | mm |
| $\check{S}_k$ | vzdálenost mezi kladkami                       | mm |
| $L_c$         | Celková délka lana                             | mm |
| $L_n$         | Délka navíjeného lana                          | mm |

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

|   |    |
|---|----|
| Obr. 1 Únosnost základové půdy[2] .....   | 14 |
| Obr. 2 Základové patky[2].....  | 16 |
| Obr. 3 Základové pásy pod průběžnými stěnami[2] .....                                   | 17 |
| Obr. 4 Základový pás pod sloupy, železobetonový[3] .....                                | 17 |
| Obr. 5 Půdorysný tvar základových pásů[4] .....   | 18 |
| Obr. 6 Schéma základového roštu[5] .....  | 18 |
| Obr. 7 Základové desky[4].....  | 19 |
| Obr. 8 Zajištění tvaru konstrukce [7] .....   | 21 |
| Obr. 9 Přenos zatížení do základů a požadavky na vodorovnou tuhost konstrukce [7] ..... | 21 |
| Obr. 10 Histogram zatížení [7].....   | 23 |
| Obr. 11 Prostorová tuhost jednoduchého skeletu [8].....                                 | 25 |
| Obr. 12 Kloubově uložené sloupy [8] .....   | 25 |
| Obr. 13 Vetknuté sloupy [8] .....   | 26 |
| Obr. 14 Průřez sloupů namáhaných osovou silou [10] .....                                | 26 |
| Obr. 15 Tvary svislých ztužidel v podélných stěnách [8] .....                           | 27 |
| Obr. 15 Základní schéma svařování metodou MIG/MAG [13] .....                            | 29 |
| Obr. 16 Typy plněných elektrod (trubičky) se švem (falcované) a bezešvé [11] .....      | 31 |
| Obr. 17 Schéma ručního obloukového svařování obalenou elektrodou[14] .....              | 32 |
| Obr. 18 Napěťový stav při ohřevu a ochlazování volné a pevně upnuté tyče [12].....      | 34 |
| Obr. 19 Šroubový zvedák a svěrák [17] .....   | 37 |
| Obr. 20 Kloubový mechanismus [15] .....   | 38 |
| Obr. 21 Zkrácený klikový mechanismus [15] .....   | 38 |
| Obr. 22 Pozemek pro parkovací plošinu.....  | 46 |
| Obr. 23 Rozměry automobilů .....  | 47 |
| Obr. 24 Rám parkovací plošiny .....   | 48 |
| Obr. 25 Sklopné nájezdya de.....  | 48 |
| Obr. 26 Parkovací plošina .....   | 49 |
| Obr. 27 Rám parkovací plošiny .....   | 50 |
| Obr. 28 Geometrie upevnění střešního nosníku .....                                      | 51 |
| Obr. 29 Zatížení střešního nosníku vlastní tíhou .....                                  | 51 |
| Obr. 30 Zatížení střešního nosníku tíhou střechy .....                                  | 52 |
| Obr. 31 Zatížení střešního nosníku tíhou sněhu.....                                     | 52 |

|  |    |
|--|----|
| Obr. 32 Mezní stav únosnosti zobrazení průběhu sil, momentů a reakcí .....     | 52 |
| Obr. 33 Mezní stav použitelnosti zobrazení průběhu sil, momentů a reakcí ..... | 53 |
| Obr. 34 Průhyb střešního nosníku .....   | 53 |
| Obr. 35 Geometrie upevnění plošinového nosníku .....                           | 54 |
| Obr. 36 Zatížení plošinového zvedáku vlastní tíhou .....                       | 54 |
| Obr. 37 Zatížení plošinového nosníku tíhou sklopných plošin.....               | 55 |
| Obr. 38 Zatížení plošinového nosníku tíhou dvou automobilů .....               | 55 |
| Obr. 39 Zatížení plošinového nosníku tíhou jednoho automobilu vlevo.....       | 55 |
| Obr. 40 Zatížení plošinového nosníku tíhou jednoho automobilu napravo .....    | 56 |
| Obr. 41 Mezní stav únosnosti zobrazení průběhu sil, momentů a reakcí. ....     | 56 |
| Obr. 42 Mezní stav použitelnosti zobrazení průběhu sil, momentů a reakcí ..... | 56 |
| Obr. 43 Průhyb plošinového nosníku.....  | 57 |
| Obr. 44 Základová patka .....  | 58 |
| Obr. 45 Tvar ohýbaného profilu nájezdu.....                                    | 60 |
| Obr. 46 Nájezd příčně vyztužený.....   | 60 |
| Obr. 47 Sklopná parkovací plošina.....   | 61 |
| Obr. 48 Nájezd parkovací plošiny.....  | 61 |
| Obr. 49 Schéma zatížení nájezdu .....  | 62 |
| Obr. 50 Uložení hřídele sklopných nájezdů .....                                | 63 |
| Obr. 51 Zajištění plošiny v horní poloze .....                                 | 64 |
| Obr. 52 Kladkový mechanismus.....  | 66 |
| Obr. 53 Parkovací plošina 3D model .....                                       | 68 |
| Obr. 54 Parkovací plošina plně obsazená .....                                  | 69 |
| Obr. 55 Parkování plně obsazené plošiny .....                                  | 69 |

**SEZNAM TABULEK**

|  |    |
|--|----|
| Tab. 1 <i>Technické parametry automobilů</i> .....       | 47 |
| Tab. 2 <i>Zatěžovací stavy střešního nosníku</i> .....   | 51 |
| Tab. 3 <i>Zatěžovací stavy plošinového nosníku</i> ..... | 54 |

**SEZNAM PŘÍLOH**

- PI. Výpočet nosných prvků rámu parkovací plošiny
- PII. Výrobní výkres celkové sestavy (2018DPUTB-S0A1)
- PIII. Výrobní výkres rámu (2018DPUTB-10-0A1)
- PIV. Výrobní výkres trubky čtyřhranné (2018DPUTB-10-1E1) na CD
- PV. Výrobní výkres trubky čtyřhranné (2018DPUTB-10-2E1) na CD
- PVI. Výrobní výkres trubky čtyřhranné (2018DPUTB-10-3E1) na CD
- PVII. Výrobní výkres patky (2018DPUTB-10-4E1) na CD
- PVIII. Výrobní výkres L - profilu (2018DPUTB-10-5E1) na CD
- PIX. Výrobní výkres trubky čtyřhranné (2018DPUTB-10-6E1) na CD
- PX. Výrobní výkres plechu II (2018DPUTB-10-7E1) na CD
- PXI. Výrobní výkres plechu (2018DPUTB-10-8E1) na CD
- PXII. Výrobní výkres plechu III (2018DPUTB-10-9E1) na CD
- PXIII. Výrobní výkres U - profilu (2018DPUTB-10-10E1) na CD
- PXIV. Výrobní výkres trubky čtyřhranné (2018DPUTB-10-11E1) na CD
- PXV. Výrobní výkres trubky čtyřhranné (2018DPUTB-10-12E1) na CD
- PXVI. Výrobní výkres trubky čtyřhranné (2018DPUTB-10-13E1) na CD
- PXVII. Výrobní výkres trubky čtyřhranné (2018DPUTB-10-14E1) na CD
- PXVIII. Výrobní výkres trubky čtyřhranné (2018DPUTB-10-15E1) na CD
- PXIX. Výrobní výkres trubky čtyřhranné (2018DPUTB-10-16E1) na CD
- PXX. Výrobní výkres trubky čtyřhranné (2018DPUTB-10-17E1) na CD
- PXXI. Výrobní výkres trubky čtyřhranné (2018DPUTB-10-18E1) na CD
- PXXII. Výrobní výkres trubky čtyřhranné (2018DPUTB-10-19E1) na CD
- PXXIII. Výrobní výkres trubky čtyřhranné (2018DPUTB-10-20E1) na CD
- PXXIV. Výrobní výkres záslepky I (2018DPUTB-10-21E1) na CD
- PXXV. Výrobní výkres záslepky V (2018DPUTB-10-22E1) na CD
- PXXVI. Výrobní výkres záslepky II (2018DPUTB-10-23E1) na CD
- PXXVII. Výrobní výkres záslepky III (2018DPUTB-10-24E1) na CD
- PXXVIII. Výrobní výkres záslepky IV (2018DPUTB-10-25E1) na CD
- PXXIX. Výrobní výkres svařence nájezdu (2018DPUTB-15-0C1)
- PXXX. Výrobní výkres trubky čtyřhranné (2018DPUTB-15-1E1) na CD
- PXXXI. Výrobní výkres trubky čtyřhranné (2018DPUTB-15-2E1) na CD
- PXXXII. Výrobní výkres trubky čtyřhranné (2018DPUTB-15-3E1) na CD

- PXXXIII. Výrobní výkres L - profilu (2018DPUTB-15-4E1) na CD
- PXXXIV. Výrobní výkres L - profilu (2018DPUTB-15-5E1) na CD
- PXXXV. Výrobní výkres nájezdového plechu (2018DPUTB-15-6D1)
- PXXXVI. Výrobní výkres plechu (2018DPUTB-15-7E1) na CD
- PXXXVII. Výrobní výkres L - profilu (2018DPUTB-15-8E1) na CD
- PXXXVIII. Výrobní výkres záslepky (2018DPUTB-15-9E1) na CD
- PXXXIX. Výrobní výkres svařence nájezdu III (2018DPUTB-25-0D1)
- PXL. Výrobní výkres L - profilu (2018DPUTB-25-1E1) na CD
- PXLI. Výrobní výkres nájezdového plechu II (2018DPUTB-25-2D1)
- PXLII. Výrobní výkres zajišťovacího plechu (2018DPUTB-25-3E1) na CD
- PXLIII. Výrobní výkres patky (2018DPUTB-25-4E1) na CD
- PXLIV. Výrobní výkres jisticího čepu (2018DPUTB-45-0E1) na CD
- PXLV. Výrobní výkres tyče (2018DPUTB-45-1E1) na CD
- PXLVI. Výrobní výkres hřídele (2018DPUTB-101E1) na CD
- PXLVII. Výrobní výkres základů (2018DPUTB-201E1) na CD



# PŘÍLOHA P I: VÝPOČET NOSNÝCH PRVKŮ RÁMU PARKOVACÍ PLOŠINY

## Parkovací plošina

Datum : 4.4.2018

### Norma

Norma EN 1993-1-1, EN 1993-1-4/Česko.

Součinitele pro ocelové konstrukce

Únosnost průřezu :  $\gamma_{M0} = 1,000$

Únosnost průřezu při posuzování stability :  $\gamma_{M1} = 1,000$

Únosnost oslabeného průřezu :  $\gamma_{M2} = 1,250$

Součinitele pro korozivzdornou ocel

Únosnost průřezu :  $\gamma_{M0} = 1,100$

Únosnost průřezu při posuzování stability :  $\gamma_{M1} = 1,100$

Únosnost oslabeného průřezu :  $\gamma_{M2} = 1,250$

## 1 Sloup MSH 120x120x5

### 1.1 Vstupní data

Délka dílce: 3,690 m

#### Průřez

Název: MSH 120 x 120 x 5.0

#### Materiál

Název: EN 10038 : Fe 360

#### Vnitřní síly

Celkový počet zatěžovacích případů: 1

| Zatěžovací případ | N [kN]  | V <sub>3</sub> [kN] | M <sub>2</sub> [kNm] | V <sub>2</sub> [kN] | M <sub>3</sub> [kNm] | T <sub>t</sub> [kNm] | T <sub>o</sub> [kNm] | Bimoment [kNm <sup>2</sup> ] |
|-------------------|---------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------------|
| Zat. případ 1     | -16,000 | 0,000               | 10,500               | 0,000               | 2,000                | 0,000                | 0,000                | 0,000                        |

#### Vzpěr

Délka úseku pro vzpěr  $L_z = 3,690$  m

Součinitel vzpěrné délky  $k_z = 0,700$

Vzpěrná délka  $L_{cr,z} = 2,583$  m

Délka úseku pro vzpěr  $L_y = 3,690$  m

Součinitel vzpěrné délky  $k_y = 0,700$

Vzpěrná délka  $L_{cr,y} = 2,583$  m

## 1.2 Výsledky

### Mezivýsledky

Zatřídění průřezu:

$$\epsilon = \sqrt{(235,0 / f_y)} = \sqrt{(235,0 / 235,0)} = 1,000$$

Zatřídění levé stěny:

$c = 105,0$  mm

$t = 5,0$  mm

$c/t = 21,0$ ;  $21,0 \leq 33,0$ ; Třída 1

Zatřídění pravé stěny:

$c = 105,0$  mm

$t = 5,0$  mm

$c/t = 21,0$ ;  $21,0 \leq 33,0$ ; Třída 1

Zatřídění dolní stěny:

$c = 105,0$  mm

$t = 5,0$  mm

$c/t = 21,0$ ;  $21,0 \leq 33,0$ ; Třída 1

Zatřídění horní stěny:

## Výpočet nosných prvků rámu parkovací plošiny

$c = 105,0 \text{ mm}$   
 $t = 5,0 \text{ mm}$   
 $c/t = 21,0; 21,0 \leq 33,0; \text{ Třída 1}$   
Průřez spadá do třídy 1

### Výpočet smykové únosnosti ve směru osy z

Smyková plocha  $A_{v,z} = 1,150E03 \text{ mm}^2$   
Smyková únosnost průřezu  $V_{pl,Rd,z} = 156,029 \text{ kN}$   
Smyková únosnost při boulení:  
ve směru osy z:  
 $d/t_w = 21,0 < 69,0$   
Boulení stojiny průřezu nemusí být posuzováno  
Smyková únosnost při boulení  $V_{ba,Rd,z} = 156,029 \text{ kN}$   
Výpočtová únosnost ve smyku  $V_{Rd,z} = 156,029 \text{ kN}$

### Výpočet smykové únosnosti ve směru osy y

Smyková plocha  $A_{v,y} = 1,150E03 \text{ mm}^2$   
Smyková únosnost průřezu  $V_{pl,Rd,y} = 156,029 \text{ kN}$   
Smyková únosnost při boulení:  
ve směru osy y:  
 $d/t_w = 21,0 < 69,0$   
Boulení vodorovných stěn průřezu nemusí být posuzováno

### Výpočet vzpěrné únosnosti

$V_z \leq 0,5 * 156,029 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy z  
 $V_y \leq 0,5 * 156,029 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy y  
 $\lambda_1 = 93,9$   
Vybočení kolmo k ose z:  
Vzpěrná délka  $L_{cr,z} = 2,583 \text{ m}$   
Štíhlost  $\lambda_z = 53,8$   
Poměrná štíhlost  $\lambda_{bar,z} = 0,573$   
Křivka vzpěrné pevnosti: a, součinitel imperfekce  $\alpha = 0,210$   
 $\varphi_z = 0,703$   
Součinitel vzpěrnosti  $\chi_z = 0,900$   
Výpočtová vzpěrná únosnost  $N_{b,Rd,z} = 480,095 \text{ kN}$   
Vybočení kolmo k ose y:  
Vzpěrná délka  $L_{cr,y} = 2,583 \text{ m}$   
Štíhlost  $\lambda_y = 53,8$   
Poměrná štíhlost  $\lambda_{bar,y} = 0,573$   
Křivka vzpěrné pevnosti: a, součinitel imperfekce  $\alpha = 0,210$   
 $\varphi_y = 0,703$   
Součinitel vzpěrnosti  $\chi_y = 0,900$   
Výpočtová vzpěrná únosnost  $N_{b,Rd,y} = 480,095 \text{ kN}$   
Výpočtová vzpěrná únosnost  $N_{b,Rd} = 480,095 \text{ kN}$

### Výpočet únosnosti v ohybu od momentu $M_y$

$V_z \leq 0,5 * 156,029 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy z  
 $V_y \leq 0,5 * 156,029 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy y  
Plastický průřezový modul  $W_{pl,y} = 9,673E04 \text{ mm}^3$   
Moment únosnosti průřezu  $M_{c,Rd,y} = 22,731 \text{ kNm}$   
Výpočtový moment únosnosti  $M_{c,Rd,y} = 22,731 \text{ kNm}$   
Průřez tuhý v kroucení; nedojde ke klopení

### Výpočet únosnosti v ohybu od momentu $M_z$

$V_z \leq 0,5 * 156,029 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy z  
 $V_y \leq 0,5 * 156,029 \text{ kN} \Rightarrow$  "malý smyk" ve směru osy y  
Plastický průřezový modul  $W_{pl,z} = 9,673E04 \text{ mm}^3$   
Moment únosnosti průřezu  $M_{c,Rd,z} = 22,731 \text{ kNm}$   
Výpočtový moment únosnosti  $M_{c,Rd,z} = 22,731 \text{ kNm}$   
Průřez tuhý v kroucení; nedojde ke klopení

## Výpočet nosných prvků rámu parkovací plošiny

### Posouzení smykové únosnosti

| Veličina | Zatížení | Únosnost   | Využití |          |
|----------|----------|------------|---------|----------|
| $V_z$    | 0,000 kN | 156,029 kN | 0,0 %   | Vyhovuje |
| $V_y$    | 0,000 kN | 156,029 kN | 0,0 %   | Vyhovuje |

### Posouzení kombinace osové síly a ohybových momentů

$$C_{my} = 0,400$$

$$C_{mz} = 0,400$$

#### Posudek nejnepriznivější kombinace vzpěrného tlaku a ohybu:

$$k_{yy} = 0,405$$

$$k_{yz} = 0,243$$

$$k_{zy} = 0,243$$

$$k_{zz} = 0,405$$

#### Posouzení pro vzpěr Y:

Rozhodující hodnota využití vychází při posudku bez součinitelů  $k_{yy}$ ,  $k_{yz}$ :

$$|0,033 + 0,462 + 0,088| = 0,583 < 1 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

#### Posouzení pro vzpěr Z:

Rozhodující hodnota využití vychází při posudku bez součinitelů  $k_{zy}$ ,  $k_{zz}$ :

$$|0,033 + 0,462 + 0,088| = 0,583 < 1 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

### Celkové posouzení

Rozhodující zatěžovací případ: Zat. případ 1; Třída průřezu: 1

Vnitřní síly:  $N = -16,000$  kN;  $M_y = 10,500$  kNm;  $M_z = -2,000$  kNm

#### Posudek nejnepriznivější kombinace vzpěrného tlaku a ohybu:

Vzpěr Y: Únosnosti:  $N_R = -480,095$  kN;  $M_{y,R} = 22,731$  kNm;  $M_{z,R} = -22,731$  kNm

$$|0,033 + 0,462 + 0,088| = |0,583| < 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

Vzpěr Z: Únosnosti:  $N_R = -480,095$  kN;  $M_{y,R} = 22,731$  kNm;  $M_{z,R} = -22,731$  kNm

$$|0,033 + 0,462 + 0,088| = |0,583| < 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

Stíhlost dílce: 53,8

**Průřez vyhovuje**

### Využití

Využití průřezu: 58,3 %

## Výpočet nosných prvků rámu parkovací plošiny

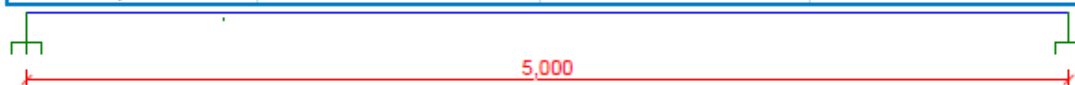
### 2 Zadní střešní nosník - MSH 140x80x5

#### 2.1 Vstupní data

Délka dílce: 4,800 m

##### 2.1.1 Geometrie

| x [m] | Typ uzlu | A/L [m] | I/L [m <sup>3</sup> ] |
|-------|----------|---------|-----------------------|
| 0,000 | vetknutí | -       | -                     |
| 4,800 | vetknutí | -       | -                     |



##### Průřez

| Úsek č. | Počátek [m] | Konec [m] | Průřez             | Natočení [°] |
|---------|-------------|-----------|--------------------|--------------|
| 1       | 0,000       | 4,800     | MSH 140 x 80 x 5.0 | 0,0          |

##### Materiál

Název: EN 10038 : Fe 360

##### 2.1.2 Zatížení

###### Zatěžovací stavy

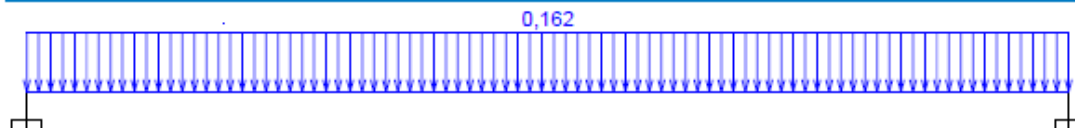
| č. | Název                               | Kód          | Typ                       | $\gamma_f$ ( $\gamma_{f,inf}$ )* | Součinitele pro kombinace |         |          |          |          |
|----|-------------------------------------|--------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------------|---------|----------|----------|----------|
|    |                                     |              |                           |                                  | $\xi$                     | Kateg.* | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ |
| 1  | G1 vlastní tíha-stálé               | Vlastní tíha | Stálé                     | 1,35(0,90)                       | 0,85                      | -       | -        | -        | -        |
| 2  | G2 silové-stálé                     | Silové       | Stálé                     | 1,35(0,90)                       | 0,85                      | -       | -        | -        | -        |
| 3  | S3 silové-proměnné střednědobé sněh | Silové       | Proměnné střednědobé sněh | 1,50                             | -                         | H<1000  | 0,50     | 0,20     | 0,00     |

\*  $\gamma_{f,inf}$  pro příznivě působící stálá zatížení

\*\* Kategorie proměnných zatížení podle tabulky A1.1 v EN 1990

###### G1 vlastní tíha-stálé - zatížení

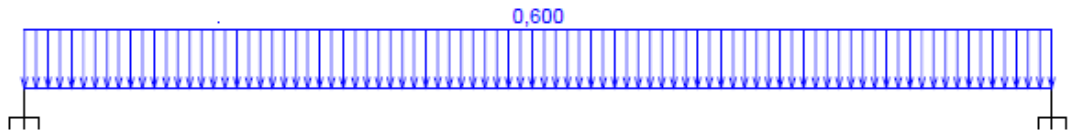
| Typ    | Souř.x [m] | Délka [m] | Vel.1     | Vel.2 |
|--------|------------|-----------|-----------|-------|
| pásové | 0,000      | 4,800     | 0,162kN/m | -     |



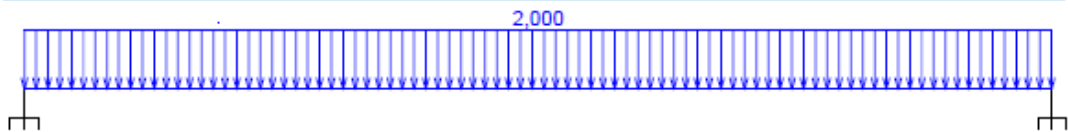
###### G2 silové-stálé - zatížení

| Typ    | Souř.x [m] | Délka [m] | Vel.1     | Vel.2 |
|--------|------------|-----------|-----------|-------|
| pásové | 0,000      | 4,800     | 0,600kN/m | -     |

## Výpočet nosných prvků rámu parkovací plošiny



| S3 silové-proměnné střednědobé sniž - zatížení |            |           |           |       |
|--|------------|-----------|-----------|-------|
| Typ  | Souř.x [m] | Délka [m] | Vel.1     | Vel.2 |
| pásové   | 0,000      | 4,800     | 2,000kN/m | -     |



### 2.1.3 Kombinace

#### Kombinace 1. řád, pro posouzení mezního stavu únosnosti (MSÚ)

| Číslo | Název a druh kombinace   | Složení   |
|-------|--|---|
| 1     | G1+G2; základní kombinace                                      | $\gamma_{f,sup,1} \cdot G1 + \gamma_{f,sup,2} \cdot G2$   |
| 2     | S3:G1+G2; základní kombinace                                   | $\gamma_{f,sup,1} \cdot G1 + \gamma_{f,sup,2} \cdot G2 + \gamma_{f,sup,3} \cdot S3$                               |
| 3(a)  | G1+G2; alternativní - základní kombinace s redukcí zatížení    | $\gamma_{f,sup,1} \cdot G1 + \gamma_{f,sup,2} \cdot G2$   |
| 3(b)  | G1+G2; alternativní - základní kombinace s redukcí zatížení    | $\gamma_{f,sup,1} \cdot \xi_{,1} \cdot G1 + \gamma_{f,sup,2} \cdot \xi_{,2} \cdot G2$                             |
| 4(a)  | S3:G1+G2; alternativní - základní kombinace s redukcí zatížení | $\gamma_{f,sup,1} \cdot G1 + \gamma_{f,sup,2} \cdot G2 + \gamma_{f,sup,3} \cdot \psi_{0,3} \cdot S3$              |
| 4(b)  | S3:G1+G2; alternativní - základní kombinace s redukcí zatížení | $\gamma_{f,sup,1} \cdot \xi_{,1} \cdot G1 + \gamma_{f,sup,2} \cdot \xi_{,2} \cdot G2 + \gamma_{f,sup,3} \cdot S3$ |

Vysvětlivky: varianta (a) = varianta s kombinační hodnotou hlavního proměnného zatížení  
 varianta (b) = varianta s redukovánými hodnotami stálých zatížení

#### Kombinace 1. řád, pro posouzení mezního stavu použitelnosti (MSP)

| Číslo | Název a druh kombinace               | Složení      |
|-------|--------------------------------------|--------------|
| 1     | G1+G2; charakteristická kombinace    | G1 + G2      |
| 2     | S3:G1+G2; charakteristická kombinace | G1 + G2 + S3 |

#### Vnitřní síly

Celkový počet zatěžovacích případů: 8

G1+G2:

|              | V <sub>3</sub> [kN] | M <sub>2</sub> [kNm] | R <sub>z</sub> [kN] | RO <sub>x</sub> [kNm] |
|--------------|---------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
| Max. hodnota | 1,906               | 0,794                | 1,906               | 1,589                 |
| Min. hodnota | -1,906              | -1,589               | 1,906               | -1,589                |

S3:G1+G2:

|              | V <sub>3</sub> [kN] | M <sub>2</sub> [kNm] | R <sub>z</sub> [kN] | RO <sub>x</sub> [kNm] |
|--------------|---------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
| Max. hodnota | 6,906               | 2,878                | 6,906               | 5,755                 |
| Min. hodnota | -6,906              | -5,755               | 6,906               | -5,755                |

G1+G2:

## Výpočet nosných prvků rámu parkovací plošiny

|              | V <sub>3</sub> [kN] | M <sub>2</sub> [kNm] | R <sub>z</sub> [kN] | RO <sub>x</sub> [kNm] |
|--------------|---------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
| Max. hodnota | 2,573               | 1,072                | 2,573               | 2,145                 |
| Min. hodnota | -2,573              | -2,145               | 2,573               | -2,145                |

S3:G1+G2:

|              | V <sub>3</sub> [kN] | M <sub>2</sub> [kNm] | R <sub>z</sub> [kN] | RO <sub>x</sub> [kNm] |
|--------------|---------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
| Max. hodnota | 10,073              | 4,197                | 10,073              | 8,395                 |
| Min. hodnota | -10,073             | -8,395               | 10,073              | -8,395                |

G1+G2 (var.a):

|              | V <sub>3</sub> [kN] | M <sub>2</sub> [kNm] | R <sub>z</sub> [kN] | RO <sub>x</sub> [kNm] |
|--------------|---------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
| Max. hodnota | 2,573               | 1,072                | 2,573               | 2,145                 |
| Min. hodnota | -2,573              | -2,145               | 2,573               | -2,145                |

G1+G2 (var.b):

|              | V <sub>3</sub> [kN] | M <sub>2</sub> [kNm] | R <sub>z</sub> [kN] | RO <sub>x</sub> [kNm] |
|--------------|---------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
| Max. hodnota | 2,187               | 0,911                | 2,187               | 1,823                 |
| Min. hodnota | -2,187              | -1,823               | 2,187               | -1,823                |

S3:G1+G2 (var.a):

|              | V <sub>3</sub> [kN] | M <sub>2</sub> [kNm] | R <sub>z</sub> [kN] | RO <sub>x</sub> [kNm] |
|--------------|---------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
| Max. hodnota | 6,323               | 2,635                | 6,323               | 5,270                 |
| Min. hodnota | -6,323              | -5,270               | 6,323               | -5,270                |

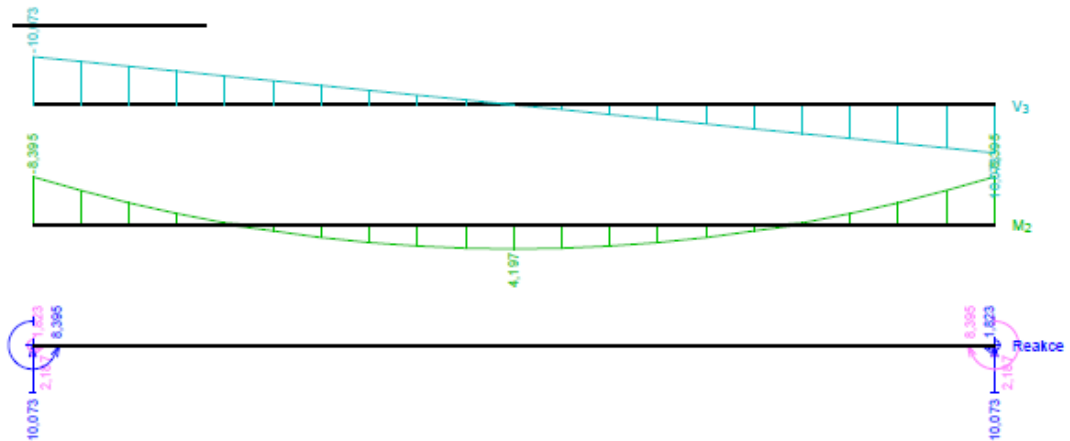
S3:G1+G2 (var.b):

|              | V <sub>3</sub> [kN] | M <sub>2</sub> [kNm] | R <sub>z</sub> [kN] | RO <sub>x</sub> [kNm] |
|--------------|---------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
| Max. hodnota | 9,687               | 4,036                | 9,687               | 8,073                 |
| Min. hodnota | -9,687              | -8,073               | 9,687               | -8,073                |

Obálky

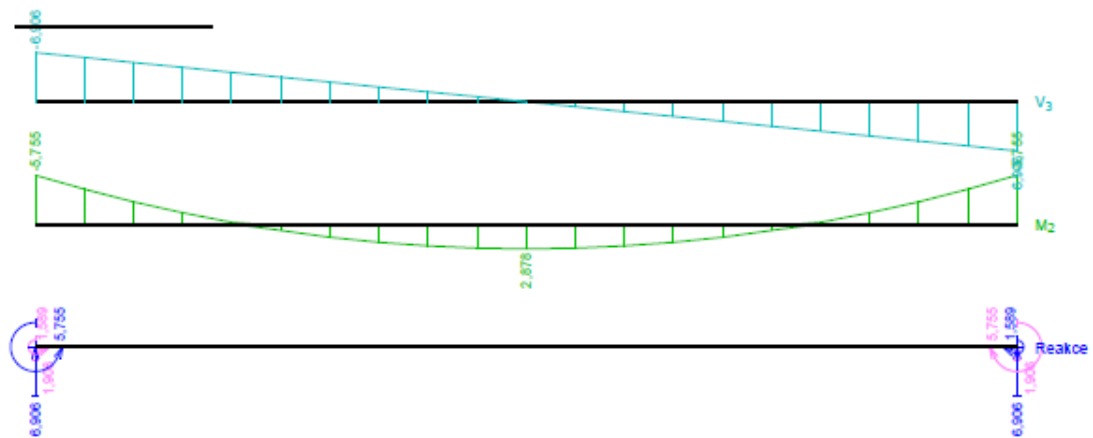
| Obálka základní návrhová (MSÚ) |                             |                             |                            |                            |                            |                            |                              |                              |
|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| x<br>[m]                       | Max M <sub>2</sub><br>[kNm] | Min M <sub>2</sub><br>[kNm] | Max V <sub>3</sub><br>[kN] | Min V <sub>3</sub><br>[kN] | Max R <sub>z</sub><br>[kN] | Min R <sub>z</sub><br>[kN] | Max RO <sub>x</sub><br>[kNm] | Min RO <sub>x</sub><br>[kNm] |
| 0,000                          | -1,823                      | -8,395                      | -2,187                     | -10,073                    | 10,073                     | 2,187                      | 8,395                        | 1,823                        |
| 0,240                          | -1,306                      | -6,016                      | -1,969                     | -9,066                     | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 0,480                          | -0,839                      | -3,861                      | -1,750                     | -8,059                     | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 0,720                          | -0,431                      | -1,987                      | -1,531                     | -7,051                     | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 0,960                          | -0,073                      | -0,336                      | -1,312                     | -6,044                     | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 1,200                          | 1,035                       | 0,225                       | -1,094                     | -5,037                     | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 1,440                          | 2,183                       | 0,474                       | -0,875                     | -4,029                     | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 1,680                          | 3,050                       | 0,662                       | -0,656                     | -3,022                     | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 1,920                          | 3,694                       | 0,802                       | -0,437                     | -2,015                     | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 2,160                          | 4,057                       | 0,881                       | -0,219                     | -1,007                     | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 2,400                          | 4,197                       | 0,911                       | 0,000                      | 0,000                      | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 2,640                          | 4,057                       | 0,881                       | 1,007                      | 0,219                      | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 2,880                          | 3,694                       | 0,802                       | 2,015                      | 0,437                      | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 3,120                          | 3,050                       | 0,662                       | 3,022                      | 0,656                      | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 3,360                          | 2,183                       | 0,474                       | 4,029                      | 0,875                      | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 3,600                          | 1,035                       | 0,225                       | 5,037                      | 1,094                      | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 3,840                          | -0,073                      | -0,336                      | 6,044                      | 1,312                      | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 4,080                          | -0,431                      | -1,987                      | 7,051                      | 1,531                      | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 4,320                          | -0,839                      | -3,861                      | 8,059                      | 1,750                      | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 4,560                          | -1,306                      | -6,016                      | 9,066                      | 1,969                      | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 4,800                          | -1,823                      | -8,395                      | 10,073                     | 2,187                      | 10,073                     | 2,187                      | -1,823                       | -8,395                       |

## Výpočet nosných prvků rámu parkovací plošiny



| x<br>[m] | Obálka charakteristická (MSP) |                             |                            |                            |                            |                            |                              |                              |
|----------|-------------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|
|          | Max M <sub>2</sub><br>[kNm]   | Min M <sub>2</sub><br>[kNm] | Max V <sub>3</sub><br>[kN] | Min V <sub>3</sub><br>[kN] | Max R <sub>z</sub><br>[kN] | Min R <sub>z</sub><br>[kN] | Max RO <sub>x</sub><br>[kNm] | Min RO <sub>x</sub><br>[kNm] |
| 0,000    | -1,589                        | -5,755                      | -1,906                     | -6,906                     | 6,906                      | 1,906                      | 5,755                        | 1,589                        |
| 0,240    | -1,138                        | -4,125                      | -1,716                     | -6,216                     | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 0,480    | -0,731                        | -2,647                      | -1,525                     | -5,525                     | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 0,720    | -0,376                        | -1,362                      | -1,334                     | -4,834                     | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 0,960    | -0,064                        | -0,230                      | -1,144                     | -4,144                     | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 1,200    | 0,710                         | 0,196                       | -0,953                     | -3,453                     | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 1,440    | 1,496                         | 0,413                       | -0,762                     | -2,762                     | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 1,680    | 2,091                         | 0,577                       | -0,572                     | -2,072                     | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 1,920    | 2,532                         | 0,699                       | -0,381                     | -1,381                     | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 2,160    | 2,782                         | 0,768                       | -0,191                     | -0,691                     | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 2,400    | 2,878                         | 0,794                       | 0,000                      | 0,000                      | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 2,640    | 2,782                         | 0,768                       | 0,691                      | 0,191                      | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 2,880    | 2,532                         | 0,699                       | 1,381                      | 0,381                      | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 3,120    | 2,091                         | 0,577                       | 2,072                      | 0,572                      | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 3,360    | 1,496                         | 0,413                       | 2,762                      | 0,762                      | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 3,600    | 0,710                         | 0,196                       | 3,453                      | 0,953                      | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 3,840    | -0,064                        | -0,230                      | 4,144                      | 1,144                      | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 4,080    | -0,376                        | -1,362                      | 4,834                      | 1,334                      | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 4,320    | -0,731                        | -2,647                      | 5,525                      | 1,525                      | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 4,560    | -1,138                        | -4,125                      | 6,216                      | 1,716                      | -                          | -                          | -                            | -                            |
| 4,800    | -1,589                        | -5,755                      | 6,906                      | 1,906                      | 6,906                      | 1,906                      | -1,589                       | -5,755                       |

## Výpočet nosných prvků rámu parkovací plošiny



### Extrémy reakcí

| Extrémy reakcí základní návrhová (MSU) |   |
|--|---|
| x [m]                                  | Reakce  |
| 0,000                                  | Max $R_z = 10,073\text{kN}$ - S3:G1+G2        |
| 0,000                                  | Min $R_z = 2,187\text{kN}$ - G1+G2 (var.b)    |
| 0,000                                  | Max $RO_x = 8,395\text{kNm}$ - S3:G1+G2       |
| 0,000                                  | Min $RO_x = 1,823\text{kNm}$ - G1+G2 (var.b)  |
| 4,800                                  | Max $R_z = 10,073\text{kN}$ - S3:G1+G2        |
| 4,800                                  | Min $R_z = 2,187\text{kN}$ - G1+G2 (var.b)    |
| 4,800                                  | Max $RO_x = -1,823\text{kNm}$ - G1+G2 (var.b) |
| 4,800                                  | Min $RO_x = -8,395\text{kNm}$ - S3:G1+G2      |

| Extrémy reakcí charakteristická (MSP) |  |
|---------------------------------------|--|
| x [m]                                 | Reakce                                   |
| 0,000                                 | Max $R_z = 6,906\text{kN}$ - S3:G1+G2    |
| 0,000                                 | Min $R_z = 1,906\text{kN}$ - G1+G2       |
| 0,000                                 | Max $RO_x = 5,755\text{kNm}$ - S3:G1+G2  |
| 0,000                                 | Min $RO_x = 1,589\text{kNm}$ - G1+G2     |
| 4,800                                 | Max $R_z = 6,906\text{kN}$ - S3:G1+G2    |
| 4,800                                 | Min $R_z = 1,906\text{kN}$ - G1+G2       |
| 4,800                                 | Max $RO_x = -1,589\text{kNm}$ - G1+G2    |
| 4,800                                 | Min $RO_x = -5,755\text{kNm}$ - S3:G1+G2 |

### Klopení

#### Klopení od momentu $M_y$ :

| Úsek č. | Počátek [m] | Konec [m] | $l_{z1}$ [m] | Tvar momentové plochy             | Poloha zatížení |
|---------|-------------|-----------|--------------|-----------------------------------|-----------------|
| 1       | 0,000       | 4,800     | 4,800        | Vetknutý nosník, spojité zatížení | 1,000           |

#### Klopení od momentu $M_z$ :

| Úsek č. | Počátek [m] | Konec [m] | $l_{y1}$ [m] | Tvar momentové plochy | Poloha zatížení |
|---------|-------------|-----------|--------------|-----------------------|-----------------|
| 1       | 0,000       | 4,800     | Nezadáno     | Nezadáno              | -               |

## 2.2 Výsledky

### Celkové posouzení

Rozhodující zatěžovací případ: S3:G1+G2; Třída průřezu: 1



## Výpočet nosných prvků rámu parkovací plošiny

Posudek smyku od posouvající síly  $V_z$ :

$10,073 \text{ kN} < 183,164 \text{ kN}$  **Vyhovuje**

Ohybový moment:  $M_y = -8,395 \text{ kNm}$

Posudek ohybu:

Únosnost:  $M_{yR} = -21,925 \text{ kNm}$

$|0,383| < 1$  **Vyhovuje**

**Průřez vyhovuje**

Využití

Využití průřezu: 38,3 %

Průhyb

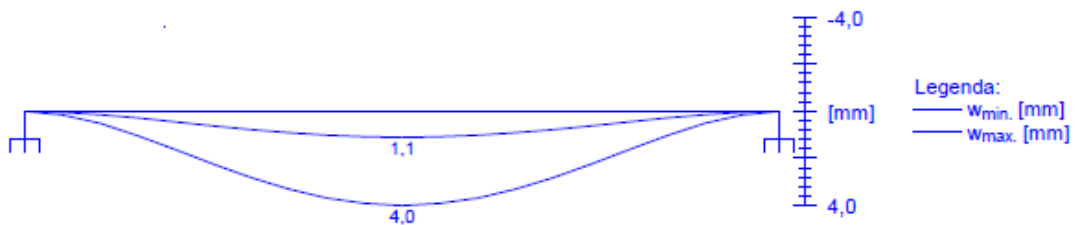
Charakteristické zatěžovací případy

Maximální deformace dílce je 4,0mm v bodě  $x = 2,500\text{m}$

Maximální povolená deformace dílce je  $4,800\text{m} / 250,0 = 19,2\text{mm}$

$4,0\text{mm} < 19,2\text{mm} \Rightarrow$  **Vyhovuje**

**Průhyb dílce VYHOVUJE**



## Výpočet nosných prvků rámu parkovací plošiny

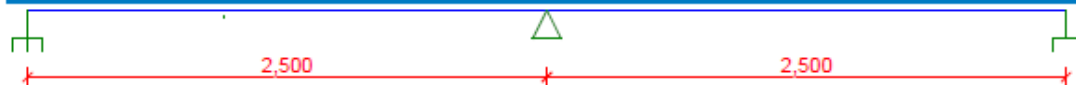
### 3 Zadní nosník MSH 140x80x5

#### 3.1 Vstupní data

Délka dílce: 4,800 m

##### 3.1.1 Geometrie

| x [m] | Typ uzlu | A/L [m] | I/L [m <sup>3</sup> ] |
|-------|----------|---------|-----------------------|
| 0,000 | vetknutí | -       | -                     |
| 2,400 | kloub    | -       | -                     |
| 4,800 | vetknutí | -       | -                     |



##### Průřez

| Usek č. | Počátek [m] | Konec [m] | Průřez             | Natočení [°] |
|---------|-------------|-----------|--------------------|--------------|
| 1       | 0,000       | 4,800     | MSH 140 x 80 x 5.0 | 0,0          |

##### Materiál

Název: EN 10038 : Fe 360

##### 3.1.2 Zatížení

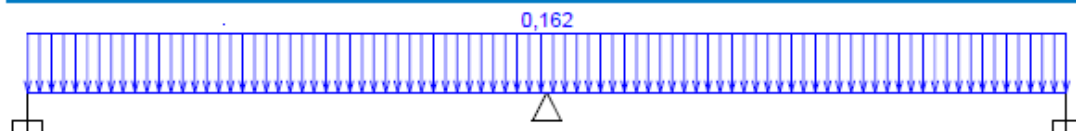
###### Zatěžovací stavy

| č. | Název                  | Kód          | Typ      | $\gamma_f$ ( $\gamma_{f,inf}$ )* | Součinitele pro kombinace |          |          |          |          |
|----|------------------------|--------------|----------|----------------------------------|---------------------------|----------|----------|----------|----------|
|    |                        |              |          |                                  | $\xi$                     | Kateg.** | $\psi_0$ | $\psi_1$ | $\psi_2$ |
| 1  | G1 vlastní tíha-stálé  | Vlastní tíha | Stálé    | 1,35(0,90)                       | 0,85                      | -        | -        | -        | -        |
| 2  | G2 silové-stálé        | Silové       | Stálé    | 1,35(0,90)                       | 0,85                      | -        | -        | -        | -        |
| 3  | Q3 silové-proměnné (1) | Silové       | Proměnné | 1,50                             | -                         | E        | 1,00     | 0,90     | 0,80     |
| 4  | Q4 silové-proměnné (2) | Silové       | Proměnné | 1,50                             | -                         | E        | 1,00     | 0,90     | 0,80     |
| 5  | Q5 silové-proměnné (3) | Silové       | Proměnné | 1,50                             | -                         | E        | 1,00     | 0,90     | 0,80     |

\*  $\gamma_{f,inf}$  pro příznivě působící stálá zatížení

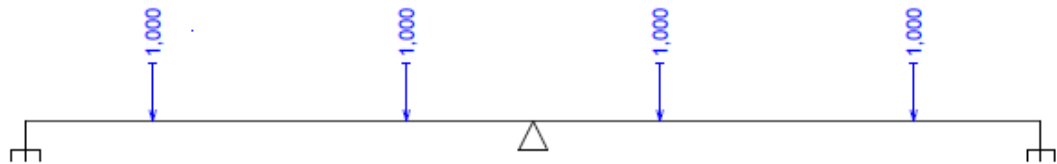
\*\* Kategorie proměnných zatížení podle tabulky A1.1 v EN 1990

| G1 vlastní tíha-stálé - zatížení |            |           |           |       |
|----------------------------------|------------|-----------|-----------|-------|
| Typ                              | Souř.x [m] | Délka [m] | Vel.1     | Vel.2 |
| pásové                           | 0,000      | 4,800     | 0,162kN/m | -     |



| G2 silové-stálé - zatížení |            |           |         |       |
|----------------------------|------------|-----------|---------|-------|
| Typ                        | Souř.x [m] | Délka [m] | Vel.1   | Vel.2 |
| síla                       | 0,490      | -         | 1,000kN | -     |
| síla                       | 1,870      | -         | 1,000kN | -     |
| síla                       | 2,930      | -         | 1,000kN | -     |
| síla                       | 4,310      | -         | 1,000kN | -     |

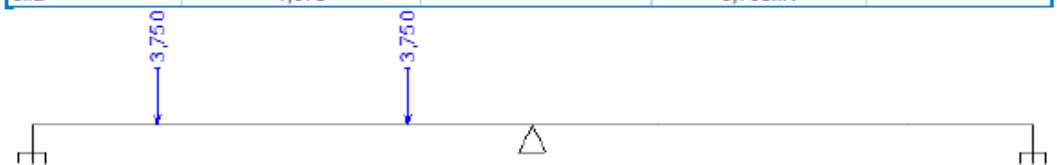
## Výpočet nosných prvků rámu parkovací plošiny



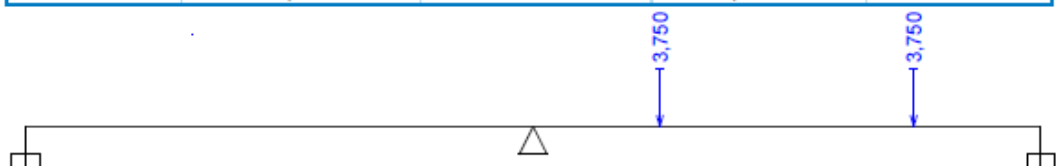
| Q3 silové-proměnné (1) - zatížení |            |           |         |       |  |
|-----------------------------------|------------|-----------|---------|-------|--|
| Typ                               | Souř.x [m] | Délka [m] | Vel.1   | Vel.2 |  |
| síla                              | 0,490      | -         | 3,750kN | -     |  |
| síla                              | 1,870      | -         | 3,750kN | -     |  |
| síla                              | 2,930      | -         | 3,750kN | -     |  |
| síla                              | 4,310      | -         | 3,750kN | -     |  |



| Q4 silové-proměnné (2) - zatížení |            |           |         |       |  |
|-----------------------------------|------------|-----------|---------|-------|--|
| Typ                               | Souř.x [m] | Délka [m] | Vel.1   | Vel.2 |  |
| síla                              | 0,490      | -         | 3,750kN | -     |  |
| síla                              | 1,870      | -         | 3,750kN | -     |  |



| Q5 silové-proměnné (3) - zatížení |            |           |         |       |  |
|-----------------------------------|------------|-----------|---------|-------|--|
| Typ                               | Souř.x [m] | Délka [m] | Vel.1   | Vel.2 |  |
| síla                              | 2,930      | -         | 3,750kN | -     |  |
| síla                              | 4,310      | -         | 3,750kN | -     |  |



### 3.1.3 Kombinace pro výpočet podle 1.řádu

#### Kombinace 1. řád, pro posouzení mezního stavu únosnosti (MSÚ)

| Číslo | Název a druh kombinace<br>Složení   |
|-------|---|
| 1     | G1+G2; základní kombinace<br>$\gamma_{f,sup,1} \cdot G1 + \gamma_{f,sup,2} \cdot G2$                                |
| 2     | Q5:G1+G2; základní kombinace<br>$\gamma_{f,sup,1} \cdot G1 + \gamma_{f,sup,2} \cdot G2 + \gamma_{f,sup,5} \cdot Q5$ |

## Výpočet nosných prvků rámu parkovací plošiny

| Číslo | Název a druh kombinace<br>Složení   |
|-------|---|
| 3     | Q4:G1+G2; základní kombinace<br>$\gamma_{f,sup,1} \cdot G1 + \gamma_{f,sup,2} \cdot G2 + \gamma_{f,sup,4} \cdot Q4$   |
| 4     | Q3:G1+G2; základní kombinace<br>$\gamma_{f,sup,1} \cdot G1 + \gamma_{f,sup,2} \cdot G2 + \gamma_{f,sup,3} \cdot Q3$   |
| 5(a)  | G1+G2; alternativní - základní kombinace s redukcí zatížení<br>$\gamma_{f,sup,1} \cdot G1 + \gamma_{f,sup,2} \cdot G2$  |
| 5(b)  | G1+G2; alternativní - základní kombinace s redukcí zatížení<br>$\gamma_{f,sup,1} \cdot \xi_{,1} \cdot G1 + \gamma_{f,sup,2} \cdot \xi_{,2} \cdot G2$                                |
| 6(a)  | Q5:G1+G2; alternativní - základní kombinace s redukcí zatížení<br>$\gamma_{f,sup,1} \cdot G1 + \gamma_{f,sup,2} \cdot G2 + \gamma_{f,sup,5} \cdot \psi_{0,5} \cdot Q5$              |
| 6(b)  | Q5:G1+G2; alternativní - základní kombinace s redukcí zatížení<br>$\gamma_{f,sup,1} \cdot \xi_{,1} \cdot G1 + \gamma_{f,sup,2} \cdot \xi_{,2} \cdot G2 + \gamma_{f,sup,5} \cdot Q5$ |
| 7(a)  | Q4:G1+G2; alternativní - základní kombinace s redukcí zatížení<br>$\gamma_{f,sup,1} \cdot G1 + \gamma_{f,sup,2} \cdot G2 + \gamma_{f,sup,4} \cdot \psi_{0,4} \cdot Q4$              |
| 7(b)  | Q4:G1+G2; alternativní - základní kombinace s redukcí zatížení<br>$\gamma_{f,sup,1} \cdot \xi_{,1} \cdot G1 + \gamma_{f,sup,2} \cdot \xi_{,2} \cdot G2 + \gamma_{f,sup,4} \cdot Q4$ |
| 8(a)  | Q3:G1+G2; alternativní - základní kombinace s redukcí zatížení<br>$\gamma_{f,sup,1} \cdot G1 + \gamma_{f,sup,2} \cdot G2 + \gamma_{f,sup,3} \cdot \psi_{0,3} \cdot Q3$              |
| 8(b)  | Q3:G1+G2; alternativní - základní kombinace s redukcí zatížení<br>$\gamma_{f,sup,1} \cdot \xi_{,1} \cdot G1 + \gamma_{f,sup,2} \cdot \xi_{,2} \cdot G2 + \gamma_{f,sup,3} \cdot Q3$ |

Vysvětlivky: varianta (a) = varianta s kombinační hodnotou hlavního proměnného zatížení  
 varianta (b) = varianta s redukovanými hodnotami stálých zatížení

### Kombinace 1. řád, pro posouzení mezního stavu použitelnosti (MSP)

| Číslo | Název a druh kombinace<br>Složení                    |
|-------|--|
| 1     | G1+G2; charakteristická kombinace<br>G1 + G2         |
| 2     | Q5:G1+G2; charakteristická kombinace<br>G1 + G2 + Q5 |
| 3     | Q4:G1+G2; charakteristická kombinace<br>G1 + G2 + Q4 |
| 4     | Q3:G1+G2; charakteristická kombinace<br>G1 + G2 + Q3 |

### Vnitřní síly

Celkový počet zatěžovacích případů: 16

#### G1+G2:

|              | $V_3$ [kN] | $M_2$ [kNm] | $R_z$ [kN] | $RO_x$ [kNm] |
|--------------|------------|-------------|------------|--------------|
| Max. hodnota | 1,203      | 0,199       | 2,406      | 0,553        |
| Min. hodnota | -1,203     | -0,553      | 1,203      | -0,553       |

#### Q5:G1+G2:

|              | $V_3$ [kN] | $M_2$ [kNm] | $R_z$ [kN] | $RO_x$ [kNm] |
|--------------|------------|-------------|------------|--------------|
| Max. hodnota | 5,480      | 1,302       | 6,156      | 0,114        |
| Min. hodnota | -4,426     | -2,751      | 0,676      | -2,751       |

#### Q4:G1+G2:

|              | $V_3$ [kN] | $M_2$ [kNm] | $R_z$ [kN] | $RO_x$ [kNm] |
|--------------|------------|-------------|------------|--------------|
| Max. hodnota | 4,875      | 0,796       | 6,514      | 2,415        |
| Min. hodnota | -5,032     | -2,415      | 0,766      | -0,190       |

#### Q3:G1+G2:

|              | $V_3$ [kN] | $M_2$ [kNm] | $R_z$ [kN] | $RO_x$ [kNm] |
|--------------|------------|-------------|------------|--------------|
| Max. hodnota | 4,953      | 0,785       | 9,906      | 2,311        |

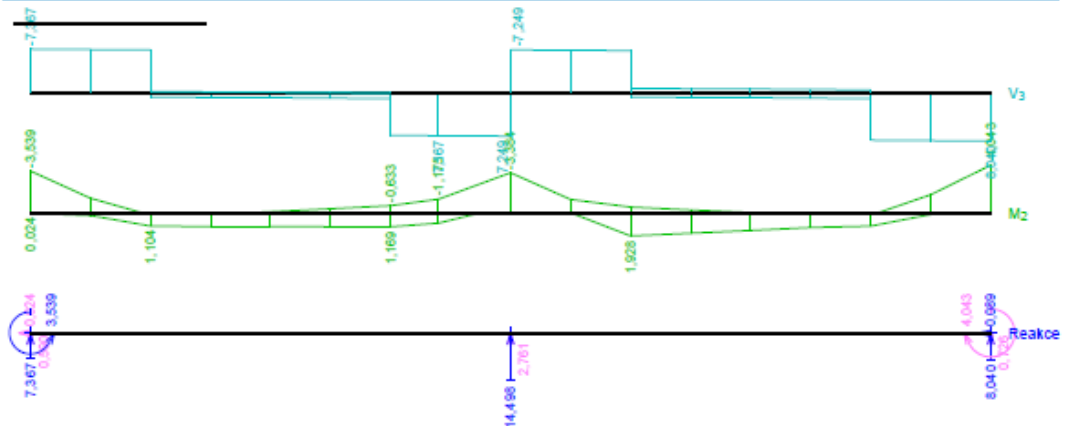
## Výpočet nosných prvků rámu parkovací plošiny

|                          | V <sub>3</sub> [kN] | M <sub>2</sub> [kNm] | R <sub>z</sub> [kN] | RO <sub>x</sub> [kNm] |
|--------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
| Min. hodnota             | -4,953              | -2,311               | 4,953               | -2,311                |
| <b>G1+G2:</b>            |                     |                      |                     |                       |
|                          | V <sub>3</sub> [kN] | M <sub>2</sub> [kNm] | R <sub>z</sub> [kN] | RO <sub>x</sub> [kNm] |
| Max. hodnota             | 1,624               | 0,268                | 3,248               | 0,747                 |
| Min. hodnota             | -1,624              | -0,747               | 1,624               | -0,747                |
| <b>Q5:G1+G2:</b>         |                     |                      |                     |                       |
|                          | V <sub>3</sub> [kN] | M <sub>2</sub> [kNm] | R <sub>z</sub> [kN] | RO <sub>x</sub> [kNm] |
| Max. hodnota             | 8,040               | 1,928                | 8,873               | 0,088                 |
| Min. hodnota             | -6,458              | -4,043               | 0,833               | -4,043                |
| <b>Q4:G1+G2:</b>         |                     |                      |                     |                       |
|                          | V <sub>3</sub> [kN] | M <sub>2</sub> [kNm] | R <sub>z</sub> [kN] | RO <sub>x</sub> [kNm] |
| Max. hodnota             | 7,131               | 1,169                | 9,411               | 3,539                 |
| Min. hodnota             | -7,367              | -3,539               | 0,969               | -0,201                |
| <b>Q3:G1+G2:</b>         |                     |                      |                     |                       |
|                          | V <sub>3</sub> [kN] | M <sub>2</sub> [kNm] | R <sub>z</sub> [kN] | RO <sub>x</sub> [kNm] |
| Max. hodnota             | 7,249               | 1,147                | 14,498              | 3,384                 |
| Min. hodnota             | -7,249              | -3,384               | 7,249               | -3,384                |
| <b>G1+G2 (var.a):</b>    |                     |                      |                     |                       |
|                          | V <sub>3</sub> [kN] | M <sub>2</sub> [kNm] | R <sub>z</sub> [kN] | RO <sub>x</sub> [kNm] |
| Max. hodnota             | 1,624               | 0,268                | 3,248               | 0,747                 |
| Min. hodnota             | -1,624              | -0,747               | 1,624               | -0,747                |
| <b>G1+G2 (var.b):</b>    |                     |                      |                     |                       |
|                          | V <sub>3</sub> [kN] | M <sub>2</sub> [kNm] | R <sub>z</sub> [kN] | RO <sub>x</sub> [kNm] |
| Max. hodnota             | 1,381               | 0,228                | 2,761               | 0,635                 |
| Min. hodnota             | -1,381              | -0,635               | 1,381               | -0,635                |
| <b>Q5:G1+G2 (var.a):</b> |                     |                      |                     |                       |
|                          | V <sub>3</sub> [kN] | M <sub>2</sub> [kNm] | R <sub>z</sub> [kN] | RO <sub>x</sub> [kNm] |
| Max. hodnota             | 8,040               | 1,928                | 8,873               | 0,088                 |
| Min. hodnota             | -6,458              | -4,043               | 0,833               | -4,043                |
| <b>Q5:G1+G2 (var.b):</b> |                     |                      |                     |                       |
|                          | V <sub>3</sub> [kN] | M <sub>2</sub> [kNm] | R <sub>z</sub> [kN] | RO <sub>x</sub> [kNm] |
| Max. hodnota             | 7,797               | 1,894                | 8,386               | -0,024                |
| Min. hodnota             | -6,215              | -3,931               | 0,590               | -3,931                |
| <b>Q4:G1+G2 (var.a):</b> |                     |                      |                     |                       |
|                          | V <sub>3</sub> [kN] | M <sub>2</sub> [kNm] | R <sub>z</sub> [kN] | RO <sub>x</sub> [kNm] |
| Max. hodnota             | 7,131               | 1,169                | 9,411               | 3,539                 |
| Min. hodnota             | -7,367              | -3,539               | 0,969               | -0,201                |
| <b>Q4:G1+G2 (var.b):</b> |                     |                      |                     |                       |
|                          | V <sub>3</sub> [kN] | M <sub>2</sub> [kNm] | R <sub>z</sub> [kN] | RO <sub>x</sub> [kNm] |
| Max. hodnota             | 6,888               | 1,135                | 8,923               | 3,427                 |
| Min. hodnota             | -7,123              | -3,427               | 0,726               | -0,089                |
| <b>Q3:G1+G2 (var.a):</b> |                     |                      |                     |                       |
|                          | V <sub>3</sub> [kN] | M <sub>2</sub> [kNm] | R <sub>z</sub> [kN] | RO <sub>x</sub> [kNm] |
| Max. hodnota             | 7,249               | 1,147                | 14,498              | 3,384                 |
| Min. hodnota             | -7,249              | -3,384               | 7,249               | -3,384                |
| <b>Q3:G1+G2 (var.b):</b> |                     |                      |                     |                       |
|                          | V <sub>3</sub> [kN] | M <sub>2</sub> [kNm] | R <sub>z</sub> [kN] | RO <sub>x</sub> [kNm] |
| Max. hodnota             | 7,006               | 1,107                | 14,011              | 3,272                 |
| Min. hodnota             | -7,006              | -3,272               | 7,006               | -3,272                |

## Výpočet nosných prvků rámu parkovací plošiny

Obálky

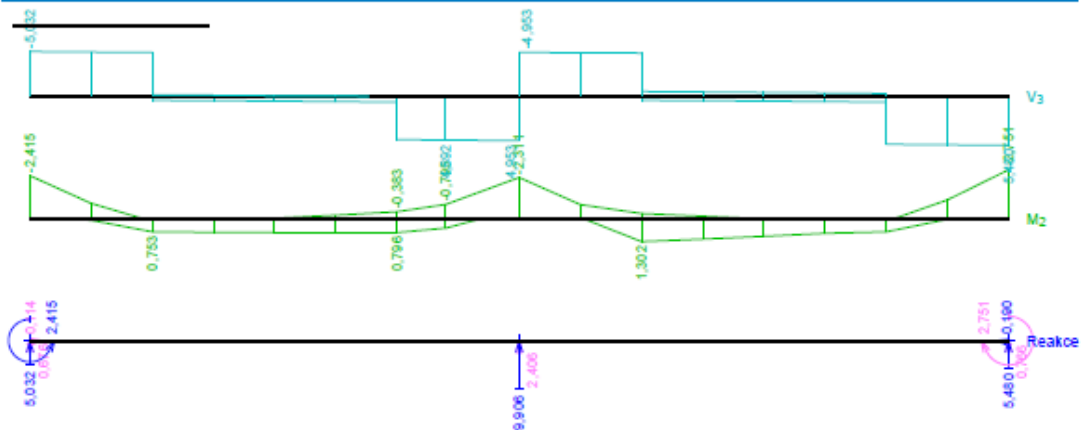
| Obálka základní návrhová (MSU) |                          |                          |                         |                         |                         |                         |                           |                           |
|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
| x [m]                          | Max M <sub>2</sub> [kNm] | Min M <sub>2</sub> [kNm] | Max V <sub>3</sub> [kN] | Min V <sub>3</sub> [kN] | Max R <sub>z</sub> [kN] | Min R <sub>z</sub> [kN] | Max RO <sub>x</sub> [kNm] | Min RO <sub>x</sub> [kNm] |
| 0,000                          | 0,024                    | -3,539                   | -0,590                  | -7,367                  | 7,367                   | 0,590                   | 3,539                     | -0,024                    |
| 0,245                          | 0,199                    | -1,252                   | -0,531                  | -7,299                  | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 0,490                          | 1,104L                   | 0,191L                   | -0,473L                 | -7,230L                 | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 0,490                          | 1,104P                   | 0,191P                   | 0,674P                  | -0,255P                 | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 0,735                          | 1,136                    | 0,136                    | 0,733                   | -0,186                  | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 0,980                          | 1,147                    | -0,102                   | 0,791                   | -0,118                  | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 1,225                          | 1,165                    | -0,358                   | 0,859                   | -0,060                  | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 1,870                          | 1,169L                   | -0,633L                  | 0,928L                  | -0,001L                 | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 1,870                          | 1,169P                   | -0,633P                  | 7,112P                  | 1,146P                  | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 1,995                          | 0,843                    | -1,175                   | 7,167                   | 1,311                   | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 2,400                          | -0,635L                  | -3,384L                  | 7,249L                  | 1,381L                  | 14,498                  | 2,761                   | -                         | -                         |
| 2,400                          | -0,635P                  | -3,384P                  | -1,381P                 | -7,249P                 | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 2,805                          | -0,024                   | -1,138                   | -1,322                  | -7,181                  | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 2,930                          | 1,928L                   | -0,491L                  | -1,264L                 | -7,112L                 | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 2,930                          | 1,928P                   | -0,491P                  | 0,674P                  | -0,792P                 | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 3,455                          | 1,713                    | -0,259                   | 0,733                   | -0,723                  | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 3,700                          | 1,477                    | -0,045                   | 0,791                   | -0,655                  | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 4,065                          | 1,219                    | 0,150                    | 0,859                   | -0,597                  | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 4,310                          | 1,104L                   | 0,191L                   | 0,928L                  | -0,538L                 | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 4,310                          | 1,104P                   | 0,191P                   | 7,903P                  | 0,609P                  | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 4,555                          | 0,128                    | -1,545                   | 7,972                   | 0,667                   | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 4,800                          | -0,089                   | -4,043                   | 8,040                   | 0,726                   | 8,040                   | 0,726                   | -0,089                    | -4,043                    |



| Obálka charakteristická (MSP) |                          |                          |                         |                         |                         |                         |                           |                           |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
| x [m]                         | Max M <sub>2</sub> [kNm] | Min M <sub>2</sub> [kNm] | Max V <sub>3</sub> [kN] | Min V <sub>3</sub> [kN] | Max R <sub>z</sub> [kN] | Min R <sub>z</sub> [kN] | Max RO <sub>x</sub> [kNm] | Min RO <sub>x</sub> [kNm] |
| 0,000                         | -0,114                   | -2,415                   | -0,676                  | -5,032                  | 5,032                   | 0,676                   | 2,415                     | 0,114                     |
| 0,245                         | 0,089                    | -0,853                   | -0,625                  | -4,981                  | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 0,490                         | 0,753L                   | 0,167L                   | -0,574L                 | -4,930L                 | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 0,490                         | 0,753P                   | 0,167P                   | 0,426P                  | -0,180P                 | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 0,735                         | 0,776                    | 0,135                    | 0,477                   | -0,129                  | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 0,980                         | 0,785                    | -0,021                   | 0,527                   | -0,079                  | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 1,225                         | 0,795                    | -0,194                   | 0,578                   | -0,028                  | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 1,870                         | 0,796L                   | -0,383L                  | 0,629L                  | 0,023L                  | -                       | -                       | -                         | -                         |

## Výpočet nosných prvků rámu parkovací plošiny

| Obálka charakteristická (MSP) |                          |                          |                         |                         |                         |                         |                           |                           |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|
| x [m]                         | Max M <sub>2</sub> [kNm] | Min M <sub>2</sub> [kNm] | Max V <sub>3</sub> [kN] | Min V <sub>3</sub> [kN] | Max R <sub>z</sub> [kN] | Min R <sub>z</sub> [kN] | Max RO <sub>x</sub> [kNm] | Min RO <sub>x</sub> [kNm] |
| 1,870                         | 0,796P                   | -0,383P                  | 4,852P                  | 1,023P                  | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 1,995                         | 0,535                    | -0,795                   | 4,892                   | 1,142                   | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 2,400                         | -0,553L                  | -2,311L                  | 4,953L                  | 1,203L                  | 9,906                   | 2,406                   | -                         | -                         |
| 2,400                         | -0,553P                  | -2,311P                  | -1,203P                 | -4,953P                 | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 2,805                         | -0,059                   | -0,778                   | -1,152                  | -4,902                  | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 2,930                         | 1,302L                   | -0,288L                  | -1,102L                 | -4,852L                 | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 2,930                         | 1,302P                   | -0,288P                  | 0,426P                  | -0,538P                 | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 3,455                         | 1,161                    | -0,128                   | 0,477                   | -0,487                  | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 3,700                         | 1,004                    | 0,017                    | 0,527                   | -0,437                  | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 4,065                         | 0,832                    | 0,145                    | 0,578                   | -0,386                  | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 4,310                         | 0,753L                   | 0,167L                   | 0,629L                  | -0,335L                 | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 4,310                         | 0,753P                   | 0,167P                   | 5,379P                  | 0,665P                  | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 4,555                         | 0,042                    | -1,049                   | 5,430                   | 0,716                   | -                       | -                       | -                         | -                         |
| 4,800                         | -0,190                   | -2,751                   | 5,480                   | 0,766                   | 5,480                   | 0,766                   | -0,190                    | -2,751                    |



### Extrémy reakcí

| Extrémy reakcí základní návrhová (MSU) |  |
|--|--|
| x [m]                                  | Reakce   |
| 0,000                                  | Max R <sub>z</sub> = 7,367kN - Q4:G1+G2            |
| 0,000                                  | Min R <sub>z</sub> = 0,590kN - Q5:G1+G2 (var.b)    |
| 0,000                                  | Max RO <sub>x</sub> = 3,539kNm - Q4:G1+G2          |
| 0,000                                  | Min RO <sub>x</sub> = -0,024kNm - Q5:G1+G2 (var.b) |
| 2,400                                  | Max R <sub>z</sub> = 14,498kN - Q3:G1+G2           |
| 2,400                                  | Min R <sub>z</sub> = 2,761kN - G1+G2 (var.b)       |
| 4,800                                  | Max R <sub>z</sub> = 8,040kN - Q5:G1+G2            |
| 4,800                                  | Min R <sub>z</sub> = 0,726kN - Q4:G1+G2 (var.b)    |
| 4,800                                  | Max RO <sub>x</sub> = -0,089kNm - Q4:G1+G2 (var.b) |
| 4,800                                  | Min RO <sub>x</sub> = -4,043kNm - Q5:G1+G2         |

| Extrémy reakcí charakteristická (MSP) |   |
|---------------------------------------|---|
| x [m]                                 | Reakce                                    |
| 0,000                                 | Max R <sub>z</sub> = 5,032kN - Q4:G1+G2   |
| 0,000                                 | Min R <sub>z</sub> = 0,676kN - Q5:G1+G2   |
| 0,000                                 | Max RO <sub>x</sub> = 2,415kNm - Q4:G1+G2 |

## Výpočet nosných prvků rámu parkovací plošiny

| Extrémy reakcí charakteristická (MSP) |  |
|---------------------------------------|--|
| x [m]                                 | Reakce                                   |
| 0,000                                 | Min $RO_x = 0,114\text{kNm}$ - Q5:G1+G2  |
| 2,400                                 | Max $R_z = 9,906\text{kN}$ - Q3:G1+G2    |
| 2,400                                 | Min $R_z = 2,406\text{kN}$ - G1+G2       |
| 4,800                                 | Max $R_z = 5,480\text{kN}$ - Q5:G1+G2    |
| 4,800                                 | Min $R_z = 0,766\text{kN}$ - Q4:G1+G2    |
| 4,800                                 | Max $RO_x = -0,190\text{kNm}$ - Q4:G1+G2 |
| 4,800                                 | Min $RO_x = -2,751\text{kNm}$ - Q5:G1+G2 |

### Klopení

#### Klopení od momentu $M_y$ :

| Usek č. | Počátek [m] | Konec [m] | $l_{z1}$ [m] | Tvar momentové plochy              | Poloha zatížení |
|---------|-------------|-----------|--------------|------------------------------------|-----------------|
| 1       | 0,000       | 4,800     | 2,400        | Vetknutý nosník, břemeno uprostřed | 1,000           |

#### Klopení od momentu $M_z$ :

| Usek č. | Počátek [m] | Konec [m] | $l_{y1}$ [m] | Tvar momentové plochy | Poloha zatížení |
|---------|-------------|-----------|--------------|-----------------------|-----------------|
| 1       | 0,000       | 4,800     | Nezadáno     | Nezadáno              | -               |

## 3.2 Výsledky

### Celkové posouzení

Rozhodující zatěžovací případ: Q5:G1+G2; Třída průřezu: 1

Posudek smyku od posouvající síly  $V_z$ :

$8,040\text{ kN} < 183,164\text{ kN}$  **Vyhovuje**

Ohybový moment:  $M_y = -4,043\text{ kNm}$

Posudek ohybu:

Únosnost:  $M_{yR} = -21,925\text{ kNm}$

$|0,184| < 1$  **Vyhovuje**

**Průřez vyhovuje**

### Využití

Využití průřezu: 18,4 %

### Průhyb

Charakteristické zatěžovací případy

Maximální deformace dílce je 0,5mm v bodě  $x = 3,600\text{m}$

Maximální povolená deformace dílce je  $2,400\text{m} / 250,0 = 9,6\text{mm}$

$0,5\text{mm} < 9,6\text{mm} \Rightarrow$  **Vyhovuje**

**Průhyb dílce VYHOVUJE**

