



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

KONCEPČNÍ NÁVRH ZDVIŽNÉ PLOŠINY PRO IMOBILNÍ OSOBY

CONCEPTUAL DESIGN OF A LIFTING PLATFORM FOR IMMOBILE PEOPLE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jan Blažek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc.

BRNO 2024

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Student: **Jan Blažek**
Studijní program: Základy strojního inženýrství
Studijní obor: Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce: **doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc.**
Akademický rok: 2023/24

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Koncepční návrh zdvižné plošiny pro imobilní osoby

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Kritická rešeršní studie zařízení pro dopravu imobilních osob v budovách a u jejich vstupu. Koncepční návrh zdvižné plošiny nosnosti 300 kg pro imobilní osoby.

Cíle bakalářské práce:

Kritický rozbor jednotlivých konstrukčních řešení včetně zohlednění provozních a technických parametrů.

Přehled platných legislativních předpisů pro konstrukci zdvižných plošin pro imobilní osoby.

Zdůvodněný vlastní koncepční návrh včetně rozpracování do konstrukčního návrhu.

Celková sestava zařízení, dílčí podsestavy.

Seznam doporučené literatury:

SHIGLEY Joseph E., Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS. Konstruování strojních součástí. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2010. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-2629-0.

ŠKOPÁN, Miroslav. Hydraulické pohony strojů. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2009. [cit. 1. 10. 2018]. Dostupné z <https://www.vutbr.cz/studis/student.phtml>.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2023/24

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zaměřuje na problematiku vertikálních zdvihacích plošin pro imobilní osoby. Popisuje platné legislativní předpisy pro konstrukci, instalaci a provoz těchto plošin a analyzuje současná konstrukční řešení a komerčně dostupná zařízení. V závěru práce je představen vlastní koncepční návrh vertikální zdvihací plošiny, která splňuje všechny legislativní a technické požadavky.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vertikální zdvižná plošina, legislativní předpisy, instalace zdvižných plošin, zdvihací mechanismus, tlačný řetěz

ABSTRACT

This bachelor's thesis focuses on the issue of vertical lifting platforms for immobile persons. It describes the applicable legislative regulations for the construction, installation, and operation of these platforms, and analyzes current construction solutions and commercially available devices. The conclusion of the thesis presents an original conceptual design of a vertical lifting platform that meets all legislative and technical requirements.

KEYWORDS

Vertical lifting platform, legislative regulations, installation of lifting platforms, Lifting mechanism, push chain

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Blažek, J. *Koncepční návrh zdvižné plošiny pro imobilní osoby*. Brno, 2024. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. Vedoucí bakalářské práce Miroslav Škopán. Dostupné také z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/157045>.



ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením doc. Ing. Miroslava Škopána, CSc. a s použitím informačních zdrojů uvedených v seznamu.

V Brně dne 24. května 2024

.....

Jan Blažek

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval panu doc. Ing. Miroslavu Škopánovi, CSc. za odborné vedení práce a vřelý přístup. Dále bych chtěl poděkovat rodině, která mě v průběhu studia celou dobu podporovala.

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| Úvod..... | 9 |
| 1 Vertikální zdvihací plošiny pro imobilní osoby..... | 10 |
| 1.1 Rozdíl mezi výtahem a zdvižnou plošinou | 10 |
| 1.2 Legislativní předpisy..... | 10 |
| 1.3 Obecné předpisy pro instalaci a použití | 10 |
| 1.3.1 Rozměrové požadavky | 11 |
| 1.3.2 Invalidní vozíky typu A a B | 12 |
| 1.3.3 Jmenovitá rychlost | 12 |
| 1.4 Alternativní pomůcky pro překonání schodů..... | 12 |
| 1.4.1 Šikmé zdvihací plošiny | 12 |
| 1.4.2 Schodolezy | 13 |
| 1.4.3 Schodišťové sedačky..... | 13 |
| 1.4.4 Nájezdové rampy | 14 |
| 2 Zdvihací mechanismy pro vertikální zdvižnou plošinu..... | 15 |
| 2.1 Pohybový šroub..... | 15 |
| 2.2 Přímočarý hydromotor | 16 |
| 2.3 Nůžkový mechanismus | 16 |
| 2.4 Pastorek a ozubený hřeben..... | 17 |
| 2.5 Tlačný řetěz..... | 18 |
| 3 Vertikální zdvihací plošiny prodávané v Česku..... | 19 |
| 3.1 Model OPAL značky GARAVENTA Lift..... | 19 |
| 3.2 Model NPM 400 značky MANUS Prostějov..... | 20 |
| 3.3 Model UnaPorte značky Ascendor | 21 |
| 4 Koncepční návrh vertikální zdvihací plošiny pro imobilní osoby | 23 |
| 5 Funkční a rozměrové výpočty | 26 |
| 5.1 Zdvihací mechanismus a pohon..... | 26 |
| 5.2 Zdvihaná plošina | 28 |
| 5.2.1 Kluzná pouzdra v lineárním vedení | 29 |
| 5.2.2 Šroubové připevnění konstrukce zdvihané plošiny ke konzolám..... | 32 |
| 5.3 Kritické svarové spoje..... | 33 |
| 5.3.1 Svar na středním profilu pro napojení na tlačný řetěz | 33 |
| 5.3.2 Svarový spoj mezi středním profilem a konzolou | 35 |
| 5.3.3 Svařená konzola | 37 |
| Závěr | 41 |
| Použité informační zdroje | 42 |
| Seznam použitých zkratk a symbolů | 45 |
| Seznam příloh..... | 48 |

ÚVOD

V dnešním světě se stále více klade důraz na zajištění přístupnosti pro všechny členy společnosti, včetně těch s omezenou pohyblivostí. Existují proto různé pomůcky, které umožňují imobilním osobám překonat architektonické bariéry a získat tak větší nezávislost a mobilitu ve svém každodenním životě.

Cílem této práce je provést kritický rozbor konstrukčních řešení a vytvoření přehledu platných legislativních předpisů pro konstrukci zdvižných plošin pro imobilní osoby. Následně vytvořit vlastní koncepční návrh a rozpracovat jej do návrhu konstrukčního.

Rešeršní část se věnuje popisu vertikální zdvižné plošiny a vymezení požadavků kladených legislativou a normami. Kromě vertikální zdvižné plošiny zmiňuje také alternativní pomůcky a možnosti pro zachování bezbariérovosti. Dále jsou popsány možné a používané zdvihací mechanismy.

V další části této práce je detailně popsán vlastní koncepční návrh zdvižné plošiny. Tento návrh je dále podložen výpočty a vysvětlením volby určitých součástí nebo daných řešení.

Součástí této práce jsou přílohy s výkresovou dokumentací celkové sestavy a dílčích podsestav.

1 VERTIKÁLNÍ ZDVIHACÍ PLOŠINY PRO IMOBILNÍ OSOBY

Jedná se o zařízení určené k pomoci lidem se sníženou mobilitou překonávat výškové rozdíly, typicky v interiérech nebo u vstupů do budov. Tento typ plošiny je ideální pro osoby na vozíku nebo s omezenou pohyblivostí, které se tak mohou pohodlně přepravit mezi patry nebo výškovými úrovněmi. Vertikální zdvižné plošiny se vyrábějí v různých velikostech a nosnostech, aby vyhovovaly různým potřebám uživatelů a instalačním podmínkám. Instalace vertikální zdvižné plošiny vyžaduje minimální stavební úpravy, což z nich činí vhodnou volbu pro existující budovy, které potřebují zlepšit svou bezbariérovost. Plošiny mohou být umístěny jak uvnitř, tak venku, a jsou navrženy tak, aby odolávaly různým klimatickým podmínkám. Vertikální zdvižné plošiny přispívají k inkluzivnímu prostředí, které umožňuje imobilním osobám větší samostatnost a přístupnost v každodenním životě.

1.1 ROZDÍL MEZI VÝTAHEM A ZDVIŽNOU PLOŠINOU

I když na první pohled se nemusí zdát, jedná se o dvě rozdílná zařízení z hlediska právních předpisů, konstrukce, instalace a účelu použití.[1] Výtah se řadí mezi zdvihací zařízení a řídí se normou ČSN EN 81-20 ed.2. Ta udává mnohem vyšší nároky na bezpečnost, revizní zkoušky ale také na potřebný prostor např. pro strojovnu. Výtah musí mít také kabinu zcela ohrazenou klecí. Tyto požadavky zvyšují cenu výtahů oproti zdvižným plošinám. Dříve některé firmy nabízely instalaci zdvižné plošiny namísto starého výtahu. To však dnes již nejde, stávající výtah nelze nahradit zdvižnou plošinou.[1] Zdvižná plošina pro imobilní osoby patří mezi specifické strojní zařízení, vztahuje se na ně norma ČSN EN 81-41.

1.2 LEGISLATIVNÍ PŘEDPISY

Právní předpisy se postupem času vyvíjejí, taktéž se vyvíjely předpisy pro bezbariérový přístup. První legislativní předpisy se objevují ve vyhlášce č. 53/1985 Sb. Použití zdvižných plošin je pak právně ustanoveno ve vyhlášce č. 369/2001 Sb. Do té doby se legislativa vztahovala pouze na výtahy. Tato vyhláška později prošla změnami v rámci vyhlášky č.492/2006 Sb., o obecných technických požadavcích zabezpečujících užívání staveb osobami s omezenou schopností pohybu a orientace.

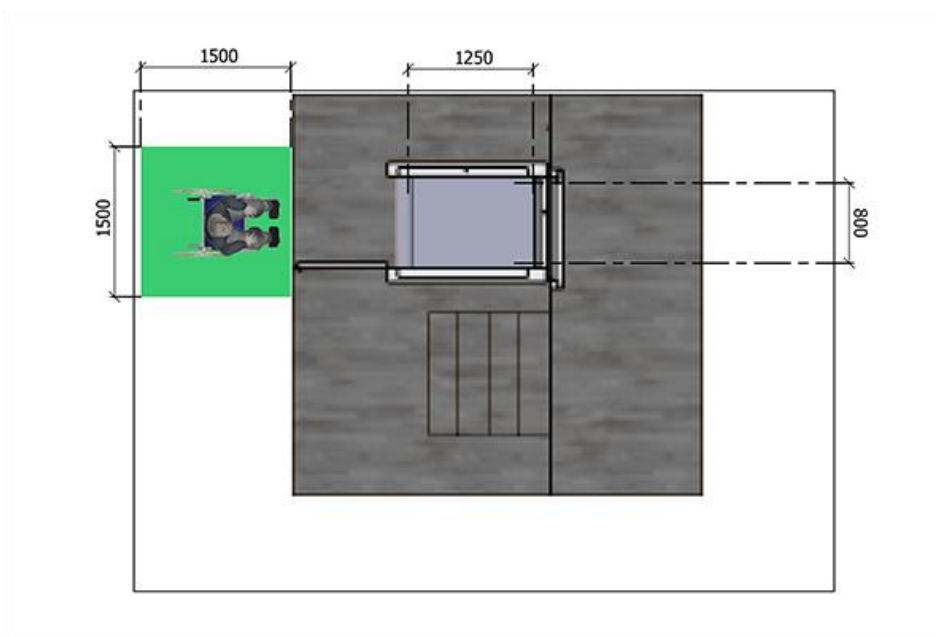
V listopadu roku 2009 byla oznámena vyhláška č. 398/2009 Sb., O obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb, v souladu se směrnicí Evropského parlamentu a Rady 98/34/ES, o postupu při poskytování informací v oblasti technických norem a předpisů a pravidel pro služby informační společnosti. S přijetím zákona č. 283/2021 Sb., Stavební zákon, který vešel v účinnost dne 1.1.2024, se vyhláška č. 398/2009 Sb., ruší. Dle přechodných ustanovení novely Stavebního zákona (§332a) stávající prováděcí předpisy vzniklé ze zákona č. 183/2006 Sb., včetně vyhlášky č. 398/2009 Sb., platí do doby vydání nových právních prováděcích předpisů, nejpozději však do 1.7.2027. V době vypracování této práce byla vyhláška č. 398/2009 Sb., stále platná.[2]

1.3 OBECNÉ PŘEDPISY PRO INSTALACI A POUŽITÍ

Tyto předpisy a požadavky vycházejí především z normy ČSN EN 81-41 a pak také ze stále uplatňované vyhlášky č. 398/2009 Sb. Popisují prostorové a rozměrové požadavky, dovolenou rychlost pohybu, minimální nosnost a další.

1.3.1 ROZMĚROVÉ POŽADAVKY

Prostor před nájezdem na zdvižnou plošinu musí být minimálně 1500 mm x 1500 mm. V odůvodněných případech může být menší, v závislosti na směr nájezdu na plošinu. Pro nájezd s otočením o 90° musí být prostor alespoň 1200 mm široký. U přímého nájezdu má pak minimální prostor rozměry 800 mm šířku a 1200 mm hloubku.[3] Do tohoto prostoru se však nepočítá prostor vymezený plným otevřením dveří. V místě nástupu a výstupu musí být světlá výška alespoň 2 m. [4]



Obrázek 1 Schéma určení volné plochy[5]

Rozměry plošiny jako takové se pak odvíjí od umístění vstupů na plošinu. Tabulka udávaná v normách také rozlišuje, pro jaké typy vozíku je plošina určena nebo zdali může být přepravován společně s doprovodnou osobou.

Tabulka 1 Minimální rozměry plošiny[4]

Rozměry v milimetrech

| Obecné použití | Minimální vodorovné rozměry (šířka × délka) | Minimální nosnost kg |
|---|--|-------------------------|
| Vozíky typu A a B s průvodcem a sousedícími vstupy | 1 100 × 1 400 | 385 |
| Vozíky typu A a B s průvodcem | 900 × 1 400 | 315 |
| Jeden uživatel buď stojící nebo sedící na vozíku typu A | 800 × 1 250 | 250 |

Pokud je jízdní dráha plošiny do 3 m, plošina musí mít ohrazení o minimální výšce 1100 mm. V případě, že je jízdní dráha plošiny delší než 3 m, ohrazení musí dosahovat minimálně do výšky 2000 mm od podlahy plošiny.[4]

1.3.2 INVALIDNÍ VOZÍKY TYPU A A B

Jedná se o základní mechanické vozíky určené na přesun osob se sníženou mobilitou. Základním rozdílem mezi těmito dvěma typy vozíků je schopnost překonávat překážky. Typ A je kompaktní vozík, který nemusí být schopen překonat některé venkovní překážky. Typ B pak musí zachovávat kompaktnost pro snadné ovládání jako typ A, ale musí být schopen už zdolávat některé venkovní překážky.[6; 7] Tyto vozíky mohou být vybaveny i elektrickým pohonem. Elektricky poháněné vozíky mají kvůli elektromotorům a bateriím vyšší hmotnost.

Dle normy ČSN EN 81-41 plošina pro invalidní vozíky typu A a B má mít minimální nosnost 315 kg. Elektrické invalidní vozíky, s nosností 130 až 160 kg, váží mezi 70 a 100 kg. V případě doprovodné osoby jedoucí společně na plošině, je nutno počítat pro nosnost plošiny i s touto zátěží. Zároveň však musí konstrukce zdvihací plošiny schopna zvládnout překročení dovolené nosnosti až o 75 kg. V takovém případě je uživatel upozorněn zvukovým a vizuálním signálem.

1.3.3 JMENOVITÁ RYCHLOST

Maximální jmenovitá rychlost zdvihací plošiny nesmí být větší než $0,15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

1.4 ALTERNATIVNÍ POMŮCKY PRO PŘEKONÁNÍ SCHODŮ

Kromě zdvižných plošin mohou imobilní osoby na invalidním vozíku využít i další možnosti k překonání schodišť. Pomůcky lze rozdělit na stálé, tedy ty, které jsou v místě nainstalovány pevně, a na přenosné, jako například schodolezy.

1.4.1 ŠIKMÉ ZDVIHACÍ PLOŠINY

Plošina se pohybuje po kolejnici nebo vedení na kraji schodiště. Kolejnicový rám bývá běžně kotven na stěnu. Z důvodu větších rozměrů zařízení je plošina většinou sklopná. Osoba je přepravena i s invalidním vozíkem. Plošina nemá většinou plné zábradlí, ale pouze hrazdu okolo vozíku.



Obrázek 2 Šikmá zdvihací plošina[8]

1.4.2 SCHODOLEZY

Jedná se o mobilní zařízení, není pevně instalováno na daném místě. Bývají pásové nebo kolečkové. Schodolez má buď vlastní sedačku, na kterou si přepravovaná osoba musí sednout, anebo je v provedení, že se připojí k invalidnímu vozíku a přepraví osobu bez nutnosti přeseďat. Nevýhodou je, že běžně schodolezy musí ovládat druhá osoba, a tak není plně samostatný. Existují však i pokročilé invalidní vozíky, které mají pásový pohon již součástí vozíku a nabízí možnost samoobslužného použití. Cena takového vozíku se pohybuje i okolo 300 tisíc.



Obrázek 3 Pásový schodolez pro přepravu osob na invalidním vozíku[9]

1.4.3 SCHODIŠŤOVÉ SEDAČKY

Jedná se o velmi podobné zařízení jako šikmá zdvihací plošina. Sedačka připevněná na kolejnici nebo mechanické vedení pomůže uživateli překonat schodiště. Přepravovaná osoba si sedne na sedačku nebo sedátko, připoutá se a nechá se vyvézt nahoru nebo svézt dolů. Toto řešení má hlavní nevýhodu, že osoba není přepravována s invalidním vozíkem.



Obrázek 4 Schodišťová sedačka [10]



1.4.4 NÁJEZDOVÉ RAMPY

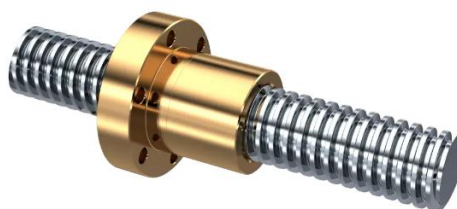
Konstrukce využívající princip nakloněné roviny. Provedení může být různé. Nájezdové rampy se často používají ve venkovních prostorech, proto se volí materiály odolávající povětrnostním podmínkám. Nájezdová rampa u veřejných budov musí mít sklon v poměru 1:16 (6,25 %). Při změně dokončených staveb může být pro rampy do 3 m sklon až 1:8 (12,5 %). Nevýhodnou tak jsou značné rozměry takovéto rampy. Naopak výhodou zůstává funkčnost bez potřeby přiváděné energie, nízké pořizovací náklady a v podstatě nulové provozní náklady.[11]

2 ZDVIHACÍ MECHANISMY PRO VERTIKÁLNÍ ZDVIŽNOU PLOŠINU

Plošina vykonává lineární vertikální pohyb. Mechanismus je zároveň v tomto směru zatěžován. Pro návrh plošiny tedy je stěžejní výběr vhodného zdvihacího mechanismu. Každý mechanismus nabízí specifické vlastnosti

2.1 POHYBOVÝ ŠROUB

Pohybový šroub slouží k přeměně rotačního pohybu na posuvný (zřídka naopak). Běžně se používají jako vodící šrouby soustruhů, šrouby pro svěráky, lisy a zvedáky.[12] Je tvořen závitem, po kterém se pohybuje matice. Závít může být různých typů, např. čtvercový, lichoběžníkový rovnoramenný a nerovnoramenný, oblý a další. Každý má své výhody a vhodné uplatnění. „Pohybový šroub s lichoběžníkovým závitem má nižší účinnost než se čtvercovým závitem v důsledku zvýšení tření, ale téměř vždy je lichoběžníkový závít upřednostňován pro jeho snazší výrobu (zejména závitu v matici) a také proto, že umožňuje použití příčně dělené matice, která umožňuje vymezit vůli v závitech po jejich opotřebení.“[12]



Obrázek 5 Trapézový šroub s maticí[13]

Matice nemusí být pouze se závitem, ale používají se také tzv. kuličkové šrouby. V drážce mezi hřídelí a maticí se pohybují kuličky, které převádí pohyb mezi součástmi. Oproti klasickému pohybovému šroubu s maticí nabízí přesnější pohyb a vyšší efektivitu. Na druhou stranu jsou kuličkové šrouby citlivé na znečištění a změny teplot, zároveň i nákladnější na výrobu.



Obrázek 6 Kuličkový šroub[14]

2.2 PŘÍMOČARÝ HYDROMOTOR

Přímočarý hydromotor je zařízení, které převádí hydraulickou energii na lineární pohyb. Princip jeho fungování spočívá v tlaku hydraulické kapaliny, která je přiváděna do válce, čímž se vytváří síla působící na píst. Tento píst se pak pohybuje lineárním směrem. Mezi klíčové vlastnosti přímočarých hydromotorů patří vysoká účinnost, přesnost a schopnost generovat velké síly. Příkladem použití zahrnují například lisy nebo zdvihací zařízení.[15]

Konstrukce přímočarých hydromotorů se různí, závisí na účelu a způsobu použití. Můžeme je dělit na jednočinné a dvojčinné. U jednočinných hydromotorů je pracovní zdvih pístnice realizován přivedením tlaku pod píst. Vratný pohyb je vykonán působením vnějšího zatížení nebo pružiny. U dvojčinných hydromotorů je pak pohyb v obou směrech realizován působením tlaku na píst. Hydromotor se pak může skládat z pístu a pevné pístnice anebo může být teleskopický. Tedy skládá se z více segmentů, které se postupně vysouvají.[15]



Obrázek 7 Přímočarý hydromotor[16]

2.3 NŮŽKOVÝ MECHANISMUS

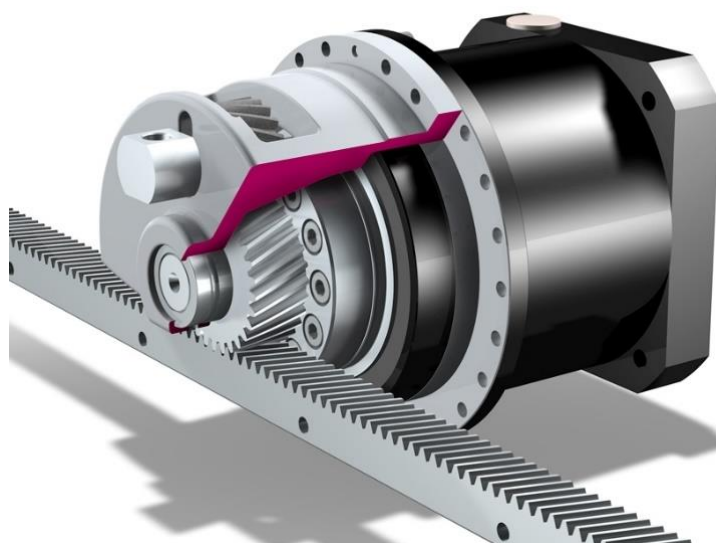
Princip nůžkového mechanismu spočívá v tom, že párově propojená ramena se rozevírají a svírají. Ramena jsou na jedné straně připevněna k platformě a na druhé jsou v posuvné vazbě. Mechanismus je tvořen jedním anebo více páry ramen. Pohyb mechanismu je kontrolován hydraulickým nebo elektrickým pohonem. Nevýhodou tohoto mechanismu jsou rozměry v sevřeném stavu. Plošiny s tímto mechanismem musí být často instalovány se zapuštěním, anebo musí mít nájezdovou plošinu kvůli vysokému schodku.



Obrázek 8 Hydraulická nůžková plošina[17]

2.4 PASTOREK A OZUBENÝ HŘEBEN

Jedním z možných řešení zdvihacího mechanismu je také pomocí pastorku pohybujícím se po pevném ozubeném hřebeni. Běžně používaný s evolventním ozubením. Mechanismus nabízí minimální vůli, je tedy přesný v pohybu. Problém může být u míry zatížení. V záběru bývá jeden až dva zuby, tedy přenáší veškeré zatížení. Mechanismus podléhá opotřebení, je citlivý na znečištění. Prach a další nečistoty nepříznivě ovlivňují životnost mechanismu. Styk mezi zuby může způsobovat hluk a vibrace.[12; 18]



Obrázek 9 Pohon s ozubeným hřebem[19]

2.5 TLAČNÝ ŘETĚZ

Tento mechanismus využívá principu řetězu, ovšem jednotlivé články jsou speciálně navrženy tak, aby měly doraz v rotačním spoji. V určité poloze se články řetězu zapřou o sebe a dokážou tak přenášet působení mechanismu. Řetěz dokáže přenášet zatížení i bez vedení do hodnoty udávané výrobcem. Při větších vzdálenostech může řetěz přenášet nižší zatížení nebo se používá vedení řetězu, které pomáhá se stabilitou a vzpěrem. Výhodou tohoto mechanismu jeho schopnost udržet přesnou geometrii i pod zatížením a možnost tlačení bez významného prohýbaní nebo deformace. Nezatížená část řetězu je pak uložena v zásobníku.[20]



Obrázek 10 Tlačný řetěz v různých provedeních [21]

3 VERTIKÁLNÍ ZDVIHACÍ PLOŠINY PRODÁVANÉ V ČESKU

V Česku působí více firem zabývajících se dodáváním svislých zdvižných plošin, často jako součást širšího sortimentu včetně výtahů nebo šikmých zdvihacích plošin. Prodávané vertikální plošiny využívají různé konstrukční řešení, které mají své určité využití. Volba zdvihací plošiny závisí především na velikosti použitelného prostoru. Dále také zdali může být plošina instalována v daném místě se zapuštěním či nikoli. Nosnost se může lehce lišit napříč nabízenými plošinami, většina však zajistí potřebné přepravení mezi úrovněmi pro uživatele na běžném invalidním vozíku. Rozhodujícím faktorem často však může být pořizovací cena zdvihací plošiny. Výrobci také nabízejí doplňkové vybavení pro zdvihací plošiny jako například automatické otevírání a zavírání branky, ovládání pomocí klíče nebo třeba záložní zdroj v případě výpadku proudu.

3.1 MODEL OPAL ZNAČKY GARAVENTA LIFT

Jedná se o vertikální zdvihací plošinu s nosným sloupem na boku. Plošina s ohrazením může být v různých provedeních se vstupy umístěnými naproti sobě, tedy plošina je tzv. průchozí, nebo vedle sebe. Pro zdvih do 1,6 m je plošina vybavena elektrickým pohonem. V provedení s hydraulickým pohonem plošina nabízí zdvih až do 3 m. Plošinu lze instalovat se zapuštěním 80 mm nebo s nájezdovou rampou.[22]



Obrázek 11 Vertikální zdvižná plošina GARAVENTA Lift OPAL [23]

Tabulka 2 Parametry modelu OPAL [22]

| | |
|--------------------------|---|
| rozměry plošiny | 914 × 1242 mm; 914 × 1394 mm; 1100 × 1546 mm; 1125 × 1519 mm |
| nosnost | 340 kg |
| maximální výška zdvihu | 3 m |
| rychlost zdvihu | - |
| zapuštění, výška schodku | 80 mm |
| napětí pohonu, příkon | 230 V, 1,5 kW |

3.2 MODEL NPM 400 ZNAČKY MANUS PROSTĚJOV

Tato zdvihací plošina využívá nůžkový mechanismus s hydraulickým pohonem. Mechanismus je umístěn pod plošinou, zabraný prostor tedy není větší, než jsou rozměry plošiny. Díky tomu je tento mechanismus vhodný i do omezených prostor. Mimo tento prostor se nachází pouze hydraulický agregát. Ten může být umístěn do vzdálenosti 6 m od plošiny, ideálně na místě s temperovanou teplotou. Z důvodu konstrukce nůžkového mechanismu měla by být plošina instalována se zapuštěním o hloubce 200 až 300 mm. Případně lze instalovat i s nájezdovou rampou, ta ale už má větší rozměry z důvodu vysokého schodku, aby byl zachován pohodlný nájezd invalidním vozíkem. Maximální výška zdvihu je pak nižší než u jiných provedení. Zdvihací plošina nabízí nosnost 400 kg, což je dostačující i pro větší elektrické vozíky. Nevýhodou tohoto modelu může být nižší rychlost zdvihu. Ta se pohybuje mezi 0,05 a 0,1 m/s. Ostatní prodávané modely nabízí většinou maximální povolenou rychlost pro zdvih. [24; 25]



Obrázek 12 Vertikální zdvižná plošina MANUS Prostějov NPM 400 [24]

Tabulka 3 Parametry model NPM 400 [25]

| | |
|--------------------------|--|
| rozměry plošiny | 1400 × 950 mm; 1450 × 1150 mm; 1500×1200 mm |
| nosnost | 400 kg |
| maximální výška zdvihu | 1,65 m |
| rychlost zdvihu | 0,05 až 0,1 m/s |
| zapuštění, výška schodku | 200 až 300 mm (dle provedení) |
| napětí pohonu, příkon | 400 V, 0,8 kW |

3.3 MODEL UNAPORTE ZNAČKY ASCENDOR

Model UnaPorte nabízí konstrukční řešení, které se snaží minimalizovat potřebný prostor pro instalaci této zdvihací plošiny. Plošina je čelně připojena na nosný sloup. V něm je skryt zdvihací mechanismus využívající vedený řetěz. Plošina nevyžaduje žádné zapuštění do země. Nájezdový můstek je součástí plošiny. Disponuje nosností 385 kg a umožňuje zdvih až do 3 m. Tato varianta má dvířka orientovaná naproti sobě. Výrobce však nabízí i provedení se sousedícími vstupy. Další předností této plošiny je její moderní design. [26][27]



Obrázek 13 Vertikální zdvižná plošina Ascendor UnaPorte[27]

Tabulka 4 Parametry model UnaPorte [27]

| | |
|--------------------------|---|
| rozměry plošiny | 1400 × 950 mm; 1450 × 1150 mm; 1500×1200 mm) |
| nosnost | 400 kg |
| maximální výška zdvihu | 1,65 m |
| rychlost zdvihu | 0,05 až 0,1 m/s |
| zapuštění, výška schodku | 200 až 300 mm (dle provedení) |
| napětí pohonu, příkon | 400 V, 0,8 kW |

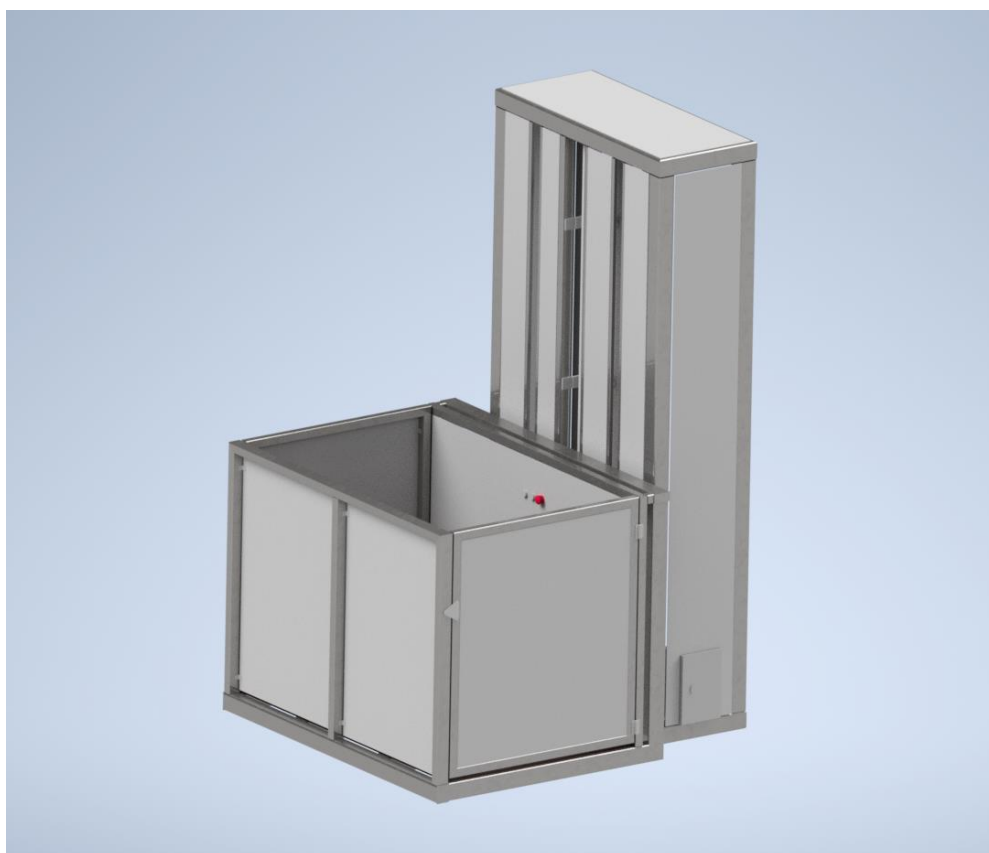
4 KONCEPČNÍ NÁVRH VERTIKÁLNÍ ZDVIHACÍ PLOŠINY PRO IMOBILNÍ OSOBY

Navržená zdvižná plošina má typický charakter, tedy zdvihaná plošina s ohrazením má boční vedení. Vstupy na plošinu jsou naproti sobě, plošina je tedy průjezdná. Zdvižná plošina je projektována na nosnost 330 kg a zdvih 1500 mm. Zdvih 1500 mm odpovídá přibližně překážce o výšce 9 až 10 schodů. Konstruktivní řešení nabízí i možnost vyššího zdvihu. Pro tento návrh byla výška 1500 mm určena jako modelová.

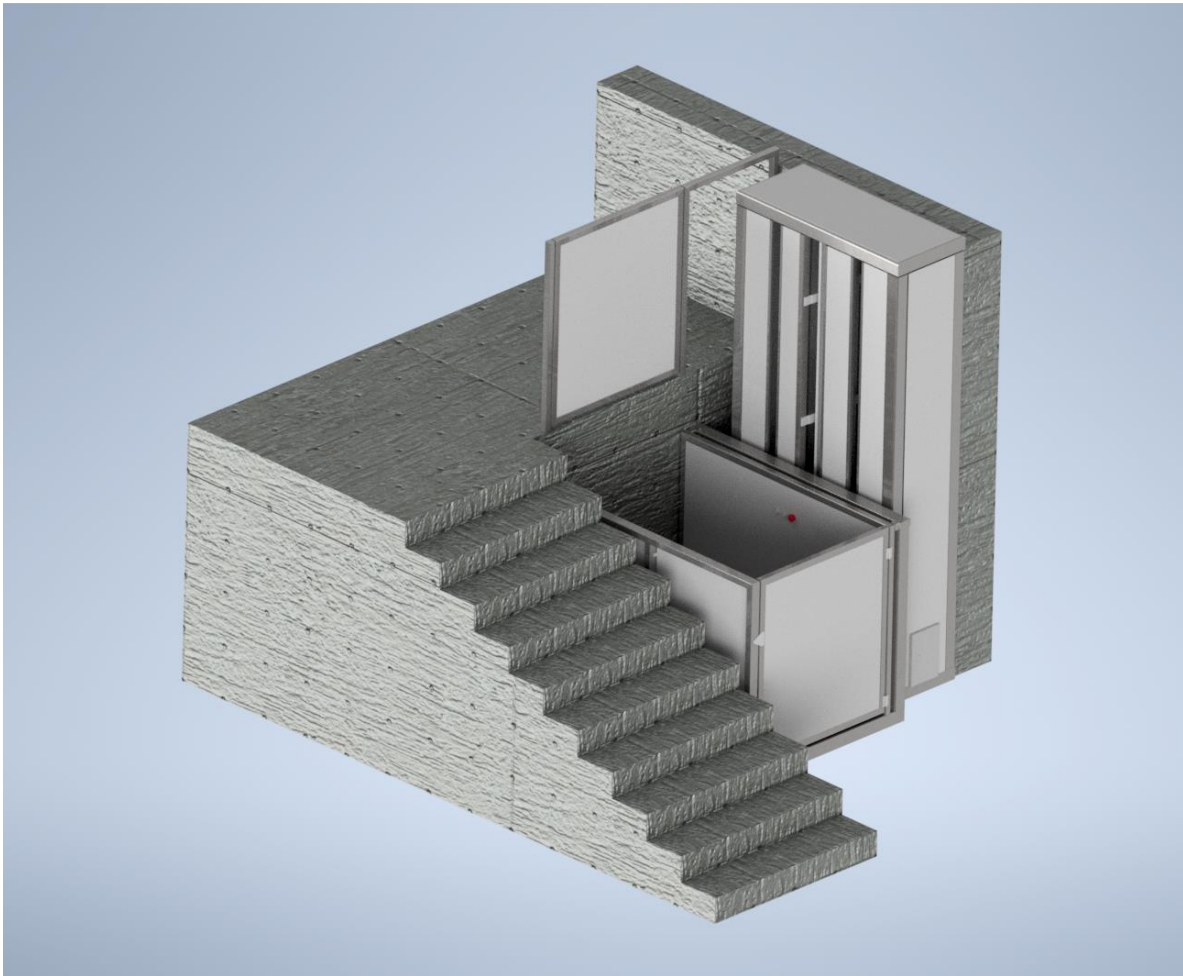
Konstrukce lze rozdělit na dvě části: pevnou a pohyblivou (zdvihanou). Pevnou část tvoří boční konstrukce obsahující lineární vedení, zdvihací mechanismus a pohonnou jednotku. Dále by obsahovala přípojku do elektrické sítě, řízení pohonu a další elektrické rozvody. Ty zde nejsou projektovány, protože tento koncepční návrh v rámci této práce je zaměřen především na konstrukční stránku.

Pohyblivou částí je myšlena konstrukce plošiny. Tu lze popsat i jako koš, je tvořena rámovou konstrukcí svařenou převážně ze čtvercových a obdélníkových profilů. Hmotnost přepravované osoby s invalidním vozíkem je rozložena na dva hlavní nosníky ve tvaru „L“. Tyto nosníky jsou pak připojeny pomocí šroubových spojů ke konzolám, které propojují konstrukci s lineárním vedením.

Stojná boční konstrukce není samostatně stojící. Je nutno ji vhodně ukotvit do země a ze strany připevnit do zdi, která je schopna udržet konstrukci při plném zatížení plošiny.



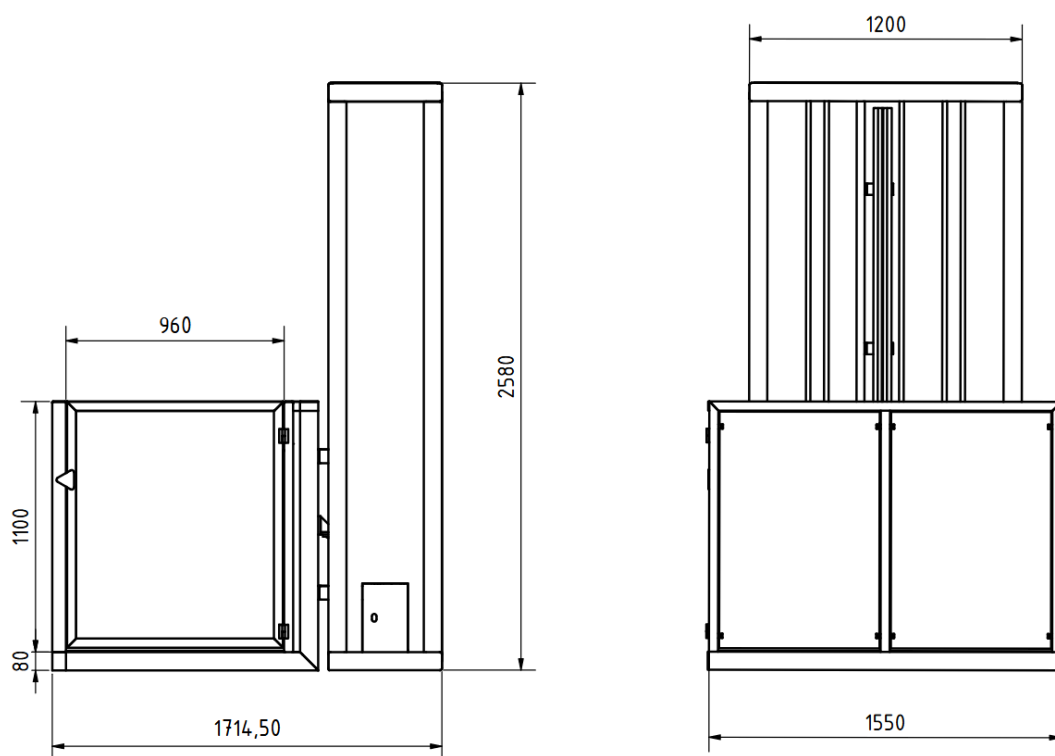
Obrázek 14 Vizualizace vlastního koncepčního návrhu



Obrázek 15 Vizualizace instalace navržené zdvihací plošiny

Tabulka 5 Parametry vlastní navržené plošiny

| | |
|--------------------------|---------------------------------|
| rozměry plošiny | 960 x 1450 mm |
| nosnost | 330 kg |
| výška zdvihu | 1,5 m |
| rychlost zdvihu | 0,14 m/s |
| zapuštění, výška schodku | 80 mm nebo s nájezdovým můstkem |
| napětí pohonu, příkon | 400 V, 1,1 kW |



Obrázek 16 Rozměry návrhu vertikální zdvihací plošiny plošiny

5 FUNKČNÍ A ROZMĚROVÉ VÝPOČTY

Tato kapitola se zabývá vyhodnocením bezpečnosti a vhodnosti některých zvolených součástí.

5.1 ZDVIHACÍ MECHANISMUS A POHON

Pro tento návrh je použit mechanismu s tlačným řetězem. Ten je volen z řady Linear Chain SK od značky GROB.

Nosnost plošiny a zdvihacího mechanismu:

$$m_{nos} = 330 \text{ kg} \quad (1)$$

Přetížení, které dle normy musí konstrukce zvládnout:

$$m_{pře} = 75 \text{ kg} \quad (2)$$

Hmotnost konstrukce zdvihané plošiny:

$$m_{plo} = 200 \text{ kg} \quad (3)$$

Při plném statickém zatížení včetně dovoleného přetížení:

$$m_{celk} = m_{nos} + m_{pře} + m_{plo}$$
$$m_{celk} = 605 \text{ kg} \quad (4)$$

Výpočet potřebné zdvihací síly:

$$F_R = F_{g,celk} = m_{celk} \cdot g$$
$$F_R = 5935,05 \text{ N} \quad (5)$$

kde:

$$g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \quad \text{gravitační zrychlení}$$

Pro tento návrh je zvolen model SK08G. Tento model disponuje maximální zdvihací silou, kterou bezpečně zvládne přenést:

$$F_{Rmax} = 8000 \text{ N} \quad (6)$$

Koeficient bezpečnosti:

$$k_R = \frac{F_{Rmax}}{F_R}$$
$$k_R = 1,35 \quad (7)$$

Kroutící moment na vstupní hřídeli pro řetězové kolo, který je potřeba vykonat pro zdvih:

$$M_k = F_R \cdot \frac{D_{RK}}{2}$$

$$M_k = 238,886 \text{ N} \cdot \text{m} \quad (8)$$

kde:

$$D_{RK} = 80,5 \text{ mm} \quad \text{průměr řetězového kola}$$

Maximální dovolená zdvihací rychlost plošiny je:

$$v_{max} = 0,15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad (9)$$

Výrobce tlačného řetězu udává zdvih odpovídající 1 otáčce řetězového kola: [28]

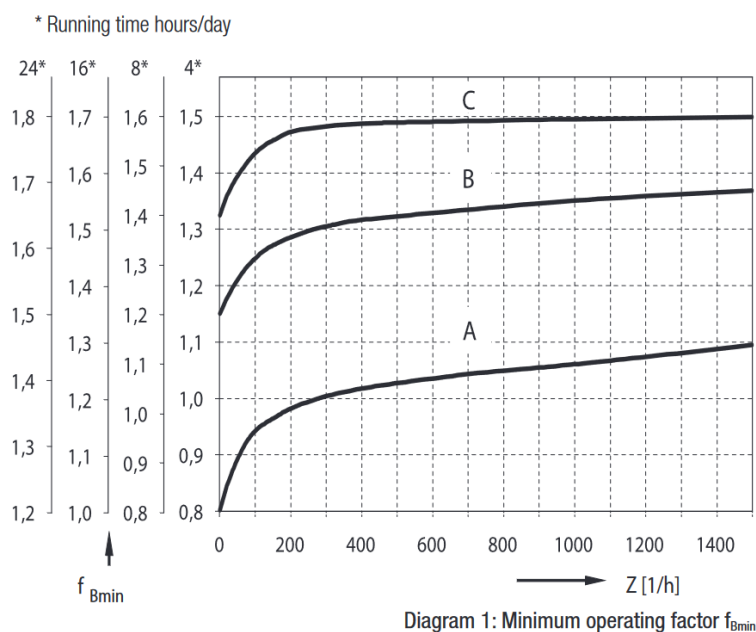
$$h_{RK} = 240 \text{ mm} \cdot \text{ot}^{-1} \quad (10)$$

Maximální rychlost otáčení řetězového kola při dodržení dovolené rychlosti:

$$n_{max} = \frac{v_{max}}{h_{RK}} \quad (11)$$

$$n_{max} = 37,5 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$$

Pro vypočtený potřebný kroutící moment je volen motor se šnekovou převodovkou značky NORD DRIVESYSTEMS. Výstupní otáčky převodovky však nesmí být vyšší než vypočtená hodnota n_{max} . Pro správné zvolení převodovky je třeba dodržet požadavek na minimální provozní faktor. [29]

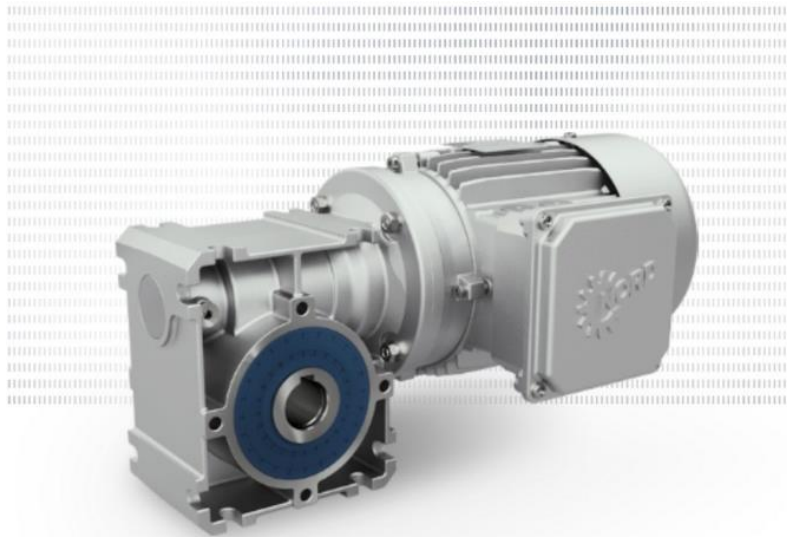


Obrázek 17 Normogram pro určení provozního faktoru[29]

U navrhované zdvihací plošiny se počítá s jednotkami nebo maximálně nižšími desítkami použití za hodinu. Celkový čas používání nepřesáhne 4 hodiny za den. Zatížení šnekové převodovky spadá do kategorie A. Minimální hodnota provozního faktoru pro vhodné zvolení modelu je:

$$f_{Bmin} = 0,85 \quad (12)$$

Z katalogu výrobce je zvolen model převodovky SK 1SI75 – IEC90 s motorem 90 LP/4.



Obrázek 18 Převodovka SK 1SI75 – IEC90 s motorem 90 LP/4[30]

Tato varianta převodovky s převodovým poměrem: [29]

$$i = 40 \quad (13)$$

má výstupní otáčky:

$$n_2 = 35,4 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1} \quad (14)$$

a dokáže přenést krouticí moment:

$$M_2 = 278 \text{ N} \cdot \text{m} \quad (15)$$

Plošina tak bude při zdvihu dosahovat jmenovité rychlosti:

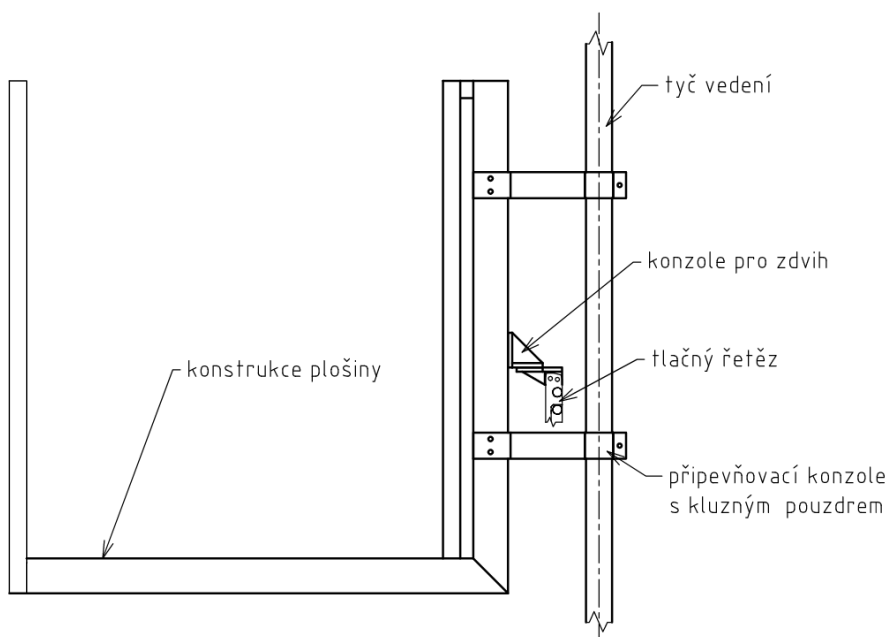
$$v = h_{RK} \cdot n_2$$
$$v = 0,142 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \quad (16)$$

5.2 ZDVIHANÁ PLOŠINA

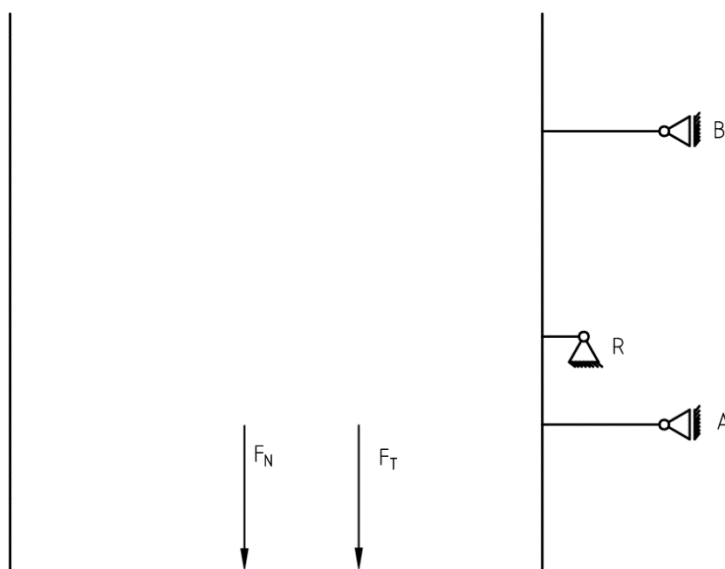
Konstrukce navrhované plošiny se dá rozdělit do dvou částí: statické věže, zahrnující pohon, zdvihací mechanismus, lineární vedení, a pohybující se plošiny. Ta je připevněna k lineárnímu vedení pomocí konzolí s kluzným pouzdem.

5.2.1 KLUZNÁ POUZDRA V LINEÁRNÍM VEDENÍ

Pro zjednodušení odvození výsledných sil je převeden problém do 2D.

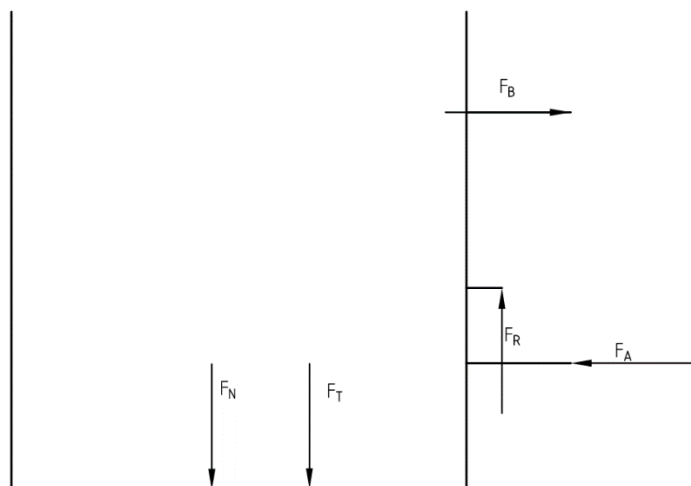


Obrázek 19 Schéma konstrukce plošiny



Obrázek 20 Zjednodušené schéma konstrukce plošiny

Pro ověření zvolení vhodného kluzného pouzdra je provedeno uvolnění zdvihané konstrukce. Ve výpočtu je počítáno s dovoleným zatížením včetně možného překročení a přibližnou hmotností zdvihané plošiny. Hmotnost a těžiště konstrukce jsou určeny pomocí softwaru Inventor.



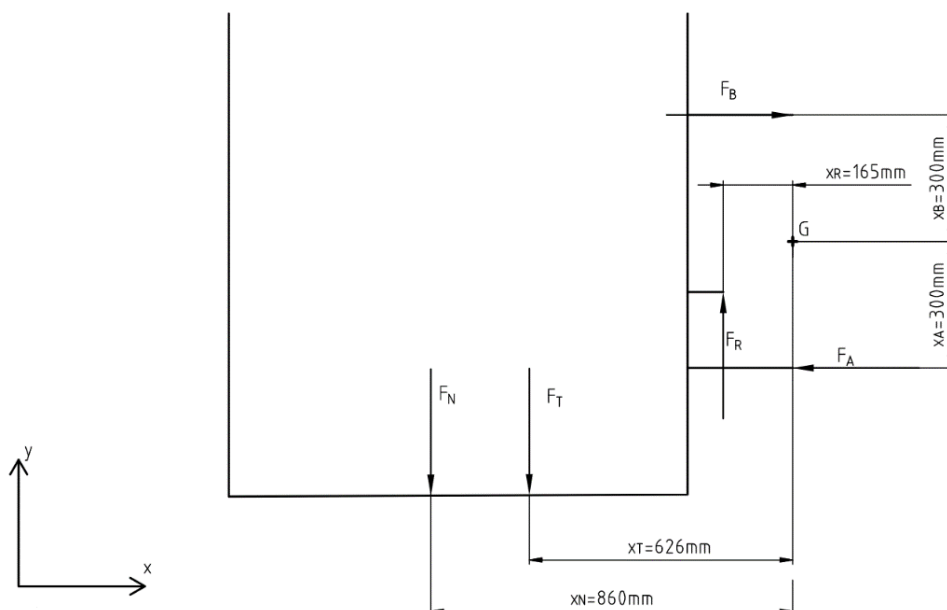
Obrázek 21 Schéma uvolněné konstrukce

Jako střed otáčení je určen bod G. Nachází se uprostřed mezi kluznými pouzdry. Rovnice silové a momentové rovnováhy:

$$\sum F_x = 0: -F_A + F_B = 0$$

$$\sum F_y = 0: -F_N - F_T + F_R = 0$$

$$\sum M_z = 0: F_N \cdot x_N + F_T \cdot x_T - F_R \cdot x_R - F_A \cdot x_A - F_B \cdot x_B = 0 \quad (17)$$



Obrázek 22 Schéma uvolněné konstrukce s okótovanými rozměry

Z rovnic (17) vyjádříme:

$$F_A = F_B$$

$$F_R = F_N + F_T$$

$$F_N \cdot x_N + F_T \cdot x_T - (F_N + F_T) \cdot x_R - 2 \cdot F_A \cdot (x_A + x_B) = 0$$

$$F_A = F_B = \frac{F_N \cdot x_N + F_T \cdot x_T - (F_N + F_T) \cdot x_R}{2 \cdot (x_A + x_B)}$$

$$x_N = 860 \text{ mm}$$

$$x_T = 626 \text{ mm}$$

$$x_R = 165 \text{ mm}$$

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

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

$$F_A = F_B = 6109,586 \text{ N} \quad (18)$$

Síla působící na jedno pouzdro je tedy:

$$F_P = \frac{F_A}{2}$$

$$F_P = 3054,793 \text{ N} \quad (19)$$

Maximální kontaktní tlak ložiska pak je:

$$p'_{max} = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{F_{pouzdro}}{dl}$$

$$p'_{max} = 1,08 \text{ MPa} \quad (20)$$

kde:

$$d = 60 \text{ mm} \quad \text{vnitřní průměr kluzného pouzdra}$$

$$l = 60 \text{ mm} \quad \text{délka kluzného pouzdra}$$

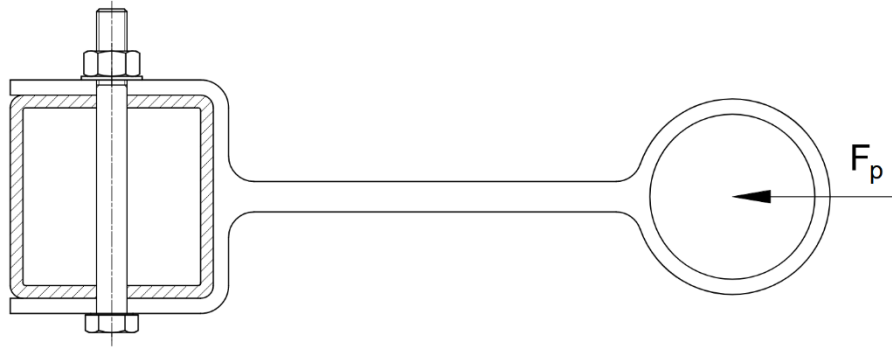
Dovolené dynamické zatížení pouzdra SKF PBM607060 je: [31]

$$p_{dov,p} = 25 \text{ MPa} \quad (21)$$

Dovolené zatížení tak mnohonásobně převyšuje maximální kontaktní tlak. Zvolený typ pouzdra tak bezpečně zajistí pohyb po vodící tyči.

5.2.2 ŠROUBOVÉ PŘIPEVNĚNÍ KONSTRUKCE ZDVIHANÉ PLOŠINY KE KONZOLÁM

Každá konzola je připevněna 2 šrouby M12 k trubce se čtvercovým průřezem.



Obrázek 23 Zobrazení zatížené součásti a šroubového spoje

Kontrola šroubů na otláčení:

$$p_o = \frac{F_p}{2 \cdot t \cdot d_s \cdot i_\xi}$$

$$p_o = 7,955 \text{ MPa} \quad (22)$$

kde:

$t = 8 \text{ mm}$ tloušťka stěny čtvercové trubky v kontaktu s dřikem šroubu

$d_s = 12 \text{ mm}$ průměr dříku šroubu

$i_\xi = 2$ počet šroubů

dovolený tlak:[12]

$$p_{dov,o} = (120 \div 150) \text{ MPa}$$

$$p_o < p_{dov,o} \quad (23)$$

Kontrola šroubu na stříh:

$$\tau_s = \frac{F_p}{S \cdot i_\xi}$$

$$\tau_s = \frac{4 \cdot F_p}{\pi \cdot d_s^2 \cdot i_\xi} \quad (24)$$

$$\tau_s = 13,505 \text{ MPa}$$

kde:

$$d_s = 12 \text{ mm} \quad \text{průměr dřívku šroubu}$$

$$i_s = 2 \quad \text{počet šroubů}$$

Dovolené smykové napětí:[12]

$$\tau_{D,s} = (60 \div 80) \text{ MPa}$$

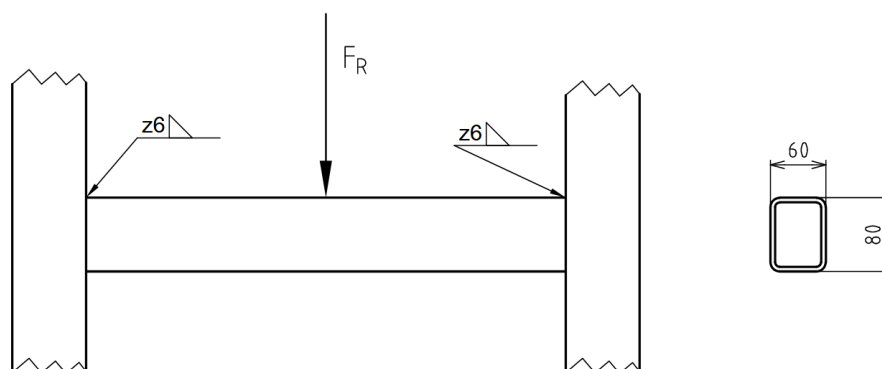
$$\tau_s < \tau_{D,s} \quad (25)$$

5.3 KRITICKÉ SVAROVÉ SPOJE

V této části jsou kontrolovány kritické svarové spoje.

5.3.1 SVAR NA STŘEDNÍM PROFILU PRO NAPOJENÍ NA TLAČNÝ ŘETĚZ

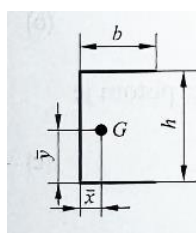
Obdélníkový profil je svařen se zbytkem rámu na obou koncích. Zatížení se tak rozkládá do těchto svarových spojů.



Obrázek 24 Schéma zatížené trubky

Pro svařování je zvolena elektroda E70xx a výška svaru je:

$$z_1 = 6 \text{ mm} \quad (26)$$



$$S = 0,707z(2b + h)$$

$$\bar{x} = \frac{b^2}{2b + h}$$

$$\bar{y} = h/2$$

$$J_{zu} = \frac{h^2}{12}(6b + h)$$

Obrázek 25 Geometrie zatěžovaného obrazce pro zatížení ohybem [12]

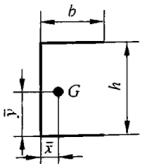


$$b_1 = 60 \text{ mm}$$

$$h_1 = 80 \text{ mm}$$

$$J_{zu1} = \frac{h_1^2}{12} \cdot (6b_1 + h_1)$$

$$J_{zu1} = 2,3467 \cdot 10^5 \text{ mm}^3 \quad (27)$$



$$S = 0,707z(2b + h)$$

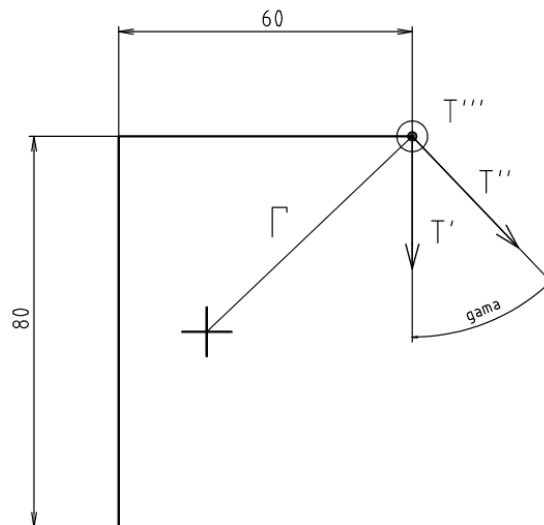
$$\bar{x} = \frac{b^2}{2b + h}$$
$$\bar{y} = h/2$$

$$J_{pu} = \frac{8b^3 + 6bh^2 + h^3}{12} - \frac{b^4}{2b + h}$$

Obrázek 26 Geometrie zatěžovaného obrazce pro zatížení krutem[12]

$$J_{pu1} = \frac{8 \cdot b_1^3 + 6 \cdot b_1 \cdot h_1^2 + h_1^3}{12} - \frac{b_1^4}{2 \cdot b_1 + h_1}$$

$$J_{pu1} = 3,1387 \cdot 10^5 \text{ mm}^3 \quad (28)$$



Obrázek 27 Zobrazení vektorů napětí

Smykové napětí od posouvající síly:

$$\tau'_1 = \frac{F_R}{2 \cdot S}$$

$$\tau'_1 = \frac{F_R}{2 \cdot 0,707 \cdot z_1 \cdot l_1}$$

$$\tau'_1 = 3,498 \text{ MPa} \quad (29)$$

Smykové napětí od kroutícího momentu:

$$\tau_1'' = \frac{F_R \cdot (b_1 - \bar{x}) \cdot r_1}{2 \cdot J_{p1}}$$

$$\tau_1'' = \frac{F_R \cdot (b_1 - \bar{x}) \cdot r_1}{2 \cdot J_{pu1} \cdot 0,707 \cdot z_1}$$

$$\bar{x} = \frac{b_1^2}{2 \cdot b_1 + h_1}$$

$$r_1 = \sqrt{\left(\frac{h_1}{2}\right)^2 + (b_1 - \bar{x})^2}$$

$$\tau_1'' = 5,429 \text{ MPa} \quad (30)$$

Smykové napětí od ohybového momentu:

$$\tau_1''' = \frac{F_R \cdot L_1 \cdot c_1}{2 \cdot J_{z1}}$$

$$\tau_1''' = \frac{F_R \cdot L_1 \cdot c_1}{2 \cdot J_{zu1} \cdot 0,707 \cdot z_1}$$

$$c_1 = \frac{h_1}{2}$$

$$\tau_1''' = 31,003 \text{ MPa} \quad (31)$$

Celkové napětí se rovná součtu vektorů:

$$\tau_1 = \sqrt{\tau_1'^2 + \tau_1''^2 - 2 \cdot \tau_1' \cdot \tau_1'' \cdot \cos \gamma_1 + \tau_1'''^2}$$

$$\tau_1 = 31,232 \text{ MPa} \quad (32)$$

Dovolené napětí ve svaru:

$$\tau_{D1} = 145 \text{ MPa}$$

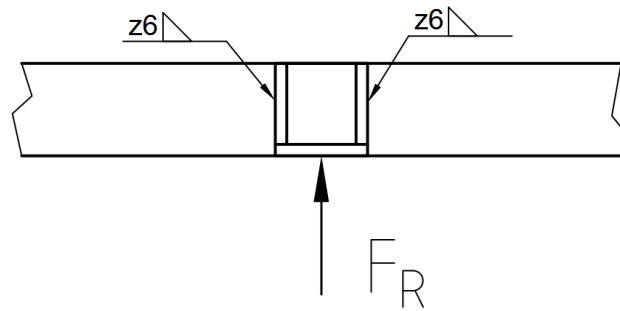
$$\tau_1 < \tau_{D1} \quad (33)$$

5.3.2 SVAROVÝ SPOJ MEZI STŘEDNÍM PROFILEM A KONZOLOU

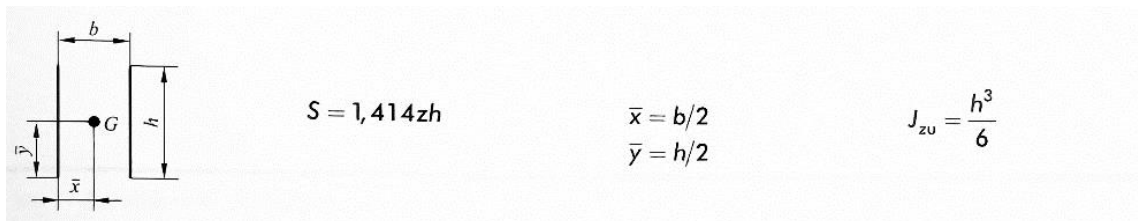
Konzola je svařena s rámovou konstrukcí plošiny koutovým svarem po stranách.

Pro svařování je zvolena elektroda E70xx a výška svaru je:

$$z_2 = 6 \text{ mm} \quad (34)$$



Obrázek 28 Schéma svařených součástí zatížené silou

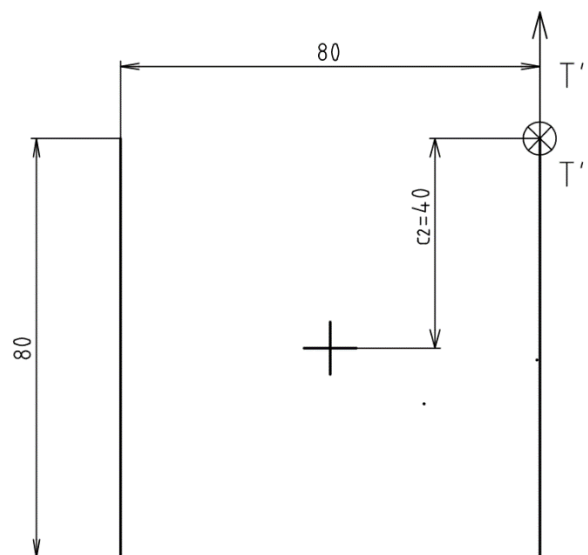


Obrázek 29 Geometrie zatěžovaného obrazce pro zatížení ohybem [12]

$$J_{zu2} = \frac{h_2^3}{6}$$

$$J_{zu2} = 85333,33 \text{ mm}^3$$

(35)



Obrázek 30 Zobrazení vektorů napětí ve svařech

Smykové napětí od posouvající síly:

$$l_2 = 2 \cdot h_2 \quad (36)$$

$$\tau_2' = \frac{F_R}{S}$$

$$\tau_2' = \frac{F_R}{0,707 \cdot z_2 \cdot l_2}$$

$$\tau_2' = 8,745 \text{ MPa} \quad (37)$$

Smykové napětí od ohybového momentu:

$$\tau_2'' = \frac{M_o \cdot c_2}{J_{z2}}$$

$$\tau_2'' = \frac{F_R \cdot L_2 \cdot c_2}{J_{z2}}$$

$$\tau_2'' = \frac{F_R \cdot L_2 \cdot c_2}{J_{zu2} \cdot 0,707 \cdot z_2}$$

$$c_2 = \frac{h_2}{2}$$

$$L_2 = 260 \text{ mm}$$

$$\tau_2'' = 32,792 \text{ MPa} \quad (38)$$

Celkové napětí se rovná součtu vektorů:

$$\tau_2 = \sqrt{\tau_2'^2 + \tau_2''^2}$$

$$\tau_2 = 33,938 \text{ MPa} \quad (39)$$

Dovolené napětí ve svaru:

$$\tau_{D2} = 145 \text{ MPa}$$

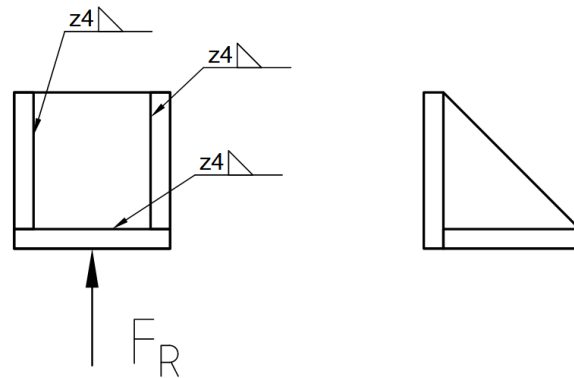
$$\tau_2 < \tau_{D2} \quad (40)$$

5.3.3 SVAŘENÁ KONZOLA

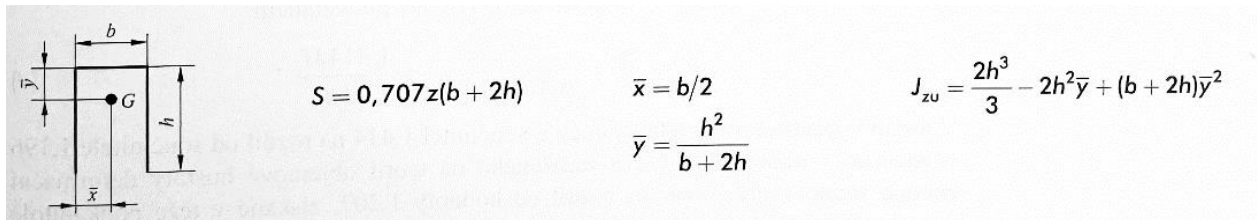
Konzola je svařena s rámovou konstrukcí plošiny koutovým svarem po stranách.

Pro svařování je zvolena elektroda E70xx a výška svaru je:

$$z_3 = 4 \text{ mm} \quad (41)$$



Obrázek 31 Schéma svařence zatíženého silou



Obrázek 32 Geometrie zatěžovaného obrazce pro zatížení ohybem

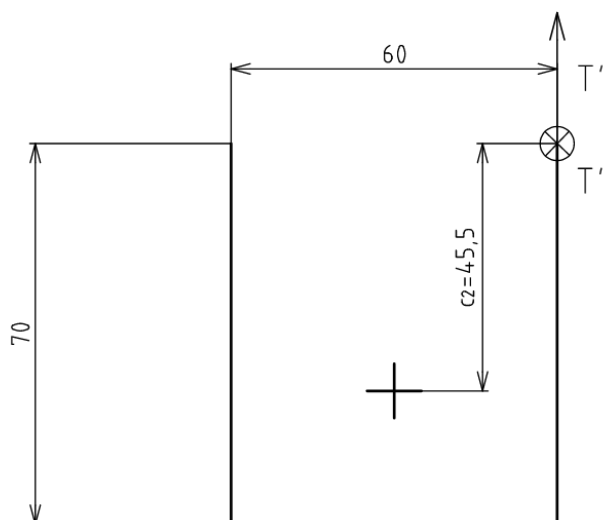
$$J_{zu3} = \frac{2 \cdot h_3^3}{3} - 2 \cdot h_3^2 \cdot \bar{y} + (b_3 + 2 \cdot h_3) \cdot \bar{y}^2$$

$$h_3 = 70 \text{ mm}$$

$$b_3 = 60 \text{ mm}$$

$$\bar{y} = \frac{h_3^2}{b_3 + 2 \cdot h_3}$$

$$J_{zu3} = 1,0862 \cdot 10^5 \text{ mm}^3 \quad (42)$$



Obrázek 33 Zobrazení vektorů napětí ve svarech

Smykové napětí od posouvající síly:

$$l_3 = 2 \cdot h_3 + b_3 \quad (43)$$

$$\tau'_3 = \frac{F_R}{S}$$

$$\tau'_3 = \frac{F_R}{0,707 \cdot z_3 \cdot l_3}$$

$$\tau'_3 = 10,493 \text{ MPa} \quad (44)$$

Smykové napětí od ohybového momentu:

$$\tau''_3 = \frac{M_o \cdot c_3}{J_{z3}}$$

$$\tau''_3 = \frac{F_R \cdot L_3 \cdot c_3}{J_{z3}}$$

$$\tau''_3 = \frac{F_R \cdot L_3 \cdot c_3}{J_{zu2} \cdot 0,707 \cdot z_3}$$

$$c_3 = h_3 - \bar{y}$$

$$L_3 = 40 \text{ mm}$$

$$\tau''_3 = 35,166 \text{ MPa} \quad (45)$$

Celkové napětí se rovná součtu vektorů:



$$\tau_3 = \sqrt{\tau_3'^2 + \tau_3''^2}$$

$$\tau_3 = 36,698 \text{ MPa} \quad (46)$$

Dovolené napětí ve svaru:

$$\tau_{D3} = 145 \text{ MPa}$$

$$\tau_3 < \tau_{D3} \quad (47)$$

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zaměřila na problematiku vertikálních zdvihacích plošin pro imobilní osoby. Cílem bylo analyzovat platné legislativní předpisy, konstrukční řešení a komerčně dostupná zařízení, a následně navrhnout koncepční řešení, které splňuje všechny legislativní a technické požadavky.

Při analyzování legislativních předpisů bylo zjištěno, že vyhláška č. 398/2009 Sb., byla s přijetím zákona č. 283/2021 Sb., Stavební zákon, zrušena. Stále však nebyla vydána nová nahrazující, proto stávající prováděcí předpisy vzniklé ze zákona č. 183/2006 Sb., včetně vyhlášky č. 398/2009 Sb., platí do doby vydání nových právních prováděcích předpisů. Příslušná norma ČSN EN 81-41 pro vertikální zdvihací plošiny je stále v platnosti.

Teoretická část se dále zabývala rozбором možných mechanismů, které lze použít pro pohyb plošiny. Aplikace těchto mechanismů byla následně ukázána v rámci porovnání prodávaných zdvihacích plošin. Představené modely se sice liší konstrukčním řešením, v obecných parametrech se příliš velké rozdíly nenachází. Plošiny mají nosnost 315 až 400 kg, což je plně dostačující i pro velké elektrické vozíky. Rozměry platformy závisí na umístění vstupů, všechny tři modely nabízí přibližně stejné velikosti. Ve výšce zdvihu je limitována především konstrukce s nůžkovým mechanismem. Naopak jeho předností je vysoká nosnost.

V práci je následně popsán vlastní koncepční návrh zdvihací plošiny. Ten představuje vertikální zdvižnou plošinu s bočním nosným sloupem. Plošina má vstupy orientované naproti sobě. Uvnitř sloupu se nachází zdvihací mechanismus a pohonná jednotka. Pro zdvih je zde použit tlačný řetěz.

Návrh je dále podložen výpočty, zaměřuje se především na ověření použitelnosti daných součástí a kontrolu funkčnosti kritických svarových a šroubových spojů.

POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] *Aplikace požadavků na zdvihací plošiny z hlediska bezbariérového užívání staveb* [online]. In: . [cit. 2024-05-20]. Dostupné z: https://mmr.gov.cz/getattachment/4857a3b7-8657-4975-b558-960d98d1be5e/Zdvihaci-zarizeni_zds_398_2009_1-4-2019.pdf.aspx?lang=cs-CZ&ext=.pdf
- [2] AION CS - INFO@AION.CZ. Zákon č. 283/2021 Sb. Stavební zákon. *Zákony pro lidi* [online]. [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-283>
- [3] AION CS - INFO@AION.CZ. Vyhláška č. 398/2009 Sb. Vyhláška o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb. *Zákony pro lidi* [online]. [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-398>
- [4] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALITACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. *Bezpečnostní předpisy pro konstrukci a montáž výtahů - Zvláštní výtahy pro dopravu osob a nákladů - Část 41: Svislé zdvihací plošiny pro dopravu osob s omezenou schopností pohybu*. Praha, 2011.
- [5] FOLVARSKÝ, Roman. 3. Výtahy, zdvihací plošiny, pohyblivé schody a pohyblivé chodníky. 3. *Výtahy, zdvihací plošiny, pohyblivé schody a pohyblivé chodníky* [online]. c2024 [cit. 2024-05-19]. Dostupné z: <http://www.mapabariet.cz/index.php/praxe/priloha-c-1/3-vytahy-zdvihaci-plosiny-pohyblive-schody-a-pohyblive-chodniky>
- [6] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALITACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. *Elektricky poháněné vozíky, skútry a jejich nabíječky - Požadavky a zkušební metody*. Ed. 3. 2023.
- [7] KRÁSA, Václav, Dagmar LANZOVÁ, Lucie ŠNAJDROVÁ, et al. *Průvodce regulačními pravidly pro oblast elektrických vozíků*. Praha: Národní rada osob se zdravotním postižením ČR, [2021]. ISBN isbn978-80-87181-13-3.
- [8] Šikmá zdvihací plošina PLG7. *POMŮCKOV* [online]. [cit. 2024-05-20]. Dostupné z: <https://www.pomuckov.cz/pomucky/produkty/sikme-plosiny/plg7/>
- [9] *Solift, s.r.o* [online]. [cit. 2024-05-23].
- [10] ORTOSERVIS S.R.O. VAN GOGH. *Ortoservis* [online]. [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://ortoservis.cz/schodistove-sedacky/664-van-gogh.html>
- [11] FOLVARSKÝ, Roman. 2. Bezbariérové rampy. 2. *Bezbariérové rampy* [online]. [cit. 2024-05-18]. Dostupné z: <https://www.mapabariet.cz/index.php/praxe/priloha-c-3/2-bezbarierove-rampy>
- [12] BUDYNAS, Richard G. a J. Keith NISBETT. *Shigleyho konstruování strojních součástí*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, nakladatelství VUTIUM, 2023. ISBN 978-80-214-5471-2.

- [13] AUTOR, MN – systems, s.r.o. MN – SYSTEMS, S.R.O. Trapézové šrouby. *Nenalezený vydavatel* [online]. [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://mnsystems.cz/pohybove-srouby/trapezove-srouby>
- [14] STUDIO ANIMATO (WWW.ANIMATO.CZ). Kuličkové šrouby broušené pro speciální aplikace. *Coroll - ložiska a komponenty pro strojírenství* [online]. [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.coroll.cz/kulickove-srouby-brousene-pro-specialni-aplikace.html>
- [15] ŠKOPÁN, Miroslav. *HYDRAULICKÉ POHONY STROJŮ* [pdf]. 2009.
- [16] HYDRAULICS S.R.O. Přímočarý dvojčinný hydromotor HM 1.2. *Hydraulics s.r.o* [online]. [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.hydraulics.cz/24967-hm>
- [17] ŠVÉDSKÉ NŮŽKOVÉ PLOŠINY. CL 2000 Nosnost 2000 kg, šířka stolu 800 mm, délka stolu 1300 mm. *Svedske-plosiny.cz* [online]. [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.svedske-plosiny.cz/jednonuzkove-plosiny/cl-2000/>
- [18] APEX DYNAMICS CZECH - Planetové převodovky [online]. [cit. 2024-05-18].
- [19] ZTRS-PH(A) pohon s ozubeným hřebenem. In: *REM technik* [online]. [2012] [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://www.rem-technik.cz/pohyb-pohony-prevody/prevodovky/pohony-s-ozubenymi-hrebeny/ztrs-ph-a-pohon-s-ozubenym-hrebenem-319.html>
- [20] CADET KARLOVY VARY, s.r.o. Tažně tlačný řetěz CADET GEMINI 60. *CADET KARLOVY VARY, s.r.o* [online]. C2010 [cit. 2024-03-10]. Dostupné z: <http://www.cadetkv.cz/tazne-tlacny-retez.htm>
- [21] AUTOR, Nenalezený. PushPull chain LinearChain. *Framo Morat - Your idea - Our drive* [online]. [2024] [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://framo-morat.com/products/linearchain-push-pull-actuators/>
- [22] GARAVENTA LIFT. OPAL - Vertikální plošina pro imobilní. *Garaventa Lift* [online]. [2024] [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.garaventalift.cz/produkty/vertikalni-plosiny/opal>
- [23] GARAVENTA LIFT. Genesis OPAL - Unenclosed Vertical Platform Lift. *Garaventa Lift* [online]. [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.garaventalift.com/en/products/vertical-platform-lift/genesis-opal.html>
- [24] *MANUS Prostějov* [online]. [cit. 2024-05-19].
- [25] AUTOR, Nenalezený. NPM. *POMŮCKOV* [online]. [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.pomuckov.cz/pomucky/produkty/zdvihaci-plosiny/npm/>
- [26] VERTICAL LIFT UNAPORTE®. *Nenalezený vydavatel* [online]. [2024] [cit. 2024-05-22]. Dostupné z: <https://www.ascendor.com/en/open-platform-lift/>

- [27] AUTOR, Nenalezený. UnaPorte. *POMŮCKOV* [online]. [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://www.pomuckov.cz/pomucky/produkty/zdvihaci-plosiny/unaporte/>
- [28] Linear Chains. *GROB - English webpage* [online]. [2024] [cit. 2024-05-23]. Dostupné z: <https://en.grob-antriebstechnik.de/cad-configurator/linear-chains>
- [29] GETRIEBEBAU NORD GMBH & CO. KG. Constant Speed Drives. In: GETRIEBEBAU NORD GMBH & CO. KG. *NORD Drivesystems* [online]. [cit. 2024-05-18]. Dostupné z: https://www.nord.com/media/documents/bw/g1000_global_50hz_en_4023_a.pdf
- [30] GETRIEBEBAU NORD GMBH. Šnekové převodovky UNIVERSAL SI. *NORD Drivesystems* [online]. [2024] [cit. 2024-05-18]. Dostupné z: <https://www.nord.com/cz/produkty/p%C5%99evodovky/%C5%A1nekov%C3%A9-p%C5%99evodovky/%C5%A1nekov%C3%A9-p%C5%99evodovky-universal-si.jsp>
- [31] *SKF* [online]. [cit. 2024-05-23].

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

| | | |
|------------|----------------------|--|
| b_1 | [mm] | Šířka obrazce |
| b_2 | [mm] | Šířka obrazce |
| b_3 | [mm] | Šířka obrazce |
| c_1 | [mm] | Vzdálenost středu obrazce a nejvzdálenějšího bodu ve směru osy y |
| c_2 | [mm] | Vzdálenost středu obrazce a nejvzdálenějšího bodu ve směru osy y |
| c_3 | [mm] | Vzdálenost středu obrazce a nejvzdálenějšího bodu ve směru osy y |
| d | [mm] | Průměr kluzného pouzdra |
| D_{RK} | [mm] | Průměr řetězová kola |
| d_s | [mm] | Průměr dřívku šroubu |
| F_A | [N] | Síla ve vazbě A |
| F_B | [N] | Síla ve vazbě B |
| F_N | [N] | Síla vyvolaná zatížením plošiny |
| F_R | [N] | Síla, kterou působí tlačný řetěz na plošinu (zdvihací síla) |
| F_{Rmax} | [N] | Maximální zdvihací síla, kterou může přenášet tlačný řetěz |
| F_T | [N] | Gravitační síla působící na plošinu |
| F_p | [N] | Síla působící na kluzné pouzdro |
| F_x | [N] | Síly ve směru osy x |
| F_y | [N] | Síly ve směru osy y |
| f_{Bmin} | [-] | Provozní součinitel |
| g | [m·s ⁻²] | Gravitační zrychlení |
| h_1 | [mm] | Výška obrazce |
| h_2 | [mm] | Výška obrazce |
| h_3 | [mm] | Výška obrazce |
| h_{rk} | [mm] | Výška posunu řetězu o jednu otáčku řetězovým kolem |
| i | [-] | Převodový poměr |
| i_ξ | [-] | Počet šroubů ve spoji |
| J_{p1} | [mm ⁴] | Polární kvadratický moment |
| J_{pu1} | [mm ³] | Jednotkový polární kvadratický moment |
| J_{z1} | [mm ⁴] | Osový kvadratický moment |
| J_{z2} | [mm ⁴] | Osový kvadratický moment |
| J_{z3} | [mm ⁴] | Osový kvadratický moment |
| J_{zu1} | [mm ³] | Jednotkový osový kvadratický moment |

| | | |
|-------------|----------------------|--|
| J_{zu2} | [mm ³] | Jednotkový osový kvadratický moment |
| J_{zu3} | [mm ³] | Jednotkový osový kvadratický moment |
| k_R | [-] | Součinitel bezpečnosti |
| L_1 | [mm] | Vzdálenost od působení síly |
| L_2 | [mm] | Vzdálenost od působení síly |
| L_3 | [mm] | Vzdálenost od působení síly |
| l | [mm] | Délka kluzného pouzdra |
| l_1 | [mm] | Délka svaru |
| l_2 | [mm] | Délka svaru |
| l_3 | [mm] | Délka svaru |
| M_2 | [N·m] | Výstupní kroutící moment převodovky |
| M_k | [N·m] | Potřebný kroutící moment |
| M_o | [N·m] | Ohybový moment |
| M_z | [N·m] | Ohybový moment kolem osy z |
| m_{celk} | [kg] | Součet hmotnosti konstrukce a maximálního zatížení |
| m_{nos} | [kg] | Nosnost plošiny |
| $m_{pře}$ | [kg] | Hmotnost, o kterou je dovoleno překročit nosnost plošiny |
| m_{plo} | [kg] | Hmotnost konstrukce plošiny |
| n_2 | [min ⁻¹] | Výstupní otáčky převodovky |
| n_{max} | [min ⁻¹] | Maximální možné otáčky pro dodržení rychlosti |
| $p_{dov,o}$ | [MPa] | Dovolený kontaktní tlak |
| $p_{dov,p}$ | [MPa] | Dovolený kontaktní tlak |
| p'_{max} | [MPa] | maximální kontaktní tlak |
| p_o | [MPa] | Kontaktní tlak |
| r_1 | [mm] | Vzdálenost |
| S | [mm ²] | Obsah plochy |
| t | [mm] | Tloušťka stěny trubky v kontaktu s dříkem šroubu |
| v | [m·s ⁻¹] | Jmenovitá rychlost zdvihu |
| v_{max} | [m·s ⁻¹] | Maximální jmenovitá rychlost zdvihu |
| \bar{x} | [mm] | Souřadnice x těžiště obrazce |
| x_A | [mm] | Vzdálenost A od středu otáčení |
| x_B | [mm] | Vzdálenost B od středu otáčení |
| x_N | [mm] | Vzdálenost zatížení od středu otáčení |

| | | |
|-------------|-------|--|
| x_R | [mm] | Vzdálenost působíště zdvihacího mechanismu od středu otáčení |
| x_T | [mm] | Vzdálenost těžiště od středu otáčení |
| \bar{y} | [mm] | Souřadnice x těžiště obrazce |
| z_1 | [mm] | Výška svaru |
| z_2 | [mm] | Výška svaru |
| z_3 | [mm] | Výška svaru |
| τ_1 | [MPa] | Celkové smykové napětí ve svaru |
| τ_1' | [MPa] | Smykové napětí ve svaru od posouvající síly |
| τ_1'' | [MPa] | Smykové napětí ve svaru od kroutícího momentu |
| τ_1''' | [MPa] | Smykové napětí ve svaru od ohybového momentu |
| τ_2 | [MPa] | Celkové smykové napětí |
| τ_2' | [MPa] | Smykové napětí ve svaru od posouvající síly |
| τ_2'' | [MPa] | Smykové napětí ve svaru od ohybového momentu |
| τ_3 | [MPa] | Celkové smykové napětí |
| τ_3' | [MPa] | Smykové napětí ve svaru od posouvající síly |
| τ_3'' | [MPa] | Smykové napětí ve svaru od ohybového momentu |
| τ_D | [MPa] | Dovolené napětí |
| τ_{D1} | [MPa] | Dovolené napětí |
| τ_{D2} | [MPa] | Dovolené napětí |
| τ_{D3} | [MPa] | Dovolené napětí |
| τ_s | [MPa] | Smykové napětí ve šroubu |

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P1 – Výkres sestavy zdvihací plošiny

Příloha P2 – Výkres plošiny