

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STROJNÍ



Ústav automobilů, spalovacích
motorů a kolejových vozidel

**Konstrukční návrh otočných sedadel pro interiér
elektrické regionální jednotky**

A Construction Design of Swivel Seats for Interior of an
Electric Regional Unit

Diplomová práce

Vypracoval:	Bc. David Eliáš
Studijní program:	Dopravní a transportní technika
Specializace:	Kolejová vozidla
Vedoucí práce:	doc. Ing. Josef Kolář, CSc.
Konzultant:	Ing. Otomar Vincik

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Eliáš** Jméno: **David** Osobní číslo: **466497**
Fakulta/ústav: **Fakulta strojní**
Zadávací katedra/ústav: **Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel**
Studijní program: **Dopravní a transportní technika**
Specializace: **Kolejová vozidla**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Konstrukční návrh otočných sedadel pro interiér elektrické regionální jednotky

Název diplomové práce anglicky:

A construction design of swivel seats for interior an electric regional unit

Pokyny pro vypracování:

Vypracujte:

1. Rešerši na téma „Elektrické jednotky pro regionální dopravu“ a systémy řešení otočných sedadel.
2. Typový výkres třívozové jednotky a návrh uspořádání interiéru vozů s otočnými sedadly.
3. Konstrukční návrh rámu dvojsedadla s otočným mechanismem.
4. Sestavný výkres otočného dvojsedadla a jeho ukotvení do konstrukci skříně vozu.
5. Průvodní technickou zprávou dokumentující splnění dílčích úkolů.

Seznam doporučené literatury:

Odborné časopisy, firemní literatura, patentová literatura, normy.
Skripta ČVUT: KOLÁŘ, J.: Teoretické základy konstrukce kolejových vozidel
ŠÍBA, J.: Kolejová vozidla II,
ŠÍBA, J.: Kolejová vozidla II - pojezd
MARUNA, Z., HOFFMANN, V., KOULA, J. KROUPOVÁ, Z.: Metodika konstruování kolejových vozidel - osobní a nákladní podvozky

Jméno a pracoviště vedoucí(ho) diplomové práce:

doc. Ing. Josef Kolář, CSc. ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel FS

Jméno a pracoviště druhé(ho) vedoucí(ho) nebo konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **21.04.2022**

Termín odevzdání diplomové práce: **13.07.2022**

Platnost zadání diplomové práce: _____

doc. Ing. Josef Kolář, CSc.
podpis vedoucí(ho) práce

doc. Ing. Oldřich Vítek, Ph.D.
podpis vedoucí(ho) ústavu/katedry

doc. Ing. Miroslav Španiel, CSc.
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci, s názvem: Konstrukční návrh otočných sedadel pro interiér elektrické regionální jednotky, vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Josefa Koláře CSc., po konzultacích s Ing. Otomarem Vincikem a s použitím literatury uvedené na konci mé bakalářské práce v seznamu použité literatury.

V Praze, dne 11. 7. 2022

Bc. David Eliáš

.....

Anotační list

Jméno autora:	Bc. David Eliáš
Název DP:	Konstrukční návrh otočných sedadel pro interiér elektrické regionální jednotky
Anglický název DP:	A Construction Design of Swivel Seats for Interior of an Electric Regional Unit
Rok:	2022
Studijní program:	Dopravní a transportní technika
Specializace:	Kolejová vozidla
Ústav:	Ústav automobilů, spalovacích motorů a kolejových vozidel
Vedoucí DP:	doc. Ing. Josef Kolář, CSc.
Konzultant DP:	Ing. Otomar Vincik
Bibliografické údaje:	počet stran: 85 počet obrázků: 109 počet tabulek: 11 počet příloh: 6
Klíčová slova:	elektrická trakční jednotka, konzola, upevnění, sedadlo, interiér
Keywords:	electric traction units, cantilever, fastening, seat, interior

Anotace:

Cílem této diplomové práce je navrhnout interiér třídílné elektrické regionální jednotky pro spěšné vlaky a konstrukčně navrhnout mechanismus otáčení sedadel.

Abstract:

The aim of this thesis is to design the interior of a three-part electrical unit for regional fast trains and to design the seat rotation mechanism.

Obsah

Prohlášení	3
Anotační list.....	4
Anotace:	4
Abstract:	4
Úvod	1
1 Rešerše na téma: Elektrické jednotky pro regionální dopravu	2
1.1 Kategorizace železniční sítě.....	2
1.2 Druhy železničních vlaků s přepravou cestujících v ČR.....	3
1.3 Přepravní požadavky	8
1.4 Výhody nízkopodlažních elektrických trakčních jednotek s elektrickou výzbrojí na střeše.....	9
1.5 Nevýhody nízkopodlažních elektrických trakčních jednotek s elektrickou výzbrojí na střeše.....	9
1.6 Způsoby uspořádání sedadel v interiérech železničních vozů	10
1.7 Základní technické požadavky kladené na sedadla v interiérech železničních vozidel.....	10
1.8 Způsoby upevnění sedadel v interiérech železničních vozidel.....	11
1.9 Příklady nízkopodlažních jednotek s elektrickou výzbrojí na střeše	11
1.10 Příklady konstrukčních řešení dvousměrných sedadel.....	19
1.11 Výhody a nevýhody dvousměrných sedadel.....	21
2 Konstrukční návrh otočných sedadel.....	22
2.1 Patenty otočných sedadel	22
2.2 Patenty překlápěcích sedadel	24
2.3 Výběr vhodného mechanismu pro dvousměrné sedadlo.....	26
2.4 Konstrukční varianty otočného mechanismu.....	27
2.5 Mechanicky ovládaný otočný mechanismus	28
2.6 Konzola mechanicky ovládaného otočného mechanismu.....	32
2.7 Zajišťovací rám mechanicky ovládaného otočného mechanismu	33
2.8 Rám sedadel mechanicky ovládaného otočného mechanismu	34
2.9 Přizvedávací hřídel mechanicky ovládaného otočného mechanismu.....	36
2.10 Páka mechanicky ovládaného otočného mechanismu.....	36
2.11 Elektricky ovládaný otočný mechanismu.....	38
2.12 Konzola elektricky ovládaného otočného mechanismu	42
2.13 Zajišťovací rám elektricky ovládaného otočného mechanismu.....	43
2.14 Rám sedadel elektricky ovládaného otočného mechanismu.....	44
2.15 Přizvedávací hřídel elektricky ovládaného otočného mechanismu.....	44
2.16 Páka elektricky ovládaného otočného mechanismu	46

2.17	<i>Výpočet vnitřních silových účinků zvedacího mechanismu mechanicky ovládaného otočného mechanismu.....</i>	47
2.18	<i>Výpočet vnitřních silových účinků zvedacího mechanismu elektricky ovládaného otočného mechanismu.....</i>	50
2.19	<i>Výběr aktuátoru pro elektricky ovládaný otočný mechanismu.....</i>	53
2.20	<i>Výběr krokového motoru pro elektricky ovládaný otočný mechanismu.....</i>	54
2.21	<i>Možná aplikace otočných sedadel.....</i>	56
3	Řešení interiéru elektrické trakční jednotky s otočnými sedadly.....	57
3.1	<i>Poloha sedadel vůči otočnému mechanismu.....</i>	57
3.2	<i>Prostorové požadavky otočných sedadel pro uspořádání „za sebou“.....</i>	58
3.3	<i>Prostorové požadavky otočných sedadel pro uspořádání „za sebou a proti sobě“.....</i>	60
3.4	<i>Minimální orientační potřebná šířka skříně při použití otočných sedadel.....</i>	62
3.5	<i>Standartní uspořádání sedadel v interiéru tří – vozové elektrické regionální jednotky s pevnými sedadly 63</i>	
3.6	<i>Autobusové uspořádání sedadel v interiéru tří – vozové elektrické regionální jednotky s otočnými sedadly 65</i>	
3.7	<i>Variabilní uspořádání sedadel v interiéru tří – vozové elektrické regionální jednotky s otočnými sedadly 67</i>	
3.8	<i>Použití stolků u otočných sedadel.....</i>	70
3.9	<i>Další možná uspořádání sedadel v interiéru tří – vozové elektrické regionální jednotky s otočnými sedadly 71</i>	
	Závěr.....	72
	Citovaná literatura.....	75
	Seznam obrázků.....	77
	Seznam tabulek.....	79
	Seznam příloh.....	79

Úvod

Při správném použití může být železniční doprava nejekologičtější a nejudržitelnějším způsobem dopravy. Právě udržitelnost a ekologie hraje ve společnosti v dnešní době zásadní roli. Z tohoto důvodu bychom potřebovali dostat co nejvíce lidí z aut do železničních vozidel. Toho nejlépe docílíme zatraktivněním železniční dopravy, například zkrácením jízdních časů, snížením intervalů mezi jednotlivými spoji nebo zvýšením jízdního komfortu. V této práci jsem se zaměřil především na způsoby, jakými lze zvyšovat komfort jízdy ve vozech druhé třídy na regionálních tratích.

Z hlediska jízdního komfortu je důležité věnovat pozornost snižování hluku a vibrací uvnitř železničních vozidel, správnému osvětlení a kvalitě vzduchu, vhodnému uspořádání sedadel a mnoha dalším aspektům.

Jako student Fakulty strojní s trvalým bydlištěm v Kolíně dojíždím již šestým rokem několikrát týdně vlakem do Prahy. Za tuto dobu jsem již stihl vypořizovat určité charakteristické znaky cestujících, například to, že průměrný cestující preferuje orientaci sedadel do směru jízdy. Kvůli faktu, že regionální jednotky jsou konstruovány pro obousměrný provoz, je nemožné, při použití pevných sedadel, mít vždy všechna sedadla orientována po směru jízdy. Z tohoto důvodu jsem se v této diplomové práci zaměřil na návrh konstrukce sedadel, která umožní sedadla v interiéru přenastavit do požadovaného směru.

Tato diplomová práce navazuje na mou bakalářskou práci „Upevnění sedadel v elektrických trakčních jednotkách“ [1]. Některé informace jsem v této práci již neopakoval a pouze jsem se odkázal na mou bakalářskou práci.

Tato diplomová práce vznikla za podpory společnosti Siemens Mobility s.r.o. Za věcné připomínky a cenné rady děkuji Ing. Otomaru Vincikovi. Za odborné vedení, cenné rady na pravidelných konzultacích a ochotu děkuji docentovi Josefu Kolářovi.

1 Rešerše na téma: Elektrické jednotky pro regionální dopravu

1.1 Kategorizace železniční sítě

Nejprve představím jednotlivé kategorie železničních sítí, které se vyskytují v České republice. Železniční dráhy jsou takto rozděleny na základě zákona č. 266/1994 Sb., o dráhách, v platném znění, člení do jednotlivých kategorií z hlediska významu, účelu a technických podmínek, stanovených prováděcím předpisem. [2]

- Dráha celostátní** – je dráha, která slouží mezinárodní a celostátní veřejné železniční dopravě a je jako taková označena.
- Dráha regionální** – je dráha regionálního nebo místního významu, která slouží veřejné železniční dopravě a je zaústěná do celostátní nebo jiné regionální dráhy.
- Vlečka** – je dráha, která slouží vlastní potřebě provozovatele nebo jiného podnikatele a je zaústěná do celostátní nebo regionální dráhy, nebo jiné vlečky.
- Speciální dráha** – slouží zejména k zabezpečení dopravní obslužnosti obce.

[2]



(stav ke dni 25.06.2018)

Obrázek 1.1.1 -Kategorizace železniční sítě [2]

1.2 Druhy železničních vlaků s přepravou cestujících v ČR

V diplomové práci se věnuji pouze vlakům přepravující osoby, z toho důvodu představím dělení pouze této kategorie. V této kapitole jsem nejprve představil jednotlivé druhy železničních vlaků z pohledu uživatelského a následně jsem u vybraných vlaků uvedl i technické parametry. Pro rozdělení jednotlivých vlaků jezdících na české železnici jsem si definoval:

Střední vzdálenost stanic

$$L_{sv} = \frac{L_c}{N_s - 1} [km] \quad (1.2.1)$$

Kde L_c je celková délka tratě a N_s celkový počet stanic.

Střední doba mezi stanicemi

$$T_{dms} = \frac{T_{dj} - T_{ds}}{N_s - 1} [min] \quad (1.2.2)$$

Kde T_{dj} je celková doba jízdy a T_{ds} celková doba strávená ve stanicích.

SC Pendolino

Vlaky SuperCity (SC) zajišťují nejrychlejší spojení na trase Praha hl.n. – Ostrava hl.n. Zastavují pouze v nejdůležitějších stanicích. Střední vzdálenost stanic na trase Ostrava – Praha hl. n. je $L_{sv} = 59,3 km$ a střední doba mezi stanicemi $T_{dsm} = 32,3 min$. Vlaky SC nabízejí první i druhou vozovou třídu, restaurační vůz a roznáškovou službu s prodejem občerstvení. Vozy jsou klimatizované, je k dispozici bezdrátové připojení k internetu a zásuvky na 230 V. Sedadla jsou v uspořádání za sebou a proti sobě, 50 % jich je otočeno do směru jízdy a 50 % proti směru jízdy. [3]



Obrázek 1.2.1 - SC Pendolino [4]

Railjet

Vlaky railjet (rj) nabízejí přímé spojení mezi Prahou a Vídní. Zastavují jen v nejvýznamnějších stanicích. Střední vzdálenost stanic na trase Praha hl.n. – Wien Hbf je $L_{sv} = 81,2 \text{ km}$ a střední doba mezi stanicemi $T_{dsm} = 57,4 \text{ min}$. Vlaky railjet nabízejí vozovou třídu Business, první třídu a druhou třídu, restaurační vůz a roznáškovou službu s prodejem občerstvení. Vozy jsou klimatizované, je k dispozici bezdrátové připojení k internetu a zásuvky na 230 V. Sedadla jsou v uspořádání za sebou a proti sobě, 50 % jich je otočeno do směru jízdy a 50 % proti směru jízdy. [3]



Obrázek 1.2.2 – Railjet [5]

InterCity a EuroCity

Vlaky InterCity (IC) zajišťují rychlé cestování na dlouhé vzdálenosti po České republice, vlaky EuroCity (EC) navíc jezdí až do zahraničí. Zastavují pouze v nejvýznamnějších stanicích. Na trati mezi Bohumínem a Grazem je střední vzdálenost stanic $L_{sv} = 31,4 \text{ km}$ a střední doba mezi stanicemi $T_{dsm} = 20,7 \text{ min}$. Vlaky IC a EC nabízejí první i druhou vozovou třídu, restaurační vůz a roznáškovou službu s prodejem občerstvení. Bezdrátové připojení a klimatizace je jen ve vybraných vozech, zásuvky na 230 V jsou ve všech vozech. Sedadla jsou buď v uspořádání kupé, nebo za sebou a proti sobě, 50 % jich je otočeno do směru jízdy a 50 % proti směru jízdy. [3]



Obrázek 1.2.3 – Vůz Bmz²³² ve vlacích EC [6]

Expres

Expresy (Ex) zajišťují rychlé spojení mezi regiony v České republice. Zastavují pouze ve významnějších stanicích. Střední vzdálenost stanic na trase Praha hl. n. – Bohumín je $L_{sv} = 30,3 \text{ km}$ a střední doba mezi stanicemi $T_{dsm} = 18,2 \text{ min.}$ Vlaky Ex nabízejí první i druhou vozovou třídu, ve vybraných vozech je roznášková služba s prodejem občerstvení. Bezdrátové připojení a klimatizace je jen ve vybraných vozech, zásuvky na 230 V jsou ve všech vozech. Expresy jezdí v podobném vozovém složení jako vlaky EuroCity a InterCity. Sedadla jsou buď v uspořádání kupé, nebo za sebou a proti sobě, 50 % jich je otočeno do směru jízdy a 50 % proti směru jízdy. [3]

Rychlík

Rychlíky (R) zajišťují rychlé spojení mezi regiony v České republice. Zastavují pouze ve významnějších stanicích nebo zastávkách. Střední vzdálenost stanic na trase Praha-Smíchov – Brno hl.n. je $L_{sv} = 18,5 \text{ km}$ a střední doba mezi stanicemi $T_{dsm} = 13,2 \text{ min.}$ Vlaky R nabízejí zpravidla první i druhou vozovou třídu, ve většině případů nenabízí roznáškovou službu, klimatizaci a ani bezdrátové připojení. Zásuvky na 230 V jsou zpravidla ve všech vozech. Nejmodernější jednotka používaná pro vozbu rychlíků je InterPanter, tato jednotka již nabízí bezdrátové připojení, klimatizaci a samoobslužný automat s občerstvením. Sedadla jsou buď v uspořádání kupé, nebo za sebou a proti sobě, 50 % jich je otočeno do směru jízdy a 50 % proti směru jízdy. [3]



Obrázek 1.2.4 - Elektrická jednotka InterPanter [7]

Osobní vlaky

Osobní vlaky (Os) zajišťují pomalejší spojení mezi regiony, zastavují ve všech stanicích a zastávkách. Střední vzdálenost stanic pro osobní vlak na trase Praha hl.n. – Beroun je $L_{sv} = 3,6 \text{ km}$ a střední doba mezi stanicemi $T_{dsm} = 3,6 \text{ min.}$ Střední vzdálenost stanic pro spěšný vlak na trase Praha hl.n. – Kolín je $L_{sv} = 12,4 \text{ km}$ a střední doba mezi stanicemi $T_{dsm} = 8,4 \text{ min.}$ Regionální vlaky nabízejí druhou třídu a ve vybraných vlacích i první třídu. Nenabízí roznáškovou službu občerstvení, bezdrátové připojení a ani klimatizaci. Zásuvky na 230 V jsou ve většině vlacích. Většina regionálních vlaků má sedadla v uspořádání proti sobě, 50 % jich je otočeno do směru jízdy a 50 % proti směru jízdy. [3]



Obrázek 1.2.5 - Osobní vlak CityElefant [8]

Speciální vlaky

České dráhy disponují i řadou speciálních vlaků. Například:

- Nočními vlaky, které spojují Česko s okolními zeměmi a umožňují cestujícím přenocovat na lůžkách, na palubě vlaku.
- Autovlaky, které spojují Česko s okolními zeměmi a umožňují „sbalit si“ s sebou na cestu osobní automobil.

Vlaky soukromých dopravců

V posledních letech se na českých železnicích začaly objevovat i vlaky nově vznikajících dopravců, kteří disponují jak vlaky dálkovými, tak těmi regionálními. Jedná se především o společnosti Leo Express, Arriva a Regiojet.

Leo Express nabízí vlaky, které jsou uživatelsky ekvivalentem vlakům EuroCity a InterCity. Střední vzdálenost stanic na trase Praha hl. n. – Karviná hl.n. je $L_{sv} = 27 \text{ km}$ a střední doba mezi stanicemi $T_{dsm} = 16,9 \text{ min.}$ Vlaky Leo Express nabízejí čtyři vozové třídy (Economy, Economy plus, Business a Premium) a roznáškovou službu s prodejem občerstvení. Vozy jsou klimatizované, je k dispozici bezdrátové připojení k internetu a zásuvky na 230 V. Sedadla jsou v uspořádání za sebou a proti sobě, 50 % sedadel směřuje do směru a 50 % proti směru jízdy. Dále pak Leo Express disponuje vlaky osobními.

Arriva provozuje v České republice především vlaky osobní, ve formě motorových jednotek. Uspořádání sedadel v těchto vlacích je proti sobě, 50 % po směru a 50 % proti směru jízdy.

Regiojet naopak cílí na dálkové spoje, jako jediný dopravce nabízí spojení mezi Prahou a chorvatským Splitem. V současné době disponuje pouze vlaky sestavenými z oddílových nebo velkoprostorových osobních vozů tažených lokomotivou. Sedadla v těchto vlacích jsou uspořádána buď v kupé, nebo za sebou a proti sobě, 50 % sedadel je ve směru a 50 % proti směru jízdy.



Obrázek 1.2.6 -Elektrická jednotka řady 480 provozovaná společností Leo Express [9]

Srovnání jednotlivých vlaků

Druh vlaku	Dopravce	Trasa	L_{sv}	T_{dsm}
SuperCity	ČD	Praha hl.n. – Ostrava hl.n.	59,3 km	32,3 min
railjet	ČD	Praha hl.n. – Graz	81,2 km	57,4 min
InterCity a EuroCity	ČD	Bohumín – Graz	31,4 km	20,7 min
Expres	ČD	Praha hl.n. – Bohumín	30,3 km	18,2 min
Leo Express	Leo Express	Praha hl.n. – Karviná hl.n.	27 km	16,9 min
Rychlík	ČD	Praha-Smíchov – Brno hl.n.	18,5 km	13,2 min
Spěšný vlak	ČD	Praha hl.n. – Kolín	12,4 km	8,4 min
Osobní vlak	ČD	Praha hl.n. – Beroun	3,6 km	3,6 min

 Tabulka 1.2.1 - Srovnání jednotlivých vlaků¹

Rozdíly jednotlivých druhů vlaků jsou vidět v tabulce (Tabulka 1.2.1). Nejdelší střední vzdálenost mezi stanicemi a zároveň nejdelší střední doba mezi stanicemi vychází pro vlaky railjet, dále pak pro SuperCity, InterCity a EuroCity, Expres, Leo Express, Rychlík, Spěšný vlak a nejkratší střední doba a čas mezi stanicemi vychází pro Osobní vlaky.

Dvousměrná sedadla dávají největší smysl pro vlaky, ve kterých cestující tráví nejvíce času (cestující se cítí komfortněji když cestují ve směru jízdy, viz. Úvod). Z tohoto důvodu by použití těchto sedadel bylo v České republice nejvýhodnější u vlaků typu railjet. Naopak u osobních vlaků není kladen tak veliký důraz na komfort cestujících, neboť cestující netráví ve voze tak dlouhou dobu. Důraz je kladen na co možná největší kapacitu vozů, a proto bych použil dvousměrná sedadla takovým způsobem, aby kapacitu nesnižovali (viz. kapitola 3.6).

Téma této diplomové práce mi bylo navrženo společností Siemens Mobility s.r.o. Za úkol jsem dostal navrhnout interiér vozu s použitím dvousměrných sedadel pro **tří-vozovou, ucelenou, nízkopodlažní** elektrickou trakční jednotku s maximální rychlostí **do 160 km/h** a se střední vzdáleností mezi stanicemi **od 25 do 35 km**. Budu tedy navrhovat interiér jednotky, která bude ekvivalentem Expresu, Rychlíku či jednotky řady 480 od Leo Expressu. Použití takto koncipované jednotky by dávalo smysl například při nasazení na trati Praha hl.n. – Brno hl.n. Řada cestujících totiž využívá Rychlíky i na delší vzdálenosti.

¹ Všechna vstupní data pro výpočet střední vzdálenosti stanic a střední doby mezi stanicemi byla čerpána z aplikace Můj vlak a Idos.

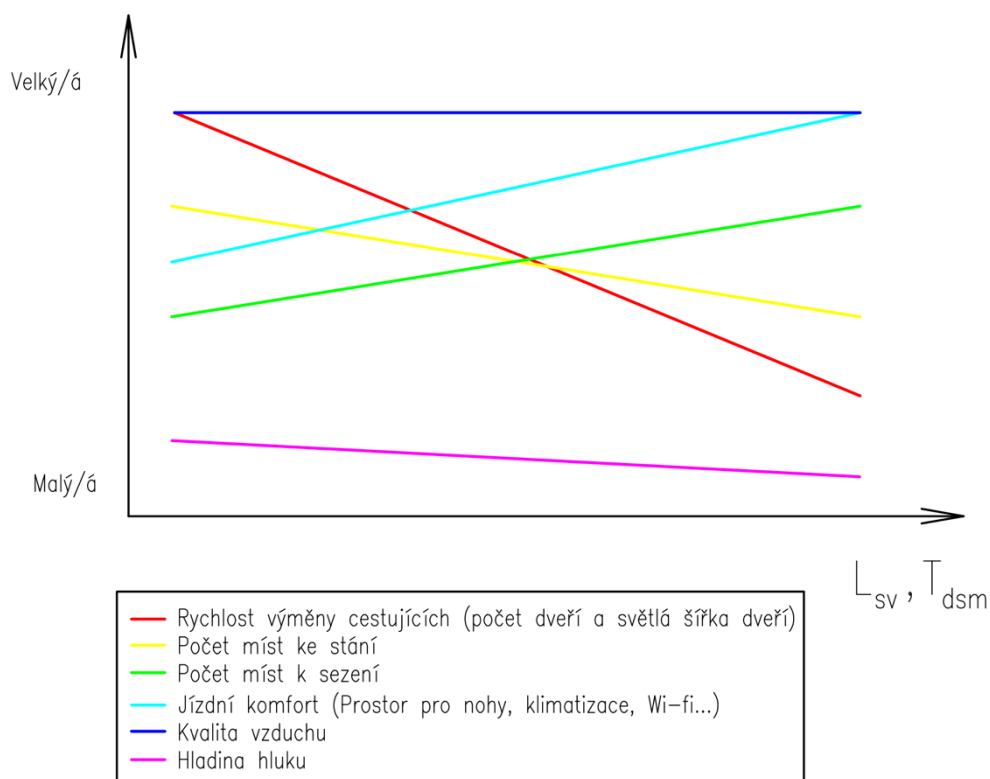
1.3 Přepravní požadavky

Přepravní požadavky jsou závislé na parametrech L_{sv} a T_{dsm} , určují výslednou koncepci vozidel. Pro lepší ilustraci vlivů těchto parametrů jsem vytvořil jednoduchý graf, na obrázku (Obrázek 1.3.1). Do grafu jsem načrtl závislosti přepravních požadavků (zejména pak: požadavku rychlosti výměny cestujících, počtu míst ke stání, počtu míst k sezení, jízdního komfortu, kvality vzduchu a hladiny hluku), na střední vzdálenosti stanic, respektive na střední době mezi stanicemi.

Dveřnatost

$$n_d = \frac{N_d \cdot w_d}{L_j} \cdot 100 [\%] \quad (1.3.1)$$

Kde N_d je celkový počet dveří na jedné straně jednotky a w_d je světlá šířka dveří.



Obrázek 1.3.1 – Přepravní požadavky vlaků

Z grafu vyplývá, že se zvyšujícími se parametry L_{sv} a T_{dsm} dochází ke zvyšování požadavků na jízdní komfort a počet míst k sezení. Cílem je, aby cestování na delší vzdálenosti bylo pro cestující co možná nejpohodlnější. Naopak dochází ke snižování požadavků na počet míst k sezení, jinými slovy dochází ke zmenšování celkové obsaditelnosti na m^2 podlahové plochy, a na rychlost výměny cestujících. Rychlost výměny cestujících lze ovlivnit například dveřnatostí vozů a ucelených jednotek. Dveřnatost je definována rovnicí (1.3.1). Kvalitu vzduchu je třeba držet vždy co možná nejvyšší. V minulosti bylo běžné, že například Osobní vlaky si dopravci objednávali zpravidla bez klimatizace. To se však v současnosti mění, neboť se ukazuje, že instalaci klimatizace lze při provozu Osobních vlaků (stejně tak těch dálkových) ušetřit. Vlaky nebo ucelené jednotky, které jsou vybaveny klimatizací jsou dodávány

v provedení s pevnými okny (pro nouzovou ventilaci mohou v těchto vozech být výklopná okna, která jsou však za provozu uzamčená). Z tohoto důvodu nemohou (a ani nepotřebují) cestující v letních měsících otevírat okna pro zlepšení kvality vzduchu. Otevření oken vede za jízdy k poměrně značnému zvýšení jízdních odporů a tím pádem i ke zvýšení celkové spotřeby vlaku. V zimních měsících dochází také ke snížení celkové spotřeby při použití pevných oken, neboť otevíratelná okna po určité době ztratí své původní izolační schopnosti a okna začnou „profukovat“. To vede ke zvýšení energetických nároků na vytápění.

1.4 Výhody nízkopodlažních elektrických trakčních jednotek s elektrickou výzbrojí na střeše

Výhody nízkopodlažních, za provozu nerozpojitelných, elektrických trakčních jednotek s elektrickou výzbrojí na střeše v porovnání s netrakčními vozy taženými lokomotivou.

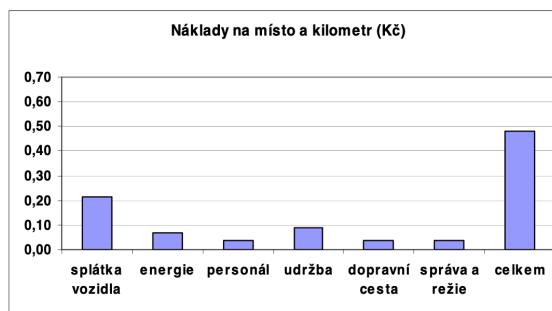
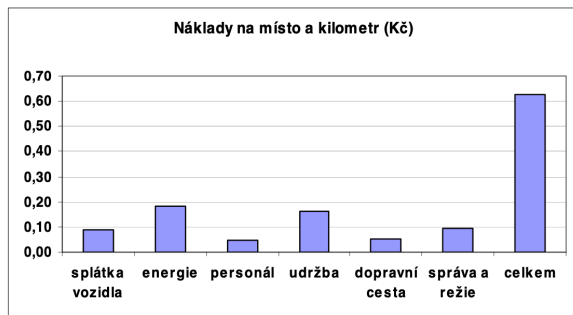
- skoro 100 % využití půdorysné plochy pro cestující (veškerá technická zařízení jsou pod podlahou nebo na střeše, půdorysnou plochu zabírají pouze stanoviště strojvedoucího s přílehlými rozvaděči), [10]
- nižší celková hmotnost (optimalizovaný trakční a brzdový výkon pro určitou jednotku),
- lepší akcelerace (větší adhezní hmotnost při nižší celkové hmotnosti),
- lepší brzdové schopnosti (nižší celková hmotnost, možnost použití elektropneumatické brzdy přímočinné),
- lepší aerodynamické vlastnosti (nižší aerodynamický odpor čelních vozidel a mezi-vozových přechodů)
- výrazně nižší provozní náklady ve srovnání s tradičním řešením (těžká lokomotiva a několik vozů), [10]
- v přepočtu na sedadlo příznivě nízká cena, [10]
- modifikace pro regionální dopravu (osobní zastávkové vlaky), [10]
- modifikace pro inter regionální dopravu (častěji zastavující rychlíky a spěšné vlaky), [10]
- snadné větvení vlaků (šetření kapacitou dopravní cesty), [10]
- více koncepcí uspořádání pojezdů (možnost použití Jakobsových podvozků)
- možnost redundance pohonů.

1.5 Nevýhody nízkopodlažních elektrických trakčních jednotek s elektrickou výzbrojí na střeše

- Vyšší pořizovací náklady (v porovnání s vlaky v konfiguraci lokomotiva + jednotlivé vozy),
- větší hluk (elektrická výzbroj a příslušenství na střeše nebo pod podlahou),
- menší variabilita počtu a typů vozů (jednotka rozpojitelná pouze za účelem údržby),
- složitější konstrukce (pohon ve více vozech),
- složitější údržba (pohon ve více vozech).
- zvýšené pevnostní požadavky střechy vozidel (elektrická výzbroj na střeše – působení tíhy a setrvačných sil)

**Starší těžká lokomotiva s vozy
(převažují vysoké náklady na
energii, dopravní cestu, posun při
obratech a údržbu)**

**Moderní lehká ucelená jednotka
(nižší hmotnost a vyšší operabilita
snižují provozní náklady)**



Obrázek 1.5.1 – Přínos nízkopodlažních elektrických trakčních jednotek s elektrickou výzbrojí na střeše ke snížení nákladů vlakové dopravy [10]

Z obrázku (Obrázek 1.5.1) vyplývá, že i při vyšších nákladech na nákup ucelených jednotek může dojít ke snížení jejich celkových nákladů na provoz.

1.6 Způsoby uspořádání sedadel v interiérech železničních vozů

Tuto problematiku jsem podrobně zpracoval v mé bakalářské práci Upevnění sedadel v Elektrických trakčních jednotkách, v kapitole 1. *Rešerše na téma: řešení interiéru elektrických trakčních jednotek pro regionální, dálkovou a vysokorychlostní dopravu.* Zde jsem shrnul nejčastěji používané způsoby uspořádání sedadel v interiérech železničních vozů, mezi které patří kupé, velkoprostorové uspořádání sedadel proti sobě a velkoprostorové uspořádání sedadel proti sobě a za sebou. Hodnotil jsem jednotlivé způsoby uspořádání a vybral jako nejvhodnější uspořádání pro regionální a mezi-městskou dopravu velkoprostorové uspořádání se sedadly za sebou a proti sobě. [1] Velkoprostorové uspořádání se sedadly za sebou a proti sobě je použito v interiérech všech jednotek zmíněných v kapitole 1.9.

1.7 Základní technické požadavky kladené na sedadla v interiérech železničních vozidel

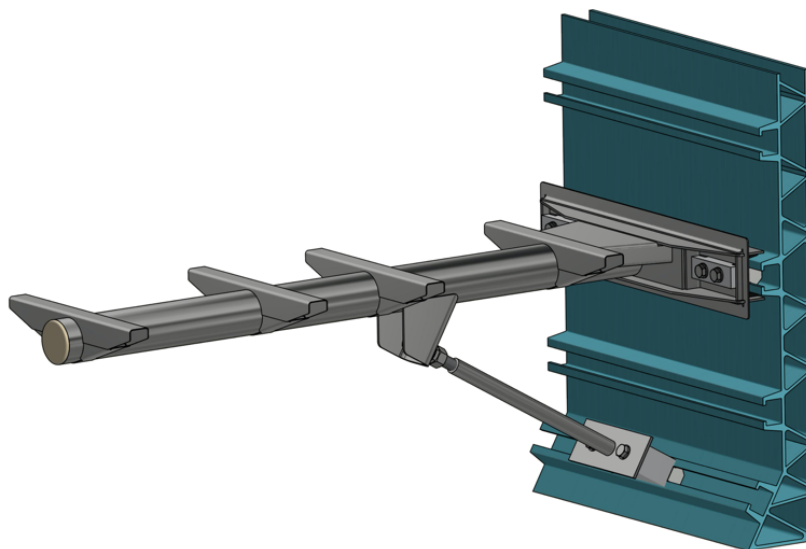
Tuto problematiku jsem také zpracoval v mé bakalářské práci, v kapitole 2. *Přehled základních technických požadavků kladených na sedadla železničních vozidel.* Zde jsem se zaměřil na legislativní požadavky, které musí sedadla v interiéru vozů splnit, především na Nařízení Komise EU TSI PRM, vyhlášky UIC 566 a UIC 567 a dále na interní předpis německého dopravce Deutsche Bahn GrulaSi, který předkládá mnohem větší spektrum zatížení konstrukce sedadel a musí být respektován dodavateli při zakázkách pro Deutsche Bahn. [1]

Norma EN 12 663-1

Tuto evropskou normu jsem v mé bakalářské práci nezmínil. Podobně jako UIC 566 předepisuje EN 12 663-1 pevnostní požadavky kladené na jednotlivé části železničních vozidel a specifikuje, jakým způsobem by měly probíhat pevnostní zkoušky.

1.8 Způsoby upevnění sedadel v interiérech železničních vozidel

Tuto problematiku jsem také zpracoval v mé bakalářské práci, v kapitole 3. *Analýza způsobů upevnění sedadel ve vozidle*. Zde jsem se věnoval způsobům upevnění konzoly sedadel do skříně vozu. Mezi základní způsoby upevnění patří: upevnění do podlahy částečné, nebo úplné, upevnění sedadel do stropu, upevnění sedadel do bočnice a upevnění sedadel na skříních uvnitř vozidla. Kvůli mnoha zmíněným výhodám upevnění sedadel do bočnice jsem právě tento způsob vybral jako nejvhodnější. [1]



Obrázek 1.8.1 -Konzola sedadel upevněná do bočnice pomocí c-drážky [1]

1.9 Příklady nízkopodlažních jednotek s elektrickou výzbrojí na střeše

V této podkapitole ukazují příklady různých řešení jednotek, které jsou konstruovány s podobnými parametry, jako je jednotka, kterou jsem dostal v zadání diplomové práce. Má jednotka je tří vozová, nízkopodlažní, s elektrickou trakcí, maximální rychlostí do 160 km/h a střední vzdáleností mezi stanicemi od 25 do 35 km.

InterPanter (Škoda 10Ev) – jednotka řady 660

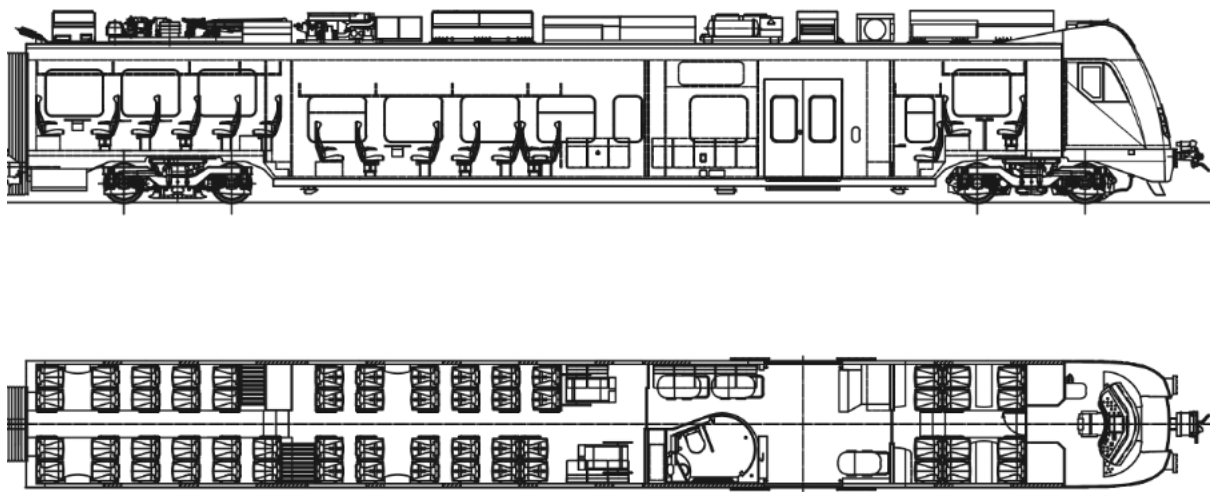
Jako první uvádím vozidlo InterPanter od Škody Transportation a.s. Jedná se o tři a pěti-vozovou elektrickou trakční jednotku. Vozy jednotky jsou čtyřnápravové a v provozu neoddělitelné. Jednotka je částečně nízkopodlažní a za provozu průchozí. Řídicí systém však umožňuje spřáhnout až čtyři jednotky do jednoho funkčního celku. U tří-vozové verze je 6 náprav hnaných, u pěti-vozové verze je 8 náprav hnaných. Základní parametry této jednotky jsem zaznamenal do tabulky (Tabulka 1.9.1).

Parametry	Tří-vozová	Pěti-vozová
Uspořádání pojezdu	$B'_0 2' + B'_0 2' + 2' B'_0$	$B'_0 2' + B'_0 2' + 2' 2' + B'_0 2' + 2' B'_0$
Jmenovité napětí	3kV DC / 25 kV 50 Hz	3kV DC / 25 kV 50 Hz
Maximální rychlost	160 km/h	160 km/h
Hmotnost prázdné jednotky	154,8 t	242,3 t
Instalovaný výkon	6 x 340 kW	8 x 340 kW
Rozchod	1 435 mm	1 435 mm
Délka soupravy	79 400 mm	132 400 mm
Šířka vozu	2 820 mm	2 820 mm
Výška vozu	4 260 mm	4 260 mm
Nástupní výška od TK	580 mm	580 mm
Počet sedadel (z toho 1. třída)	200 (25)	350 (42)
Počet míst pro invalidní vozíky	2	2
Počet míst pro jízdní kola + kočárky	10 + 6	15 + 8
Počet dveří na jedné straně jednotky	3	5
Světlá šířka dveří	1 500 mm	1 500 mm
Dveřnatost	5,7 %	5,7 %

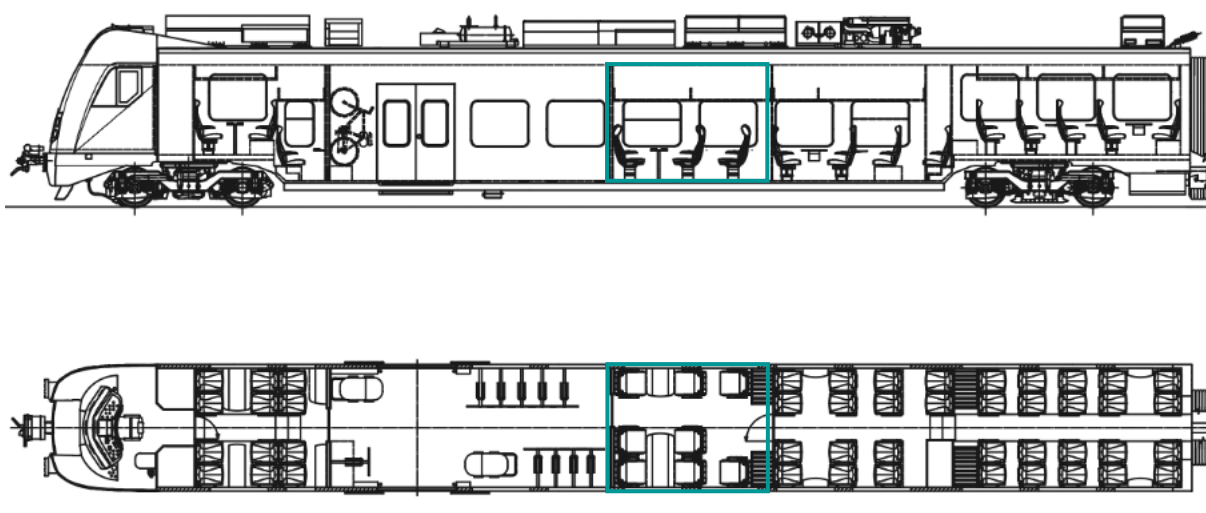
Tabulka 1.9.1 – Parametry jednotky InterPanter [11], [12]

Jednotka řady 660 se skládá z velkoprostorových vozů, které mají sedadla v uspořádání za sebou a proti sobě. Většina sedadel je upevněná do podlahy, zbylá jsou upevněná na skříních uvnitř vozidla.

Čelní vůz A (Obrázek 1.9.1) obsahuje toaletu pro imobilní cestující, police pro nadměrná zavazadla, vyhrazená místa pro kočárek, 2 vyhrazená místa pro invalidní vozík, vyhrazená sedadla pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace (na obrázcích označena křížkem) a sklopná sedadla ve vstupním prostoru.

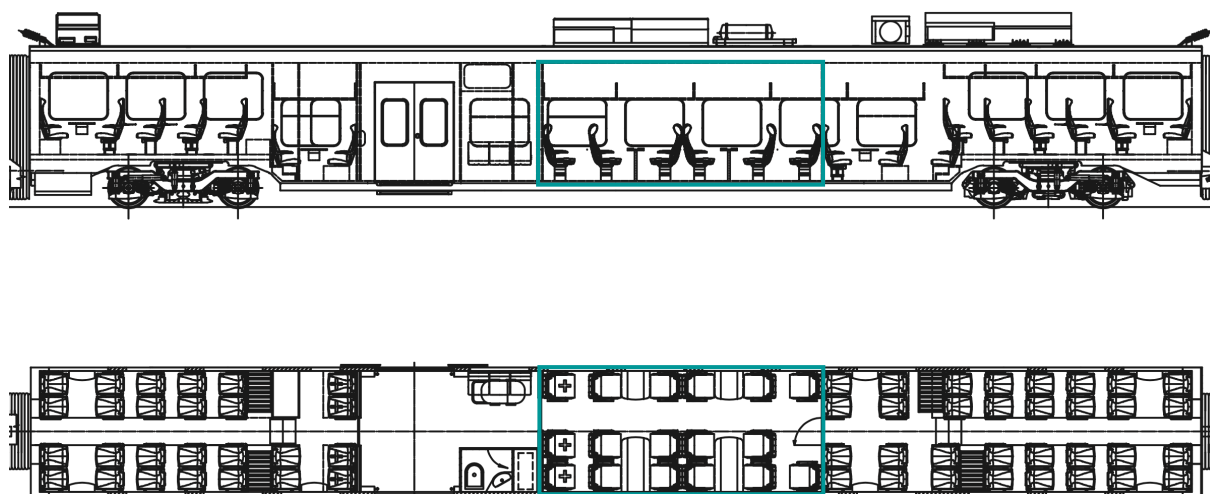

Obrázek 1.9.1 – Čelní vůz A tří vozové jednotky InterPanter [12]

Čelní vůz B (Obrázek 1.9.2) obsahuje police pro nadměrná zavazadla, závěsy pro jízdní kola, vyhrazená místa pro kočárek, sklopná sedadla ve vstupním prostoru a oddíl s první třídou. První třída je zvýrazněná na obrázku (Obrázek 1.9.2) tyrkysovou barvou.



Obrázek 1.9.2 - Čelní vůz B tří vozové jednotky InterPanter [12]

Vložený vůz C (Obrázek 1.9.3) obsahuje toaletu, police pro nadměrná zavazadla, vyhrazené místo pro kočárek, sklopná sedadla ve vstupním prostoru, vyhrazená sedadla pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace a oddíl s první třídou. První třída je zvýrazněná na obrázku (Obrázek 1.9.3) tyrkysovou barvou.



Obrázek 1.9.3 - Vložený vůz C tří vozové jednotky InterPanter [12]

Elektrická jednotka Stadler Flirt provozovaná společností Leo Express

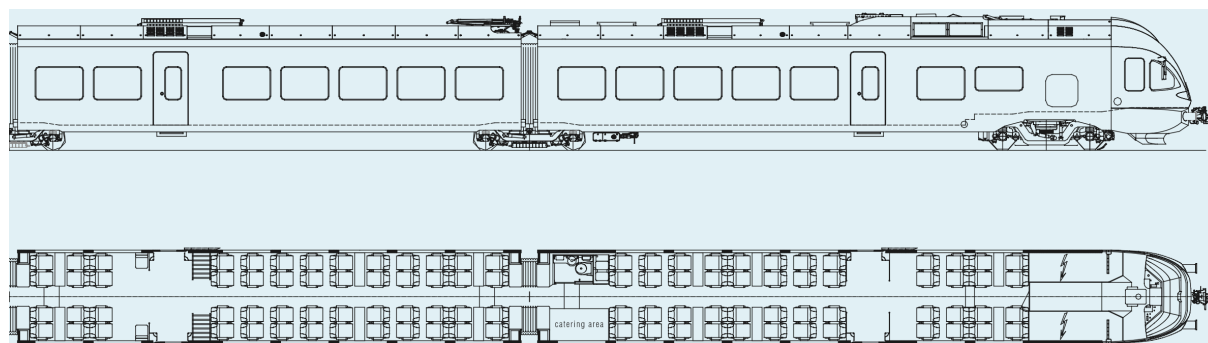
Jako druhého zástupce uvádím vozidlo řady 480 od společnosti Stadler Rail. Jedná se o pěti vozovou elektrickou trakční jednotku. Jednotka je konstruována s Jacobsovými podvozky, je z 90 % nízkopodlažní (s výjimkou oblasti nad podvozky u čel jednotky), za provozu průchozí a jednotlivé vozy jednotky jsou v provozu neoddělitelné. Řídicí systém však umožňuje spřáhnout dvě jednotky do jednoho funkčního celku. Jednotka má pouze 4 nápravy hnané (podvozky na čelech vlaku). Základní parametry této jednotky jsem zaznamenal do tabulky (Tabulka 1.9.2).

Parametry	Pěti-vozová
Uspořádání pojezdu	$B'_0 \bar{2}' \bar{2}' \bar{2}' \bar{2}' B'_0$
Jmenovité napětí	3kV DC
Maximální rychlost	160 km/h
Hmotnost plně obsazené jednotky	176 t
Trvalý výkon na kolech	2 000 kW
Maximální výkon na kolech	2 600 kW
Rozchod	1 435 mm
Délka soupravy	90 178 mm
Šířka vozu	2 880 mm
Výška vozu	4 150 mm
Nástupní výška od TK	780 mm
Počet sedadel (z toho Business třída, Premium třída)	237 (19, 6)
Počet míst pro invalidní vozíky	2
Počet míst pro jízdní kola + kočárky	4 (5)
Počet dveří na jedné straně jednotky	4
Světlá šířka dveří	850 mm
Dveřnatost	3,8 %
Rozteč běžných sedadel „za sebou“ v třídě Economy	920 mm

Tabulka 1.9.2 – Parametry jednotky řady 480 provozovaná společností Leo Express [13] [14]

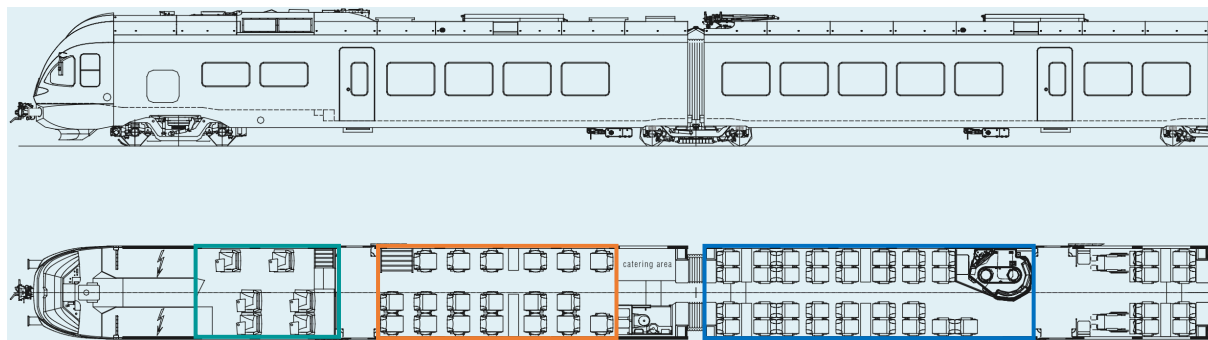
Jednotka Stadler Flirt se skládá z velkoprostorových vozů, které mají sedadla v uspořádání za sebou a proti sobě. Většina sedadel je upevněná do bočnice (detail konzoly viz. Bakalářská práce [1]), zbylá jsou upevněna na skříních uvnitř vozida.

V čelním voze A a vloženém voze C (Obrázek 1.9.4) je třída Economy. Čelní vůz A obsahuje toaletu, koutek pro catering a dvě vyhrazená místa pro kočárek. Do vloženého vozu C jsou zakomponována 4 místa pro jízdní kola (případně pro lyže), police pro nadměrná zavazadla a jedno vyhrazené místo pro kočárek.



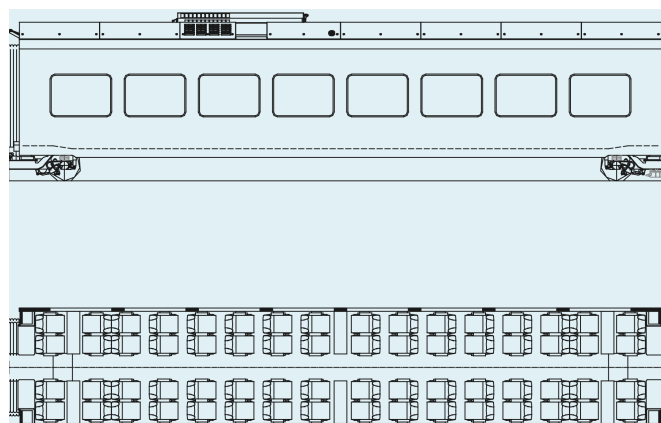
Obrázek 1.9.4 – Čelní vůz A a vložený vůz C jednotky Flirt

V čelním voze B a ve vloženém voze E (Obrázek 1.9.5) se nachází třída Premium (tyrkysově zvýrazněno), třída Business (oranžově zvýrazněno), třída Economy plus (modře zvýrazněné) a třída Economy. Třída Business nabízí největší komfort, o něco menší nabízí třída Premium, dále pak Economy plus a Economy. Čelní vůz B obsahuje toaletu, koutek pro catering a police pro nadměrná zavazadla. Do vloženého vozu E jsou zakomponovány 2 místa pro invalidní vozík, police pro nadměrná zavazadla a bezbariérová toaleta.



Obrázek 1.9.5 – Čelní vůz B a vložený vůz E jednotky Flirt

Vložený vůz D (Obrázek 1.9.6) nabízí pouze sedadla třídy Economy.



Obrázek 1.9.6 - Vložený vůz D jednotky Flirt

Desiro ML ÖBB Cityjet

Jako třetího zástupce uvádím vozidlo ML ÖBB Cityjet platformy Desiro od společnosti Siemens Mobility. Jedná se o tři vozovou jednotku ve dvou provedeních. První provedení je pro příměstský provoz (S-Bahn) a druhé provedení je pro regionální a meziměstskou dopravu (Regionalbahn). Druhé provedení jsem uvedl jako příklad. Vozy jsou čtyřnápravové a za provozu neoddělitelné. Jednotka je částečně nízkopodlažní a za provozu průchozí. Nízko-podlažní nejsou oblasti nad podvozky. Řídicí systém však umožňuje správnout až čtyři tři – vozové jednotky do jednoho funkčního celku. Jednotka má 8 dvojkolí hnaných. Základní parametry této jednotky jsem zaznamenal do tabulky (Tabulka 1.9.1).

Parametry	Tří-vozová
Uspořádání pojezdu	$B'_o B'_o + 2' 2' + B'_o B'_o$
Jmenovité napětí	15 kV AC / 25 kV AC
Maximální rychlost	160 km/h
Hmotnost plně obsazené jednotky	178 t (4 os/m ²)
Maximální výkon na kolech	2 600 kW
Rozchod	1 435 mm
Délka soupravy	75 152 mm
Šířka vozu	2 814 mm
Výška vozu	4 200 mm
Nástupní výška od TK	600 mm
Počet sedadel	259
Počet míst pro invalidní vozíky	2
Počet míst pro jízdní kola	18
Počet dveří na jedné straně jednotky	4
Světlá šířka dveří	1 300 mm
Dveřnatost	6,9 %
Rozteč běžných sedadel „za sebou“ v třídě Economy	800 mm

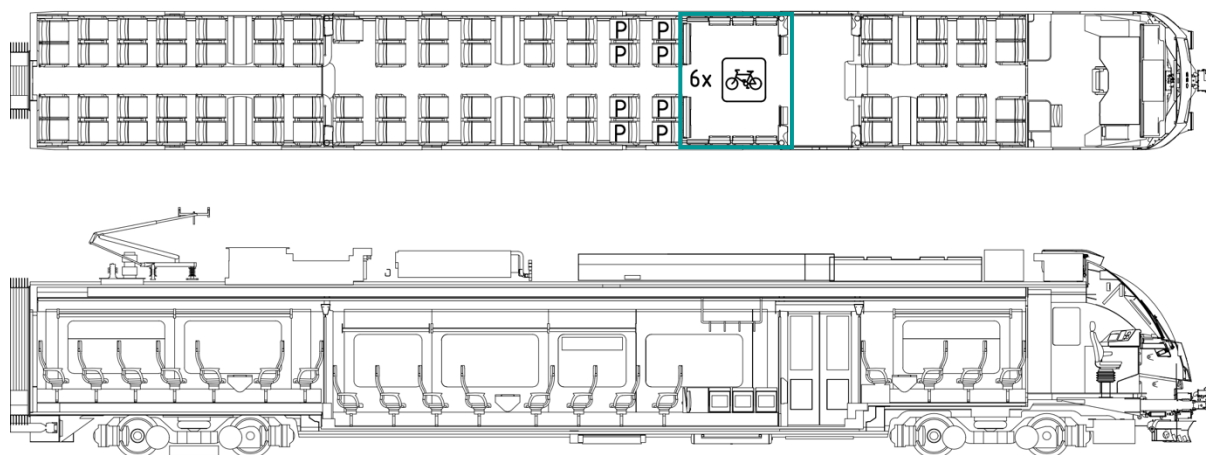
Tabulka 1.9.3 - Parametry jednotky ML ÖBB cityjet [15]



Obrázek 1.9.7 - Desiro ML ÖBB cityjet [16]

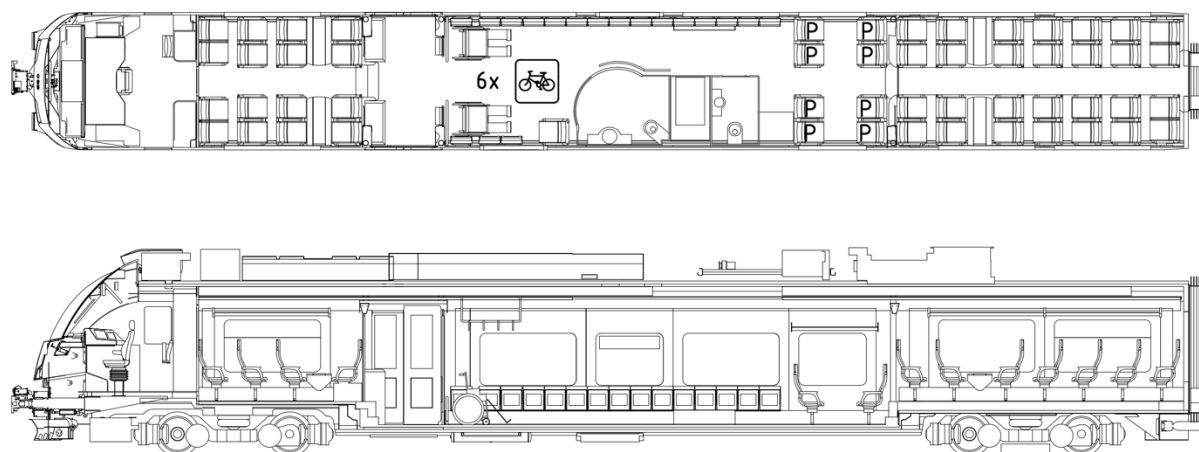
Jednotka Desiro ML ÖBB cityjet se skládá z velkoprostorových vozů, které mají sedadla v uspořádání za sebou a proti sobě. Veškerá sedadla jsou upevněna do bočnice, případně na skříních uvnitř vozidla.

Čelní vůz A byl zákazníkovi dodán jak v konfiguraci se sklopnými sedadly a věšáky pro kola v nástupním prostoru, tak v konfiguraci s běžnými sedadly v nástupním prostoru, varianta s prostorem pro kola vyznačena na obrázku (Obrázek 1.9.8). Dopravce však interiéry těchto vozů sjednocuje.



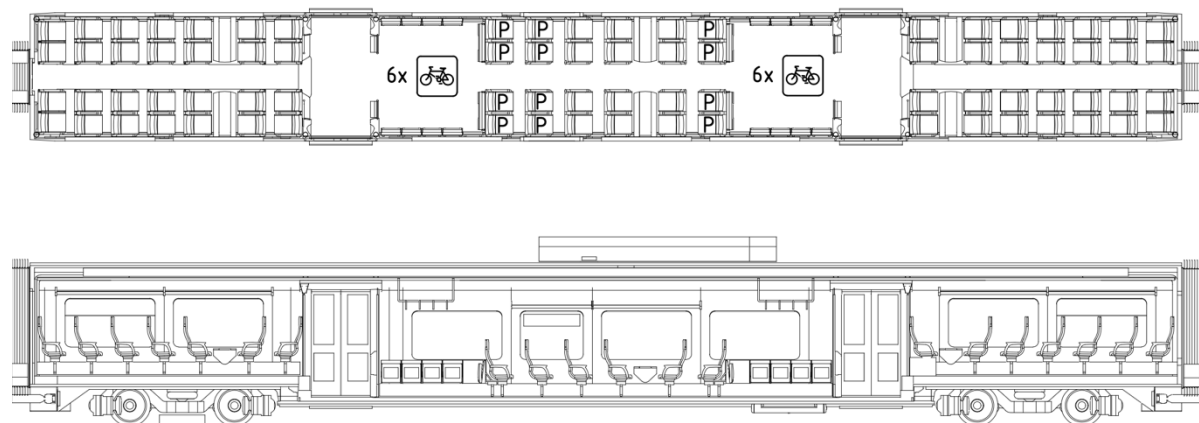
Obrázek 1.9.8 - Čelní vůz A jednotky ML ÖBB cityjet [15]

Čelní vůz B (Obrázek 1.9.9) obsahuje toaletu pro imobilní cestující, běžnou toaletu, 2 vyhrazená místa pro invalidní vozík, vyhrazená sedadla pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace (na obrázcích označena sedadla s označením P), sklopná sedadla ve vstupním prostoru a věšáky pro kola.



Obrázek 1.9.9 - Čelní vůz B jednotky ML ÖBB cityjet [15]

Vložený vůz C (Obrázek 1.9.10) obsahuje vyhrazená sedadla pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace (na obrázcích označena sedadla s označením P), sklopná sedadla ve vstupním prostoru a věšáky pro kola.



Obrázek 1.9.10 - Vložený vůz C jednotky ML ÖBB cityjet [15]

Coradia Nordic SL X60

Jako posledního zástupce uvádím vozidlo Coradia Nordic SL X60 od společnosti Alstom, které je provozováno na Stockholmské příměstské železnici. Jedná se o šesti–vozovou jednotku, která je konstruována s Jacobsovými podvozky, je částečně nízkopodlažní a za provozu průchozí. Jednotlivé vozy jsou za provozu neoddělitelné. Jednotka má 12 náprav hnaných. Základní parametry jsem zaznamenal do tabulky (Tabulka 1.9.4). K jednotce jsem nedohledal dostatek relevantních podkladů, hodnoty v uvedené tabulce je potřeba brát s rezervou (zdroj hodnot je wikipedie). Nepodařilo se mi dohledat ani půdorysné znázornění rozmístění sedadel. Sedadla jsou ale v interiéru v uspořádání proti sobě.

Parametry	Šesti–vozová
Jmenovité napětí	15 kV 16 2/3 Hz AC
Maximální rychlost	160 km/h
Hmotnost plně obsazené jednotky	206 t
Výkon elektromotorů	3 000 kW
Rozchod	1 435 mm
Délka soupravy	107 100 mm
Šířka vozu	3 258 mm
Výška vozu	4 280 mm
Nástupní výška od TK	760 mm
Počet sedadel	374
Počet dveří na jedné straně jednotky	12
Světlá šířka dveří	~1 300 mm
Dveřnatost	6,9 %

Tabulka 1.9.4 - Parametry jednotky Coradia Nordic SL X60 [17]



Obrázek 1.9.11 - Coradia Nordic SL X60 [18]

1.10 Příklady konstrukčních řešení dvousměrných sedadel

Dvousměrnými sedadly se rozumí sedadla, u kterých je možno bez větších obtíží změnit jejich orientaci, otočit je, nebo případně překlomit jejich zadní část.

Dvousměrná sedadla nejsou v Evropě běžně výrobcí kolejových vozidel používána. Z tohoto důvodu není jednoduché na internetu dohledat podrobnosti o jejich konstrukci. Podařilo se mi dohledat pouze několik videí a obrázků, kde je vidět, jak tyto sedadla fungují. Jednalo se především o sedadla používaná výrobcí kolejových vozidel v Asijských zemích (otočná sedadla) a v Austrálii (překlápěcí sedadla).

Otočná dvousměrná sedadla

První druh dvousměrných sedadel, který uvádím jsou sedadla otočná. Tento druh sedadel byl použit například ve vozech elektrické jednotky ETR 450 Pendolino (Obrázek 1.10.1) Italského výrobce Fiat Ferroviaria. V tomto řešení je nejprve potřeba odjistit dvoj-sedák nožním pedálem a následně dvoj-sedák ručně otočit až do krajní polohy, kde se znovu za-aretuje (zajistí).



Obrázek 1.10.1 – Sedadla v jednotce ETR 450 Pendolino [19]

Podobným způsobem funguje i mechanismus na otáčení troj-sedáku ve vlacích na japonské vysokorychlostní síti Šinkansen.



Obrázek 1.10.2 – Sedadla ve vlacích na japonské vysokorychlostní síti Šinkansen [20]

Více propracovaný mechanismus (Obrázek 1.10.3) je použit v japonských expresních vlacích Seibu 40000 series výrobce Kawasaki Heavy Industries. V těchto vlacích jsou dvoj-sedáky otáčeny automaticky, a to elektrickým pohonem.



Obrázek 1.10.3 – Sedadla v expresních vlacích Seibu 40000 series [21]

Překlápěcí sedadla

Druhý typ dvousměrných sedadel jsou sedadla překlápěcí. Mechanismus umožňuje překlápět zádovou opěrku z jedné polohy do druhé (Obrázek 1.10.4). Opěrka tím pádem musí být polstrována z obou stran. Při překlápění opěrky zároveň dochází k náklonu sedáku do požadované polohy. Tento druh sedadel je běžně používán ve vlacích na příměstské železnici v australském Sydney.



Obrázek 1.10.4 – Překlápěcí sedadla z vlaků australské příměstské železnice [22]

Překlápěcí sedadla byla použita již u motorového vozu Uerdingen (vyráběného společností Waggonfabrik Uerdingen v 50. a 60. letech 20. století, dnes součást společnosti Siemens Mobility s.r.o.).



Obrázek 1.10.5 – Překlápěcí sedadla motorového vozu Uerdingen [23]

Pokud se podívám ještě dál do historie, tak dvousměrná sedadla (v tomto případě spíše lavice) byly použity již u pražské koněspřežné tramvaje v druhé polovině 19. století.



Obrázek 1.10.6 - Interiér pražské koněspřežné tramvaje [24]

Zádové opěrky lavic u koněspřežné tramvaje (Obrázek 1.10.6) bylo možné pomocí jednoduchého mechanismus překloupnout (přetočit) do požadovaného směru.

1.11 Výhody a nevýhody dvousměrných sedadel

Výhody dvousměrných sedadel

- Zvýšení jízdního komfortu a zatraktivnění jízdy ve vlaku².
- Za jistých podmínek zvýšení kapacity (viz. kapitola 3.7)

Nevýhody otočných sedadel:

- Větší hmotnost sedadel,
- větší složitost otáčecího/překlápěcího mechanismu (vyšší pořizovací náklady),
- větší nároky na údržbu,
- větší zastavbové rozměry, které mohou zapříčinit snížení celkového počtu sedadel ve voze,
- zhoršená ergonomie oboustranných opěrek překlápných sedadel,
- větší náchylnost k vandalismu (pohyblivé části),
- neplnohodnotné ruční a hlavové opěrky (týká se překlápěcích sedadel).

Nevýhody převažují nad výhodami při použití dvousměrných sedadel. Na druhou stranu, zvýšení jízdního komfortu a zatraktivnění jízdy ve vlaku může být pro některého zákazníka natolik důležité, že se pro toto řešení rozhodne. Zvýšené náklady na výrobu dvousměrných sedadel a možné snížení celkové kapacity znamená také zhoršení ekonomiky provozu těchto jednotek. Toto by mohlo vyřešit zvýšení ceny jízdného (zákazník by musel být ochotný si za zvýšení komfortu jízdy připlatit). Další možná aplikace těchto sedadel by mohla být při použití pouze pro první vozovou třídu.

² Dle ankety na webu australských novin The Newcastle Herald až 89 % jejich čtenářů preferuje překlápěcí sedadla před pevnými sedadly. [38]

2 Konstrukční návrh otočných sedadel

V této kapitole se zabývám konstrukčním návrhem otočných sedadel. Navíc v této kapitole popisují několik patentů dvousměrných sedadel, které jsem na internetu dohledal.

Jediné podklady, které jsem ke konstrukci dvousměrných sedadel dohledal jsou patenty z různých zemí světa, na internetu je jich celá řada. V České republice jsem žádný podobný patent nenalezl.

2.1 Patenty otočných sedadel

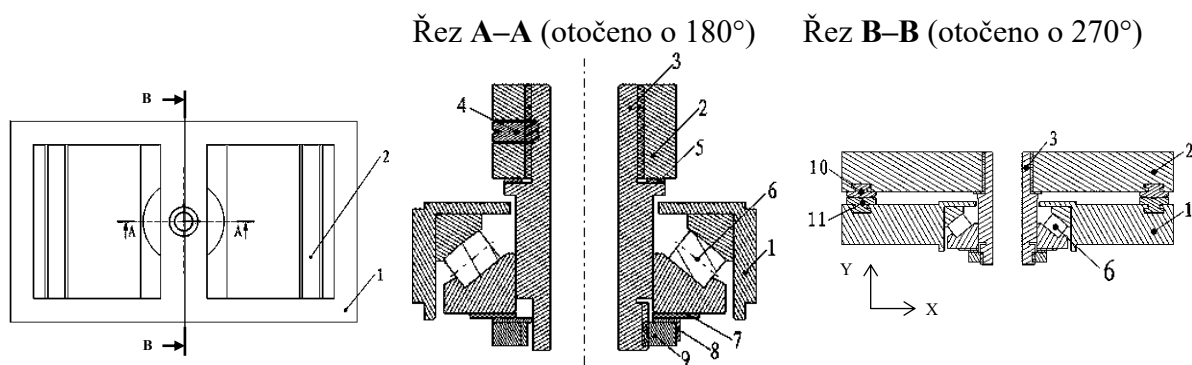
Pro tuto kategorii sedadel jsem patentů nalezl nejvíce. V této kapitole jsem uvedl pouze ty, které mi přišly nejzajímavější. Nejvíce patentů pochází z Číny.

Patent 1: Train seat rotating mechanism (Rotační mechanismus vlakového sedadla)

Mechanismus sestává ze spodního rámu sedadla (dále jen konzole, pozice 1), horního rámu sedadla (dále jen rám sedadla, pozice 2), otočného hřídele (pozice 3), stavěcího šroubu (pozice 4, zajišťuje šroubové spojení mezi pozicemi 2 a 3), narážky (pozice 5), soudečkového ložiska (pozice 6, přenáší jak axiální, tak radiální síly), středící podložky (pozice 7), jisticí podložky (pozice 8), matice (pozice 9) a horní a dolní kluzné lišty (lišty vytvářejí kluzné ložisko, pozice 10 a 11).

Rám sedadla (pozice 2) se otáčí kolem osy konzole (pozice 1). Svislé síly působící ve směru osy Y jsou zachyceny přes soudečkové ložisko (pozice 6), svislé síly působící proti směru osy Y jsou zachyceny přes kluzné lišty (pozice 10 a 11). Horizontální síly jsou zachyceny přes soudečkové ložisko.

Tento mechanismus má také řadu nevýhod. Provozní síly, působící mezi rámem a konzolou, jsou přenášeny přes otočné prvky. To na tyto komponenty klade vysoké pevnostní požadavky a téměř to vylučuje použití valivých ložisek pro přenos veškerých sil. Použití kluzného ložiska, v porovnání s valivým ložiskem, způsobuje zvýšení sil potřebných k přenastavení sedadla z jedné polohy do druhé.



Obrázek 2.1.1 - Rotační mechanismus vlakového sedadla [25]

Patent 2: Rotatable seat (Otočné sedadlo)

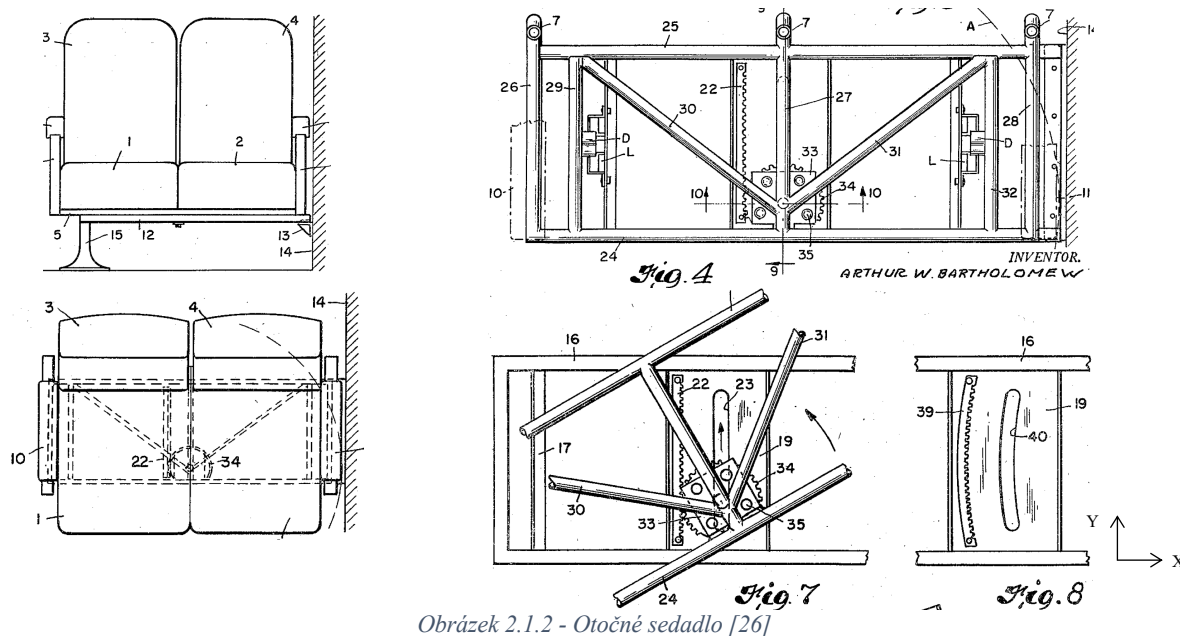
Tento mechanismus sem přidávám především ze zajímavosti. Jedná se o patent ze Spojených států amerických, který byl vytvořen již v roce 1947.

Otáčení dvousedadla je provedeno pomocí dvojice ozubeného kola a ozubeného hřebenu, při odvalení ozubeného kola z jedné krajní polohy do druhé dojde zároveň k otočení dvousedadla, detail viz. obrázek (Obrázek 2.1.2, fig. 7). Zafixování dvousedadla v koncových polohách je provedeno pomocí zářezek L a D na obrázku (Obrázek 2.1.2, fig. 4).

Při použití zahnutého hřebene (Obrázek 2.1.2, fig. 8) získává mechanismus jednu zajímavou vlastnost. Při otáčení dvousedadla dochází také k pohybu ve směru osy x. Tato vlastnost umožní umístit dvousedadlo blíže k bočnici.

Nevýhodou tohoto mechanismu (oproti patentu 1) je jeho složitost. Další problém bych viděl v dodržení bezpečnostních norem (problém s přenosem sil).

Výhodou tohoto mechanismu (oproti patentu 1) je možnost sedadla umístit blíže k bočnici.



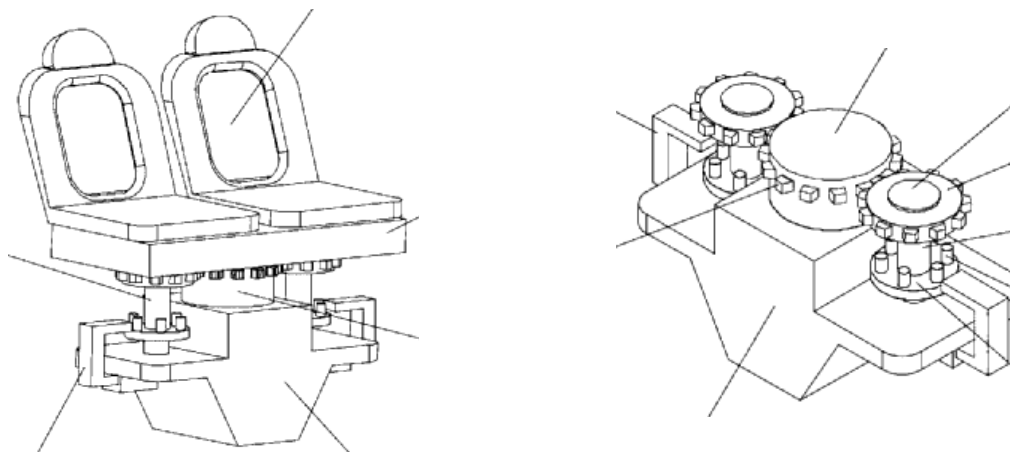
Obrázek 2.1.2 - Otočné sedadlo [26]

Patent 3: Rotating and positioning mechanism of bullet train seat (Rotační a polohovací mechanismus sedadel ve vlacích na Šinkansen)

Tento mechanismus umožňuje automatické otočení a polohování sedadel. Skládá se ze soukolí s centrálním ozubeným kolem (může být poháněn krokovým elektromotorem) a dvěma menšími ozubenými koly, které jsou pevně spojeny s rámem sedadla.

Nevýhodou tohoto mechanismu (oproti patentu 1) by mohla být vyšší cena, vyšší hmotnost a větší zástavbové rozměry.

Naopak velikou výhodou (oproti patentu 1) je možnost sedadla s použitím elektromotorů automaticky otáčet, což ulehčí personálu práci k přestavení sedadel z jedné polohy do druhé a tím sníží čas potřebný na změnu sedadel na minimum.



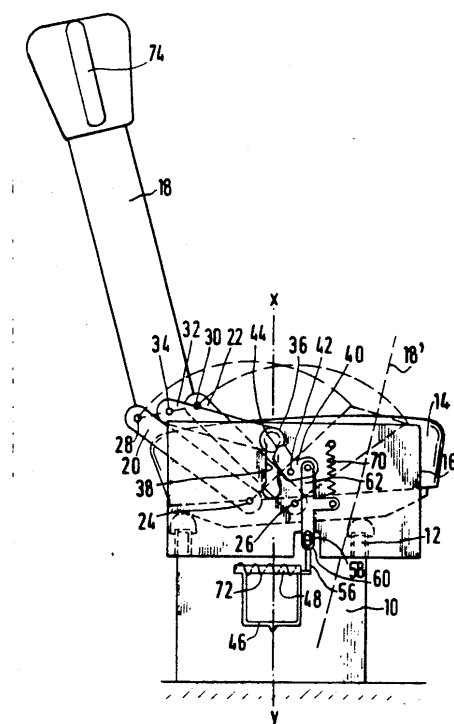
Obrázek 2.1.3 - Rotační a polohovací mechanismus sedadel ve vlacích na Šinkansen [27]

2.2 Patenty překlápěcích sedadel

Patent 4: Seat with a reversible back rest (Sedadlo s překlopnou zádovou opěrkou)

Mechanismus z obrázku (Obrázek 2.2.1) umožňuje překloupnout zádovou opěrkou z jedné polohy do druhé (z pozice 18 do pozice 18'), při současně změně úhlu sedáku. Zádová opěrka je ve výchozím stavu „zamknutá“ k pohybu. Pro uvolnění je potřeba sešlápnout pedál (pozice 46).

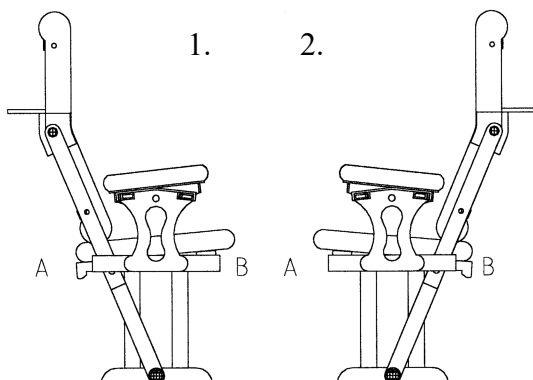
Nevýhodou tohoto patentu (oproti ukázkám z kapitoly 1.10) je absence loketní opěrky. Dále je pak u překlápěcích sedadel horší ergonomie zádové opěrky.



Obrázek 2.2.1 - Sedadlo s překlopnou zádovou opěrkou [28]

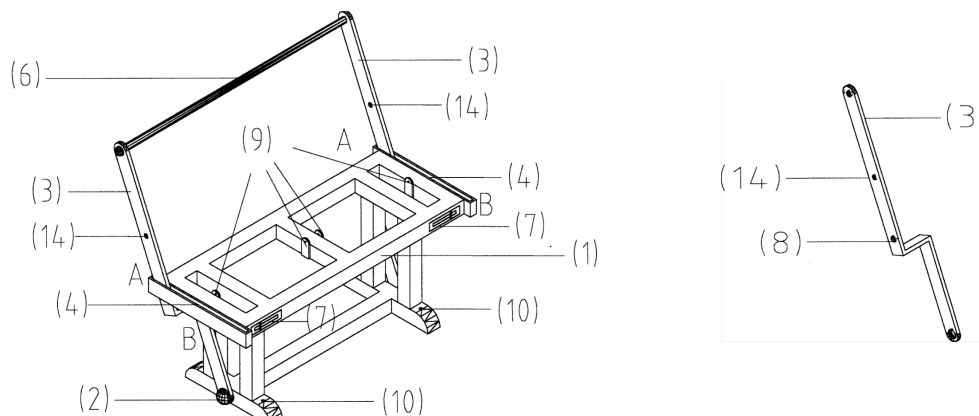
Patent 5: Double train berth in the shape of turned A and with bottom shaft and Reversible back (Dvojité vlakové sedadlo ve tvaru otočného písmene A se spodní hřídelí a otočným opěradlem)

Mechanismus z obrázku (Obrázek 2.2.2) umožňuje přestavit sedadlo z polohy 1. do polohy 2. Změna polohy sedadla je provedena v několika krocích.



Obrázek 2.2.2 - Dvojité vlakové sedadlo ve tvaru otočného písmene A [29]

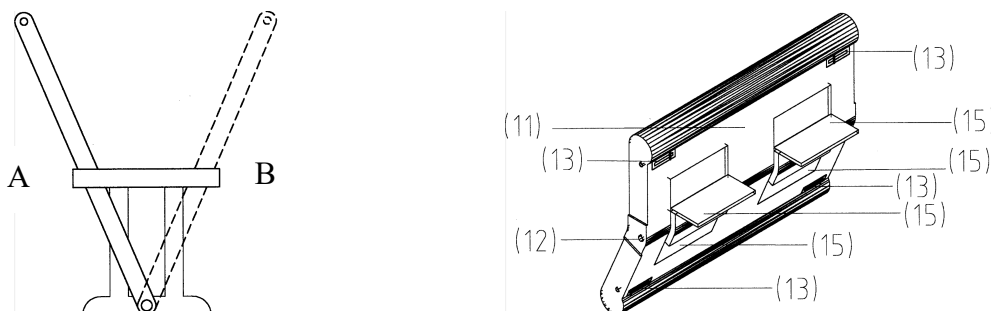
Překlopňý mechanismus se skládá z hlavního rámu sedadel (pozice 1), překlopného profilu (pozice 3), otáčejícího se ve směru osy hřídele (pozice 2). Překlopné profily jsou spojeny navzájem pomocí hřídele (pozice 6) a jsou vedeny v drážkách (4). Sedáky jsou spojeny s rámem sedadel rotačně, pomocí čepů a zajišťovacích otvorů (pozice 9).



Obrázek 2.2.3 – Rám překlopného mechanismu (patent 5) [29]

V prvním kroku se překlopí profil (pozice 3) z polohy A do polohy B. Následně se otočí záďová opěrka (pozice 11) o 180°. Záďová opěrka (pozice 11, Obrázek 2.2.4) je rotačně spojena s rámem překlopného mechanismu (Obrázek 2.2.3) pomocí hřídele (pozice 6) a duté hřídelové objímky (pozice 12). Po překlopení profilu a otočení záďové opěrky je potřeba novou polohu zajistit. Zajištění překlopného profilu (pozice 3) je provedeno pomocí kolíků (pozice 7, kolíky jsou jak na straně A, tak na straně B), které spojují rám překlopného mechanismu (Obrázek 2.2.3) s překlopným profilem (pozice 3), spojení kolík (pozice 7) – otvor (pozice 8). Zajištění záďové opěrky proti otočení je provedeno pomocí kolíků (pozice 13), které spojují záďovou opěrku (pozice 11) s překlopným profilem (pozice 3), respektive s rámem překlopného mechanismu (Obrázek 2.2.3), spojení kolík (pozice 13) – otvor (pozice 14). Na zadní straně

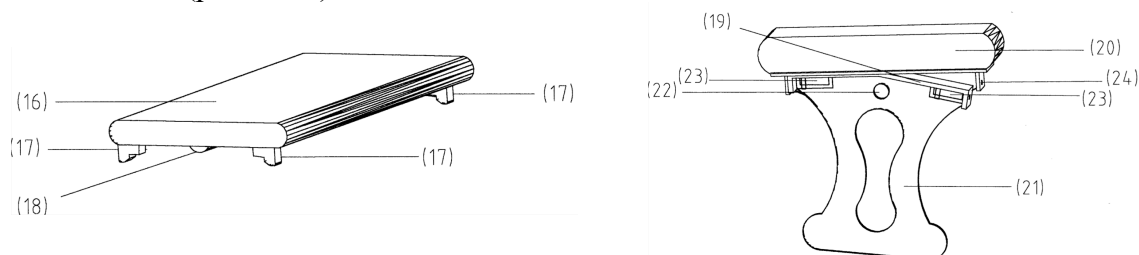
zádové opěrky (pozice 11) jsou čtyři stolky (pozice 15), 2 stolky je možno používat v poloze A a dva stolky v poloze B.



Obrázek 2.2.4 – Překlopný mechanismus (patent 5) [29]

Sedák (pozice 16) je spojen rotačně s rámem překlopného mechanismu (Obrázek 2.2.4). Čep propojuje zajišťovací otvor (pozice 9, Obrázek 2.2.3) se zajišťovacím otvorem sedáku (pozice 18). Při otáčení zádové opěrky (pozice 11) dojde zároveň k natočení sedáku (pozice 16).

Náklon loketní opěrky (pozice 21) lze také měnit. Po natočení je potřeba polohu zajistit pomocí kolíků (pozice 23).



Obrázek 2.2.5 – Sedák a loketní opěrka překlopného mechanismu [29]

Výhoda překlopného mechanismu z patentu 5 (oproti patentu 4) je přítomnost plnohodnotné zádové opěrky (ergonomicky tvarované a méně rozměrné), polohovatelné loketní opěrky a přítomnost stolků na zadní straně zádové opěrky.

Naopak velikou nevýhodou mechanismu je počet úkonů, které je potřeba vykonat pro přestavení sedadla z jedné polohy do druhé. To značně komplikuje případné nasazení těchto sedadel do běžného provozu. Personál by trávil příliš mnoho času přestavováním sedadel, tímto by se tyto sedadla staly z dlouhodobého pohledu neekonomické. Pro neznalého cestujícího by bylo velice složité sedadlo přestavět.

2.3 Výběr vhodného mechanismu pro dvousměrné sedadlo

Dvousměrné sedadlo pro rychlíkovou dopravu, by mělo splňovat řadu požadavků:

- nízká hmotnost: Nízká hmotnost znamená nižší spotřebu energie a menší opotřebování pojezdu jednotky a kolejí.
- cena: Dopravci se musí provoz s dvousměrnými sedadly vyplatit.
- zástavbové rozměry: Menší zástavbové rozměry znamenají větší počet sedel v jednotce, případně větší komfort (více místa pro nohy ve chvíli, kdy je nevyužit prostor pod sedadlem)

- složitost přestavení sedadla z jedné polohy do druhé: Cestujícím, případně personálu by mělo zabrat co nejméně času přestavení sedadel. Ve chvíli, kdy by složitost byla vysoká, cestující by dvou-směrnost, pro potřebu rychlíkové dopravy, nevyužili. Kdyby sedadla přestavoval v koncových stanicích personál, znamenalo by to vyšší náklady na mzdy personálu.
- komfort/ergonomie: Cestujícím je potřeba zajistit co možná největší komfort.

Jednotlivé patenty jsem oznámkoval od 1 do 10 (1 = nejlepší, 10 = nejhorší). Důležitost jednotlivých požadavků jsem uvažoval jako rovnocennou.

Číslo patentu	Hmotnost	Cena	Zástavbové rozměry	Složitost přestavení	Komfort/ergonomie	Průměrná známka	Pořadí
1	5	3	5	3	2	3,6	1.
2	6	5	4	3	2	4	2.
3	9	7	7	1	2	5,2	5.
4	5	4	3	2	8	4,4	3.
5	4	4	3	10	4	5	4.

Tabulka 2.3.1 - Hodnocení jednotlivých patentů

Z tabulky (Tabulka 2.3.1) vyplývá, že mechanismus z patentu číslo 1 splňuje nejlépe požadavky kladené na dvousměrná sedadla v rychlíkové dopravě. Z tohoto důvodu jsem se tímto řešením nejvíce inspiroval při konstrukčním návrhu mého dvousměrného sedadla. Navrhoval jsem tedy otočné dvousedadlo s pevnou osou otáčení.

2.4 Konstrukční varianty otočného mechanismu

Navrhl jsem dvě varianty otočného mechanismu. Konstrukčně se příliš neliší, hlavní rozdíl je ve způsobu vyvození síly potřebné k otočení sedadla z jedné polohy do druhé. První mechanismus lze přenastavit mechanicky (síly vyvozeny nohou působící na páku) a druhý elektricky (síly vyvozeny z aktuátoru a krokového motoru). Základem navržených mechanismů je konzola dvousedadla, kterou jsem navrhl v rámci bakalářské práce (Upevnění sedadel v elektrických trakčních jednotkách [1], Obrázek 1.8.1, Obrázek 2.5.2 pozice 1). Základní nosný prvek konzole je kruhová trubka. Konzole je upevněna pomocí kamenů a šroubových spojů do C-drážky bočnice. Navržené otočné mechanismy se mohou nacházet ve dvou hlavních stavech, ve stavu zajištěno – síly jsou ze sedadel na konzolu přenášeny standardním způsobem. Dále pak ve stavu odjištěno a přizvednuto – síly z rámu sedadel, respektive ze sedadel na konzolu jsou přenášeny přes jehličková ložiska, sedadly lze volně otáčet. Celý průběh odjištění a otočení probíhá následovně: pákou a odjišťovacím rámem se odjistí sedadla od konzoly, klikovým mechanismem a pákou se přizvedne rám sedadel se sedadly o určitou hodnotu. Sedadla se otočí o 180 stupňů a spustí se zpět dolů. Zajišťovací rám sedadla znovu zajistí. Přetočení je dokončeno.

V diplomové práci jsem se zabýval především konceptem a kinematikou otočných mechanismů. Pro reálné využití mechanismů by bylo zapotřebí jednotlivé díly pevnostně propočítat a zjistit, zda pevnostně vyhovují. Pevnostní výpočet samotné konzole jsem již provedl v rámci bakalářské práce (Upevnění sedadel v elektrických trakčních jednotkách [1]).

Výhody navržených otočných mechanismů

Rozdělení mechanismů do dvou provozních stavů (zajištěno a odjištěno, a pak přizvednuto) je jejich hlavní výhodou. Veškeré provozní síly (vyvozeny sedícími cestujícími) jsou přenášeny způsobem běžným pro neotočná sedadla – přes sedadla na konzolu s vyloučením otočných prvků z tohoto přenosu. To snižuje celkovou hmotnost otočného mechanismu, výrazně snižuje pevnostní požadavky kladené na otočné mechanismy a umožňuje použití valivých ložisek namísto kluzných lišt (konstrukce běžných otočných sedadel viz. 2.1). Při použití valivých ložisek je odpor proti otočení sedadel velice malý, proto je možno použít malé krokové motory (viz kapitola 2.11). Další výhodou mnoha navržených otočných mechanismů je možnost upevnění do bočnice (výhody konzol/sedadel upevněných do bočnice jsem shrnul v bakalářské práci [1]).

2.5 Mechanicky ovládaný otočný mechanismus

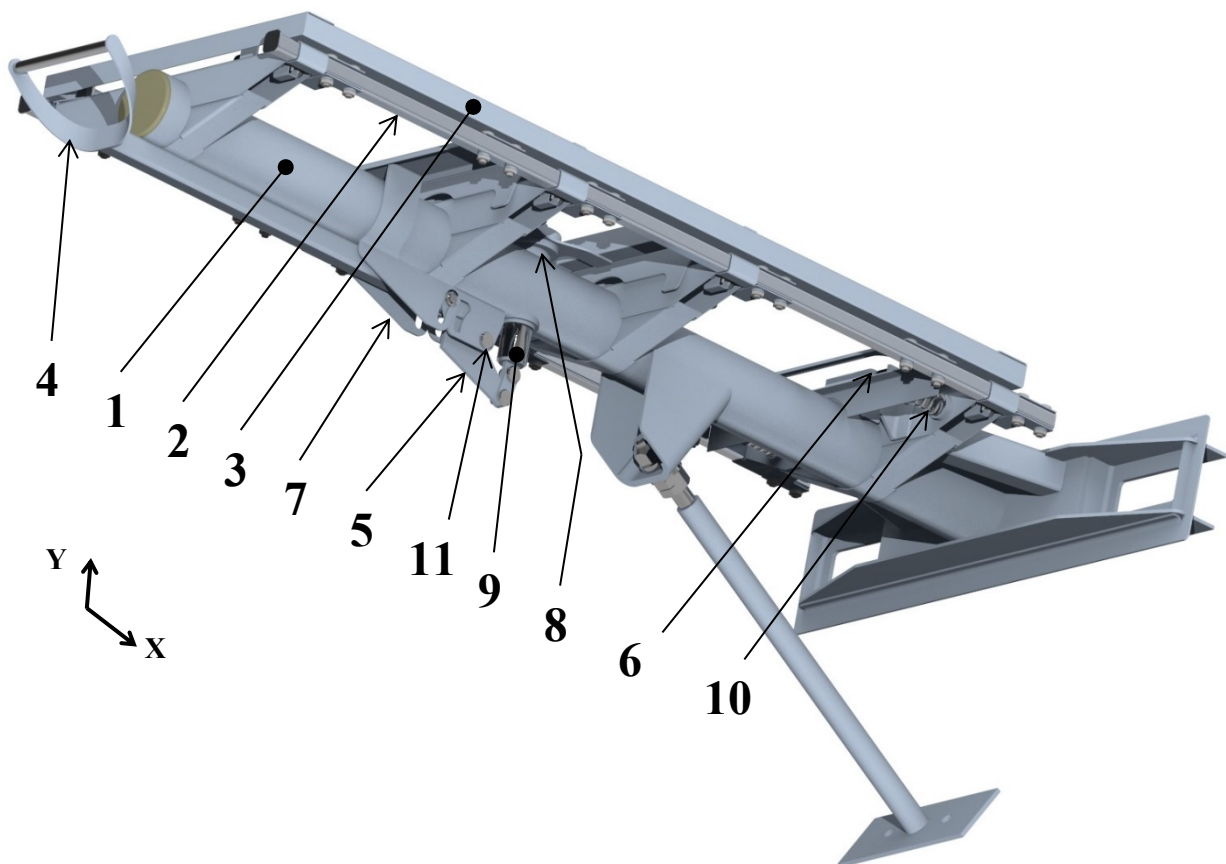
První otočné sedadlo, které jsem navrhl má mechanicky ovládaný otočný mechanismus. Tento mechanismus by v porovnání s elektricky ovládanou variantou měl být spolehlivější a levnější (absence elektro komponent). Otáčení sedadel v tomto případě však nemůže být automaticky prováděno v koncové stanici, pro otočení sedadel je potřeba personál, případně si sedadlo musí otočit samotný cestující (více o tom, zda cestující nechat se sedadly manipulovat v kapitole 2.21). Další nevýhodou je nemožnost zabránit cestujícím, aby se sedadly otáčely a mechanismus využívaly způsobem ke kterému není určen (vandalismus). Bylo by možné mechanismus opatřit například zámkem ke kterému by měl klíč jen personál vlaku – ve chvíli, kdy by byl mechanismus zamčen, nešlo by pákou odjistit rám sedadel. Takovýto dodatečný prvek by ale znamenal navýšení času potřebného k otočení sedadel.



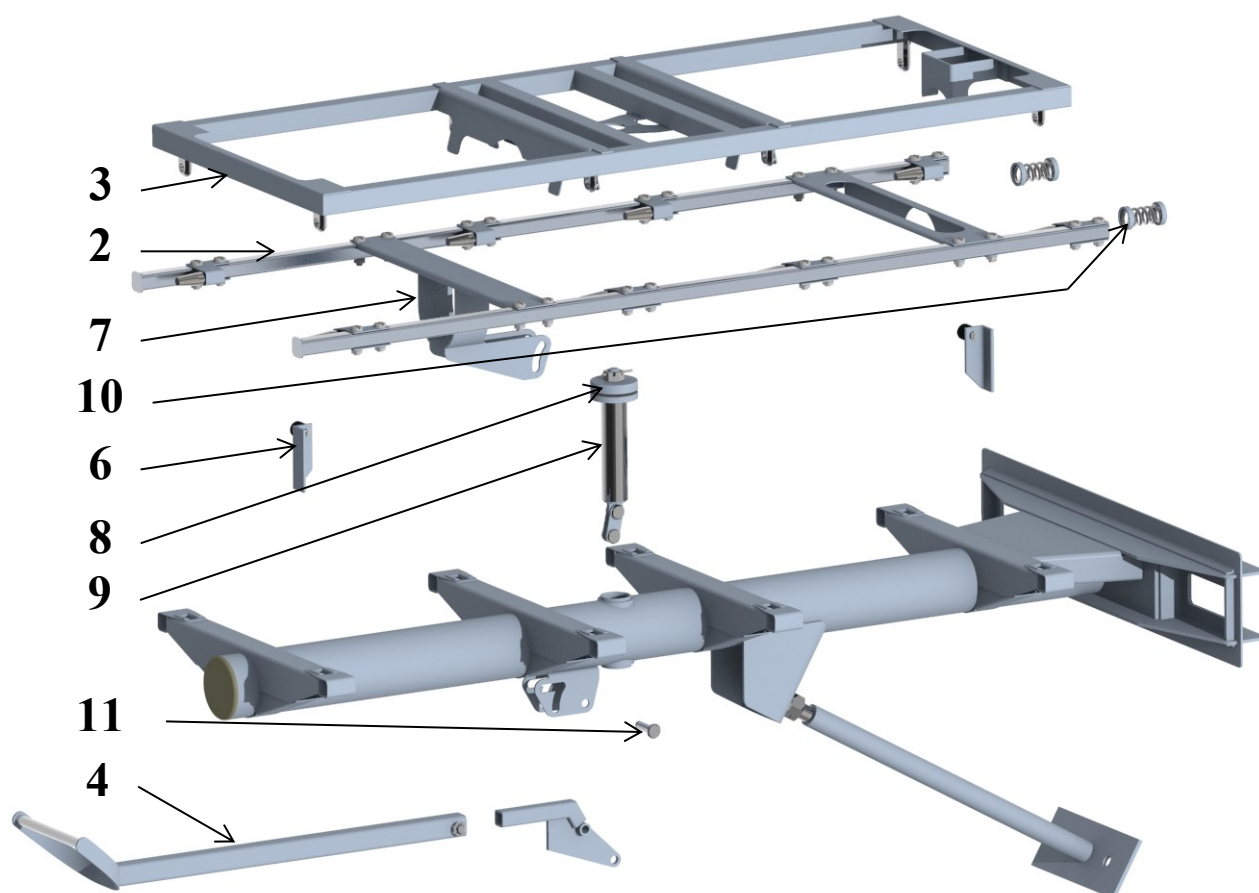
Obrázek 2.5.1 – Mechanicky ovládané dvousměrné sedadlo

Celková hmotnost mechanicky ovládaného otočného mechanismu je 14 kg, což je o 5,4 kg více než samotná konzola navržená v BP ([1]).

Otočení sedadel, v případě mechanicky ovládaného otočného mechanismu (viz. Obrázek 2.5.2), probíhá v několika krocích. Nejprve je potřeba tlačít nohou na páku (pozice 4) ve směru osy x. Páka je kinematicky spojena s dílem (pozice 7), který ovládá zajišťovací rám (pozice 2). Při pohybu páky ve směru osy x dojde k odjištění rámu sedadel (pozice 3, sedadla jsou pevně spojena s rámem sedadel). Ve chvíli, kdy je páka v koncové poloze pro posunutí, je možno páku sklápět směrem k podlaze (rotovat podle osy čepu pozice 11). Rotací podle osy čepu (pozice 11) dojde ke zvednutí rámu sedadel (pozice 3). K tomu došlo tím, že rotační pohyb páky (pozice 4) je převeden na posuvný pohyb přízvedávacího hřídele (pozice 9) pomocí klikového mechanismu (pozice 5). Hřídel (pozice 9) zvedá rám sedadel (pozice 3) přes valivá ložiska (pozice 8). Páka (pozice 4) se „sešlápne“ až k podlaze, tím se páka dostane do koncové polohy pro rotaci. V této poloze je rámem sedadel (pozice 3) možno otáčet (stupně volnosti rámu v této poloze odebírá pouze axiální valivé ložisko). Otočení lze provést rukou, působením na zádovou opěrku. Otáčí se rám sedadel (pozice 3) společně se sedadly (podle osy ložiska pozice 8). Po otočení sedadel o 180° dojde ke kontaktu rámu sedadel s nárazníkem (pozice 6), tím je definovaná koncová poloha rotace rámu sedadel (pozice 3). Po odlehčení páky (pozice 4) dojde, působením tíhy sedadel a rámu sedadel, k natočení páky zpět do původní polohy rotace (poloha rovnoběžně s osou x). Pružiny (pozice 10) opětovně zajistí rám sedadel (pozice 3) zajišťovacím rámem (pozice 2), při současném posunutí páky (pozice 4) do původní polohy posunutí. Tímto je přetočení sedadel dokončeno.

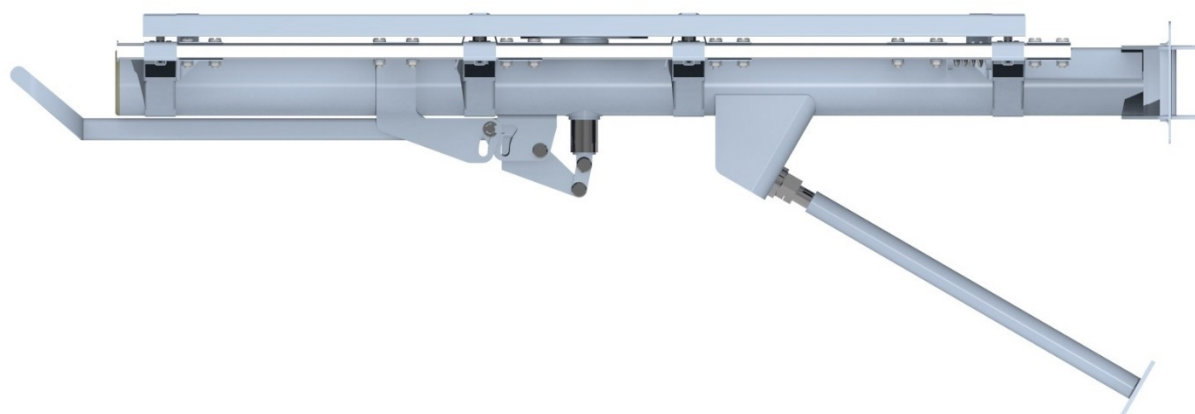


Obrázek 2.5.2 - Otočný mechanismus – mechanicky ovládaný



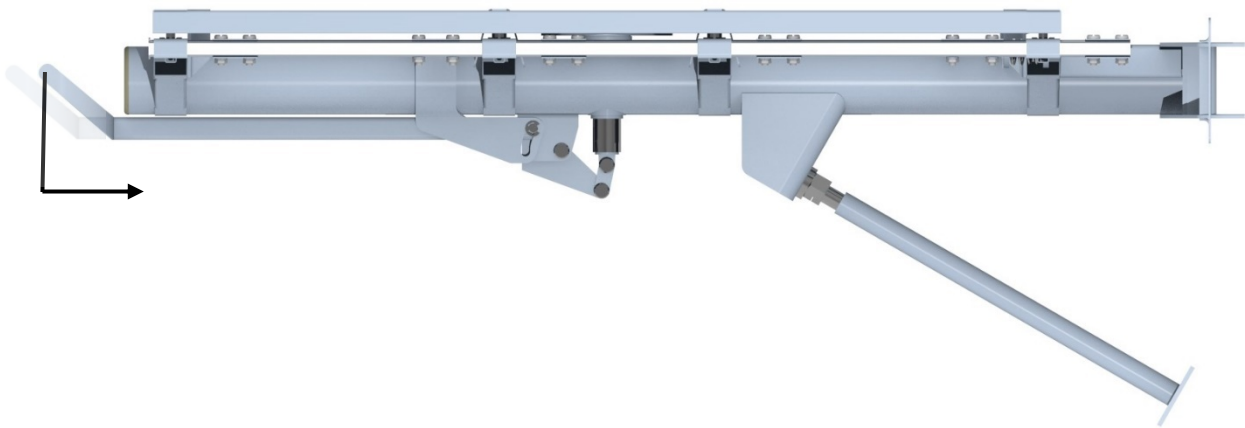
Obrázek 2.5.3 - Rozstřel mechanicky ovládaného otočného mechanismu

Na obrázku (Obrázek 2.5.4) je vidět mechanismus v zajištěné poloze. Rám sedadel je pevně spojen s konzolou.



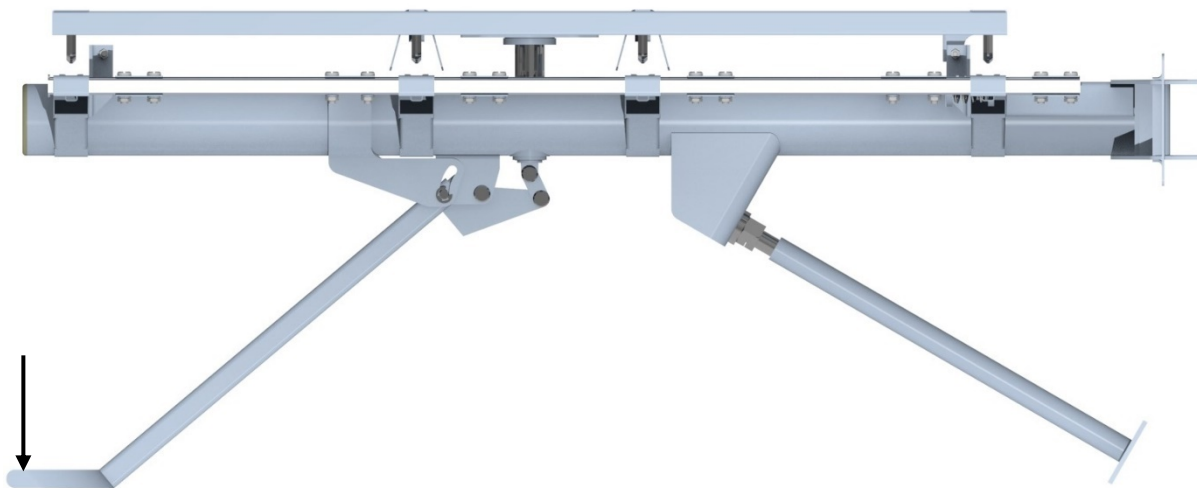
Obrázek 2.5.4 – Mechanicky ovládaný otočný mechanismus v zajištěné poloze

Na obrázku (Obrázek 2.5.5) je mechanismus v poloze odjištěné. Páka je posunuta (ve směru naznačeném na obrázku) o určitou hodnotu a tím se rám sedadel odjistí.



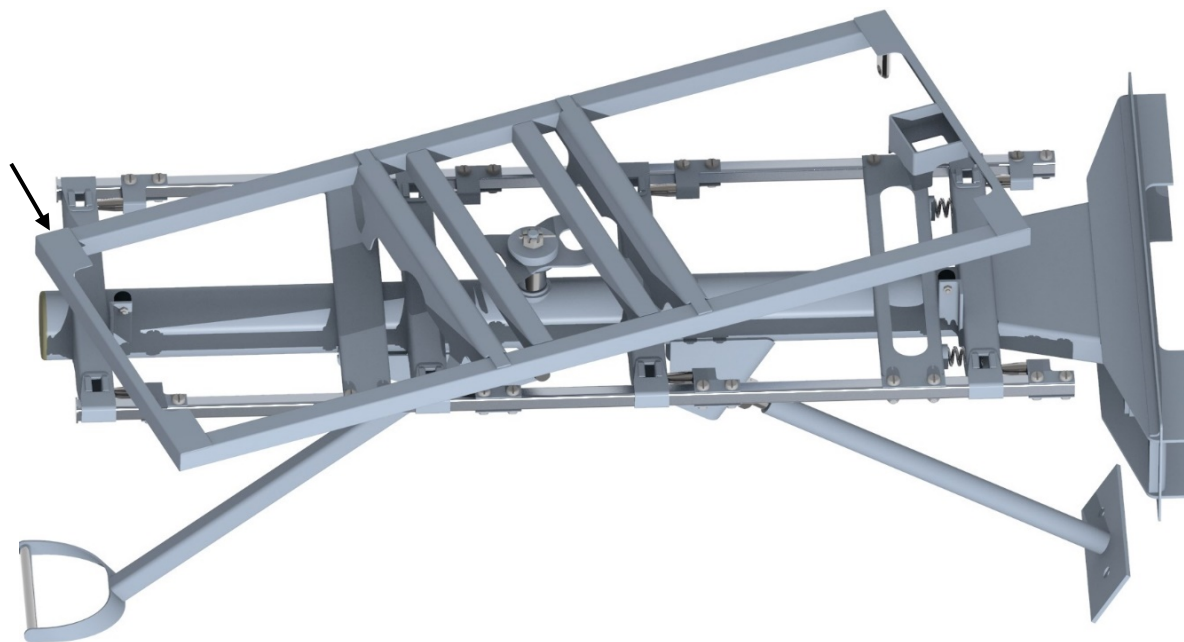
Obrázek 2.5.5 - Mechanicky ovládaný otočný mechanismus v odjištěné poloze

Na obrázku (Obrázek 2.5.6) je mechanismus v odjištěné poloze a se zvednutým rámem sedadel. Páka je stále v odjištěné poloze, a navíc je sešlápnuta k podlaze, čím je zvednut rám sedadel.



Obrázek 2.5.6 - Mechanicky ovládaný otočný mechanismus v odjištěné poloze a se zvednutým rámem sedadel

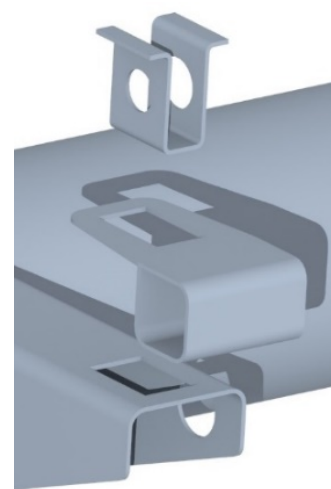
V poloze z obrázku (Obrázek 2.5.7) je mechanismus v odjištěné poloze se zvednutým a otočeným rámem sedadel. Rám sedadel je otočen ručně, působením na zádovou opěrku sedadel, která jsou pevně spojena s rámem sedadel.



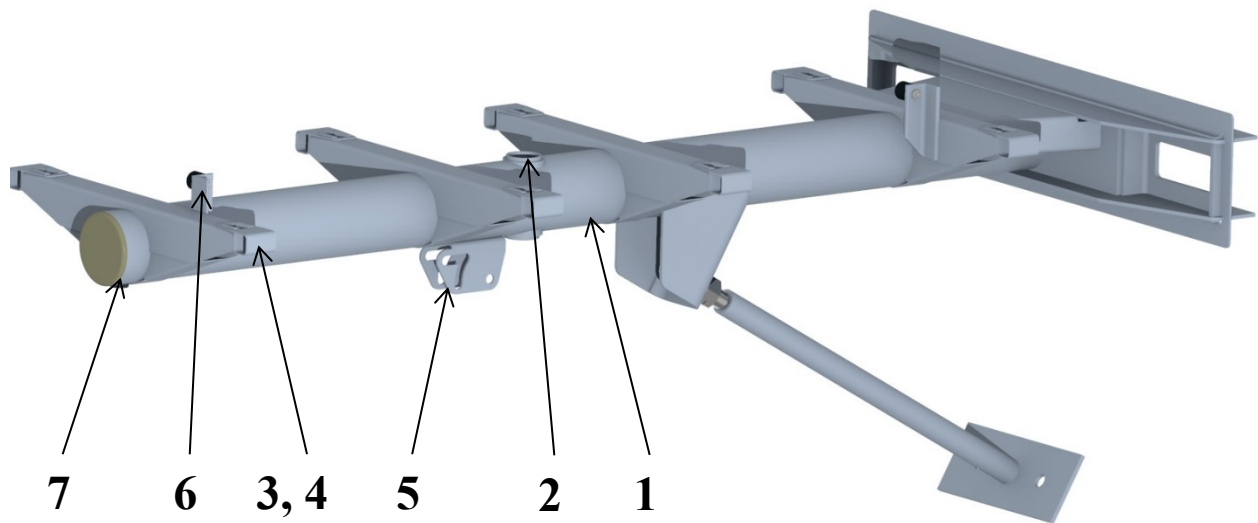
Obrázek 2.5.7 - Mechanicky ovládaný otočný mechanismus v odjištěné poloze se zvednutým a otočeným rámem sedadel

2.6 Konzola mechanicky ovládaného otočného mechanismu

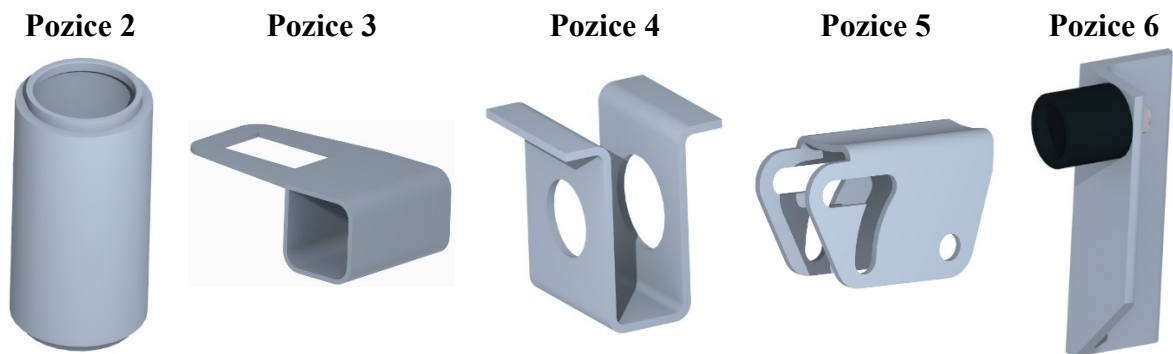
Konzola mechanicky ovládaného otočného mechanismu (pozice 1) se oproti konzole, navržené v rámci bakalářské práce (Upevnění sedadel v elektrických trakčních jednotkách [1]), liší v řadě detailů. Vyrobená je z oceli a zhruba uprostřed kruhové trubky je otvor, do kterého je přivařená kruhová trubka s osazením (pozice 2). Trubkou s osazením prochází hřídel, který zvedá rám sedadel se sedadly. Trubka (pozice 2) má osazení, aby byly přesně definovány dosedací plochy hřídele (Obrázek 2.5.2 pozice 9) při zvedání sedadel. Kdyby trubka (pozice 2) nebyla osazená, mohlo by dojít vlivem opotřebení k přiblížení dosedacích ploch, což by mohlo v krajním případě zapříčinit vzpříčení hřídele (zohlednění ve výpočtu viz. kapitola 2.17). Ke konzole jsou přivařeny plechové díly (pozice 3, celkově 8x), kterými je veden zajišťovací rám. S dílem (pozice 3) je spojen díl (pozice 4), který (v zajištěném stavu mechanismu) v kombinaci s kuželovým čepem (Obrázek 2.7.1 pozice 5), zajišťuje rám sedadel. Páka je pomocí čepů uložena v díle (pozice 5). Kinematika páky je rovněž definována dílem (pozice 5). Nárazník (pozice 6) se skládá z L profilu a pryžového nárazníku a je spojen s konzolou (pozice 1). Magnet (pozice 7) slouží k zábránění kmitání páky, ke kterému by mohlo dojít, za jízdy vlaku, kvůli vůlím v uložení páky.



Obrázek 2.6.1 – Rozpad konzole



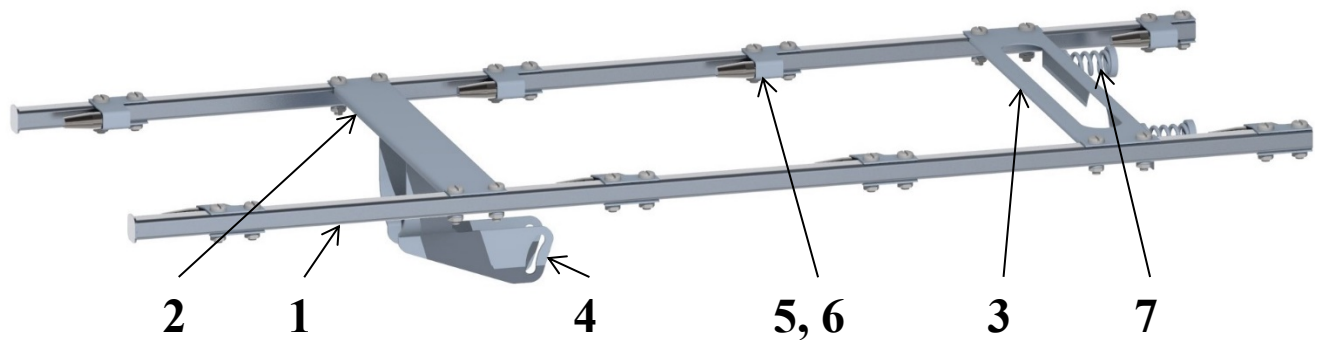
Obrázek 2.6.2 - Konzole mechanicky ovládaného otočného mechanismu



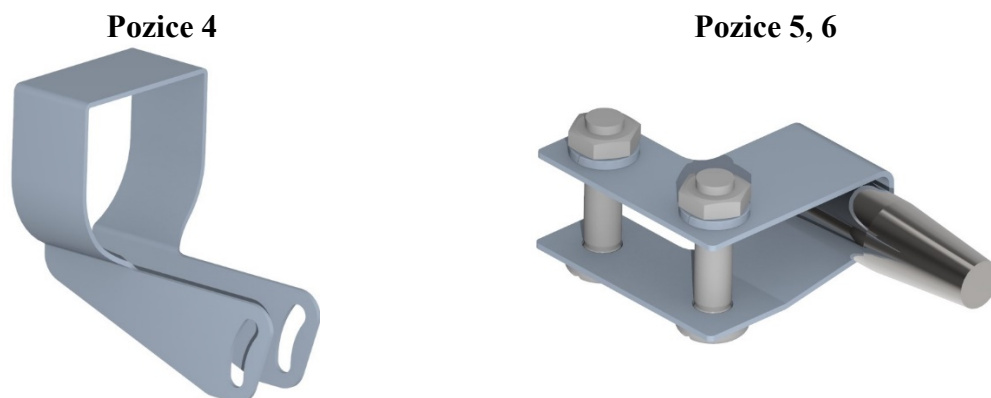
Obrázek 2.6.3 – Detailní pohled na jednotlivé díly konzoly mechanicky ovládaného otočného mechanismu

2.7 Zajišťovací rám mechanicky ovládaného otočného mechanismu

Zajišťovací rám mechanicky ovládaného otočného mechanismu se skládá z hliníkových (zbytek dílů je z oceli) trubek čtvercového průřezu (pozice 1), které jsou spojeny navzájem díly (pozice 2 a 3). Zajišťovací rám je kinematicky propojen s pákou (Obrázek 2.5.2, pozice 4) pomocí dílu (pozice 4). Rám sedadel se sedadly je zajištěn pomocí kuželových čepů (pozice 5, celkově 8x), které jsou se zajišťovacím rámem spojeny pomocí dílu (pozice 6). Pružiny (pozice 7), které jsou v kontaktu s konzolou a se zajišťovacím rámem, zajišťují potřebný přítlak čepů (detail viz. Obrázek 2.7.2). Kvůli smontovatelnosti jsou jednotlivé díly zajišťovacího rámu spolu spojeny pomocí šroubů a matic.



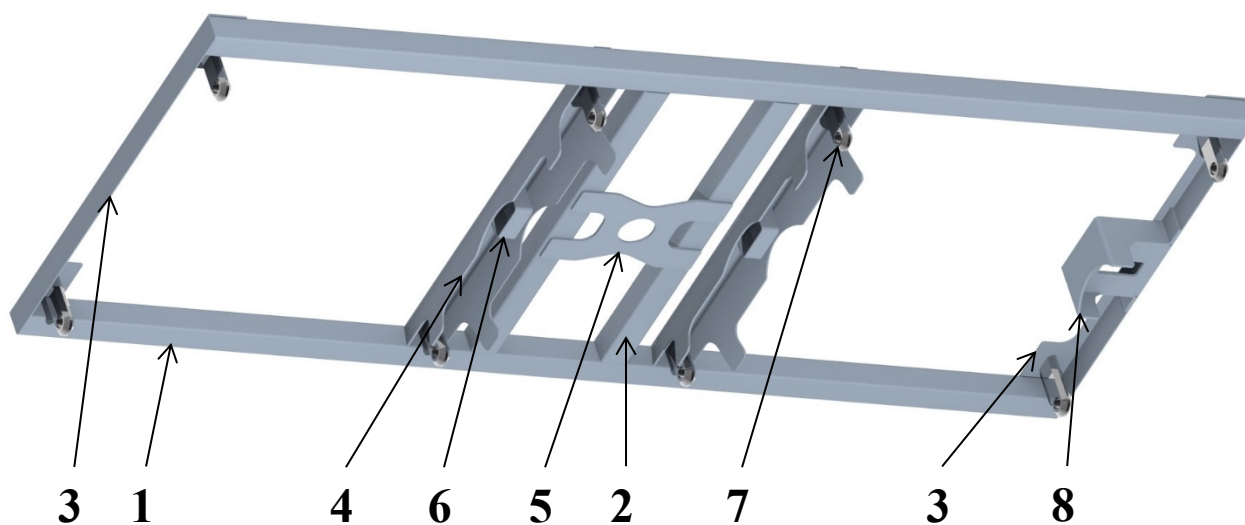
Obrázek 2.7.1 – Zajišťovací rám mechanicky ovládaného mechanismu



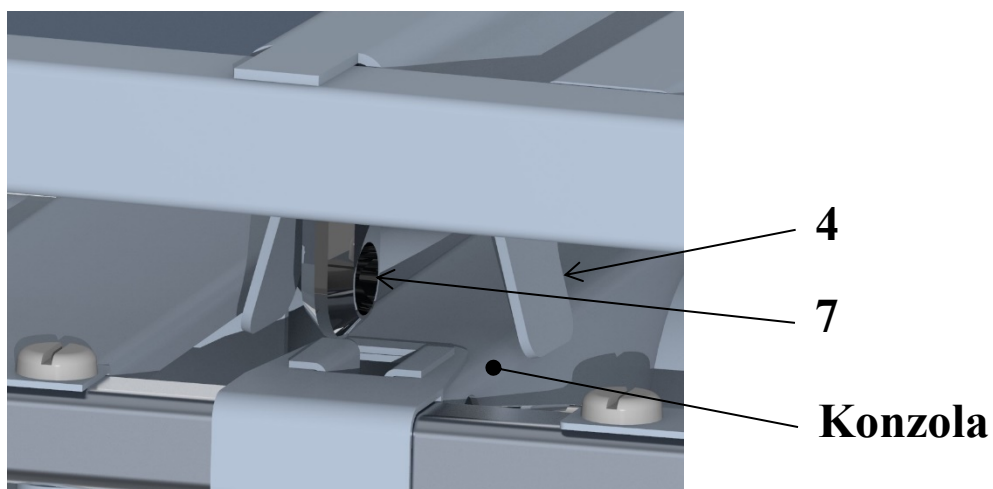
Obrázek 2.7.2 – Detailní pohled na jednotlivé díly zajišťovacího rámu mechanicky ovládaného otočného mechanismu

2.8 Rám sedadel mechanicky ovládaného otočného mechanismu

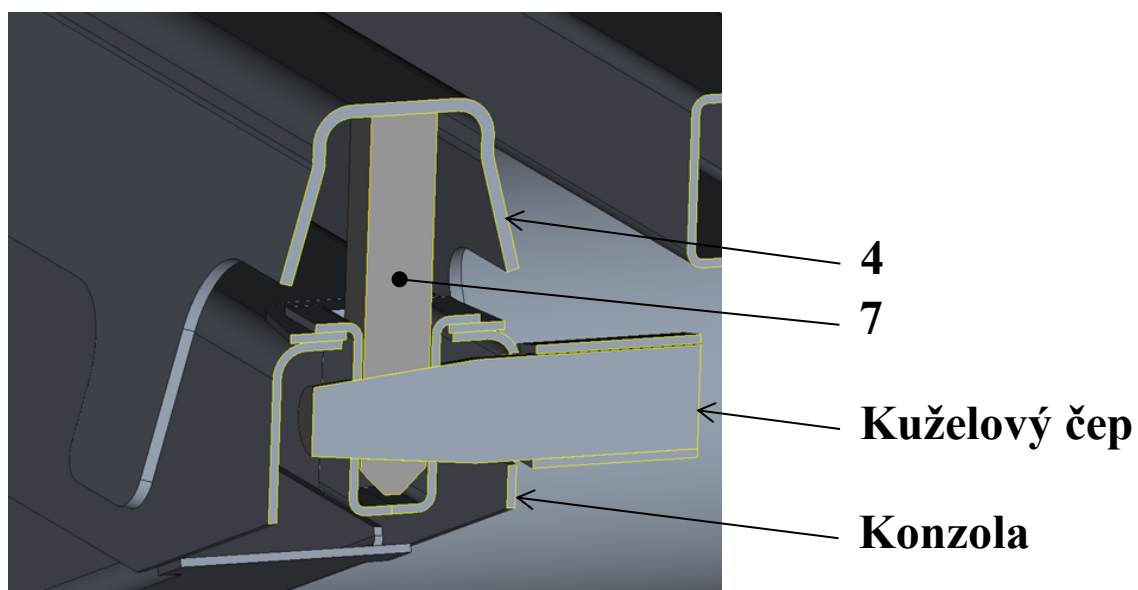
Veškeré spoje rámu sedadel mechanicky ovládaného mechanismu jsou svarové. Rám jsem navrhnul z oceli a skládá se z trubek čtvercového průřezu (pozice 1 a 2) a ohýbaných plechových dílů (pozice 3). Plechové díly (pozice 4) jsou vytvářeny takovým způsobem, aby při pokládání rámu sedadel zpět na konzolu, po otočení sedadel, dokázaly vystředit rám vůči konzole (Obrázek 2.8.2). Díl (pozice 5) je v přímém kontaktu s jehličkovými ložisky, za tento díl se rám sedadel zvedá. Díl z ohýbaného plechu (pozice 6) dosedá, v zajištěné poloze, na konzolu. Čtyřhranný čep (pozice 7) společně s kuželovým čep, zajišťuje rám sedadel (detail viz. Obrázek 2.8.3). Kuželový tvar zajišťujících dílů je použit kvůli vymezení vůlí. Nárazník (Obrázek 2.5.2 pozice 6) a díl (pozice 8) stanovují rozsah pohybu rámu vůči konzole (rotace kolem osy jehličkových ložisek v rozsahu $0^\circ - 180^\circ$).



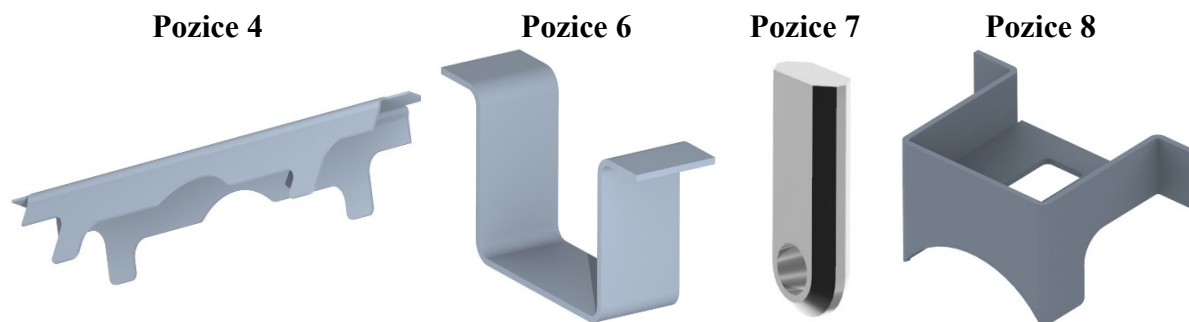
Obrázek 2.8.1 - Rám sedadel mechanicky ovládaného otočného mechanismu



Obrázek 2.8.2 - Sřředící schopnosti rámu sedadel



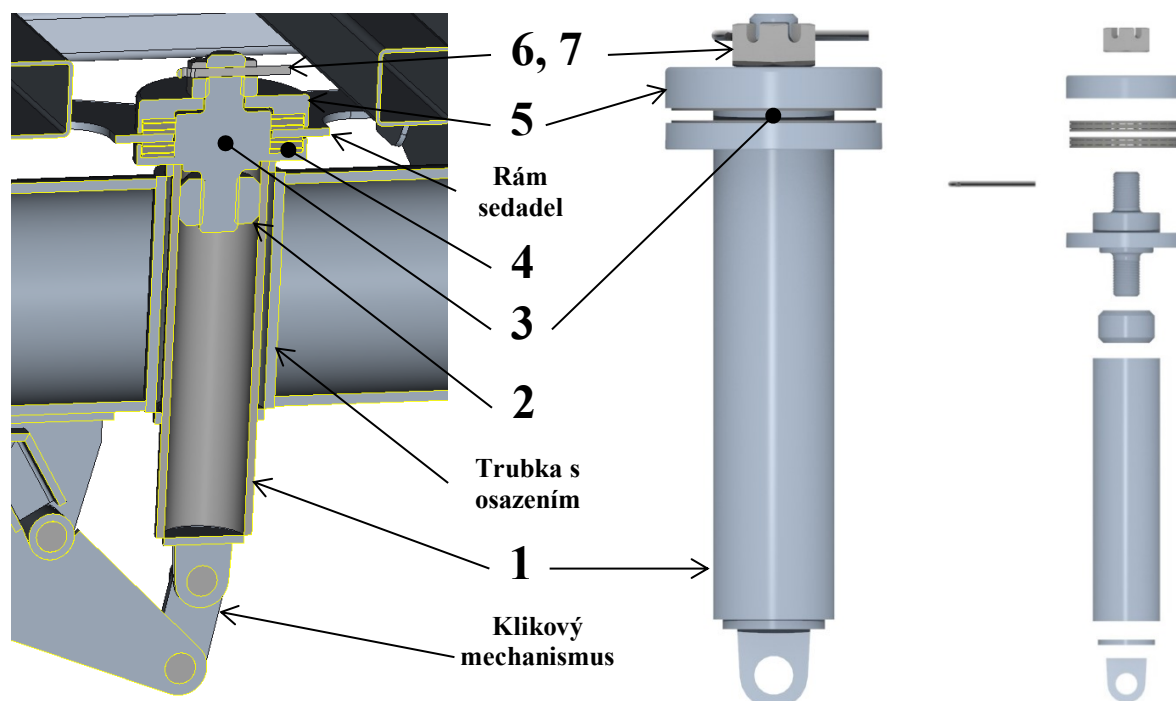
Obrázek 2.8.3 - Spojení rámu sedadel s konzolou pomocí kuželového a čtyřhranného čepu



Obrázek 2.8.4 – Detailní pohled na jednotlivé díly rámu sedadel mechanicky ovládaného otočného mechanismu

2.9 Přizvedávací hřídel mechanicky ovládaného otočného mechanismu

Přizvedávací hřídel jsem navrhnul z oceli a skládá se z kruhové trubky, na jedné straně uzavřené, s okem pro napojení ke klikovému mechanismu, (pozice 1). V trubce je matice (pozice 2), která je koutovým svarem přivařená k vnitřní stěně trubky. Do matice (pozice 2) je zašroubovaný ložiskový domek (pozice 3). Korunová matice (pozice 6), spolu s ložiskovým domkem (pozice 3), svírá dvojici jehličkových ložisek (pozice 4). Ložiska (pozice 4) svírají díl (Obrázek 2.8.1 pozice 5), který je součástí rámu sedadel. Korunová matice je zajištěna, proti pootočení, závlačkou (pozice 7).

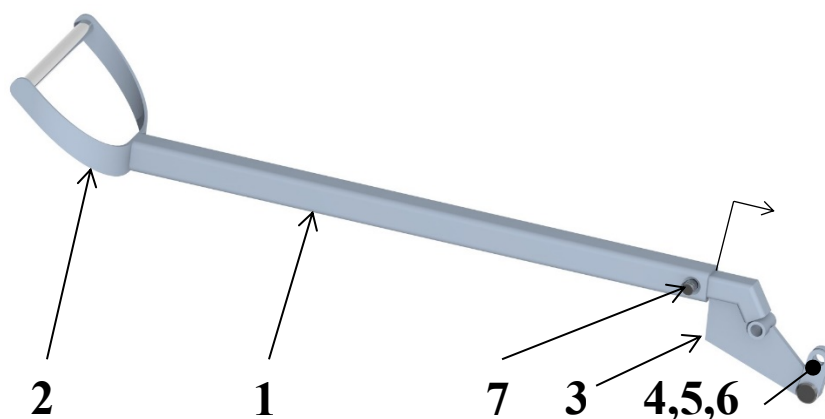


Obrázek 2.9.1 – Přizvedávací hřídel mechanicky ovládaného otočného mechanismu

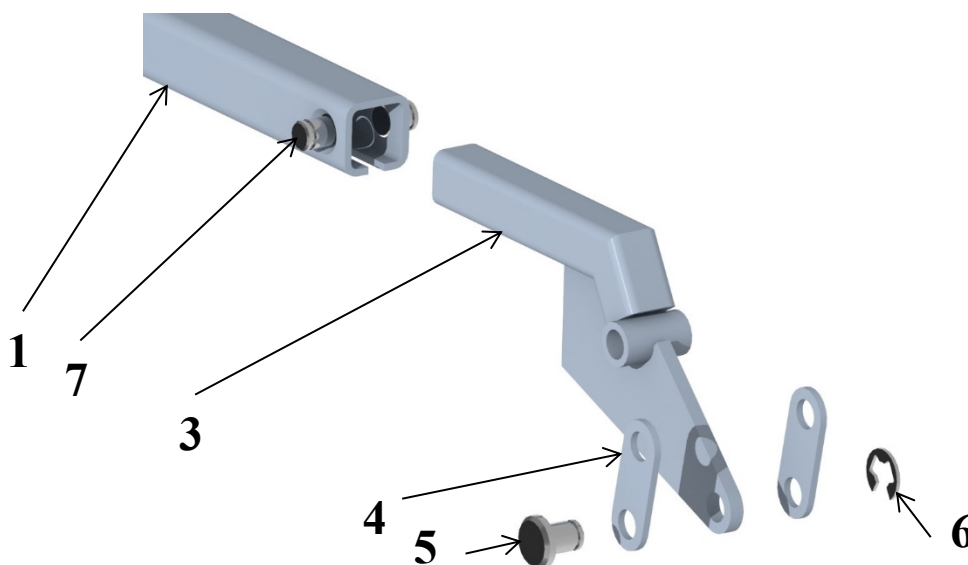
2.10 Páka mechanicky ovládaného otočného mechanismu

Páku mechanicky ovládaného otočného mechanismu jsem navrhl z oceli a skládá se z trubky čtvercového průřezu (pozice 1), pedálu (pozice 2) a čepů (pozice 7). Další část páky se skládá z dílu (pozice 3), spojek (pozice 4), čepu (pozice 5) a pojistného třmenového kroužku (pozice 6), která dohromady s přizvedávací hřídelí (kapitola 2.9) tvoří klikový mechanismus.

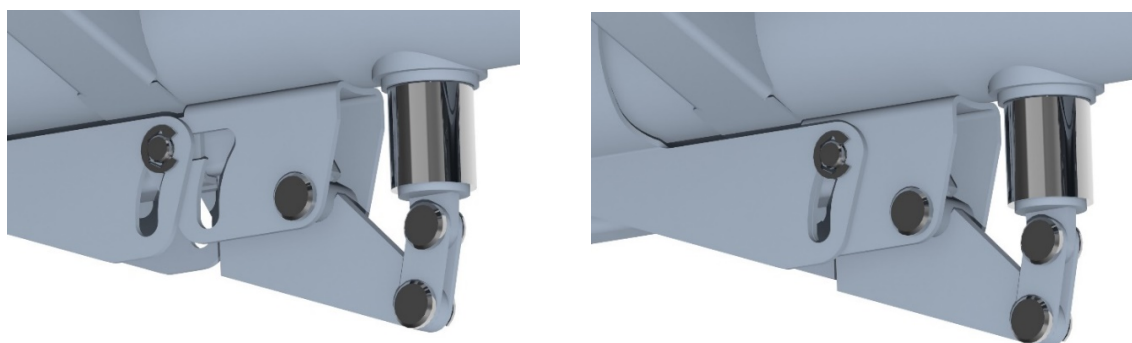
Spoje jednotlivých částí klikového mechanismu jsem navrhl s použitím čepů a pojistných třmenových kroužků (Obrázek 2.10.3). Díly (pozice 1 a 3) se vůči sobě mohou posouvat, směr možného posuvu je znázorněn na obrázku (Obrázek 2.10.1). Páka se může posunout o 20 mm, tím odjistí rám sedadel s pomocí zajišťovacího rámu, a následně se může natočit o 40°, tím se přizvedne rám sedadel se sedadly. Kinematiku páky definuje dvojice drážek v díle (Obrázek 2.6.2 pozice 5) a díle (Obrázek 2.7.1 pozice 4). Při posunutí páky se část jedné drážky překryje s druhou drážkou a umožní natočení páky (Obrázek 2.10.3).



Obrázek 2.10.1 – Páka mechanicky ovládaného otočného mechanismu



Obrázek 2.10.2 – Rozpad mechanicky ovládaného otočného mechanismu



Obrázek 2.10.3 – Překrytí drážek pro posunutí páky

2.11 Elektricky ovládaný otočný mechanismu

Druhé otočné sedadlo, které jsem navrhnul má elektricky ovládaný otočný mechanismus. Hlavní změnou oproti mechanicky ovládanému otočnému mechanismu je v tom, že odjištění/zajištění a přizvednutí rámu sedadel se sedadly je zajištěno pomocí aktuátoru. Sedadla jsou následně otočena pomocí krokového motoru. Z tohoto důvodu se při popisu elektricky ovládaného otočného mechanismu zaměřím jen na ty části, které jsou oproti mechanicky ovládanému mechanismu odlišné. Tento mechanismus má v porovnání s mechanicky ovládanou variantou dvě hlavní výhody.

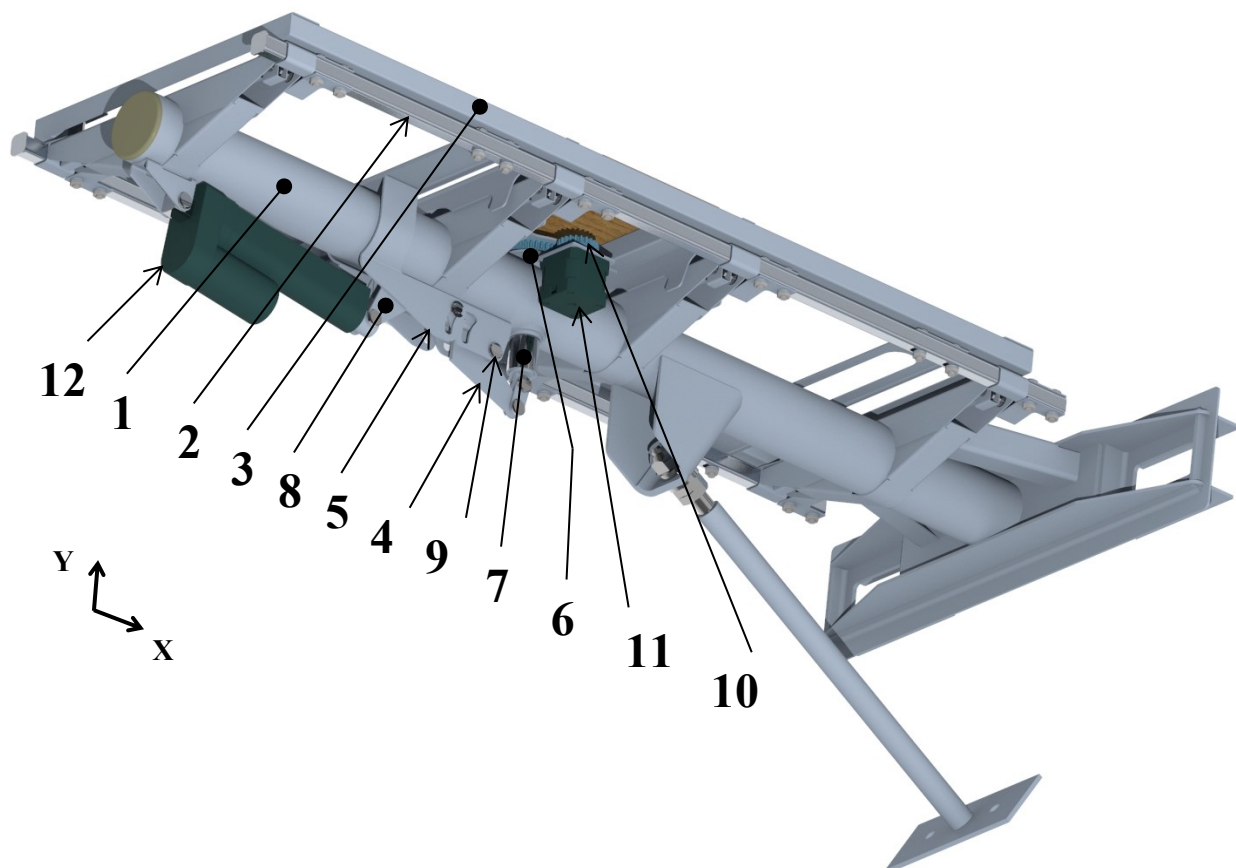
- Otočení sedadel je možno automatizovat: při příjezdu jednotky do koncové stanice se sedadla mohou automaticky otočit do požadovaného směru.
- Možnost určit, kdo může s otočným mechanismem manipulovat: ve chvíli, kdy je umožněno cestujícím manipulovat s otočným mechanismem, je zapotřebí mechanismus dimenzovat i s ohledem na možný vandalismus. Může totiž nastat situace, kdy si cestující/vandalové budou chtít vyzkoušet například otočení sedadel ve chvíli, kdy na sedadlech někdo sedí. Kdyby cestujícím bylo umožněno otáčet sedadly, byl by mechanismus opatřen tlačítkem, které po zmáčknutí dá pokyn k otočení sedadel.



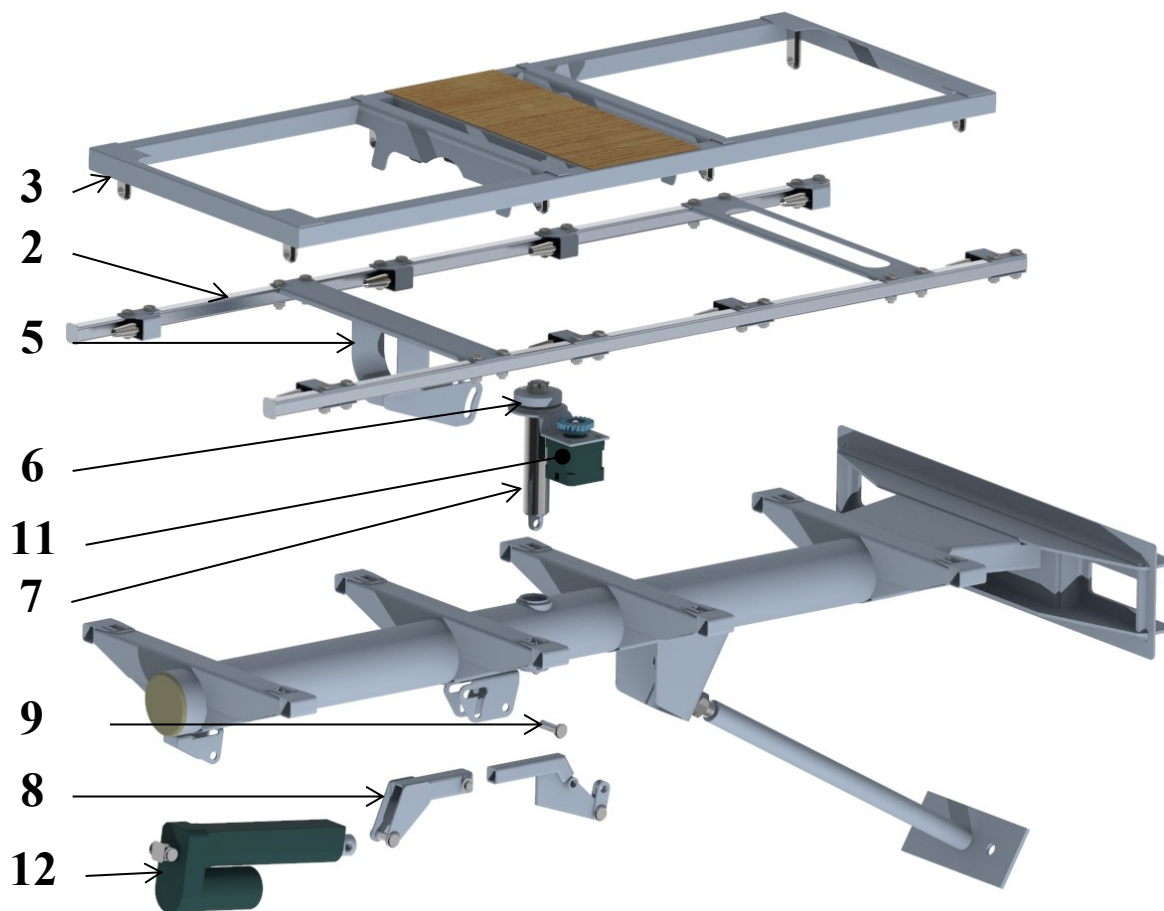
Obrázek 2.11.1 – Elektricky ovládané otočné sedadlo

Celková hmotnost elektricky ovládaného otočného mechanismu je 15 kg, což je o 1 kg víc než hmotnost mechanicky ovládané verze a o 6,4 kg víc než samotná konzola navržená v BP ([1]).

Otočení sedadel, v případě elektricky ovládaného otočného mechanismu, probíhá v několika krocích. Odjištění a přizvednutí zajišťuje aktuátor (pozice 12). Když se pustí aktuátor (pozice 12), začne se z něj vysouvat závitová tyč, která nejprve tlačí páku (pozice 8) ve směru osy x. Páka je kinematicky spojena s dílem (pozice 5), který ovládá zajišťovací rám (pozice 2). Při pohybu páky (pozice 8) ve směru osy x dojde k odjištění rámu sedadel (pozice 3, sedadla jsou pevně spojena s rámem sedadel). Ve chvíli, kdy se páka (pozice 8) posune do koncové polohy pro posunutí, začne se páka (pozice 8) sklápět (rotovat podle osy čepu pozice 9), působí na ní moment skládající se ze síly vyvozené aktuátorem a z ramene síly (více k silovým účinkům obou mechanismů v kapitole 2.17 a 2.18). Rotací podle osy čepu (pozice 9) dojde k zvednutí rámu sedadel (pozice 3). K tomu dojde tím, že rotační pohyb páky (pozice 8) je převeden na posuvný pohyb přizvedávacího hřídele (pozice 7) pomocí klikového mechanismu (pozice 4). Hřídel (pozice 7) zvedá rám sedadel (pozice 3) přes valivá ložiska (pozice 6). Závitová tyč aktuátoru (pozice 12) se vysune až do koncové polohy, tím se páka (pozice 8) dostane do koncové polohy pro rotaci. Stupně volnosti rámu v této poloze odebírá pouze axiální valivé ložisko. Rámem je otáčeno krokovým motorem (pozice 11), přesněji ozubeným soukolím (pozice 10) skládajícím se z pastorku, který je na výstupní hřídeli krokového motoru (pozice 11) a ozubeného kola, které je pevně spojeno s rámem sedadel (pozice 3). Rám sedadel (pozice 3) se otáčí společně se sedadly (podle osy ložiska pozice 6). Po otočení sedadel o 180° dojde k zastavení krokového motoru (pozice 11). Po otočení sedadel se začne závitová tyč aktuátoru (pozice 12) zasouvat zpět do původní polohy. Během toho dojde nejprve k dosednutí rámu sedadel (pozice 3) na konzolu a následně k zajištění rámu sedadel (pozice 3) pomocí zajišťovacího rámu (pozice 2). Tímto je přetočení sedadel dokončeno.

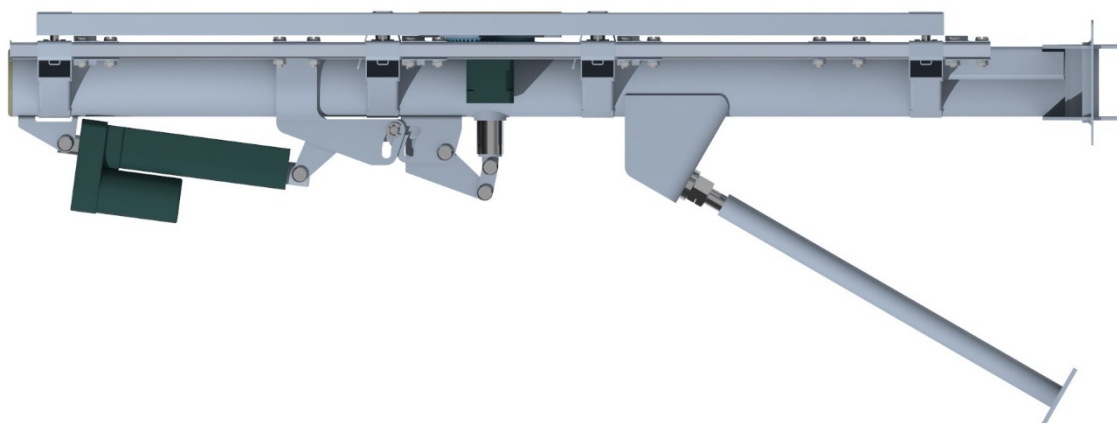


Obrázek 2.11.2 - Otočný mechanismus – elektricky ovládaný



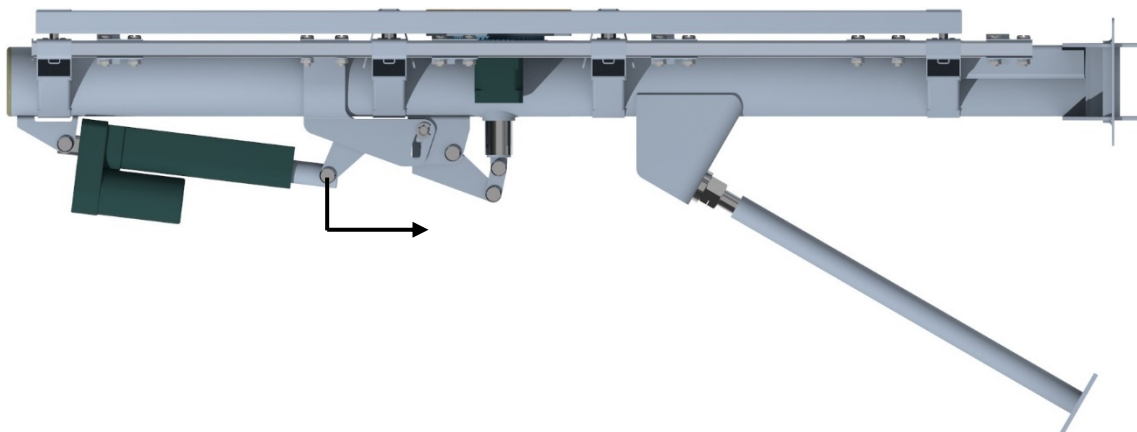
Obrázek 2.11.3 - Rozstřel elektricky ovládaného otočného mechanismu

Na obrázku (Obrázek 2.11.4) je vidět mechanismus v zajištěné poloze. Rám sedadel je pevně spojen s konzolou.



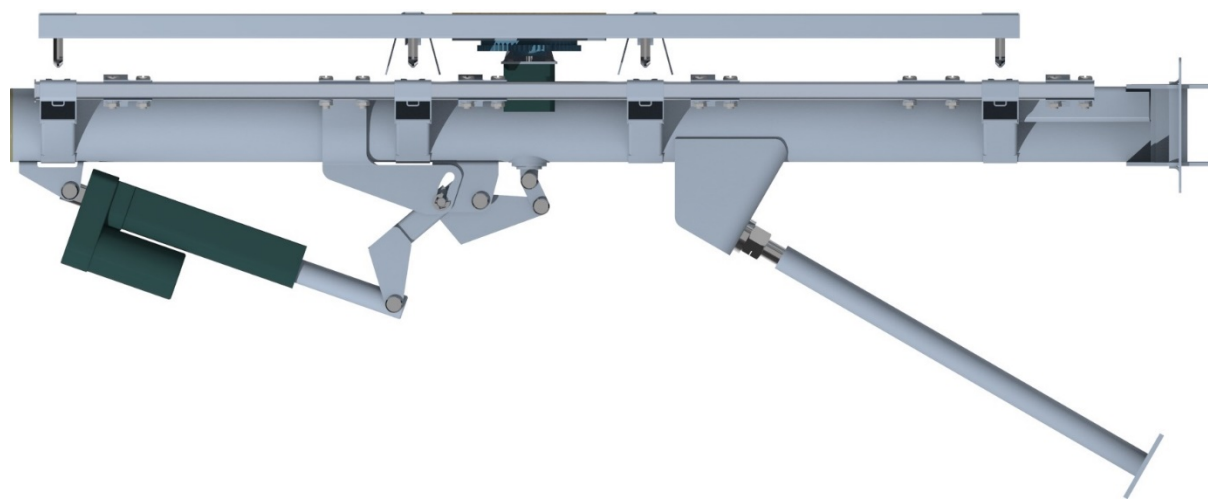
Obrázek 2.11.4 – Elektricky ovládaný otočný mechanismus v zajištěné poloze

Na obrázku (Obrázek 2.11.5) je mechanismus v poloze odjištěné. Páka je posunuta (ve směru naznačeném na obrázku) o určitou hodnotu a tím se rám sedadel odjistí.



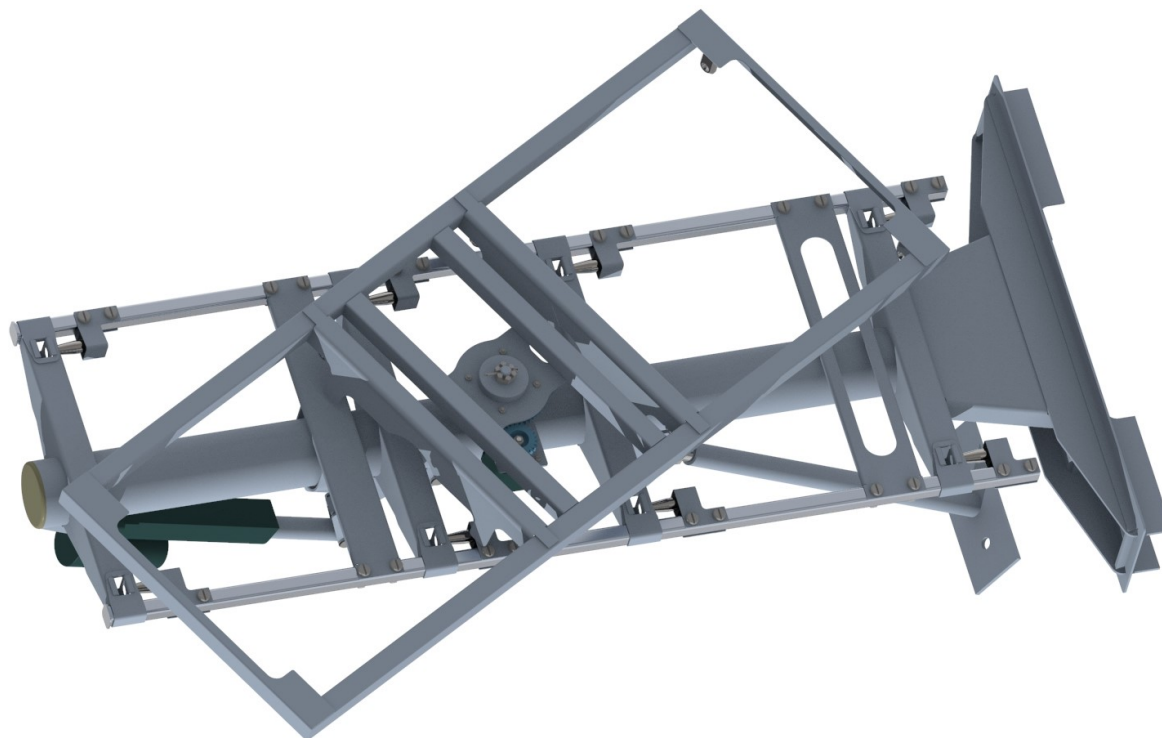
Obrázek 2.11.5 - Elektricky ovládaný otočný mechanismus v odjištěné poloze

Na obrázku (Obrázek 2.11.6) je mechanismus v odjištěné poloze a se zvednutým rámem sedadel. Páka je stále v odjištěné poloze, a navíc je natočena vůči ose čepu (Obrázek 2.11.2 pozice 9), tím je zvednut rám sedadel.



Obrázek 2.11.6 - Elektricky ovládaný otočný mechanismus v odjištěné poloze a se zvednutým rámem sedadel

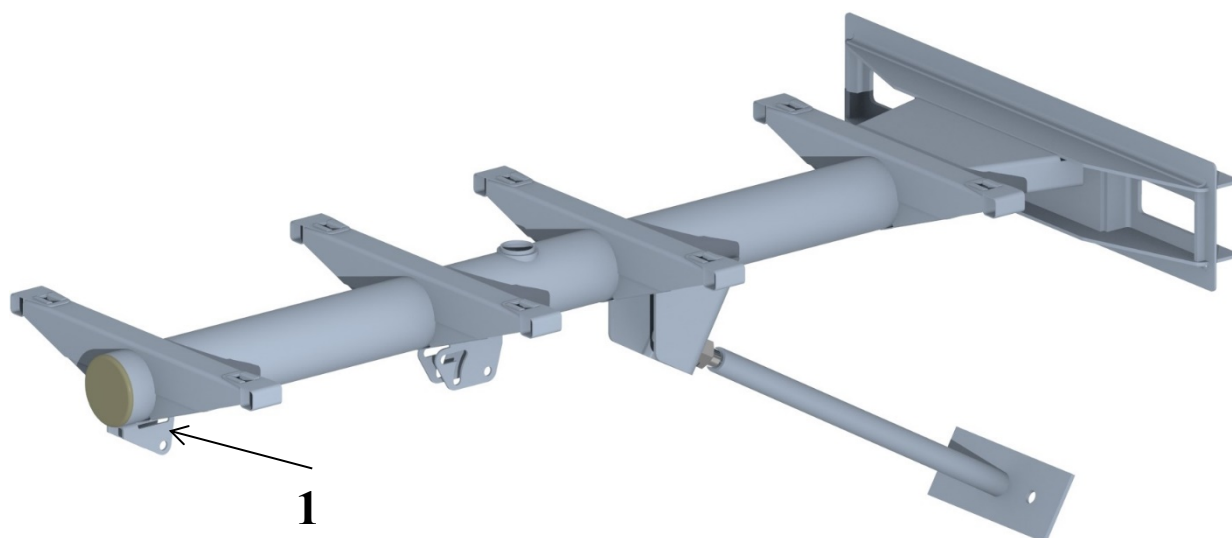
V poloze z obrázku (Obrázek 2.11.7) je mechanismus v odjištěné poloze se zvednutým a otočeným rámem sedadel. Rám sedadel je otočen pomocí krokového motoru.



Obrázek 2.11.7 – Elektricky ovládaný otočný mechanismus v odjištěné poloze se zvednutým a otočeným rámem sedadel

2.12 Konzola elektricky ovládaného otočného mechanismu

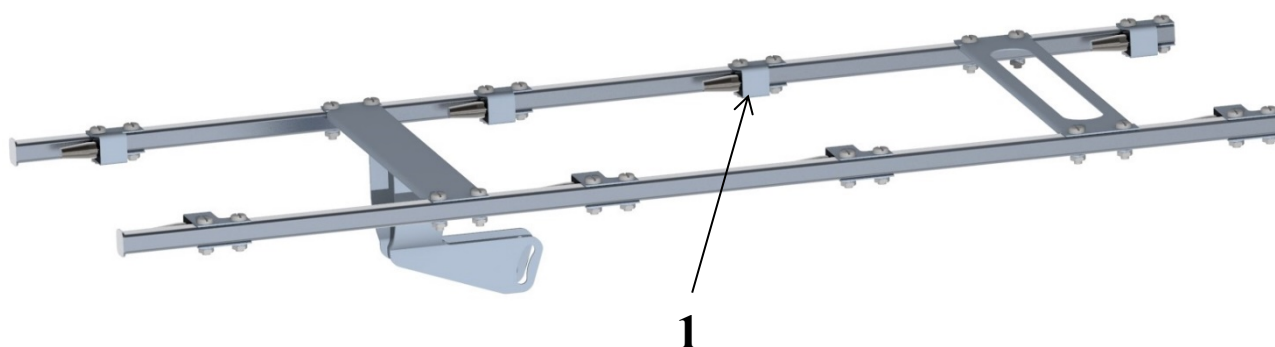
Konzola elektricky ovládaného otočného mechanismu se oproti konzole mechanicky ovládaného otočného mechanismu (kapitola 2.6) liší jen v několika drobnostech. Chybí zde magnet a nárazníky. Nárazníky nejsou potřeba, protože rámem sedadel otáčí krokový motor, který je použit v kombinaci s digitálním driverem (viz. kapitola 2.20). Digitální driver je schopen řídit krokový motor s dostatečnou přesností. Navíc je na konzole díl (pozice 1), který slouží k upevnění aktuátoru.



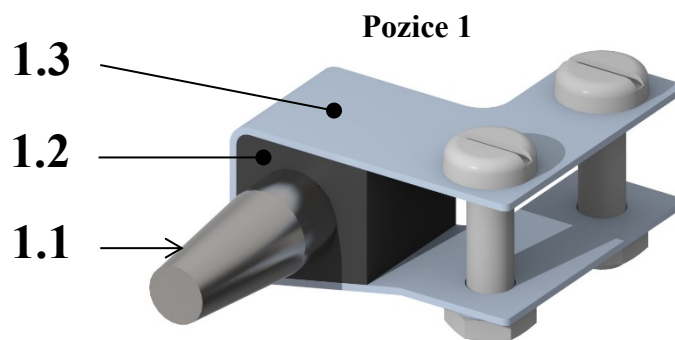
Obrázek 2.12.1 - Konzole mechanicky ovládaného otočného mechanismu

2.13 Zajišťovací rám elektricky ovládaného otočného mechanismu

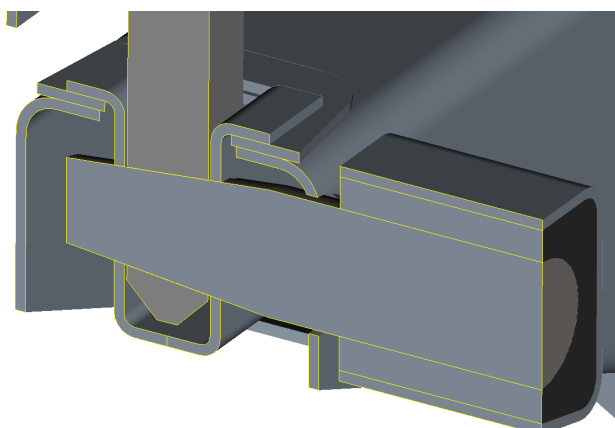
Zajišťovací rám elektricky ovládaného mechanismu se oproti zajišťovacímu rámu pro mechanicky ovládanou verzi liší v absenci pružin. Další rozdíl je u dílu (pozice 1), kde je kuželový čep (pozice 1.1) spojen s „čepovým držákem“ (pozice 1.3) pomocí pryžového elementu (pozice 1.2), který je mezi oba díly navulkanizován. V zajištěném stavu mechanismu je pryžový element namáhán na smyk a jeho deformace zajišťuje vyrovnání výrobních nepřesností. Kuželové spojení (Obrázek 2.13.3) by tedy v zajištěném stavu mělo být teoreticky bez vůlí. Předpětí kuželového spojení zajišťuje aktuátor. Pryžový element (pozice 1.2) u zajišťovacího rámu mechanicky ovládaného otočného mechanismu chybí, protože pružiny (Obrázek 2.7.1 pozice 7) nejsou schopny vyvodit takové předpětí, aby došlo k dostatečné deformaci pryžových elementů (pozice 1.2).



Obrázek 2.13.1 – Zajišťovací rám elektricky ovládaného mechanismu



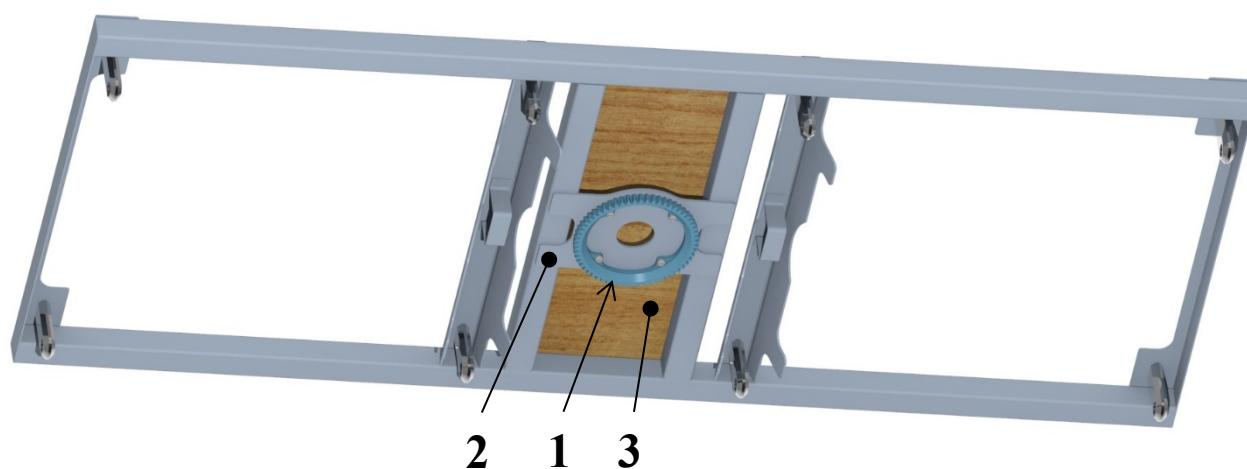
Obrázek 2.13.2 – Detailní pohled na pozici číslo 1



Obrázek 2.13.3 -Kuželové spojení elektricky ovládaného otočného mechanismu

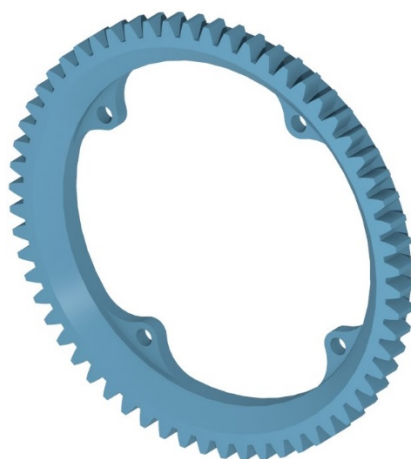
2.14 Rám sedadel elektricky ovládaného otočného mechanismu

Rám sedadel elektricky ovládaného otočného mechanismu se oproti rámu sedadel mechanicky ovládaného mechanismu liší v absenci dílu (Obrázek 2.8.1 pozice 8), který u elektricky ovládané varianty není potřeba kvůli použití krokového motoru a digitálního driveru (viz. kapitola 2.20). Navíc je u elektrické verze rámu sedadel ozubené kolo (pozice 1), které je s dílem (pozice 3) spojeno pomocí šroubového spoje. Ozubené kolo je vyrobeno z plastu a je trvale v kontaktu s pastorkem (Obrázek 2.15.3), krokový motor otáčí s rámem sedadel. Dřevěná deska (pozice 3) zakrývá ozubené soukolí a chrání ho před vniknutím prachu. Dřevěná deska (pozice 3) slouží také jako bezpečnostní prvek, neboť zabraňuje cestujícím sahat do soukolí.



Obrázek 2.14.1 - Rám sedadel elektricky ovládaného otočného mechanismu

Pozice 1

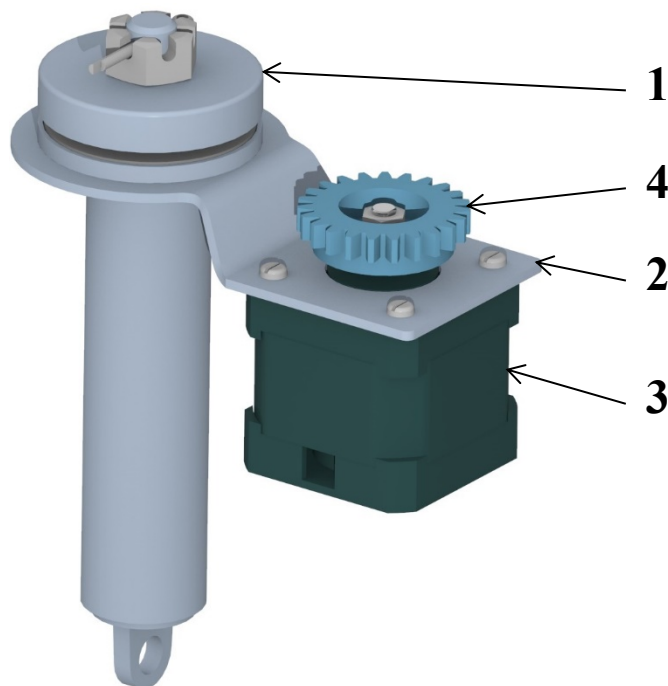


Obrázek 2.14.2 – Detailní pohled na ozubené kolo

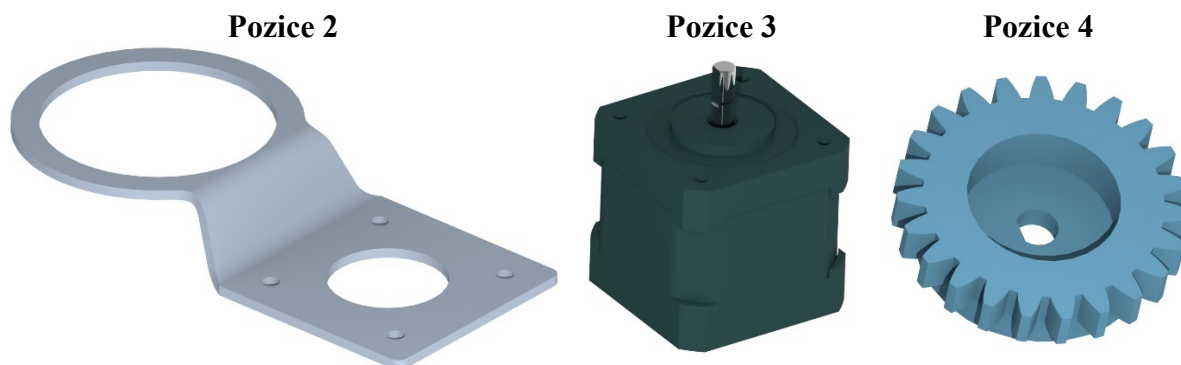
2.15 Přizvedávací hřídel elektricky ovládaného otočného mechanismu

Konstrukce přizvedávacího hřídele pro elektricky ovládaný otočný mechanismus je stejná jako pro hřídel mechanické varianty. Verze pro elektricky ovládaný mechanismus má navíc

nástavbu na upevnění krokového motoru (pozice 3). Plechový díl (pozice 2) je k přizvedávací hřídeli (pozice 1) přivařen koutovým svarem. K plechovému dílu (pozice 2) je přišroubován krokový motor (pozice 3). Součástí krokového motoru je i pastorek (pozice 4).



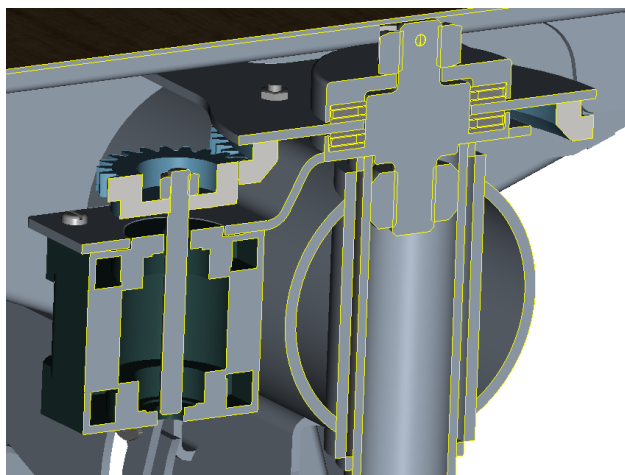
Obrázek 2.15.1 – Přizvedávací hřídel elektricky ovládaného otočného mechanismu



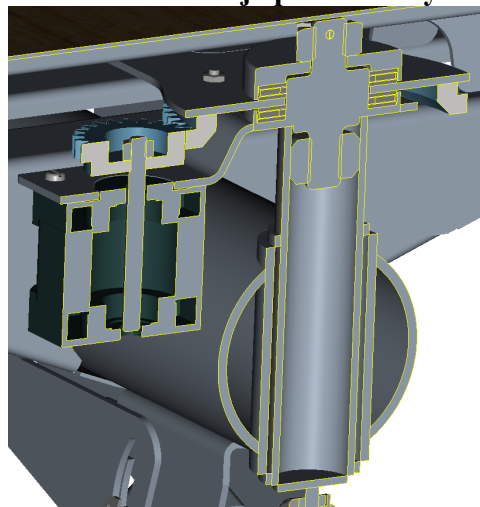
Obrázek 2.15.2 – Detailní pohled na jednotlivé díly přizvedávacího mechanismu

Na obrázku (Obrázek 2.15.3) je řez ozubeným soukolím elektricky ovládaného otočného mechanismu. Při otáčení rámu sedadel se sedadly, krokový motor (pozice 3) stojí na místě a ozubené kolo s rámem sedadel se otáčí podle osy hřídele (pozice 1). Krokový motor se zvedá společně s přizvedávacím hřídelem, takže pastorek je stále v kontaktu s ozubeným kolem (viz. Obrázek 2.15.3).

Rám sedadel není přizvednutý



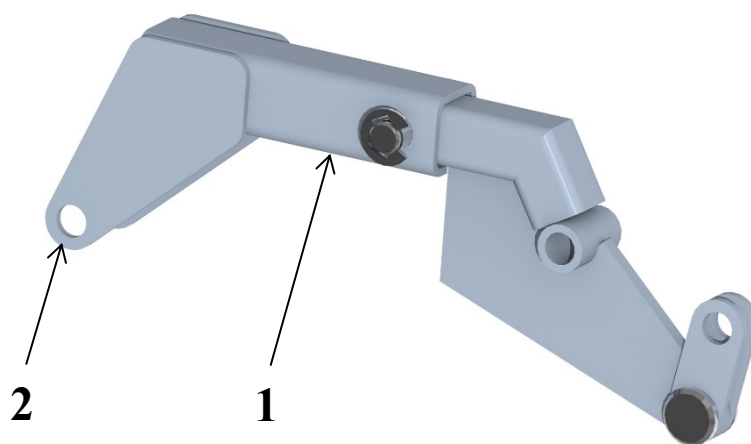
Rám sedadel je přizvednutý



Obrázek 2.15.3 – Ozubené soukolí na elektricky ovládaném otočném mechanismu

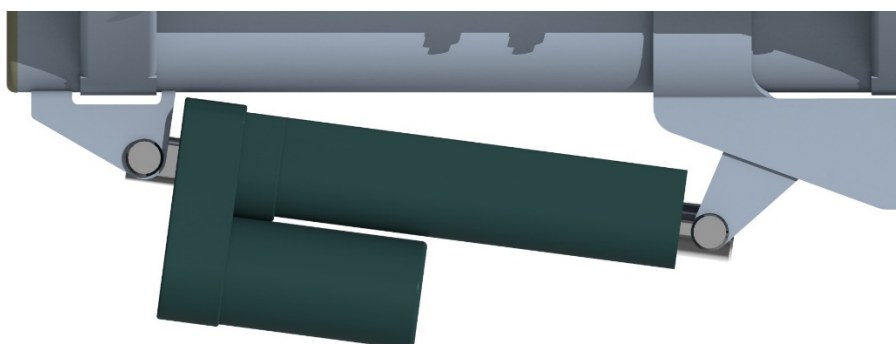
2.16 Páka elektricky ovládaného otočného mechanismu

Základ konstrukce páky elektricky ovládaného mechanismu je stejný jako páky mechanicky ovládané varianty. Trubka čtvercového průřezu (pozice 1) je u páky elektricky ovládaného mechanismu kratší a místo pedálu je k trubce (pozice 1) přivařen díl (pozice 2), který slouží k připojení aktuátoru.



Obrázek 2.16.1 – Páka elektricky ovládaného otočného mechanismu

Aktuátor je k páce a ke konzole upevněn pomocí čepů a pojistných třmenových kroužků.

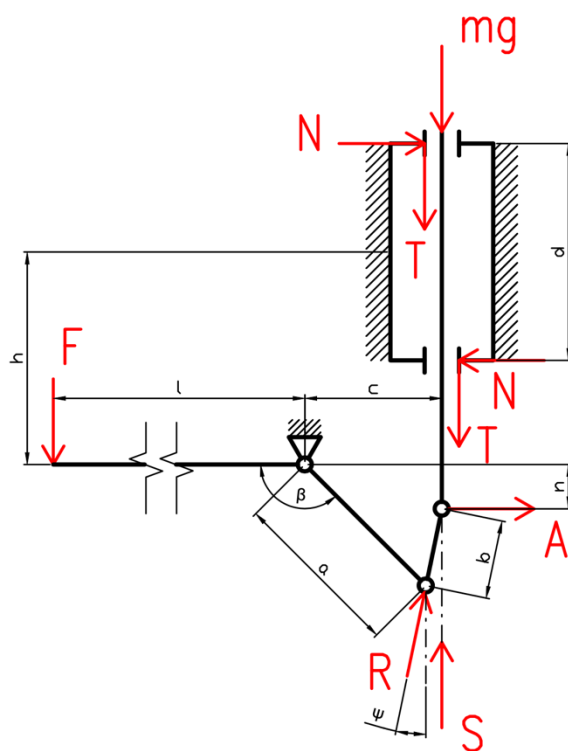


Obrázek 2.16.2 - Páka elektricky ovládaného otočného mechanismu

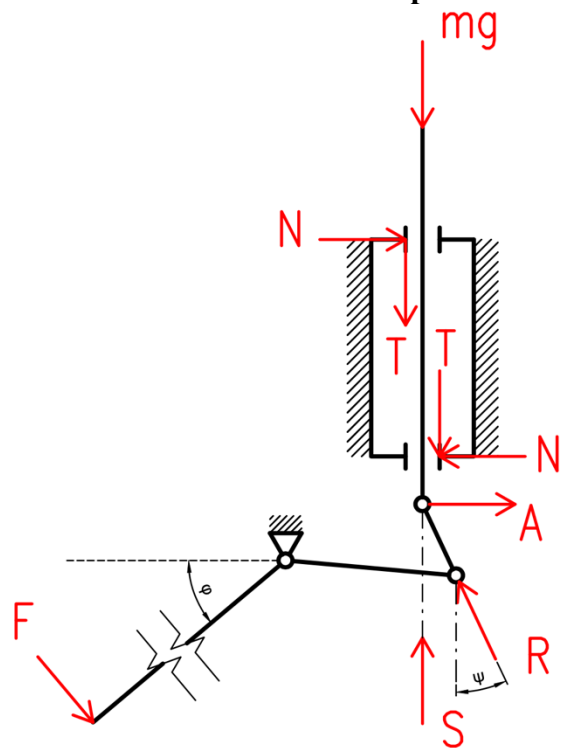
2.17 Výpočet vnitřních silových účinků zvedacího mechanismu mechanicky ovládaného otočného mechanismu

Znalost vnitřních silových účinků zvedacího mechanismu je důležitá pro dimenzování jednotlivých částí mechanismu (pevnostním výpočtům jednotlivých komponent jsem se v této diplomové práci nezabýval). Dále pak pro ověření, zda je reálné sedadla navrženým mechanismem zvedat za účinků přiměřených sil. V případě mechanicky ovládané verze otočného mechanismu je síla přiměřená taková, kterou běžný cestující je schopen vyvodit sešlápnutím pedálu páky otočného mechanismu (Obrázek 2.10.1 pozice 2). V případě elektricky ovládaného mechanismu se jedná o sílu, kterou je schopen vyvodit aktuátor. Dále bylo potřeba zjistit, za jakých podmínek se zvedací mechanismus vzpříčí. Pro potřeby výpočtu vnitřních silových účinků mechanicky ovládaného zvedacího mechanismu jsem vytvořil zjednodušený model (Obrázek 2.17.1), kde jsou znázorněny jednotlivé síly působící na komponenty zvedacího mechanismu

Mechanismus v počáteční poloze



Mechanismus v koncové poloze



Obrázek 2.17.1 – Vnitřní silové účinky zvedacího mechanismu

S pomocí modelu z obrázku (Obrázek 2.17.1) jsem odvodil vztahy pro výpočet vnitřních silových účinků mechanicky ovládaného otočného mechanismu. Ve výpočtech jsem zanedbával součinitel čepového tření.

$$\psi = \arcsin \frac{c - a \cdot \cos(\pi - \phi - \beta)}{b} \quad (2.17.1)$$

$$n = a \cdot \cos\left(\beta - \frac{\pi}{2} + \phi\right) - b \cdot \cos(\phi) \quad (2.17.2)$$

$$A = \frac{m \cdot g \cdot \operatorname{tg}(\psi)}{1 - 2 \cdot f \cdot \frac{n+h}{d} \cdot \operatorname{tg}(\psi)} \quad (2.17.3)$$

$$S = \left| 2 \cdot f \cdot A \cdot \frac{n+h}{d} + m \cdot g \right| \quad (2.17.4)$$

$$R = \frac{S}{\cos(\psi)} \quad (2.17.5)$$

$$F = R \cdot \frac{a}{l} \quad (2.17.6)$$

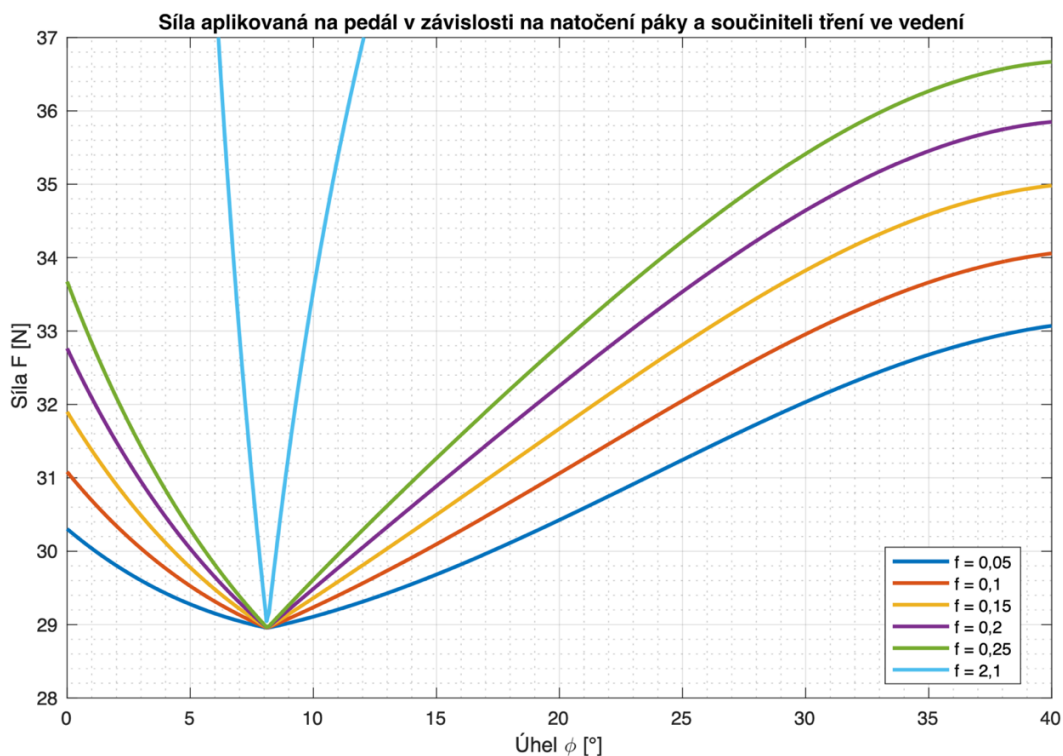
Kde velikosti jednotlivých délkových a úhlových rozměrů jsou vypsány v tabulce (Tabulka 2.17.1 Tabulka 2.3.1). Hmotnost zvedaných částí se skládá z hmotnosti dvou sedadel, rámu sedadel (kapitola 2.8) a přizvedávacího hřídele (kapitola 2.9). Hmotnost dvou sedadel se pohybuje kolem 24 kg, rám sedadel váží 2,4 kg a přizvedávací hřídel 0,4 kg. Celková hmotnost zvedaných částí $m = 24 + 2,4 + 0,4 = 26,8 \text{ kg}$. Gravitační zrychlení je ve vztazích značeno jako g . Součinitel tření mezi hřídelem a osazením je značeno jako f a jeho hodnoty jsou značeny na obrázku (Obrázek 2.17.2).

Rozměr	Hodnota	Rozměr	Hodnota
a	50 mm	h	62 mm
b	23 mm	l	454 mm
c	40 mm	β	135°
d	63,3 mm	ϕ	0–40°

Tabulka 2.17.1 – Velikosti jednotlivých délkových a úhlových rozměrů mechanicky ovládaného otočného mechanismu

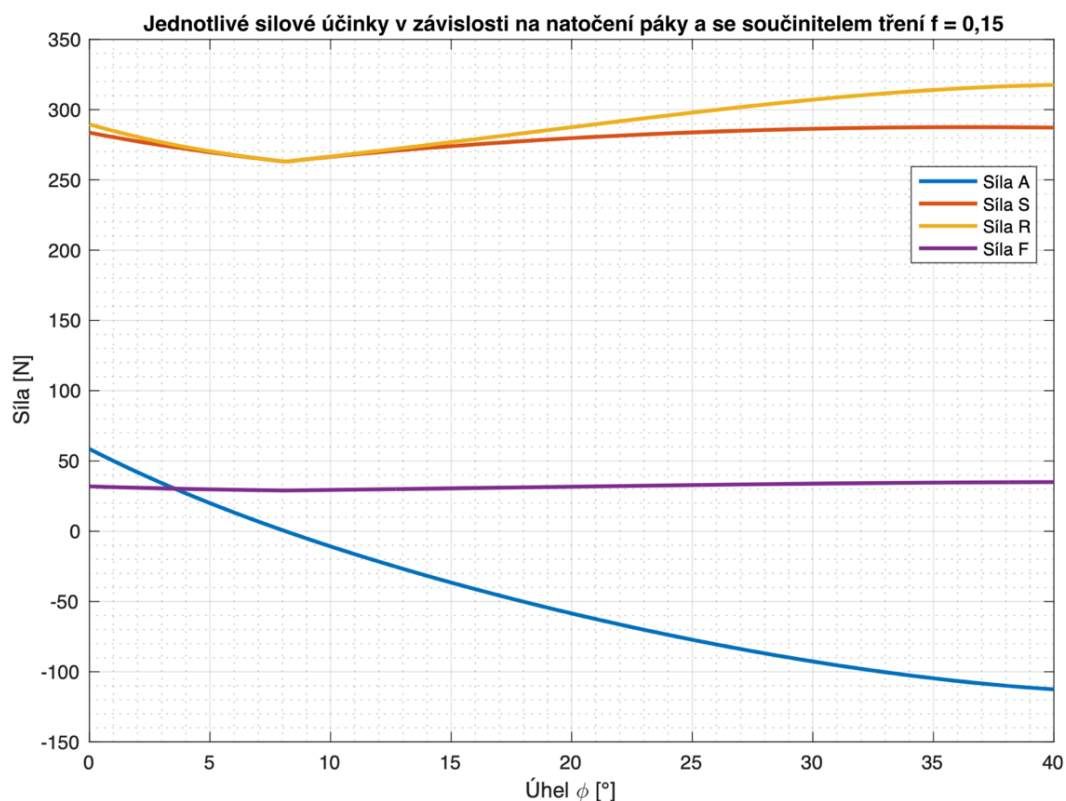
Na obrázku (Obrázek 2.17.2) je graf, na kterém je vykreslena potřebná síla, kterou je třeba vyvodit na pedál (Obrázek 2.10.1 pozice 2) v závislosti na natočení páky a součiniteli tření ve vedení. Klikový mechanismus jsem navrhl tak, abych minimalizoval potřebnou sílu působící na páku a abych zajistil, že nedojde ke vzpříčení mechanismu. V prvních iteracích se přizvedávací hřídel vzpříčil již při součiniteli tření 0,3, postupnými úpravami klikového mechanismu jsem se dostal až na hodnotu 2,1, průběh sil při tomto součiniteli je vidět na obrázku (Obrázek 2.17.2). Součinitel tření pro suchý kontakt ocel – ocel se bude v případě mého mechanismu pohybovat v hodnotách 0,15 [30], hodnoty 2,1 je prakticky nemožné dosáhnout.

Klikový mechanismu je navržen zároveň tak, aby největší potřebná síla aplikovaná na pedál byla potřeba v koncové poloze, kde je cestující/obsluha v nejsilnější poloze (tato vlastnost klikového mechanismu je především důležitá u elektricky ovládaného otočného mechanismu). Největší síla potřebná k přizvednutí sedadel, při součiniteli tření 1,5, je zhruba 35 N, což je velice málo a nemělo by téměř nikomu činit problém nohou na pedál takovou silou působit. Při úhlu natočení páky 8° dochází k tomu, že síla R se dostane do osy hřídel, v této poloze je síla A nulová, proto veškeré křivky prochází tímto bodem. Po dalším natočení páky dojde ke změně orientace síly A , přizvedávací hřídel změní své kontaktní plochy v osazené trubce.



Obrázek 2.17.2 - Síla aplikovaná na pedál v závislosti na natočení páky a součiniteli tření ve vedení

Na obrázku (Obrázek 2.17.3) jsou vidět zbylé vnitřní silové účinky. Tyto hodnoty by sloužily, jako vstupní hodnoty pro pevnostní výpočty jednotlivých komponent zvedacího mechanismu.

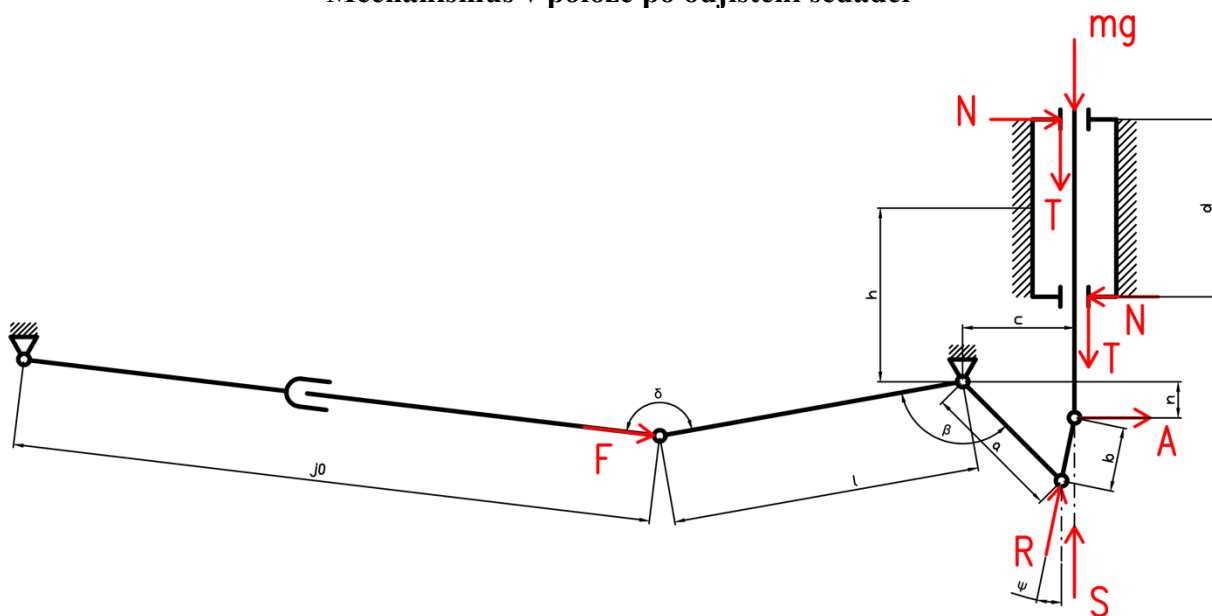


Obrázek 2.17.3 – Jednotlivé silové účinky v závislosti na natočení páky a se součinitelem tření $f = 0,15$ pro mechanicky ovládaný mechanismus

2.18 Výpočet vnitřních silových účinků zvedacího mechanismu elektricky ovládaného otočného mechanismu

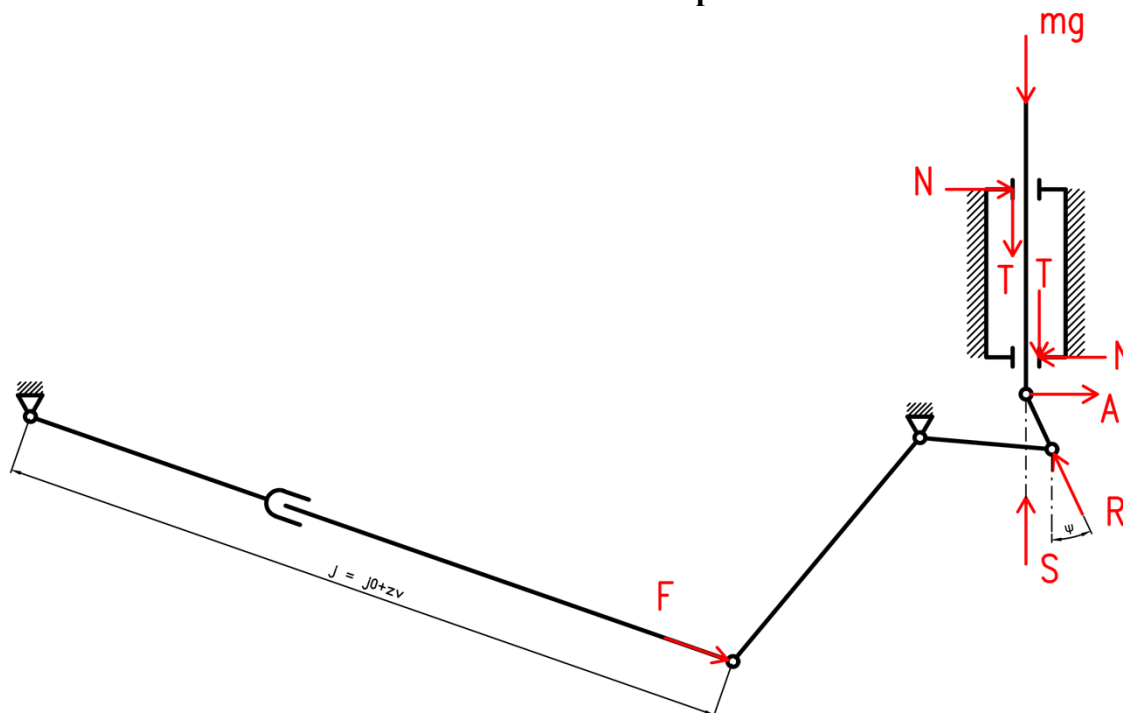
Pro potřeby výpočtu vnitřních silových účinků elektricky ovládaného zvedacího mechanismu jsem rovněž vytvořil zjednodušený model (Obrázek 2.18.1 a Obrázek 2.18.2), kde jsou znázorněny jednotlivé síly působící na komponenty zvedacího mechanismu

Mechanismus v poloze po odjištění sedadel



Obrázek 2.18.1 – Vnitřní silové účinky zvedacího mechanismu – mechanismus v počáteční poloze

Mechanismus v koncové poloze



Obrázek 2.18.2 – Vnitřní silové účinky zvedacího mechanismu – mechanismus v koncové poloze

S pomocí modelu z obrázku (Obrázek 2.18.1 a Obrázek 2.18.2) jsem odvodil vztahy pro výpočet vnitřních silových účinků elektricky ovládaného otočného mechanismu. Ve výpočtech jsem rovněž zanedbával součinitel čepového tření.

$$\psi = \arcsin \frac{c - a \cdot \cos \left(\pi - \frac{z_v}{l} - \beta \right)}{b} \quad (2.18.1)$$

$$n = a \cdot \cos \left(\beta - \frac{\pi}{2} + \frac{z_v}{l} \right) - b \cdot \cos \left(\frac{z_v}{l} \right) \quad (2.18.2)$$

$$j = j_0 + z_v \quad (2.18.3)$$

$$\delta = \arccos \frac{l^2 + j^2 - k^2}{2 \cdot l \cdot j} \quad (2.18.4)$$

$$A = \frac{m \cdot g \cdot \operatorname{tg}(\psi)}{1 - 2 \cdot f \cdot \frac{n + h}{d} \cdot \operatorname{tg}(\psi)} \quad (2.18.5)$$

$$S = \left| 2 \cdot f \cdot A \cdot \frac{n + h}{d} + m \cdot g \right| \quad (2.18.6)$$

$$R = \frac{S}{\cos(\psi)} \quad (2.18.7)$$

$$F = \frac{R \cdot a}{\cos \left(\delta - \frac{\pi}{2} \right) \cdot l} \quad (2.18.8)$$

Kde velikosti jednotlivých délkových a úhlových rozměrů jsou vypsány v tabulce (Tabulka 2.18.1 Tabulka 2.3.1). Hmotnost zvedaných částí se skládá z hmotnosti dvou sedadel, rámu sedadel (kapitola 2.8) a přizvedávacího hřídele (kapitola 2.9). Přizvedávací hřídel elektricky ovládaného mechanismu oproti mechanicky ovládané verzi obsahuje ještě krokový motor (viz. kapitola 2.15). Hmotnost dvou sedadel se pohybuje kolem 24 kg, rám sedadel váží 2,4 kg a přizvedávací hřídel 0,5 kg. Celková hmotnost zvedaných částí $m = 24 + 2,4 + 0,5 = 26,9 \text{ kg}$. Gravitační zrychlení je ve vztazích značeno jako g . Součinitel tření mezi hřídelem a osazením je značeno jako f a jeho hodnoty jsou značeny na obrázku (Obrázek 2.18.3).

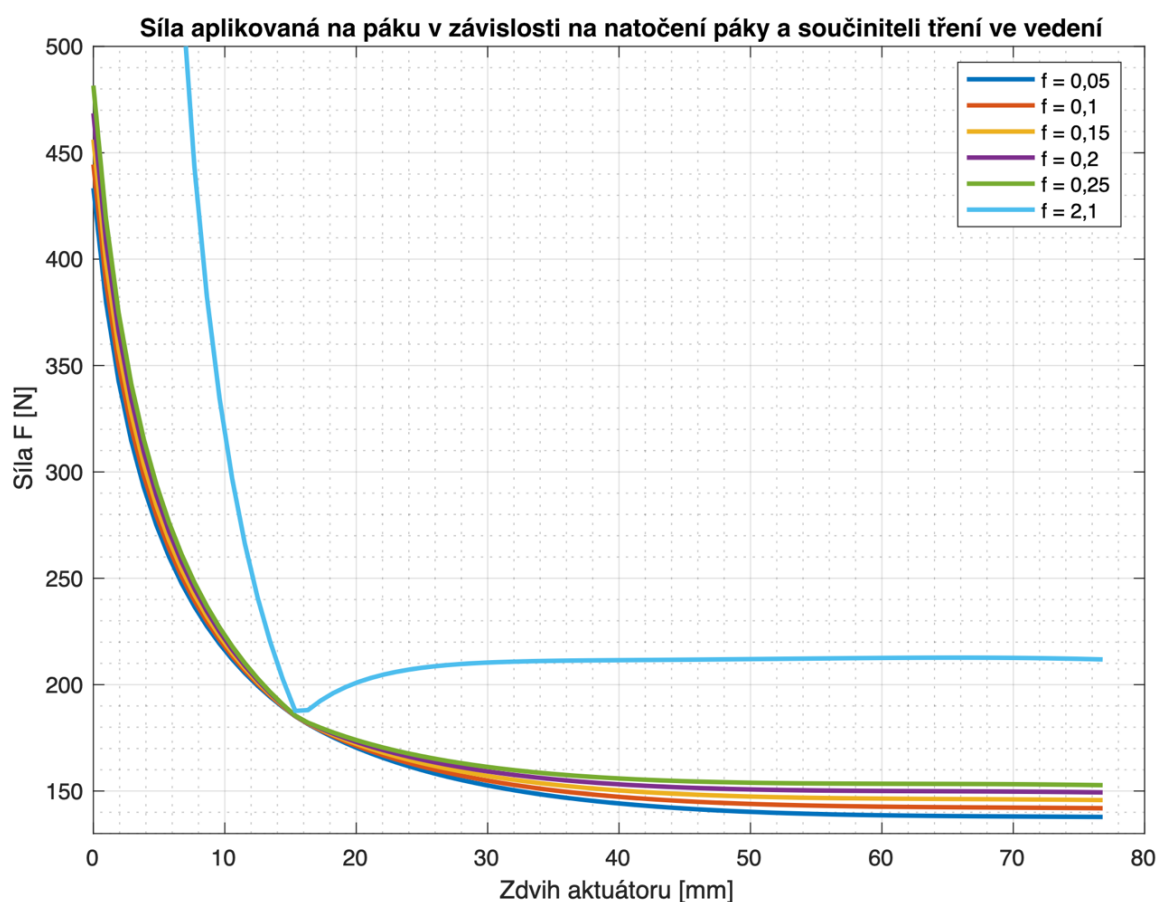
Rozměr	Hodnota	Rozměr	Hodnota
a	50 mm	l	110 mm
b	23 mm	z_v	0–77 mm
c	40 mm	β	135°
d	63,3 mm	j_0	229 mm
h	62 mm	-	-

Tabulka 2.18.1 – Velikosti jednotlivých délkových a úhlových rozměrů elektricky ovládaného otočného mechanismu

Na obrázku (Obrázek 2.18.3) je graf, na kterém je vykreslena potřebná síla vyvozena aktuátorem (Obrázek 2.11.2 pozice 12) v závislosti na natočení páky a součiniteli tření ve vedení. Ke vzpříčení dojde rovněž při součiniteli tření 2,1.

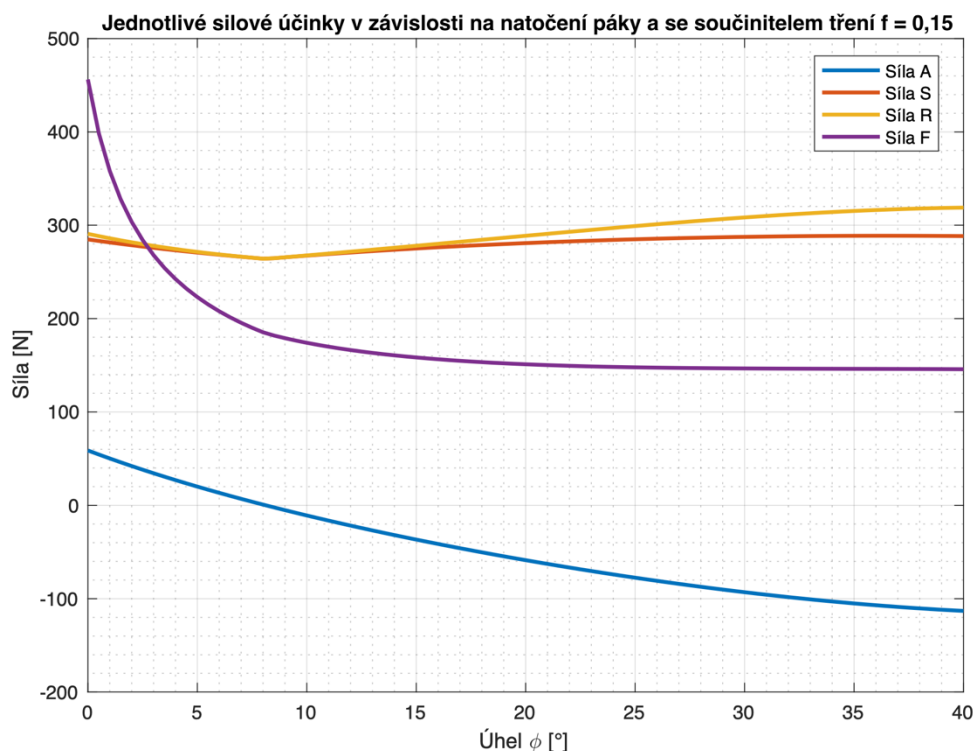
V počáteční poloze má síla F nejmenší rameno síly (Obrázek 2.18.1). Proto je potřeba, aby v této poloze byla reakce A co možná nejmenší, síla A vyvolává odporové síly T . Klikový mechanismus jsem za tímto účelem zkoušel upravovat, podařilo se mi ale maximální sílu viz. obrázek (Obrázek 2.18.3), zmenšit pouze o několik newtonů. Kvůli unifikaci dílů, jsem proto použil klikový mechanismus z mechanicky ovládaného otočného mechanismu.

Největší síla potřebná k přizvednutí sedadel, při součiniteli tření 1,5, je zhruba 455 N a potřebný zdvih aktuátoru pro zvednutí sedadel je 77 mm, což je potřeba zohlednit při výběru aktuátoru (viz. kapitola 2.20). Maximální síla potřebná k přizvednutí sedadel by se dala výrazně snížit „svěšením“ aktuátoru (zvětšením úhlu mezi osou konzoly a osou aktuátoru), to by však znamenalo, že aktuátor bude více zasahovat do prostoru pod sedadly a zmenší prostor pro zavazadla, případně pro nohy cestujících v uspořádání za sebou. Při úhlu natočení páky 8° dojde rovněž k tomu, že síla R se dostane do osy hřidel, v této poloze je síla A nulová, proto veškeré křivky prochází tímto bodem. Po dalším natočení páky dojde ke změně orientace síly A , přizvedávací hřidel změní své kontaktní plochy v osazené trubce.



Obrázek 2.18.3 – Síla vyvozená aktuátorem v závislosti na natočení páky a součiniteli tření ve vedení

Na obrázku (Obrázek 2.18.4) jsou vidět zbylé vnitřní silové účinky. Tyto hodnoty by sloužily, jako vstupní hodnoty pro pevnostní výpočty jednotlivých komponent zvedacího mechanismu.



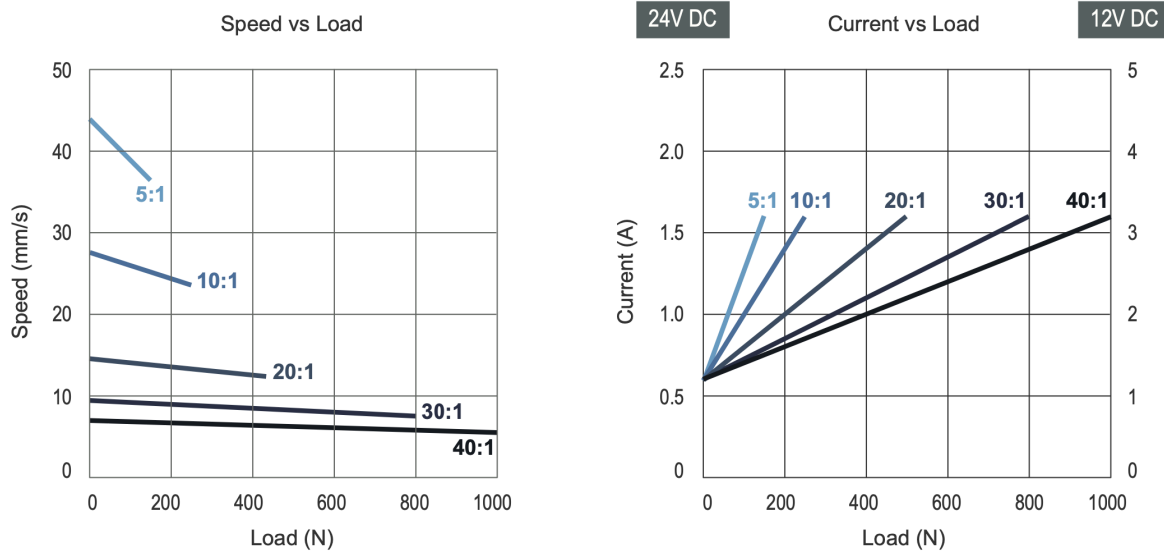
Obrázek 2.18.4 – Jednotlivé silové účinky v závislosti na natočení páky a se součinitelem tření $f = 0,15$ pro elektricky ovládaný mechanismus

2.19 Výběr aktuátoru pro elektricky ovládaný otočný mechanismus

Pro potřeby odjištění a zvednutí sedadel mechanicky ovládaného mechanismu jsem vybral aktuátor LD3-12-20-K3-100-C11-IP65. Aktuátor jsem vybral na základně znalosti maximální síly - 455 N a maximálního zdvihu - 21 mm (síla potřebná k odjištění mechanismu) + 77 mm (síla potřebná k zvednutí sedadel) = 98 mm. Vybraný aktuátor je napájen napětím 12 V, maximální zdvih je 100 mm, maximální síla 500 N, maximální možné statické zatížení 2500 N a maximální rychlost při zatížení 12,3 mm/s. Cena aktuátoru, při nákupu 25 a více kusů, je 2420 Kč bez DPH [31]. Na obrázku (Obrázek 2.19.2) jsou dva grafy. První znázorňuje závislost rychlosti vysunutí šroubové tyče na zatížení pro několik typů aktuátorů (vybraný aktuátor má převod 20:1). Druhý graf znázorňuje napájecí proud v závislosti na zatížení. Při průměrné rychlosti aktuátoru 12 mm/s by trvalo odjištění a zvednutí sedadel cca. 8 s, otočení sedadel 5,5 s, viz. rovnice (2.20.6), a následné spuštění sedadel a opětovné zajištění dalších 8 s. Celková doba potřebná pro otočení a zajištění sedadel je tedy přibližně 21,5 s, viz rovnice (2.20.7).



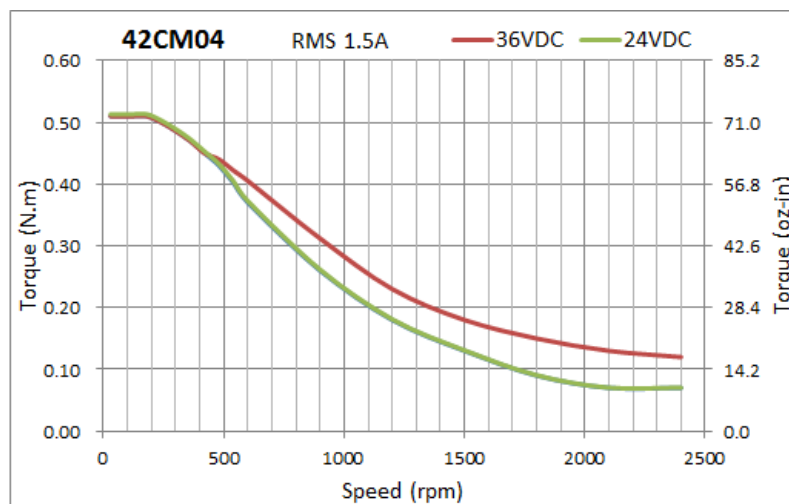
Obrázek 2.19.1 - Vybraný aktuátor [31]



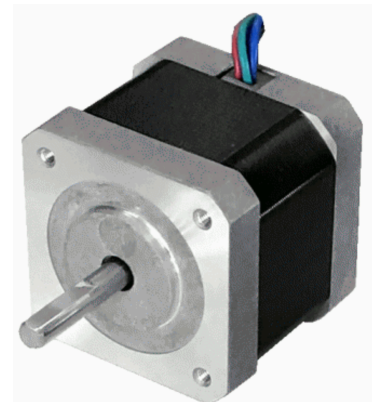
Obrázek 2.19.2 – Charakteristiky vybraného aktuátoru [31]

2.20 Výběr krokového motoru pro elektricky ovládaný otočný mechanismu

Krokový motor slouží u elektricky ovládaného otočného mechanismu k otáčení rámu sedadel se sedadly. Pro tyto potřeby jsem vybral 42CM04 – krokový 2 - fázový motor 0,4Nm ([32]). Jeho momentová charakteristika je patrná z obrázku (Obrázek 2.20.1). Napájen je stejnosměrným proudem o napětí 24 V, hmotnost motoru je 0,3 Kg, základní úhel natočení je 1,8°. Cena krokového motoru je 645 Kč bez DPH.



Obrázek 2.20.1 - Momentová charakteristika krokového motoru [32]



Pro potřeby řízení krokového motoru je nutné otočný mechanismus vybavit digitální driverem. Vybral jsem DM422C – digitální driver pro 2 - fázové krokové motory, 36 V, 2.2 A. Cena driveru je 1 231 bez DPH.



Obrázek 2.20.2 - Digitální driver [33]

Dále jsem v této kapitole počítal čas potřebný pro otočení sedadel vybraným krokovým motorem.

Nejprve bylo potřeba spočítat třetí moment mnou použitých jehličkových ložisek, k tomu jsem použil přibližný výpočet z katalogu SKF ([34]). Pro zjednodušení výpočtu jsem uvažoval, že se těžiště rámu sedadel se sedadly nachází v ose ložisek.

$$M_t = 0,5 \cdot \mu \cdot P \cdot d = 0,5 \cdot \mu \cdot m_z \cdot g \cdot d \quad (2.20.1)$$

$$= 0,5 \cdot 0,005 \cdot 26,4 \cdot 9,81 \cdot 25 \doteq 16 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Kde vztah z rovnice (2.20.1) je z katalogu ([34]).

- $\mu = 0,005$ je konstantní součinitel tření axiálního jehličkového ložiska a je zvolen z katalogu ([34])
- $P = m_z \cdot g = 26,4 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ je ekvivalentní zatížení ložiska, které se v případě otočného mechanismu rovná tíze rámu sedadel se sedadly.
- $d = 25 \text{ mm}$ je průměr díry ložiska

Dále jsem spočetl moment, který je k dispozici na velkém ozubeném kole převodovky.

$$M_{m2} = M_{m1} \cdot \frac{z_k}{z_p} \cdot \eta = 480 \cdot \frac{60}{23} \cdot 0,98 \doteq 1\,228 \text{ N} \cdot \text{mm} \quad (2.20.2)$$

Kde:

- $M_{m1} = 480 \text{ N} \cdot \text{m}$ je průměrný moment krokového motoru. Maximální otáčky motoru jsou při maximální rychlosti otáčení sedadel rovny 624 rpm. Průměrný moment jsem odhadnul na základě znalosti grafu z obrázku (Obrázek 2.20.1).
- $z_k = 60$ je počet zubů ozubeného kola (Obrázek 2.14.1 pozice 1).
- $z_p = 23$ je počet zubů pastorku (Obrázek 2.14.2 pozice 4).
- $\eta = 0,98$ je mechanická účinnost čelního soukolí s přímými zuby.

Dále jsem vypočetl maximální možné úhlové zrychlení, kterého je možné docílit použitím vybraného krokového motoru.

$$\ddot{\gamma} = \frac{M_{m2} - M_t}{J} = \frac{(1\,228 - 16) \cdot 10^{-3}}{2,869} = 0,422 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2} \doteq 24,2 \frac{^\circ}{\text{s}^2} \quad (2.20.3)$$

Kde $J = 2,869 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ je moment setrvačnosti rámu sedadel se sedadly počítaný k ose, kolem které sedadla rotují. Hodnota momentu setrvačnosti byla vzata z programu Creo, ve kterém jsem mechanismu navrhoval.

Následně jsem mohl spočítat o kolik se sedadla otočení ve fázi zrychlování a zpomalování krokového motoru.

$$s_{zr+zp} = 2 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \ddot{\gamma} \cdot t_a^2 \right) = 2 \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot 24,2 \cdot 2,6^2 \right) = 163,6^\circ \quad (2.20.4)$$

Kde $t_a = 2,6 \text{ s}$ je čas, po který krokový motor pracuje s konstantním úhlovým zrychlením, po stejný čas krokový motor následně i zpomaluje. Hodnotu 2,6 s jsem zvolil.

Následně jsem spočetl dobu, po kterou krokový motor pracuje s konstantní úhlovou rychlostí

$$t_k = \frac{180 - s_{zr+zp}}{\ddot{\gamma} \cdot t_a} = \frac{180 - 163,6}{24,2 \cdot 2,6} = 0,3 \text{ s} \quad (2.20.5)$$

Jako poslední jsem mohl spočítat celkový čas potřebný k otočení sedadel o 180° .

$$t_{otočení} = 2 \cdot t_a + t_k = 2 \cdot 2,6 + 0,3 \doteq 5,5 \text{ s} \quad (2.20.6)$$

Celkový čas potřebný k odjištění sedadel, otočení a následnému zajištění tedy je:

$$t_{celkem} = t_{otočení} + 2 \cdot t_{zo} = 5,5 + 2 \cdot 8 = 21,5 \text{ s} \quad (2.20.7)$$

Kde $t_{zo} = 8 \text{ s}$ je čas potřebný k zajištění nebo odjištění sedadel.

2.21 Možná aplikace otočných sedadel

Dopravce, který by provozoval jednotky s otočnými sedadly, by si musel určit, zda cestující nechá otáčet se sedadly, či nikoliv. Kdyby se dopravce rozhodl umožnit cestujícím se sedadly otáčet, bylo by nutné k tomuto faktu přihlídnout již při dimenzování otočného mechanismu. Otočná sedadla by se musela navrhnut tak, aby případný cestující/vandal nebyl schopný sedadlo s otočným mechanismem snadno poškodit ve stavu odjištěném. Tento dodatečný pevnostní požadavek by znamenal zvýšení hmotnosti a prodražení celé konstrukce. Kvůli těmto důvodům bych tedy nedoporučoval umožnit cestujícím otáčet se sedadly.

Otáčení sedadel by tedy měl na starosti vlakový personál, případně strojvedoucí. Jak jsem již zmínil, v kapitole 2.5, mechanicky ovládaný mechanismus se pro tuto aplikaci hodí méně než elektricky ovládaný otočný mechanismus. Konstrukci, mechanicky ovládanou, by bylo nutno doplnit o pojistku, která by zamezila cestujícím se sedadly otáčet. Nevýhodou pojistky by bylo,

že by pravděpodobně prodloužila vlakovému personálu dobu potřebnou pro přenastavení sedadel. Elektricky ovládaná sedadla by v koncové stanici mohl vlakový personál, případně strojvedoucí jediným stisknutím tlačítka otočit do požadovaného směru.

Cestujícím, kterým by nebylo umožněno si zvolit směr jízdy při nástupu do jednotky by mohlo být umožněno si požadovaný směr jízdy zvolit již při rezervaci místa. Standardně by otočná sedadla byla natočena do směru jízdy. Ve chvíli, kdy by se například sešla skupina čtyř lidí, kteří by chtěli sedět spolu na jedné „čtyřce“, by bylo možné při rezervaci jízdenek, v aplikaci dopravce, zvolit požadovanou orientaci sedadel. Požadavek by se automaticky propasal do systému řízení sedadel a sedadla by se podle toho, ve správnou chvíli, automaticky otočila. Interiér, který by to umožňoval je znázorněn v kapitole 3.7.

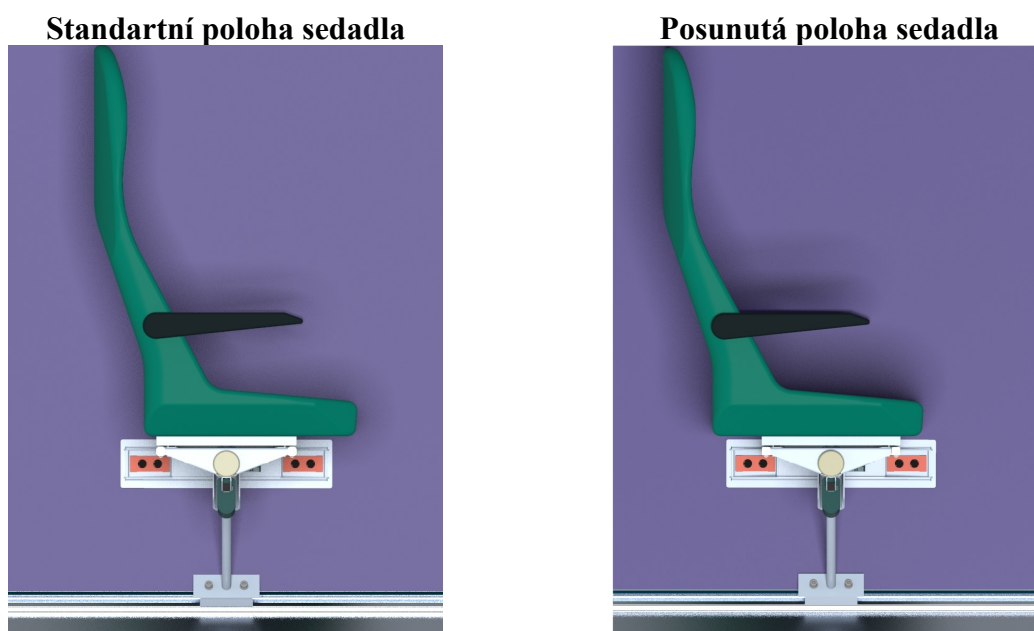
3 Řešení interiéru elektrické trakční jednotky s otočnými sedadly

V této kapitole se zabývám způsoby použití navržených otočných sedadel v interiéru elektrické regionální jednotky.

3.1 Poloha sedadel vůči otočnému mechanismu

V závislosti na požadovaném uspořádání sedadel v interiéru je potřeba přizpůsobit polohu sedadel vůči otočnému mechanismu. Standardní poloha sedadel vůči otočnému mechanismu (Obrázek 3.1.1) je vhodná pro uspořádání sedadel „za sebou“. Posunutá poloha sedadel (Obrázek 3.1.1) je vhodná pro uspořádání, kde otočná sedadla můžou být otočena „proti sobě“ a i „za sebou“. Více viz. kapitoly 3.6 a 3.7.

Posunutá poloha sedadel zvyšuje namáhání otočného mechanismu za provozu. Těžiště cestujícího sedícího na sedadle se nenachází v ose otočného mechanismu, to vyvolává přidavný kroučící moment. Do dimenzování otočného mechanismu, dle UIC 566, by se tato změna umístění sedadla neměla promítnout. V bakalářské práci ([1]) jsem již ověřil, že zkušební síla, která je pro dimenzování konzoly (popřípadě otočného mechanismu) nejvíce kritická je síla působící vodorovně na zádovou opěrku. Posouváním sedadla tato síla nevytvoří přidavný kroučící moment.

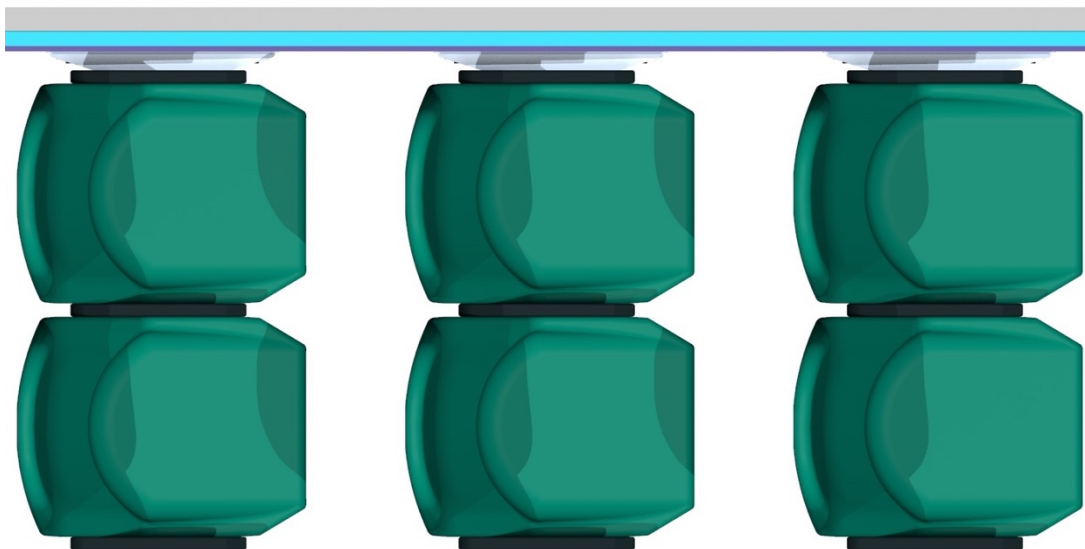


Obrázek 3.1.1 - Poloha sedadel vůči otočnému mechanismu

3.2 Prostorové požadavky otočných sedadel pro uspořádání „za sebou“

Jak jsem již zmínil v předchozí kapitole, standartní poloha sedadel (Obrázek 3.1.1) vůči otočnému mechanismu je vhodná pro uspořádání sedadel „za sebou“. Standartní polohou sedadel je možno docílit nejmenší možné rozteče sedadel „za sebou“. Nejmenší běžně používaná rozteč sedadel „za sebou“ v regionálních jednotkách je **800 mm**. Aby při této rozteči nedošlo při otáčení sedadel ke kolizi s okolím, musel jsem sedadla upravit, zaoblil jsem zadní část zádové opěrky a zkosil jsem hrany podsedáku. Základní geometrii sedadel jsem navrhnul s ohledem na vyhlášku GrulaSi [35].

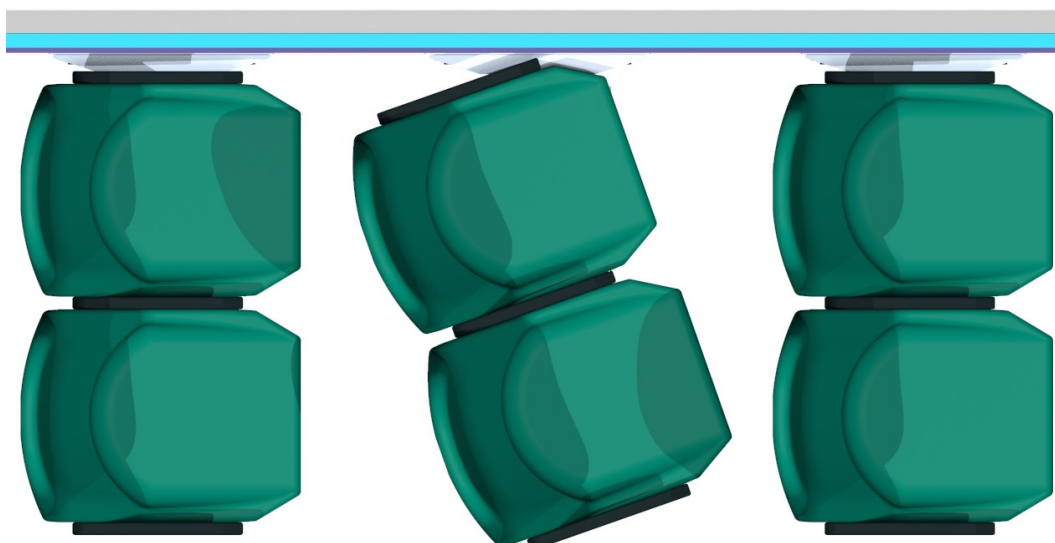
Obrázek (Obrázek 3.2.1) ukazuje výchozí polohu sedadel.



Obrázek 3.2.1 - Výchozí uspořádání sedadel se standartní polohou sedadel vůči otočnému mechanismu

Sedadla se otáčejí tak, že se zádová opěrka, sedadla blíže k bočnici, postupně oddaluje od bočnice. Na obrázku (Obrázek 3.2.2) to je proti směru hodinových ručiček.

Na obrázku (Obrázek 3.2.2) je zároveň vidět první kritický úhel natočení sedadel se standartní polohou sedadel vůči otočnému mechanismu. V tomto úhlu natočení se kraj ruční opěrky dostane nejbliže k bočnici.



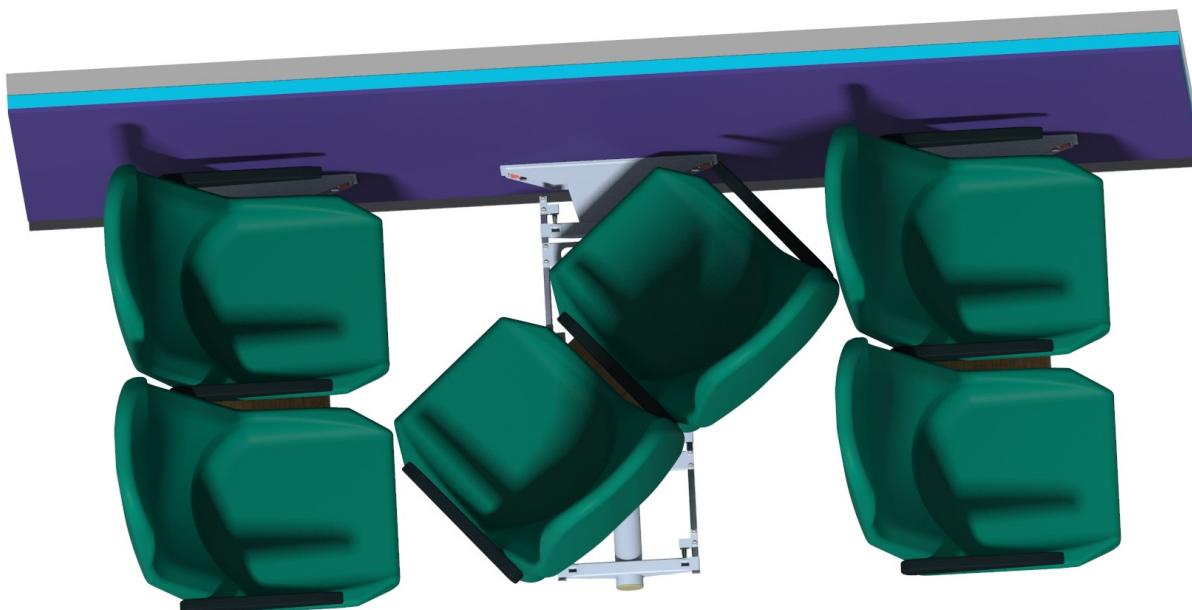
Obrázek 3.2.2 – První kritický úhel natočení sedadel se standartní polohou sedadel vůči otočnému mechanismu

Na obrázku (Obrázek 3.2.3) je vidět druhý kritický úhel natočení sedadel se standardní polohou sedadel vůči otočnému mechanismu. V tomto úhlu natočení se zádová opěrka otáčeneho sedadla dostane nejbližší k podsedáku vedlejšího sedadla. Kvůli tomuto kritickému úhlu natočení jsem musel optimalizovat geometrii sedadel.



Obrázek 3.2.3 – Druhý kritický úhel natočení sedadel se standardní polohou sedadel vůči otočnému mechanismu

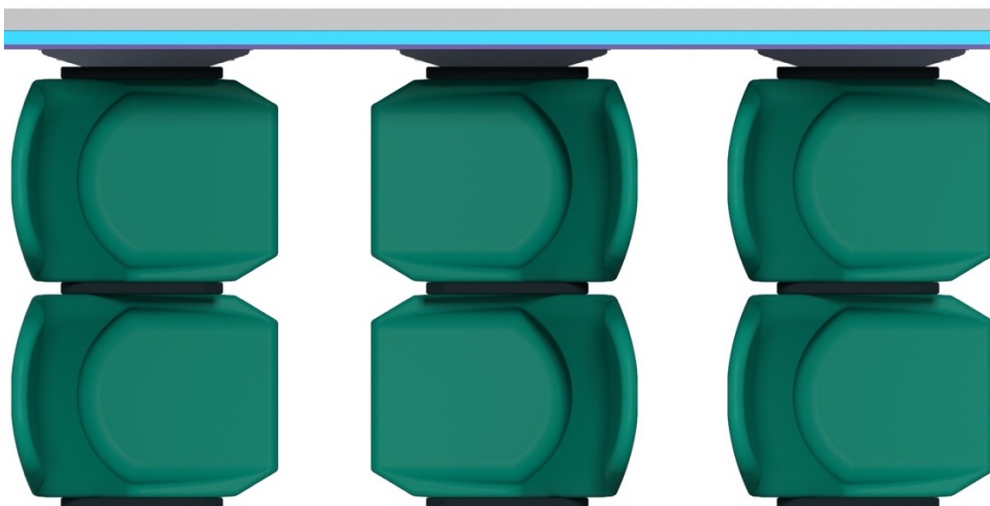
Na obrázku (Obrázek 3.2.4) je vidět třetí kritický úhel natočení sedadel se standardní polohou sedadel vůči otočnému mechanismu. Třetí úhel natočení je nejkritičtější. Zádová opěrka otáčeneho sedadla se dostává nejbližší k zádové opěrce vedlejšího sedadla, zároveň se k sobě dostávají nejbližší podsedáky otáčeneho sedadla a vedlejšího sedadla. Především kvůli tomuto kritickému úhlu natočení jsem musel optimalizovat geometrii sedadel.



Obrázek 3.2.4 – Třetí kritický úhel natočení sedadel se standardní polohou sedadel vůči otočnému mechanismu

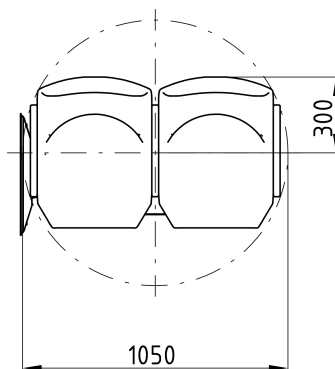
Poloha sedadel po otočení dvousedadla je vidět na obrázku (Obrázek 3.2.5). Vzdálenost zádových opěrek, sedadel natočených proti sobě, je 1400 mm. Takováto vzdálenost sedadel je pro použití v regionální dopravě nepřijatelná, cestujícímu by nezbyl téměř žádný prostor pro nohy.

Znázorněná konfigurace sedadel, rozteč sedadel „za sebou“ 800 mm a standardní poloha sedadel vůči otočnému mechanismu, je vhodná pro autobusové uspořádání sedadel v interiéru (sedadla pouze „za sebou“).



Obrázek 3.2.5 –Koncové uspořádání sedadel se standardní polohou sedadel vůči otočnému mechanismu

Na obrázku (Obrázek 3.2.6) je vidět nutný odstup otočných sedel, se standardní polohou sedadel, od stěny. Střed otáčení se nachází ve vzdálenosti 300 mm od zadní plochy zádové opěrky a kružnice, která opisuje sedadla, má průměr 1050 mm. Sedadla by se dala dále upravovat, kdyby bylo zapotřebí, zmenšit opsanou kružnici.



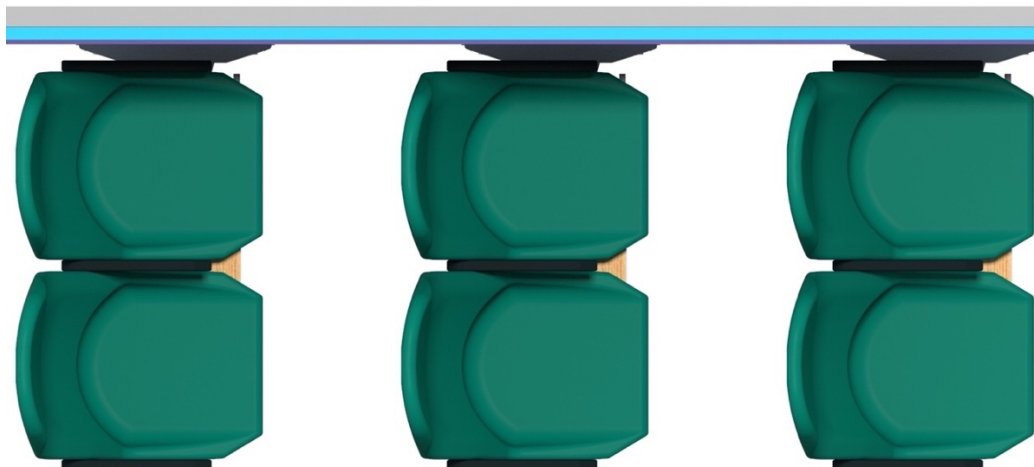
Obrázek 3.2.6 - Nutný odstup od stěny pro standardní polohu sedadel

3.3 Prostorové požadavky otočných sedadel pro uspořádání „za sebou a proti sobě“

Posunutá poloha sedadel (Obrázek 3.1.1) vůči otočnému mechanismu je vhodná pro uspořádání sedadel „za sebou a proti sobě“. Nejmenší, běžně používaná vzdálenost zádových opěrek sedadel v konfiguraci „proti sobě“, u regionálních vlaků, je 1700 mm. Posunutá poloha sedadel dává při vzdálenosti zádových opěrek „proti sobě“ 1700 mm nejmenší možnou rozteč sedadel „za sebou“, a to 930 mm. Rozteč 930 mm je pro druhou vozovou třídu u regionálních

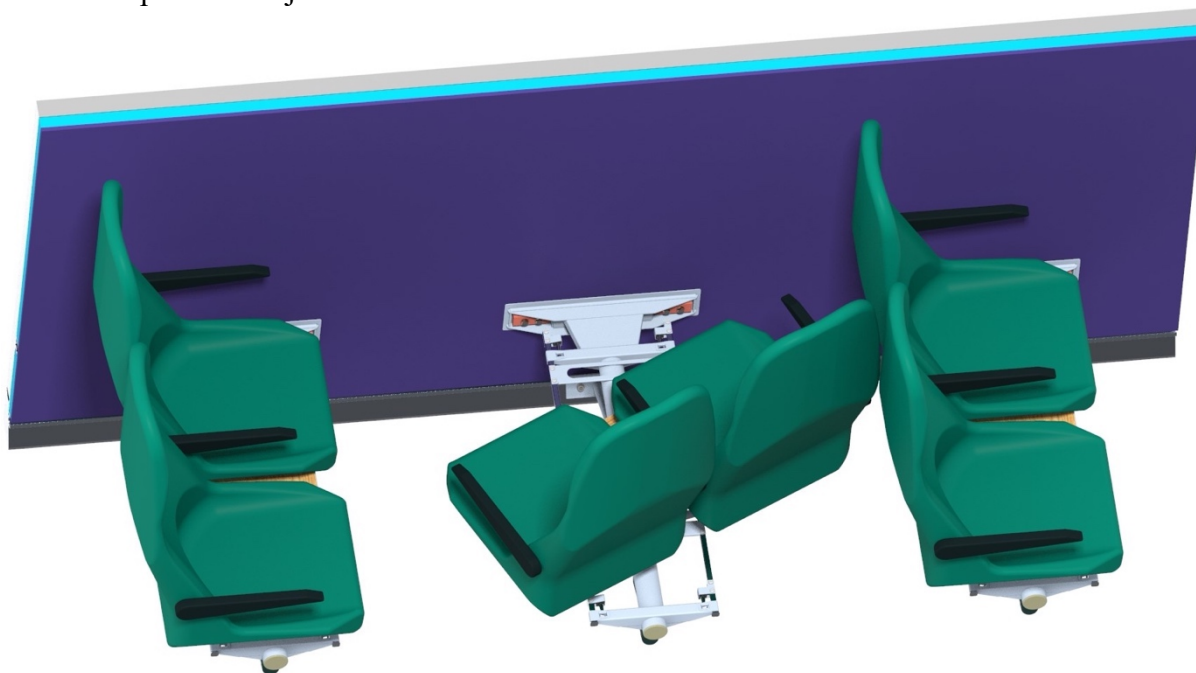
jednotek více než dostatečná. Aby při této rozteči nedošlo při otáčení sedadel ke kolizi s okolím, geometrie sedadel musí být také upravena.

Obrázek (Obrázek 3.3.1) ukazuje výchozí polohu sedadel.



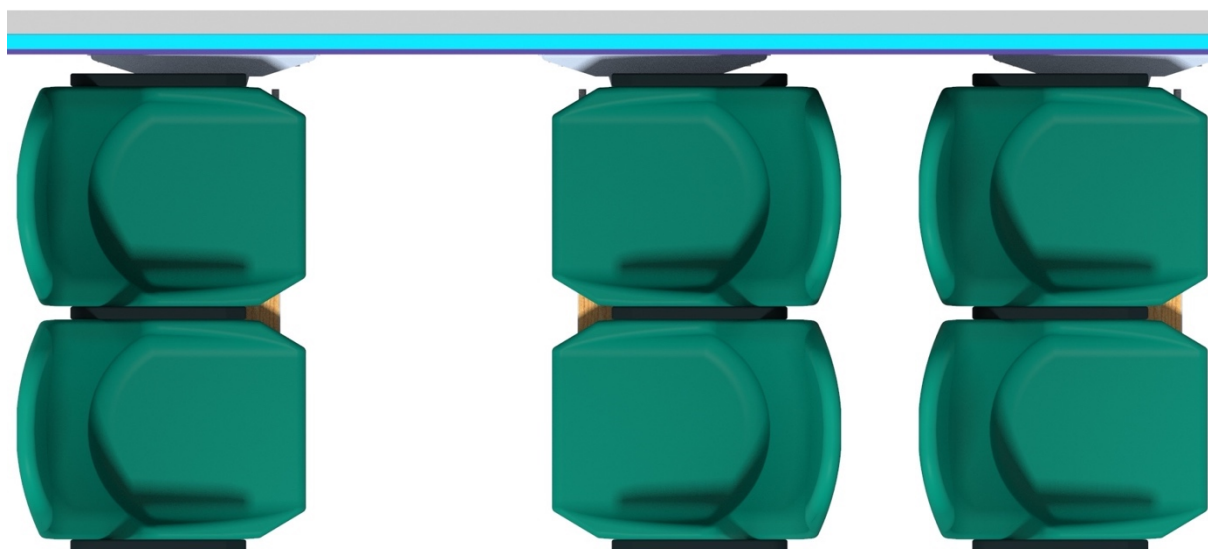
Obrázek 3.3.1 - Výchozí uspořádání sedadel s posunutou polohou sedadel vůči otočnému mechanismu

Na obrázku (Obrázek 3.3.2) je vidět kritický úhel natočení sedadel s posunutou polohou sedadel vůči otočnému mechanismu. Zádová opěrka otočeného sedadla se dostává nejbližší k zádové opěrce vedlejšího sedadla.



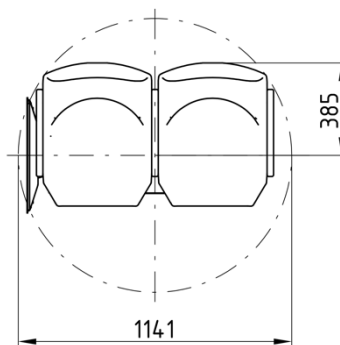
Obrázek 3.3.2 – Kritický úhel natočení sedadel s posunutou polohou sedadel vůči otočnému mechanismu

Poloha sedadel po otočení dvousedadla je vidět na obrázku (Obrázek 3.3.3). Vzdálenost zádových opěrek, sedadel natočených proti sobě, je 1700 mm.



Obrázek 3.3.3 –Koncové uspořádání sedadel s posunutou polohou sedadel vůči otočnému mechanismu

Na obrázku (Obrázek 3.3.4) je vidět nutný odstup otočných sedel, s posunutou polohou sedadel, od stěn. Střed otáčení se nachází ve vzdálenosti 385 mm od zadní plochy zádové opěrky a kružnice, která opisuje sedadla, má průměr 1141 mm. Sedadla by se dala dále upravovat, kdyby bylo zapotřebí, zmenšit opsanou kružnici.

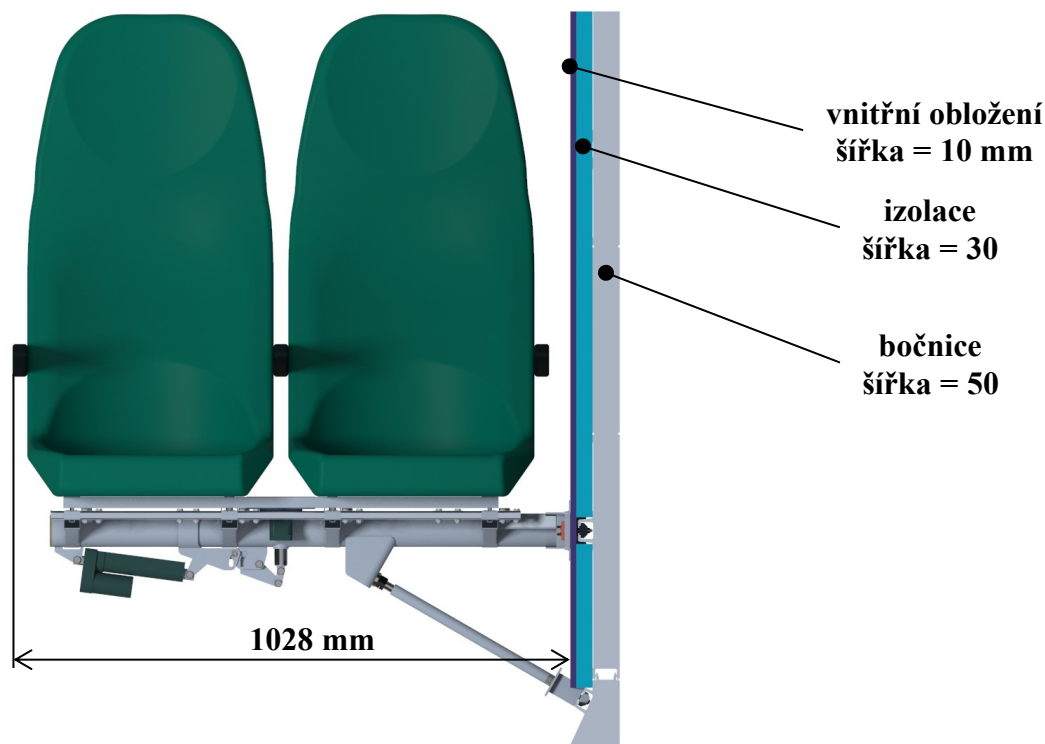


Obrázek 3.3.4 - Nutný odstup od stěny pro standartní polohu sedadel

Vliv výrobních a montážních nepřesností (například hrubé stavby, otočného mechanismu či sedadel) jsem neuvažoval při optimalizaci geometrie sedadla. Kontrola vlivu těchto nepřesností a případná optimalizace geometrie sedadel v kritických úhlech natočení by mohla být součástí některé navazující práce, spolu s pevnostními výpočty jednotlivých komponent otočného mechanismu.

3.4 Minimální orientační potřebná šířka skříně při použití otočných sedadel

Minimální orientační potřebná šířka skříně pro použití otočných sedadel v interiéru regionální elektrické jednotky je zhruba 2 686 mm (viz. kapitola 1.9). Minimální šířka uličky ve výšce do 1 m nad podlahou je dle TSI PRM 450 mm. Spolu s šířkou bočnice, izolace, vnitřního obložení a sedadel (viz. Obrázek 3.4.1) to dává zmíněných 2 686 mm. Vypočtená hodnota je pouze orientační a znovu nepočítá s vlivem výrobních a montážních nepřesností.



Obrázek 3.4.1 - Rozměrové požadavky otočného mechanismu

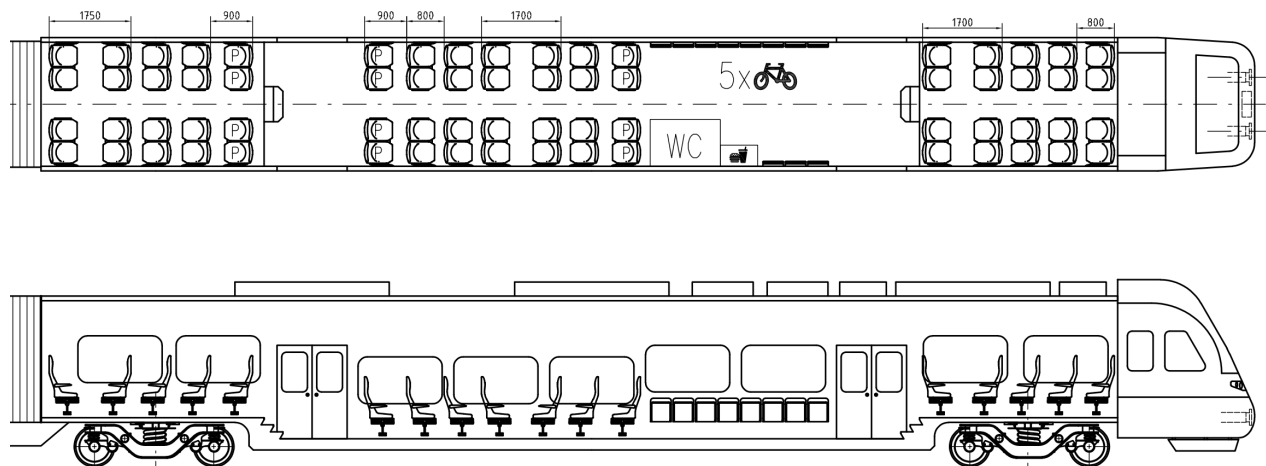
3.5 Standartní uspořádání sedadel v interiéru tří – vozové elektrické regionální jednotky s pevnými sedadly

Pro znázornění, jakým způsobem by bylo možné využít otočná sedadla v interiérech elektrických regionálních jednotek, jsem vytvořil zjednodušený výkres.

Při návrhu interiérů jednotlivých jednotek jsem se chtěl dostat na kapacitní limity, proto jsem používal nejmenší běžně používané rozteče sedadel. Při návrhu jsem zároveň uvažoval normu TSI PRM, vyhlášku UIC 567 a interní předpis dopravce Deutsche Bahn GrulaSi.

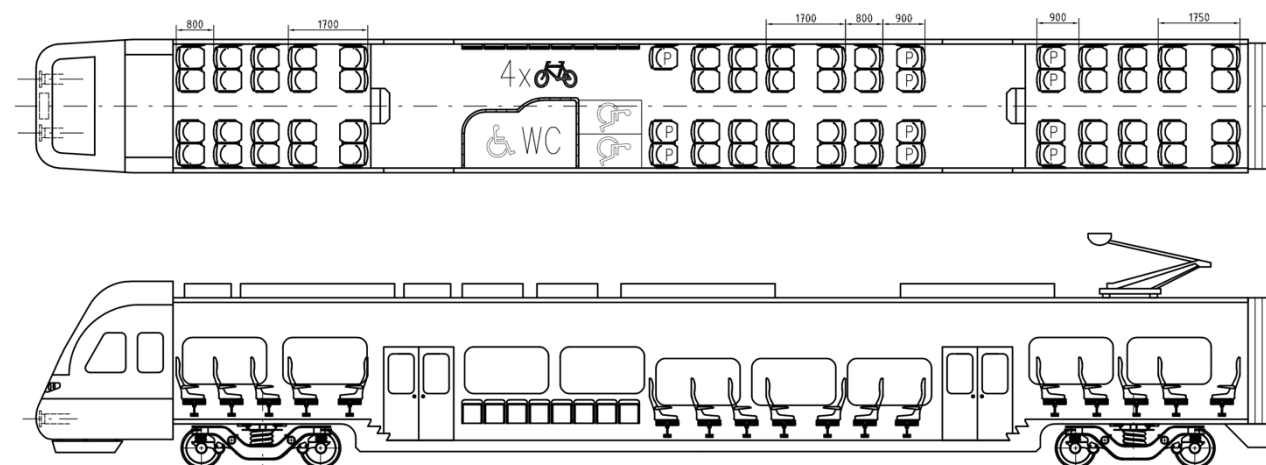
Na obrázku (Obrázek 3.5.1) je vidět čelní vůz A jednotky, kterou jsem navrhl. Sedadla jsou zde pevná a uspořádána způsobem běžným pro moderní regionální jednotky, a to „za sebou a proti sobě“. Jednotka se standartním uspořádáním sedadel bude sloužit k porovnání s jednotkami, u kterých jsou použity otočná sedadla.

Čelní vůz A obsahuje 24 sedadel „proti sobě“, 44 sedadel „za sebou“, z toho 12 sedadel prioritních, 11 sklopných sedadel, 5 míst pro kolo, běžnou toaletu, 2 páry dveří a automat s občerstvením. Prioritní sedadla „za sebou“ mají rozteč 900 mm, běžná sedadla „za sebou“ mají rozteč 800 mm a sedadla „proti sobě“ jsou od sebe vzdálena 1700 mm.



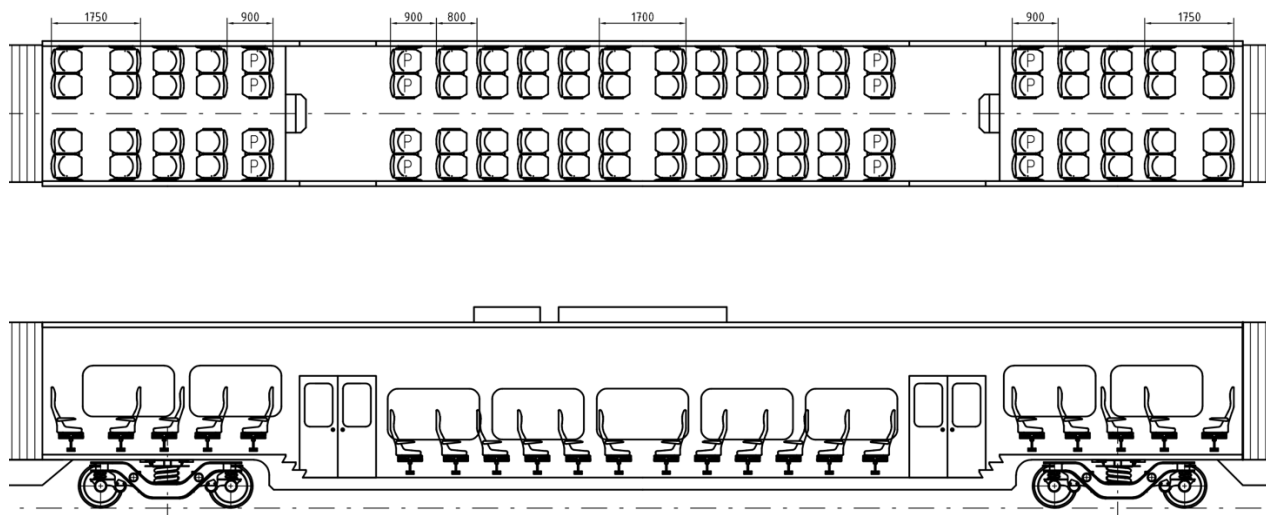
Obrázek 3.5.1 - Čelní vůz A navržené jednotky se standardním uspořádáním sedadel

Čelní vůz B (Obrázek 3.5.2) obsahuje 24 sedadel „proti sobě“, 43 sedadel „za sebou“, z toho 11 sedadel prioritních, 8 sklopných sedadel, 4 místa pro kolo, toaletu pro handicapované, 2 vyhrazená místa pro vozíčkáře a 2 páry dveří. Prioritní sedadla „za sebou“ mají rozteč 900 mm, běžná sedadla za sebou mají rozteč 800 mm a sedadla „proti sobě jsou od sebe vzdálena 1700 mm.



Obrázek 3.5.2 - Čelní vůz B navržené jednotky se standardním uspořádáním sedadel

Vložený vůz C (Obrázek 3.5.3) obsahuje 24 sedadel „proti sobě“, 64 sedadel „za sebou“, z toho 16 sedadel prioritních a 2 páry dveří. Prioritní sedadla „za sebou“ mají rozteč 900 mm, běžná sedadla za sebou mají rozteč 800 mm a sedadla „proti sobě jsou od sebe vzdálena 1700 mm.



Obrázek 3.5.3 – Vložený vůz C navržené jednotky se standartním uspořádáním sedadel

Parametry jednotky se standartním uspořádáním sedadel jsou vypsaný v tabulce (Tabulka 3.5.1).

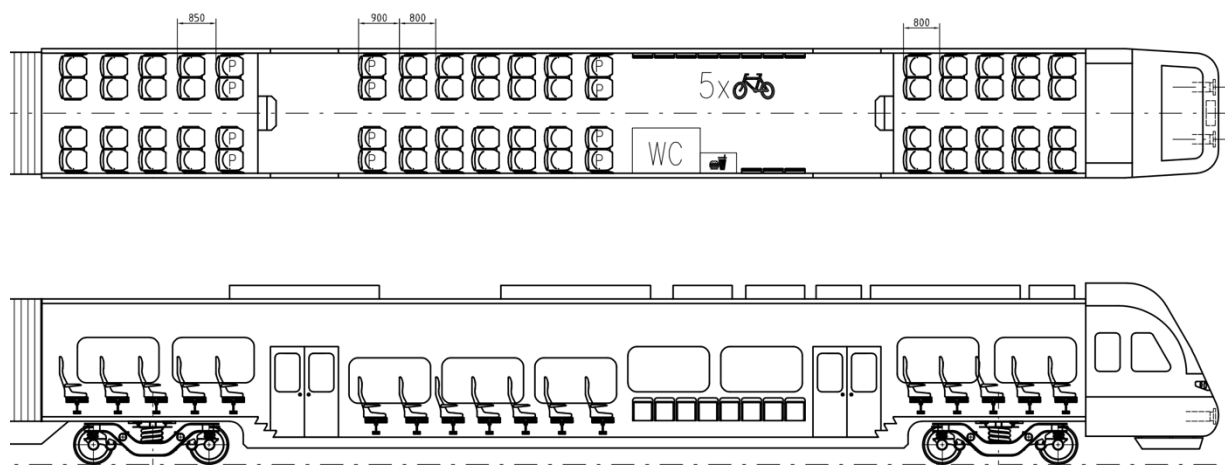
	Počet
Celkový počet sedících cestujících	242
Sedadla „za sebou“	151
Sedadla „proti sobě“	72
Prioritní sedadla	39
Sklopná sedadla	19

Tabulka 3.5.1 - Parametry jednotky se standartním uspořádáním sedadel

3.6 Autobusové uspořádání sedadel v interiéru tří – vozové elektrické regionální jednotky s otočnými sedadly

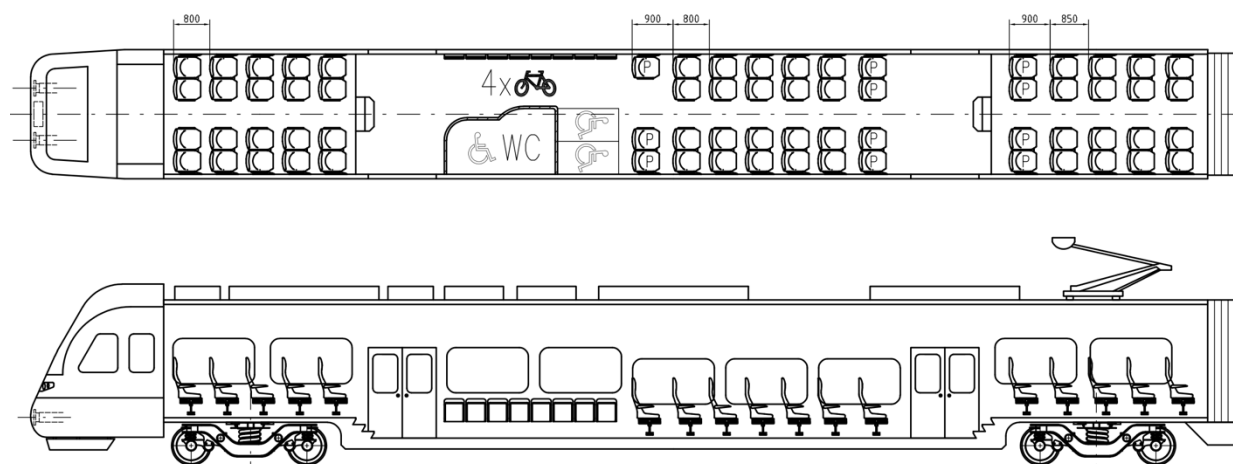
Na obrázku (Obrázek 3.6.1) je vidět čelní vůz A jednotky, kterou jsem navrhl. Sedadla jsou zde otočná se standartní polohou sedadla vůči otočnému mechanismu. Sedadla je možno mít pouze v uspořádání „za sebou“. Sedadla směřují vždy po směru jízdy.

Čelní vůz A obsahuje 68 sedadel „za sebou“, z toho 12 sedadel prioritních, 11 sklopných sedadel, 5 míst pro kolo, běžnou toaletu, 2 páry dveří a automat s občerstvením. Prioritní sedadla mají rozteč 900 mm, běžná sedadla mají rozteč 800.



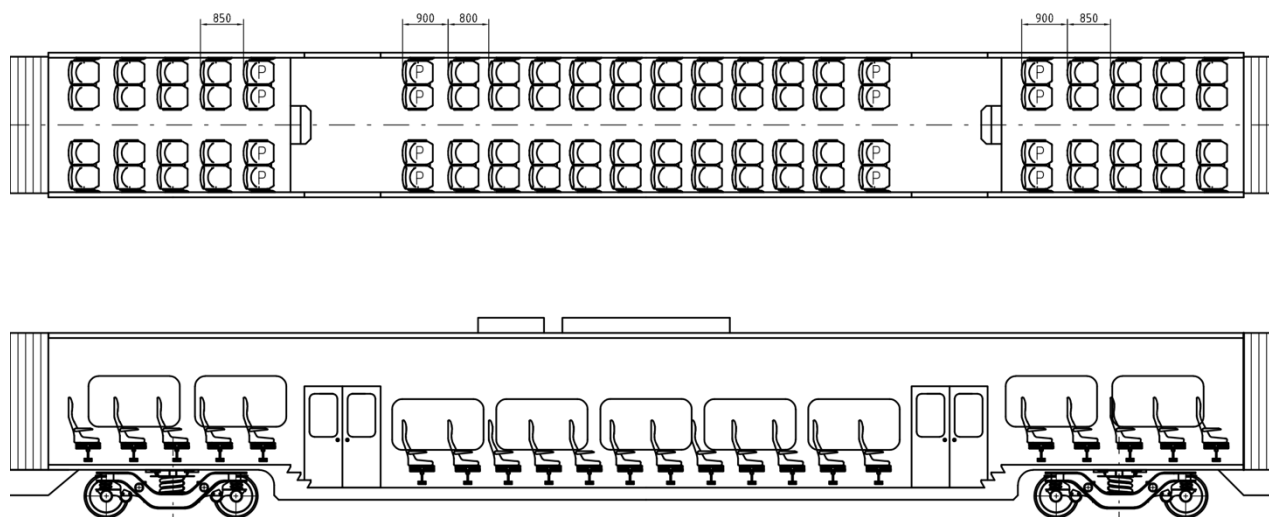
Obrázek 3.6.1 - Čelní vůz A navržené jednotky s autobusovým uspořádáním

Čelní vůz B (Obrázek 3.6.2) obsahuje 67 sedadel „za sebou“, z toho 11 sedadel prioritních, 8 sklopných sedadel, 4 místa pro kolo, toaletu pro handicapované, 2 vyhrazená místa pro vozíčkáře a 2 páry dveří. Prioritní sedadla mají rozteč 900 mm, běžná sedadla mají rozteč 800 a 850 mm.



Obrázek 3.6.2 - Čelní vůz B navržené jednotky s autobusovým uspořádáním

Vložený vůz C (Obrázek 3.6.3) obsahuje 88 sedadel „za sebou“, z toho 16 sedadel prioritních a 2 páry dveří. Prioritní sedadla mají rozteč 900 mm, běžná sedadla mají rozteč 800 a 850 mm.



Obrázek 3.6.3 – Vložený vůz C navržené jednotky s autobusovým uspořádáním

Parametry jednotky s autobusovým uspořádáním sedadel jsou vypsány v tabulce (Tabulka 3.6.1). Kapacita jednotky s autobusovým uspořádáním a otočnými sedadly je stejná s jednotkou s pevnými sedadly a standartním uspořádáním.

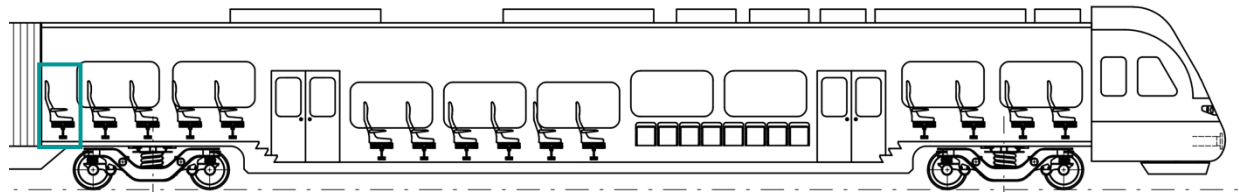
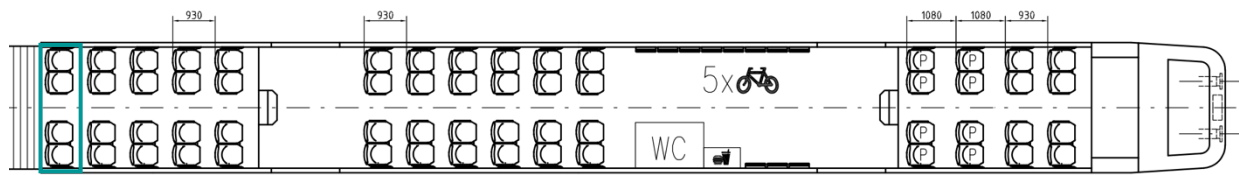
	Počet
Celkový počet sedících cestujících	242
Sedadla „za sebou“	223
Sedadla „proti sobě“	0
Prioritní sedadla	39
Sklopná sedadla	19
Procentuální rozdíl v počtu sedících cestujících oproti standartnímu uspořádání sedadel	0 %

Tabulka 3.6.1 - Parametry jednotky s autobusovým uspořádáním

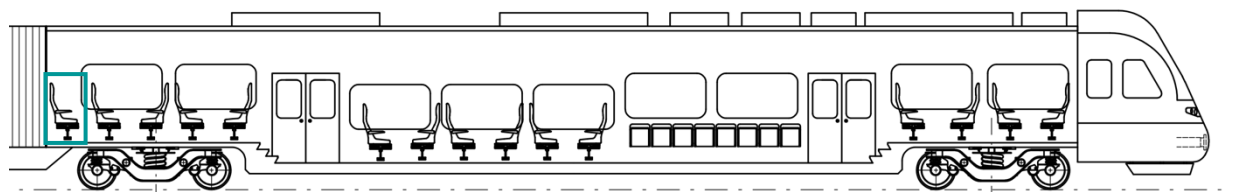
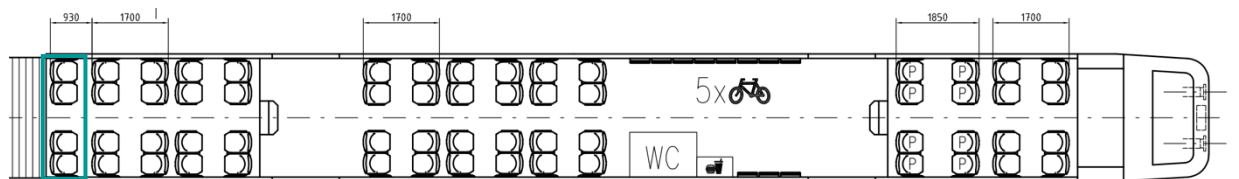
3.7 Variabilní uspořádání sedadel v interiéru tří – vozové elektrické regionální jednotky s otočnými sedadly

Na obrázku (Obrázek 3.7.1 a Obrázek 3.7.2) je vidět čelní vůz A jednotky, kterou jsem navrhl. Sedadla jsou zde otočná s posunutou polohou sedadla vůči otočnému mechanismu. Tuto jednotku jsem nazval „variabilní“ z toho důvodu, že umožňuje mít sedadla v uspořádání „za sebou“ i „proti sobě“. Jak budou sedadla orientována záleží tedy pouze na cestujících, nebo na dopravci. Rozteč sedadel ve stavu „za sebou“ je 930, tím je tato jednotka zároveň nejkomfortnější.

Čelní vůz A obsahuje 60 běžných sedadel, z toho 8 sedadel prioritních, 11 sklopných sedadel, 5 míst pro kolo, běžnou toaletu, 2 páry dveří a automat s občerstvením. Prioritní sedadla mají rozteč 1080 mm v uspořádání „za sebou“ a 1850 mm v uspořádání proti sobě. Běžná sedadla mají rozteč 930 mm v uspořádání „za sebou“ a 1700 mm v uspořádání proti sobě. Pro maximalizaci kapacity vůz obsahuje 4 pevná sedadla, zvýrazněno na obrázcích (Obrázek 3.7.1 a Obrázek 3.7.2).

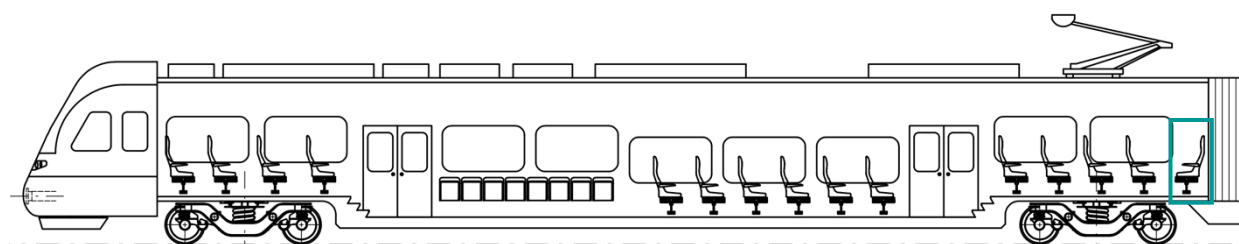
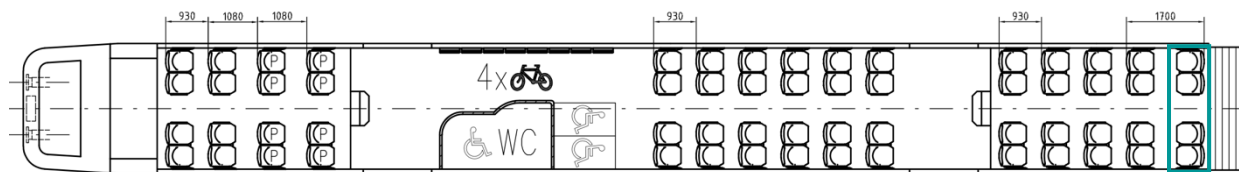


Obrázek 3.7.1 - Čelní vůz A navržené jednotky s variabilním uspořádáním se sedadly orientovanými „za sebou“

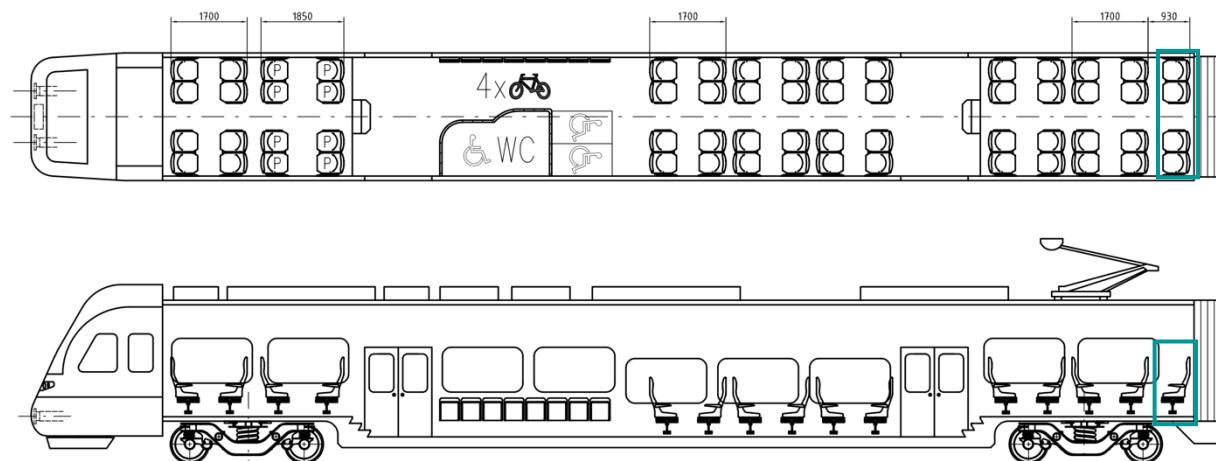


Obrázek 3.7.2 - Čelní vůz A navržené jednotky s variabilním uspořádáním se sedadly orientovanými „proti sobě“

Čelní vůz B (Obrázek 3.7.3 a Obrázek 3.7.4) obsahuje 60 běžných sedadel, z toho 8 sedadel prioritních, 8 sklopných sedadel, 4 místa pro kolo, toaletu pro handicapované, 2 vyhrazená místa pro vozíčkáře a 2 páry dveří. Prioritní sedadla mají rozteč 1080 mm v uspořádání „za sebou“ a 1850 mm v uspořádání proti sobě. Běžná sedadla mají rozteč 930 mm v uspořádání „za sebou“ a 1700 mm v uspořádání proti sobě. Pro maximalizaci kapacity vůz obsahuje 4 pevná sedadla, zvláště na obrázcích (Obrázek 3.7.3 a Obrázek 3.7.4).

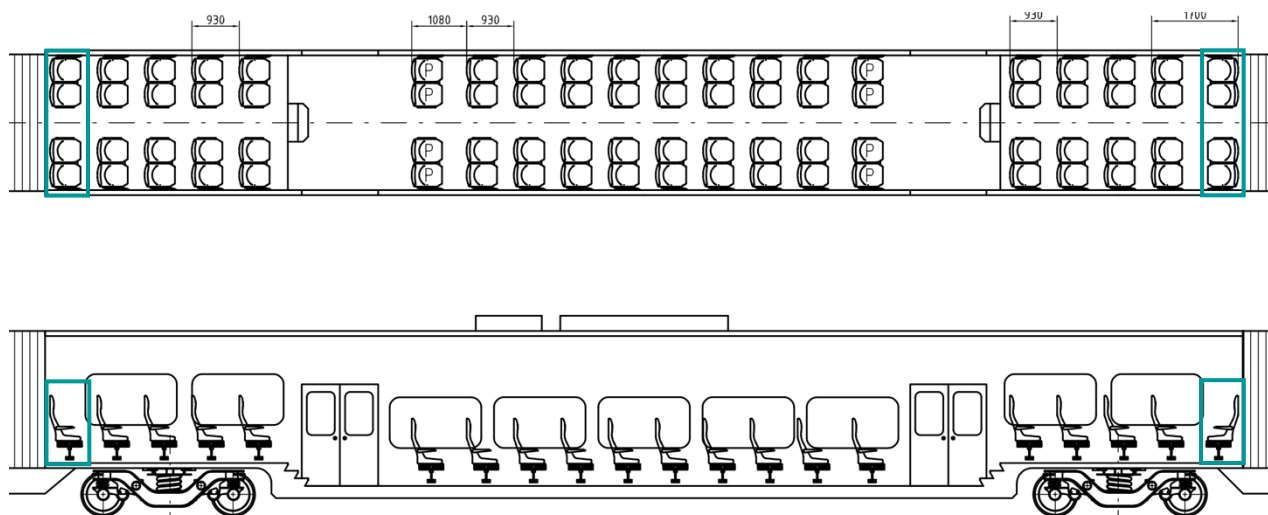


Obrázek 3.7.3 - Čelní vůz B navržené jednotky s variabilním uspořádáním se sedadly orientovanými „za sebou“

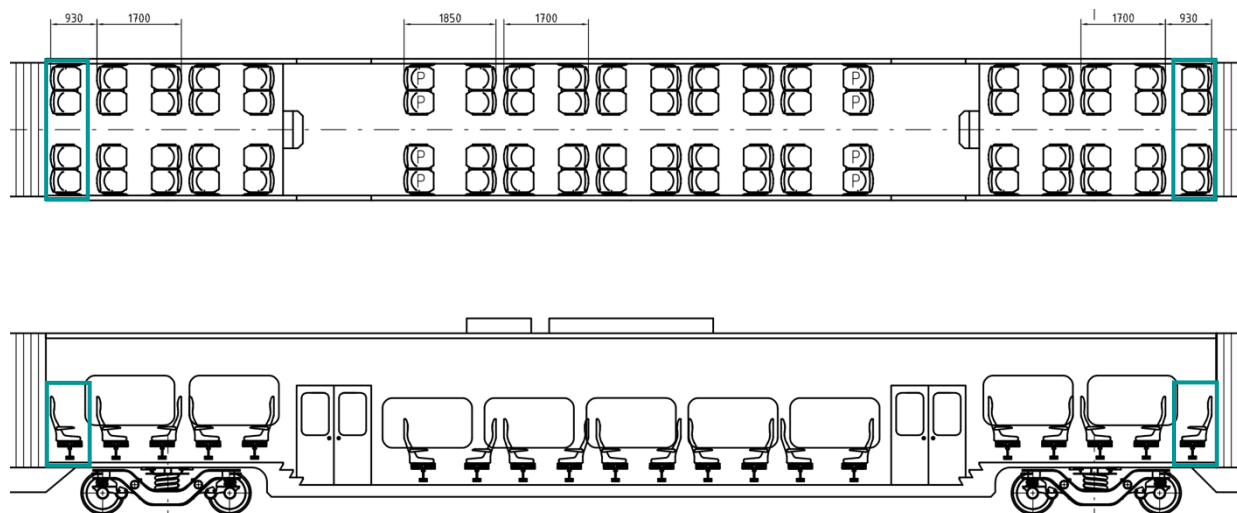


Obrázek 3.7.4 - Čelní vůz B navržené jednotky s variabilním uspořádáním se sedadly orientovanými „proti sobě“

Vložený vůz C (Obrázek 3.7.5 a Obrázek 3.7.6) obsahuje 80 běžných sedadel z toho 8 sedadel prioritních a 2 páry dveří. Prioritní sedadla mají rozteč 1080 mm v uspořádání „za sebou“ a 1850 mm v uspořádání proti sobě. Běžná sedadla mají rozteč 930 mm v uspořádání „za sebou“ a 1700 mm v uspořádání proti sobě. Pro maximalizaci kapacity vůz obsahuje 8 pevných sedadel, zvýrazněno na obrázcích (Obrázek 3.7.5 a Obrázek 3.7.6).



Obrázek 3.7.5 – Vložený vůz C navržené jednotky s variabilním uspořádáním se sedadly orientovanými „za sebou“



Obrázek 3.7.6 – Vložený vůz C navržené jednotky s variabilním uspořádáním se sedadly orientovanými „proti sobě“

Parametry jednotky s variabilním uspořádáním sedadel jsou vypsány v tabulce (Tabulka 3.7.1). Kapacita této jednotky je nižší v porovnání s jednotkou s pevnými sedadly a standardním uspořádáním, a i v porovnání s jednotkou s autobusovým uspořádáním a otočnými sedadly.

	Počet
Celkový počet sedících cestujících	219
Běžná sedadla	200
Prioritní sedadla	24
Sklopná sedadla	19
Procentuální rozdíl v počtu sedících cestujících oproti standardnímu uspořádání sedadel	-9,5 %

Tabulka 3.7.1 - Parametry jednotky s variabilním uspořádáním

Otočná sedadla použitá u částečně nízkopodlažních jednotek **spíše nezvyšují kapacitu** (viz. kapitola 3.6 a 3.7). Důvodem je to, že vůz částečně nízkopodlažní jednotky se zpravidla skládá ze 3 segmentů, 2 segmenty se zvýšenou podlahou jsou nad podvozky a jeden nízkopodlažní segment je uprostřed vozu. U vozů s několika segmenty nastane častěji situace, kdy je otočné sedadlo u stěny, od které musí být vzdáleno o určitou hodnotu (viz. kapitola 3.2 a 3.3), to snižuje prostor, kde mohou být sedadla umístěna. Důležité však je, že při vhodném použití otočných sedadel, u regionální, částečně nízkopodlažní jednotky, se kapacita **nesnižuje**.

Při použití autobusového uspořádání s otočnými sedadly u vlaků typu railjet, by mělo dojít ke zvýšení kapacity. V této diplomové práci jsem se však zabýval použitím otočných sedadel v regionálních jednotkách, použitím otočných sedadel u dálkových vlaků jsem se hlouběji nezabýval.

3.8 Použití stolků u otočných sedadel

Použití stolku, na zadní straně zádové opěrky, viz obrázek (Obrázek 3.8.1) by mělo být u otočných sedadel bezproblémové. Cestující sedící na sedadlech „za sebou“ by měli k dispozici vždy stolek. Při variabilním uspořádání (viz. kapitola 3.7) a stavu sedadel „proti sobě“ by mohl být cestujícím k dispozici menší, výklopný, popřípadě výsuvný stolek, který by

byl upevněn k bočnici. Použití standartních pevných stolků v jednotce, viz. kapitola 3.7, není možné.



Obrázek 3.8.1 - Stolek sedadla Visio společnosti Borcad [36]

3.9 Další možná uspořádání sedadel v interiéru tří – vozové elektrické regionální jednotky s otočnými sedadly

Možností, jak uspořádat interiér s otočnými sedadly je celá řada, já zde uvedu několik dalších variant.

- Interiér, který je kombinací jednotek z kapitol 3.6 a 3.7.
- Interiér, kde jsou otočná sedadla použita pouze pro první třídu.
- Interiér, kde jsou sedadla „proti sobě“ pevná a sedadla „za sebou“ otočná.

Závěr

Diplomová práce, s názvem Konstrukční návrh otočných sedadel pro interiér elektrické regionální jednotky, navazuje na mou bakalářskou práci: „Upevnění sedadel v elektrických trakčních jednotkách“.

V první kapitole jsem nejprve rozdělil železniční vlaky s přepravou cestujících v ČR podle Střední vzdálenosti stanic (rovnice (1.2.1)) a Střední doby mezi stanicemi (rovnice (1.2.2)). Po vypočtení těchto hodnot jsem jednotlivé vlaky srovnal v tabulce (Tabulka 1.2.1). Téma této diplomové práce mi bylo navrženo společností Siemens Mobility s.r.o. Za úkol jsem dostal navrhnout interiér vozu s použitím dvousměrných sedadel pro třívozovou, ucelenou, nízkopodlažní elektrickou trakční jednotku s maximální rychlostí do 160 km/h a se střední vzdáleností mezi stanicemi od 25 do 35 km. Těmto parametrům vyhovovali vlaky Expres, Rychlík či jednotky řady 480 od Leo Expressu. Touto částí DP jsem si tedy určil, pro jaký typ vlaků budu otočné sedadlo navrhnout. Dále jsem, v první kapitole:

- Definoval přepravní požadavky a graficky načrtl (Obrázek 1.3.1), jakým způsobem se přepravní požadavky mění v závislosti na Střední vzdálenosti stanic a Střední době mezi stanicemi.
- Vyjmenoval výhody a nevýhody nízkopodlažních elektrických trakčních jednotek s elektrickou výzbrojí na střeše.
- Uvedl několik příkladů nízkopodlažních jednotek s elektrickou výzbrojí na střeše od předních evropských výrobců. Vypsal jsem jejich základní technické parametry a ukázal výkresy uspořádání interiéru každé uvedené jednotky (s výjimkou jednotky Coradia Nordic SL X60).
- V závěru ukázal, jaká dvousměrná sedadla se ve světě nebo v tuzemsku používají, či používala. Mezi základní typy dvousměrných sedadel patří sedadla otočná a sedadla překlápěcí. Překlápěcí sedadla jsou běžná například u příměstské železnice v australském Sydney. Varianta překlápěcího sedadla se již používala u koněspřežné tramvaje v Praze. Otočná sedadla jsou nejběžněji používaná v asijských zemích, především v Japonsku, kde jsou mechanicky i elektricky ovládaná verze.

V druhé kapitole jsem uvedl několik patentů překlápěcích a otočných sedadel. Mezi základní patent otočných sedadel patří patent číslo 1 (kapitola 2.1), kde svislé síly, ve směru působení gravitačního zrychlení, jsou přenášeny přes kluzné lišty. Síly proti směru gravitačního zrychlení přenáší valivé ložisko. Hlavní nevýhodou tohoto mechanismu je fakt, že na kluzné lišty působí stále tíha sedadel. K otočení sedadel je tedy potřeba větší síla, než by byla potřeba při použití pouze valivých ložisek. Jednotlivé patenty jsem seřadil do tabulky (Tabulka 2.3.1) a oznámkoval (hodnoceno bylo několik kritérií), nejlépe si stál právě patent číslo 1.

Hlavní částí kapitoly 2 bylo samotné představení navržených řešení otočných mechanismů. Navrhl jsem dvě varianty otočného mechanismu. Konstruktivně se příliš neliší, hlavní rozdíl je ve způsobu vyvození síly potřebné k otočení sedadla z jedné polohy do druhé. První mechanismus lze přenastavit mechanicky (síly vyvozeny nohou působící na páku) a druhý elektricky (síly vyvozeny z aktuátoru a krokového motoru). Základem navržených mechanismů je konzola dvousedadla, kterou jsem navrhl v rámci bakalářské práce (Upevnění sedadel v elektrických trakčních jednotkách [1], Obrázek 1.8.1, Obrázek 2.5.2 pozice 1). Navržené otočné mechanismy se mohou nacházet ve dvou hlavních stavech, ve stavu zajištěno – síly jsou ze sedadel na konzolu přenášeny standardním způsobem. Dále pak ve stavu odjištěno a přizvednuto – síly z rámu sedadel, respektive ze sedadel na konzolu jsou přenášeny přes

jehličková ložiska, sedadly lze volně otáčet. Celý průběh odjištění a otočení probíhá následovně: pákou a odjišťovacím rámem se odjistí sedadla od konzoly, klikovým mechanismem a pákou se přizvedne rám sedadel se sedadly o určitou hodnotu. Sedadla se otočí o 180 stupňů a spustí se zpět dolů. Zajišťovací rám sedadla, pomocí vratných pružin, znovu zajistí. Přetočení je dokončeno. Rozdělení mechanismů do dvou provozních stavů (zajištěno, a pak odjištěno a přizvednuto) je jejich hlavní výhodou. Veškeré provozní síly (vyvozeny sedícími cestujícími) jsou přenášeny způsobem běžným pro neotočná sedadla – přes sedadla na konzolu s vyloučením otočných prvků z tohoto přenosu. To snižuje celkovou hmotnost otočného mechanismu, výrazně snižuje pevnostní požadavky kladené na otočné mechanismy a umožňuje použití valivých ložisek namísto kluzných lišt (konstrukce běžných otočných sedadel viz. 2.1). Při použití valivých ložisek je odpor proti otočení sedadel velice malý, proto je možno použít malé krokové motory (viz kapitola 2.11). Další výhodou mnou navržených otočných mechanismů je možnost upevnění do bočnice. Na konci druhé kapitoly jsem vypočítal vnitřní silové účinky v otočném mechanismu a podle toho jsem, mimo jiné, vybral aktuátor a krokový motor pro ovládání elektrické verze otočného mechanismu.

Ve třetí kapitole jsem se věnoval řešení interiéru elektrické trakční jednotky s otočnými sedadly. Představil jsem dvě základní polohy sedadel vůči otočnému mechanismu (standartní poloha a posunutá poloha, kapitola 3.1). Dále jsem, ve třetí kapitole:

- Určil prostorové požadavky sedadel určených pouze pro uspořádání „za sebou“ (se standartní polohou sedadel vůči otočnému mechanismu). Kde nejmenší možná rozteč sedadel je **800 mm** a odstup od stěn je určen opsanou kružnicí o průměru 1050 mm.
- Určil prostorové požadavky sedadel určených pro uspořádání „za sebou a proti sobě“ (s posunutou polohou sedadel vůči otočnému mechanismu). Kde nejmenší možná rozteč sedadel je **930 mm** pro sedadla „za sebou“ a 1700 mm pro sedadla „proti sobě“. Minimální odstup od stěn je určen opsanou kružnicí o průměru 1141 mm.
- Určil minimální potřebnou šířku skříně při použití otočných sedadel. Minimální šířka skříně je 2686 mm.
- Představil interiér jednotky, kde jsou pevná sedadla uspořádána způsobem běžným pro moderní regionální elektrické jednotky.
- Představil interiéry dvou jednotek s otočnými sedadly. První jednotka má sedadla, které je možno mít pouze v uspořádání „za sebou“. Druhá jednotka má sedadla, která umožňují jak uspořádání „za sebou“, tak „proti sobě“.
- Jednotlivé interiéry porovnal mezi sebou z hlediska kapacity. Jednotky s pevnými sedadly a se sedadly v autobusové uspořádání (pouze „za sebou“) dávají stejnou kapacitu. Variabilní interiér jednotky (umožňující uspořádání „za sebou“ i „proti sobě“) dává, při větším komfortu, o 9,5 % menší kapacitu jednotky.
- Dospěl k závěru, že otočná sedadla, při správné aplikaci, nesnižují kapacitu částečně nízkopodlažní regionální jednotky. Zároveň kapacitu ale nezvyšují.
- Dospěl k závěru, že při aplikaci otočných sedadel u vlaků typu railjet může dojít k navýšení jejich kapacity.
- Okomentoval možné použití stolků u otočných sedadel. Pro sedadla „za sebou“ je možnost použití standartních stolků na zadní straně zádových opěrek. Pro sedadla „proti sobě“ by bylo nutné použít výsuvné, či výklopné stolky, upevněné do bočnice vozu.

Aplikace otočných sedadel do interiéru vlaků je poměrně komplexní téma a v jedné diplomové práci se nedá obsáhnout vše. Proto by se, dle mého názoru, této tématice mohli věnovat další studenti. Bylo by potřeba:

- Otočné mechanismy pevnostně optimalizovat.

- Navrhnout řízení aktuátoru a krokového motoru.
- Navrhnout madla, která by byla součástí sedadel a nepřišla by při otáčení sedadel do kolize s okolím.
- Navrhnout stolky pro variabilní interiér vozu (možnost uspořádání sedadel „za sebou“ i „proti sobě“)
- Zabývat se, jakým způsobem by se otočná sedadla dala použít pro dálkovou dopravu, případně vysokorychlostní dopravu.

Citovaná literatura

- [1] D. Eliáš, *Upěvnění sedadel v elektrických trakčních jednotkách*, Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní, 2020.
- [2] Ministerstvo dopravy České republiky, „MDCR,“ 23 10 2021. [Online]. Available: <https://www.mdcr.cz/Dokumenty/Drazni-doprava/Zeleznicni-infrastruktura/Informace-o-kategorizaci-zeleznicni-site>.
- [3] „CD - Naše vlaky,“ [Online]. Available: <https://www.cd.cz/nase-vlaky/default.htm>. [Přístup získán 17 3 2022].
- [4] S. Dusík, „Wikipedia,“ 17 července 2016. [Online]. Available: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektrická_jednotka_680#/media/Soubor:Pendolino_-_CD_Class_680_\(2\).jpg](https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektrická_jednotka_680#/media/Soubor:Pendolino_-_CD_Class_680_(2).jpg). [Přístup získán 25 10 2021].
- [5] České dráhy, „CD,“ [Online]. Available: <https://www.cd.cz/nase-vlaky/railjet/railjet/-25858/>. [Přístup získán 26 10 2021].
- [6] P. Dalecký, „Vagonweb,“ 2014. [Online]. Available: https://www.vagonweb.cz/fotogalerie/CZ/CD_Bmz232.php. [Přístup získán 2021 10 26].
- [7] České dráhy, „CD,“ [Online]. Available: <https://www.cd.cz/nase-vlaky/rychlik/interpanter/-25663/>. [Přístup získán 26 10 2021].
- [8] P. Štefek, „Wikipedia,“ 2 6 2008. [Online]. Available: https://cs.wikipedia.org/wiki/Elektrická_jednotka_471#/media/Soubor:471_035_CD_Ostrava.jpg. [Přístup získán 26 10 2021].
- [9] Minwormed, „Wikipedia,“ 5 5 2018. [Online]. Available: https://cs.wikipedia.org/wiki/Leo_Express#/media/Soubor:Vlak_Leo_Express_s_novým_logem.jpg. [Přístup získán 28 10 2021].
- [10] i. J. Pohl, *Nové trendy v oblasti vozidel pro regionální a dálkovou přepravu osob*, Praha: Siemens, s.r.o., 2010.
- [11] Škoda Vagonka, „Vlaky,“ [Online]. Available: https://www.vlaky.net/upload/images/reports/005756/07_Prospekt.pdf. [Přístup získán 4 11 2021].
- [12] Škoda Transportation, „Skoda,“ [Online]. Available: <https://www.skoda.cz/admin/wp-content/uploads/2021/06/Interpanterproductlist.pdf>. [Přístup získán 4 11 2021].
- [13] Stadler, „Stadlerrail,“ 2010. [Online]. Available: <https://www.stadlerrail.com/media/pdf/frex0711e.pdf>. [Přístup získán 7 11 2021].
- [14] Leo Express, „Vlaky,“ [Online]. Available: https://www.vlaky.net/upload/images/reports/005115/Popis_jednotky_rady_480_LEO_Express.pdf. [Přístup získán 8 11 2021].
- [15] Siemens AG, „Mobility.siemens,“ 2018. [Online]. Available: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:83670034-3a02-48be-9453-e48c8097f155/desiro-ml-oebb-cityjet-en.pdf>. [Přístup získán 8 11 2021].
- [16] M. Bičan, „Vagonweb,“ 2016. [Online]. Available: https://www.vagonweb.cz/fotogalerie/A/OeBB_4746.php. [Přístup získán 11 11 2021].
- [17] „Wikipedia,“ [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/SL_X60. [Přístup získán 20 11 2021].

- [18] U. Schröter, „Wikipedia,“ 13 8 2005. [Online]. Available: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ny_pendeltag_stockholm.jpg. [Přístup získán 18 11 2021].
- [19] Česká televize, „iVysílání,“ 6 2 2021. [Online]. Available: <https://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/10116288585-archiv-ct24/221411058210005/obsah/818230-predstaveni-exkluzivnich-velkoprostorovych-vozu-fiat-v-praze-1989/>. [Přístup získán 15 11 2021].
- [20] TilTuli, „Youtube,“ 18 10 2019. [Online]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=HMh28G_u1ao. [Přístup získán 15 11 2021].
- [21] J. Transportation, „Youtube,“ 8 6 2020. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=6k-gY7tUHv8>. [Přístup získán 15 11 2021].
- [22] CUPProjects, „Youtube,“ 2 12 2014. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=DxDrPeb2mxs>. [Přístup získán 15 11 2021].
- [23] „Academic - DB-Baureihe VT 98,“ [Online]. Available: <https://de-academic.com/dic.nsf/dewiki/291918>. [Přístup získán 17 3 2022].
- [24] „Pražské tramvaje - Koleje + klapot koňských kopyt = KOŇKA,“ 27 8 2005. [Online]. Available: <https://www.prazsketramvaje.cz/view.php?cislocclanku=2006041372>. [Přístup získán 17 3 2022].
- [25] L. SHANGHAI TANDA RAILWAY VEHICLE SEAT SYSTEM CO., „Train seat rotating mechanism“. Čína Patent CN204309783, 17 12 2014.
- [26] A. W. Bartholomew, „Rotatable seat“. Spojené státy americké Patent US2562291A, 20 11 1947.
- [27] Z. I. o. M. & E. Engineering, „Rotating and positioning mechanism of bullet train seat“. Čína Patent CN212220226, 6 3 2020.
- [28] B. Jacques, „Seat with a reversible back rest“. Spojené státy americké Patent US5076640, 2 7 1990.
- [29] D. Zhongqi, „Double train berth in the shape of turned A and with bottom shaft and Reversible back“. Čína Patent CN1287073, 23 10 2000.
- [30] P. V. Jiří Leinveber, *Strojnické tabulky, páte vydání, Úvaly: Alba, 2011.*
- [31] „Lineární aktuátory,“ [Online]. Available: <https://www.dcmotory.cz/dc-aktuatory/serie-ld3.html>. [Přístup získán 14 05 2022].
- [32] „Krokové motory 2f,“ [Online]. Available: <http://www.cncshop.cz/42cm04-krokovy-2-fazovy-motor-0-4nm>. [Přístup získán 19 05 2022].
- [33] „Drivery pro KM 2f,“ [Online]. Available: <http://www.cncshop.cz/dm422c-driver-pro-2-fazove-krokovy-motory-40v-2-2a>. [Přístup získán 19 05 2022].
- [34] SKF Group 2015, „SKF,“ 2015. [Online]. Available: https://www.skf.com/binaries/pub12/Images/0901d196803e7d9e-Catalogue---Needle-roller-bearings-06003-EN_tcm_12-271146.pdf. [Přístup získán 19 05 2022].
- [35] Deutsche Bahn AG, *GrulaSi Version 3.0, Leipzig: Deutsche Bahn AG, 2017.*
- [36] Borcad, „Visio,“ [Online]. Available: <https://www.borcad.cz/portfolio/visio/>. [Přístup získán 17 6 2022].
- [37] Deutsche Bahn AG, *Grundlagen für die Konstruktion und Prüfung von Fahrgastsitzen in Schienenfahrzeugen GrulaSi, Leipzig, 2017.*
- [38] M. O'Sullivan, „Newcastleherald,“ 15 3 2018. [Online]. Available: <https://www.newcastleherald.com.au/story/5285228/flipped-out-why-reversible-seats-got-the-flick-from-new-trains/>. [Přístup získán 16 11 2021].

Seznam obrázků

Obrázek 1.1.1 -Kategorizace železniční sítě [2].....	2
Obrázek 1.2.1 - SC Pendolino [4]	3
Obrázek 1.2.2 – Railjet [5]	4
Obrázek 1.2.3 – Vůz Bmz ²³² ve vlcích EC [6].....	4
Obrázek 1.2.4 - Elektrická jednotka InterPanter [7].....	5
Obrázek 1.2.5 - Osobní vlak CityElefant [8].....	6
Obrázek 1.2.6 -Elektrická jednotka řady 480 provozovaná společností Leo Express [9].....	7
Obrázek 1.3.1 – Přepavní požadavky vlaků	8
Obrázek 1.5.1 – Přínos nízkopodlažních elektrických trakčních jednotek s elektrickou výzbrojí na střeše ke snížení nákladů vlakové dopravy [10]	10
Obrázek 1.8.1 -Konzola sedadel upevněná do bočnice pomocí c-drážky [1].....	11
Obrázek 1.9.1 – Čelní vůz A tří vozové jednotky InterPanter [12]	12
Obrázek 1.9.2 – Čelní vůz B tří vozové jednotky InterPanter [12]	13
Obrázek 1.9.3 - Vložený vůz C tří vozové jednotky InterPanter [12].....	13
Obrázek 1.9.4 – Čelní vůz A a vložený vůz C jednotky Flirt.....	14
Obrázek 1.9.5 – Čelní vůz B a vložený vůz E jednotky Flirt.....	15
Obrázek 1.9.6 - Vložený vůz D jednotky Flirt.....	15
Obrázek 1.9.7 - Desiro ML ÖBB cityjet [16]	16
Obrázek 1.9.8 - Čelní vůz A jednotky ML ÖBB cityjet [15]	17
Obrázek 1.9.9 - Čelní vůz B jednotky ML ÖBB cityjet [15]	17
Obrázek 1.9.10 - Vložený vůz C jednotky ML ÖBB cityjet [15]	17
Obrázek 1.9.11 - Coradia Nordic SL X60 [18]	18
Obrázek 1.10.1 – Sedadla v jednotce ETR 450 Pendolino [19]	19
Obrázek 1.10.2 – Sedadla ve vlcích na japonské vysokorychlostní síti Šinkansen [20].....	19
Obrázek 1.10.3 – Sedadla v expresních vlcích Seibu 40000 series [21]	19
Obrázek 1.10.4 – Překlápěcí sedadla z vlaků australské příměstské železnice [22].....	20
Obrázek 1.10.5 – Překlápěcí sedadla motorového vozu Uerdingen [23]	20
Obrázek 1.10.6 - Interiér pražské koněspřežné tramvaje [24].....	21
Obrázek 2.1.1 - Rotační mechanismus vlakového sedadla [25].....	22
Obrázek 2.1.2 - Otočné sedadlo [26]	23
Obrázek 2.1.3 - Rotační a polohovací mechanismus sedadel ve vlcích na Šinkansen [27]	24
Obrázek 2.2.1 - Sedadlo s překlopnou zádivou opěrkou [28]	24
Obrázek 2.2.2 - Dvojitě vlakové sedadlo ve tvaru otočného písmene A [29].....	25
Obrázek 2.2.3 – Rám překlopného mechanismu (patent 5) [29].....	25
Obrázek 2.2.4 – Překlopný mechanismus (patent 5) [29]	26
Obrázek 2.2.5 – Sedák a loketní opěrka překlopného mechanismu [29]	26
Obrázek 2.5.1 – Mechanicky ovládané dvousměrné sedadlo	28
Obrázek 2.5.2 - Otočný mechanismus – mechanicky ovládaný.....	29
Obrázek 2.5.3 - Rozstřel mechanicky ovládaného otočného mechanismu	30
Obrázek 2.5.4 – Mechanicky ovládaný otočný mechanismus v zajištěné poloze	30
Obrázek 2.5.5 - Mechanicky ovládaný otočný mechanismus v odjištěné poloze.....	31
Obrázek 2.5.6 - Mechanicky ovládaný otočný mechanismus v odjištěné poloze a se zvednutým rámem sedadel	31
Obrázek 2.5.7 - Mechanicky ovládaný otočný mechanismus v odjištěné poloze se zvednutým a otočeným rámem sedadel	32
Obrázek 2.6.1 – Rozpad konzole.....	32
Obrázek 2.6.2 - Konzole mechanicky ovládaného otočného mechanismu	33
Obrázek 2.6.3 – Detailní pohled na jednotlivé díly konzole mechanicky ovládaného otočného mechanismu.....	33
Obrázek 2.7.1 – Zajišťovací rám mechanicky ovládaného mechanismu.....	34
Obrázek 2.7.2 – Detailní pohled na jednotlivé díly zajišťovacího rámu mechanicky ovládaného otočného mechanismu	34
Obrázek 2.8.1 - Rám sedadel mechanicky ovládaného otočného mechanismu.....	35
Obrázek 2.8.2 - Středící schopnosti rámu sedadel	35
Obrázek 2.8.3 - Spojení rámu sedadel s konzolou pomocí kuželového a čtyřhranného čepu	35
Obrázek 2.8.4 – Detailní pohled na jednotlivé díly rámu sedadel mechanicky ovládaného otočného mechanismu	36
Obrázek 2.9.1 – Přizvedávací hřídel mechanicky ovládaného otočného mechanismu	36

Obrázek 2.10.1 – Páka mechanicky ovládaného otočného mechanismu	37
Obrázek 2.10.2 – Rozpad mechanicky ovládaného otočného mechanismu.....	37
Obrázek 2.10.3 – Překrytí drážek pro posunutí páky	37
Obrázek 2.11.1 – Elektricky ovládané otočné sedadlo.....	38
Obrázek 2.11.2 - Otočný mechanismus – elektricky ovládaný	39
Obrázek 2.11.3 - Rozstřel elektricky ovládaného otočného mechanismu.....	40
Obrázek 2.11.4 – Elektricky ovládaný otočný mechanismus v zajištěné poloze.....	40
Obrázek 2.11.5 - Elektricky ovládaný otočný mechanismus v odjištěné poloze.....	41
Obrázek 2.11.6 - Elektricky ovládaný otočný mechanismus v odjištěné poloze a se zvednutým rámem sedadel ..	41
Obrázek 2.11.7 – Elektricky ovládaný otočný mechanismus v odjištěné poloze se zvednutým a otočeným rámem sedadel	42
Obrázek 2.12.1 - Konzole mechanicky ovládaného otočného mechanismu	42
Obrázek 2.13.1 – Zajišťovací rám elektricky ovládaného mechanismu	43
Obrázek 2.13.2 – Detailní pohled na pozici číslo 1	43
Obrázek 2.13.3 - Kuželové spojení elektricky ovládaného otočného mechanismu	43
Obrázek 2.14.1 - Rám sedadel elektricky ovládaného otočného mechanismu	44
Obrázek 2.14.2 – Detailní pohled na ozubené kolo.....	44
Obrázek 2.15.1 – Přizvedávací hřídel elektricky ovládaného otočného mechanismu.....	45
Obrázek 2.15.2 – Detailní pohled na jednotlivé díly přizvedávacího mechanismu.....	45
Obrázek 2.15.3 – Ozubené soukolí na elektricky ovládaném otočném mechanismu.....	46
Obrázek 2.16.1 – Páka elektricky ovládaného otočného mechanismu.....	46
Obrázek 2.16.2 - Páka elektricky ovládaného otočného mechanismu	46
Obrázek 2.17.1 – Vnitřní silové účinky zvedacího mechanismu.....	47
Obrázek 2.17.2 - Síla aplikovaná na pedál v závislosti na natočení páky a součiniteli tření ve vedení	49
Obrázek 2.17.3 – Jednotlivé silové účinky v závislosti na natočení páky a se součinitelem tření $f = 0,15$ pro mechanicky ovládaný mechanismus	49
Obrázek 2.18.1 – Vnitřní silové účinky zvedacího mechanismu – mechanismus v počáteční poloze	50
Obrázek 2.18.2 – Vnitřní silové účinky zvedacího mechanismu – mechanismus v koncové poloze.....	50
Obrázek 2.18.3 – Síla vyvozená aktuátorem v závislosti na natočení páky a součiniteli tření ve vedení.....	52
Obrázek 2.18.4 – Jednotlivé silové účinky v závislosti na natočení páky a se součinitelem tření $f = 0,15$ pro elektricky ovládaný mechanismus.....	53
Obrázek 2.19.1 - Vybraný aktuátor [31]	53
Obrázek 2.19.2 – Charakteristiky vybraného aktuátoru [31]	54
Obrázek 2.20.1 - Momentová charakteristika krokového motoru [32]	54
Obrázek 2.20.2 - Digitální driver [33]	55
Obrázek 3.1.1 - Poloha sedadel vůči otočnému mechanismu.....	57
Obrázek 3.2.1 - Výchozí uspořádání sedadel se standartní polohou sedadel vůči otočnému mechanismu	58
Obrázek 3.2.2 – První kritický úhel natočení sedadel se standartní polohou sedadel vůči otočnému mechanismu	58
Obrázek 3.2.3 – Druhý kritický úhel natočení sedadel se standartní polohou sedadel vůči otočnému mechanismu	59
Obrázek 3.2.4 – Třetí kritický úhel natočení sedadel se standartní polohou sedadel vůči otočnému mechanismu	59
Obrázek 3.2.5 –Koncové uspořádání sedadel se standartní polohou sedadel vůči otočnému mechanismu	60
Obrázek 3.2.6 - Nutný odstup od stěny pro standartní polohu sedadel.....	60
Obrázek 3.3.1 - Výchozí uspořádání sedadel s posunutou polohou sedadel vůči otočnému mechanismu.....	61
Obrázek 3.3.2 – Kritický úhel natočení sedadel s posunutou polohou sedadel vůči otočnému mechanismu	61
Obrázek 3.3.3 –Koncové uspořádání sedadel s posunutou polohou sedadel vůči otočnému mechanismu.....	62
Obrázek 3.3.4 - Nutný odstup od stěny pro standartní polohu sedadel.....	62
Obrázek 3.4.1 - Rozměrové požadavky otočného mechanismu	63
Obrázek 3.5.1 – Čelní vůz A navržené jednotky se standartním uspořádáním sedadel.....	64
Obrázek 3.5.2 – Čelní vůz B navržené jednotky se standartním uspořádáním sedadel	64
Obrázek 3.5.3 – Vložený vůz C navržené jednotky se standartním uspořádáním sedadel	65
Obrázek 3.6.1 – Čelní vůz A navržené jednotky s autobusovým uspořádáním	66
Obrázek 3.6.2 – Čelní vůz B navržené jednotky s autobusovým uspořádáním	66
Obrázek 3.6.3 – Vložený vůz C navržené jednotky s autobusovým uspořádáním	67
Obrázek 3.7.1 – Čelní vůz A navržené jednotky s variabilním uspořádáním se sedadly orientovanými „za sebou“	68

Obrázek 3.7.2 - Čelní vůz A navržené jednotky s variabilním uspořádáním se sedadly orientovanými „proti sobě“	68
Obrázek 3.7.3 - Čelní vůz B navržené jednotky s variabilním uspořádáním se sedadly orientovanými „za sebou“	68
Obrázek 3.7.4 - Čelní vůz B navržené jednotky s variabilním uspořádáním se sedadly orientovanými „proti sobě“	69
Obrázek 3.7.5 - Vložený vůz C navržené jednotky s variabilním uspořádáním se sedadly orientovanými „za sebou“	69
Obrázek 3.7.6 - Vložený vůz C navržené jednotky s variabilním uspořádáním se sedadly orientovanými „proti sobě“	70
Obrázek 3.8.1 - Stolek sedadla Visio společnosti Borcad [36]	71

Seznam tabulek

Tabulka 1.2.1 - Srovnání jednotlivých vlaků	7
Tabulka 1.9.1 - Parametry jednotky InterPanter [11], [12]	12
Tabulka 1.9.2 - Parametry jednotky řady 480 provozovaná společností Leo Express [13] [14]	14
Tabulka 1.9.3 - Parametry jednotky ML ÖBB cityjet [15]	16
Tabulka 1.9.4 - Parametry jednotky Coradia Nordic SL X60 [17]	18
Tabulka 2.3.1 - Hodnocení jednotlivých patentů	27
Tabulka 2.17.1 - Velikosti jednotlivých délkových a úhlových rozměrů mechanicky ovládaného otočného mechanismu	48
Tabulka 2.18.1 - Velikosti jednotlivých délkových a úhlových rozměrů elektricky ovládaného otočného mechanismu	51
Tabulka 3.5.1 - Parametry jednotky se standardním uspořádáním sedadel	65
Tabulka 3.6.1 - Parametry jednotky s autobusovým uspořádáním	67
Tabulka 3.7.1 - Parametry jednotky s variabilním uspořádáním	70

Seznam příloh

Sestavné výkresy:

- Název: Otočný mechanismus – mechanicky ovládaný
Číslo výkresu: DP – 02–01
- Název: Otočný mechanismus – elektricky ovládaný
Číslo výkresu: DP – 02–02

Výkresy jednotky:

- Název: Standardní uspořádání s pevnými sedadly
Číslo výkresu: 00–01
- Název: Autobusové uspořádání s otočnými sedadly
Číslo výkresu: 00–02
- Název: Variabilní uspořádání s otočnými sedadly – sedadla ve stavu za sebou
Číslo výkresu: 00–03
- Název: Variabilní uspořádání s otočnými sedadly – sedadla ve stavu proti sebou
Číslo výkresu: 00–04