

UNIVERZITA PARDUBICE  
DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2010

Petr ŠPRYŇAR

**Univerzita Pardubice**  
**Dopravní fakulta Jana Pernera**

**Návrh rekonstrukce osobního 4 - nápravového vozu s cílem  
vytvoření vozu pro doprovázenou přepravu jízdních kol**

**Petr Špryňar**

**Bakalářská práce**

**2010**

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2009/2010

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr ŠPRYŇAR**  
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**  
Studijní obor: **Dopravní prostředky-Kolejová vozidla**  
Název tématu: **Návrh rekonstrukce osobního 4-nápravového vozu s cílem vytvoření vozu pro doprovázenou přepravu jízdních kol**  
Zadávací katedra: **Katedra dopravních prostředků a diagnostiky**

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

Provedte návrh rekonstrukce čtyřnápravového osobního regionálního vozu řady Bdt s cílem vytvoření vozu pro turistickou přepravu, zejména pro jízdní kola s provozem v dálkové dopravě.

Vypracujte:

1. Koncepční návrh vozu (uspořádání interiéru).
2. Úprava spodku vozu pro nízkopodlažní uspořádání.
3. Úvaha o vhodnosti podvozků, resp. vhodná náhrada.
4. Výpočet brzdy pro rychlost 160 km/h.

Rozsah grafických prací: **podle pokynů vedoucího BP**  
Rozsah pracovní zprávy: **40 stran**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:


- [1] IZER J., JANDA J., MARUNA Z., ZDRŮBEK S.: Kolejové vozy.  
Bratislava: Nakladatelství Alfa Bratislava, 1. vydání, 1986, 380 s., ISBN  
63-870-84.  
[2] Výkresová dokumentace vozu řady Bdt.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jakub Vágner**  
Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Datum zadání bakalářské práce: **26. února 2010**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **31. května 2010**

  
prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.  
děkan

L.S.

  
doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.  
vedoucí katedry

## **Prohlášení autora**

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 31. 5. 2010

Petr Špryňar

## **SOUHRN**

Cílem práce je návrh rekonstrukce 4 - nápravového osobního vozu pro doprovázenou přepravu jízdních kol v dálkové dopravě.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

osobní vůz, dálková doprava, nízkopodlažní vůz, spodek vozu, podvozek, brzda, interiér

## **TITLE**

The concept of the four - axle passenger coach's reconstruction with a goal of creating the coach for accompanied transportation of bicycles.

## **ABSTRACT**

The goal of the thesis is the concept of the reconstruction of the four - axle passenger coach for accompanied transportation of bicycles in a long-distance transport.

## **KEYWORDS**

Passenger wagon, long distance transport, low wagon, car base, chassis, brakes, interior

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu práce panu Ing. Jakobovi Vágnerovi za poskytnuté cenné rady, ochotu, vstřícnost a odborné vedení této bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval kolektivu pedagogů Dopravní fakulty Jana Pernera Univerzity Pardubice za trpělivost a vstřícnost při předávání znalostí a zkušeností během celého studia.

## Obsah:

1.1.	Úvod .....	9
1.2.	Cíl práce.....	9
2	Analýza a návrh .....	10
2.1.	Popis vozu řady CZ-ČD Bt <sup>283</sup> (ČSD Btm či Bai) .....	10
2.2.	Přehled vozů stejného využití u nás a v zahraničí .....	12
2.2.1.	Česká republika.....	12
2.2.2.	Zahraníčí.....	14
2.3.	Popis navrhovaného vozu řady CZ-ČD Bpvee.....	20
2.4.	Konstrukce skříně železničních vozů.....	20
2.5.	Hlavní části vozidlové skříně.....	20
2.6.	Předepsaná namáhání podle UIC .....	20
2.6.1.	Statické zkoušky .....	21
2.6.2.	Dynamické zkoušky:.....	21
2.7.	Podvozky .....	22
2.8.	Interiér .....	22
2.8.1.	Typ interiéru .....	22
2.8.2.	Obsazení vozu.....	22
2.8.3.	Velikost prostoru pro cestující.....	23
2.8.4.	Dveře .....	23
2.8.5.	Okna .....	23
2.8.6.	Vytápění vozu.....	23
3	Praktická zpracování .....	24
3.1.	Návrh spodku vozu .....	24
3.1.1.	Návrh spodku vozu – varianta č. 1.....	24
3.1.2.	Návrh spodku vozu – varianta č. 2.....	25
3.2.	Zjednodušený výpočet ohybového momentu:.....	25
3.3.	Návrh spodku vozu – varianta č. 3.....	29



3.4.	Vhodná náhrada stávajících podvozků.....	30
3.4.1.	Náhrada podvozků VÚKV typ 801 za podvozky GP 200.....	30
3.4.2.	Podvozek GP 200.....	30
3.5.	Návrh brzdy .....	31
3.5.1.	Brzdná dráha .....	31
3.5.2.	Kotoučová brzda .....	32
3.5.3.	Výpočet brzdy.....	32
3.6.	Návrh interiéru .....	36
3.7.	Parametry navrženého vozu.....	38
4	Závěr.....	39
	Seznam obrázků: .....	41
	Seznam tabulek .....	42
	Seznam příloh: .....	42
	Seznam zkratk: .....	43

## **Úvod a cíl práce**

### **1.1. Úvod**

S rostoucím trendem kultury cestování vznikají otázky, jak by bylo možné zlepšit pohodlí při cestování vlakem. Dnešní doba si klade větší požadavky na přepravu cestujících s objemnými zavazadly, jako jsou například jízdní kola.

Jelikož vývoj nových osobních vozů pro tuto přepravu není příliš veliký, pokusím se navrhnout takovou rekonstrukci staršího osobního vozu řady CZ-ČD Bt<sup>283</sup>, který bude schopen řazení v rychlíkové dálkové dopravě, a přitom bude možné pohodlně cestovat s jízdním kolem na větší vzdálenosti.

### **1.2. Cíl práce**

Cílem této bakalářské práce je představit návrh možného řešení přestavby starších osobních vozů, protože stávající vozy nevyhovují kultuře cestování 21. století. Cílem návrhu rekonstrukce je zpříjemnit cestování vlakem cestujícím s jízdními koly, či handicapovaným spoluobčanům na vozíku, vytvořením částečně nízkopodlažní části vozu.

Cílem praktické části této práce, je navrhnout možná řešení rekonstrukce stávajícího spodku vozu na částečně nízkopodlažní spodek vozu, a také navrhnout interiér vozu. Dále se v praktické části zabývám otázkou vhodného nahrazení podvozků pro rychlost 160 km/h a návrhem brzdy pro tuto rychlost.

## 2 Analýza a návrh

### 2.1. Popis vozu řady CZ-ČD Bt<sup>283</sup> (ČSD Btm či Bai)

Uspořádání vozu druhé třídy s chodbičkou uprostřed představovalo moderní koncepci velkoprostorového vozu Vagonky Tatra Studénka vyráběného v letech 1969 – 1975 pod označením ČSD Bai a později Btm. Vůz je určen pro vnitrostátní přepravu ve středoevropském klimatickém prostředí. Jeho půdorys je odvozen od unifikovaného vozu UIC 567 typu „Y“ [4].

Podvozky vozu Bt<sup>283</sup> jsou VÚKV, typ 801 s bezrozsochovým vedením dvojkolí a s oboustranně brzděným dvojkolím pomocí špalíkové brzdy. Konstrukce rámu podvozku je složená ze dvou půlrámů ve tvaru písmene T. Tyto půlrámy jsou spojeny na dvou místech pomocí čepů uložených v silenblocích. Podélníky spodku vozu jsou z válcovaného profilu UPE 200. Hlavní příčnický jsou svařované z ocelových plechů síly 10 a 12 mm. Čelníky jsou vyrobeny z ocelového plechu síly 6 mm. Vytápěcí zařízení vozu je teplovzdušné s parním nebo elektrickým ohříváčem YA 2A [4].

**Tab. 1** Popis vozu CZ-ČD Bt<sup>283</sup>[4]

Délka skříně	24 200 mm
Šířka skříně	2 883 mm
Výška střechy od temene kolejnice	4 230 mm
Vzdálenost otočných čepů	17 200 mm
Rozvor podvozku	2 400 mm
Průměr styčné kružnice kola	920 mm
Nejvyšší dovolená rychlost vozu	120 km/h
Výška podlahy od temene kolejnice	1 250 mm
Hmotnost prázdného vozu	38,5 t
Brzdící váha	44 t
Míst k sedění	88
Počet oddílů	2



Obr. 1 Vůz řady CZ-ČD Bt<sup>283</sup>[11]



Obr. 2 Interiér vozu CZ-ČD Bt<sup>283</sup>[11]

## 2.2. Přehled vozů stejného využití u nás a v zahraničí

### 2.2.1. Česká republika

#### Vůz řady CZ-ČD Bvt<sup>453</sup>

- Přestavba vozu typu Y z řady CZ-ČD BDs
- Maximální rychlost 140 km/h.
- Vnitřek vozu je rozdělen na 3 oddíly. Krajní oddíly jsou určeny pro jízdní kola, prostřední velkoprostorový oddíl má sedadla v rozmístění 2 + 2 s chodbičkou uprostřed.
- Sedačky typu Fainsa (viz vozy Btx<sup>763</sup>) nejsou příliš vhodné pro dálkovou přepravu.
- Ne příliš vhodná nakládka jízdních kol pomocí speciálních dveří.



Obr. 3 Vůz řady CZ-ČD Bvt<sup>453</sup> [5]



**Obr. 4** Oddíl pro jízdni kola vozu CZ-ČD Bvt<sup>453</sup> [5]



**Obr. 5** Interiér vozu CZ-ČD Bvt<sup>453</sup> [5]

### 2.2.2. Zahraničí

#### Vůz řady A-ÖBB Bbmzv

- Novostavba vozu typu Z s tlakotěsnou skříní, plně klimatizované.
- Maximální rychlost 200 km/h.
- Vnitřek vozu tvoří šest samostatných kupé po šesti sedadlech a jedno kupé pro vozíčkáře.
- Prostor pro jízdní kola je v jednom dvojoddílu.



Obr. 6 Vůz řady A-ÖBB Bbmzv [6]



Obr. 7 Interiér vozu A-ÖBB Bbm vz [6]



Obr. 8 Oddíl pro jízdní kola vozu A-ÖBB Bbm vz [6]



### Vůz řady D-DB Bpmbdzf

- Novostavba vozu typu Z s tlakovou skříní, plně klimatizované.
- Maximální rychlost 200 km/h, stanoviště strojvedoucího pro vratné soupravy.
- Velkoprostorové uspořádání s rozmístěním sedadel 2 + 2.
- Oddíl pro jízdní kola.



**Obr. 9** Vůz řady D-DB Bpmbdzf [7]



**Obr. 10** Interiér vozu D-DB Bpmbdzf [7]



**Obr. 11** Oddíl pro jízdní kola a pohled do kabiny strojvedoucího vozu D-DB Bpmbdzf [7]

### Vůz řady D-DB BDcm61

- Vůz typu X.
- Maximální rychlost 200 km/h.
- Vnitřek vozu tvoří šest samostatných kupé po šesti sedadlech s možností úpravy na lehátka pro noční dálkovou přepravu City Night Line.
- Oddíl pro jízdní kola situován v poslední třetině vozu s širokými přesuvnými dveřmi.



Obr. 12 Vůz řady D-DB BDcm61 [8]

### Vůz řady D-AD ABvmdz

- Maximální rychlost 200 km/h.
- Inovací interiéru byl vytvořen oddíl pro jízdní kola.
- Vůz 1. i 2. vozové třídy.



Obr. 13 Vůz řady D-AD ABvmdz [9]



**Obr. 14** Oddíl pro jízdni kola vozu D-AD ABvmdz [10]



**Obr. 15** Interiér vozu D-AD ABvmdz [10]

### 2.3. Popis navrhovaného vozu řady CZ-ČD Bpvee

Jelikož se jedná o vůz pro dálkovou rychlíkovou dopravu, rozhodl jsem se zvýšit rychlost ze 120 km/h na rychlost 160 km/h náhradou stávajících podvozků za podvozky GP 200. Návrhem tohoto vozu je částečná nízkopodlažní část vozu s nástupní hranou 550 mm nad temenem kolejnice dle normy UIC 540. Výška podlahy nad podvozky zůstane stejná, tedy 1250 mm. Z důvodu snížení nástupní hrany dojde současně k nárůstu potřebného materiálu na konstrukci vozidlové skříně a tím ke zvýšení váhy vozu.

### 2.4. Konstrukce skříně železničních vozů

Původně byly vozové skříně stavěny pomocí kombinace dřeva a železa, ale počátkem 20. století vznikaly vozy celokovové. Velmi rychle se ustálila základní koncepce vozidlové skříně – spodní rám, bočnice, čelnice a střecha. V dnešní době se stavějí vozy celokovové, svařované a většinou čtyřnápravové. [3]

### 2.5. Hlavní části vozidlové skříně

Skříně železničních vozů slouží k přepravě osob nebo nákladu. Vozidlová skříň je ta část vozidla, která je uložena na rámu a prakticky spolu tvoří jeden celek, uložený na podvozcích. Spolu s rámem vytvářejí nosnou konstrukci celého vozidla a jsou na ně kladeny vysoké požadavky estetické i bezpečnostní. [3]

Úplnou skříň mají vozy osobní a kryté nákladní. Podle názvosloví jsou části vozové skříně pojmenovány následovně:

- **Spodek vozu**, který je hlavní nosnou kostrou.
- **Podélníky**, mohou být vnější, vnitřní a střední.
- **Čelníky**, které nesou nárazníky a tažné ústrojí.
- **Kostra skříně** sestavená ze dvou bočnic, dvou čelnic a střechy. [3]

### 2.6. Předepsaná namáhání podle UIC

Jedním z prvních požadavků kladených na dopravu je bezpečnost. Ta se bezprostředně dotýká stavby vozidlové skříně. Již od samého počátku vzniku UIC, stanovila tato organizace požadavky, se kterými se musí počítat při návrhu vozidlové skříně. U navrhované přestavby je důležité následující:

- odolnost při pádu z náspu

- tuhé spojení mezi spodkem a skříní nedovolující odtržení nadzvednutým sousedním vozem
- odolnost proti požáru
- stabilita při převrácení

UIC vypracovala pro každý typ železničního vozidla jednotný model předepsaných zkoušek, kterým musí vozidla vyhovět. UIC rozdělila tyto zkoušky na statické a dynamické.

### 2.6.1. Statické zkoušky

a) stlačovací zkouška v prázdném stavu

- na nárazníky silou 1000 kN v podélné ose nárazníku
- diagonální zkouška na nárazníky silou 400 kN

b) tahové zkoušky silou 1000 – 1500 kN,

c) zkoušky svislým zatížením

- s rovnoměrně rozloženým zatížením
- se zatížením působícím na dvou úložných trámcích

Dále pak UIC doporučuje zkoušky:

- měření tuhosti v krutu
- zvedání obsazeného vozu s možností uvolnění dvojkolí nebo podvozku z otočného čepu.



**Obr. 16** Schéma statické zkoušky stlačovací a tahové na spodek vozidla

### 2.6.2. Dynamické zkoušky:

Mezi dynamické zkoušky patří tzv. rázová zkouška a jízdní zkouška. Při rázové zkoušce se prověřuje odolnost skříně vozu, pomocí rázových sil, které vznikají při nárazech na skřín a její části. Tato zkouška se provádí nárazem prázdného i obsazeného (loženého) vozu. Jde o najížděcí zkoušky rychlostí 15 km/h na stojící vozidlo stejného typu, při kterých dosahuje celková síla na nárazníky 2000 kN. Touto silou nesmí na skříní vozu vzniknout trvalé deformace. Při těchto zkouškách se používá tenzometrické měření. Dále se provádějí jízdní zkoušky, při kterých se vyhodnocují chodové vlastnosti vozidla. U těchto zkoušek se používají snímače zrychlení.

## **2.7. Podvozky**

Podvozky slouží k nesení a vedení vozové skříně. Podvozky eliminují nerovnosti a dynamické rázy vznikající při jízdě. U podvozků pro osobní vozy se používá dvoustupňové svislé vypružení a rozvor dvojkolí 2400 mm nebo 2500 mm. Vozová skřín se ukládá na dva podvozky z důvodu zvýšení rychlosti a schopnosti projíždět oblouky malých poloměrů, i při větší délce. [3]

## **2.8. Interiér**

### **2.8.1. Typ interiéru**

Interiér vozu lze rozdělit do dvou základních skupin. První skupinou, používanou jak v regionální tak i v dálkové dopravě, je velkoprostorové uspořádání interiéru. V tomto uspořádání interiéru jsou sedadla ve většině případů v kombinaci sedadel 2 + 2 pro druhou vozovou třídu a 2 + 1 pro první vozovou třídu. V obou případech s chodbičkou uprostřed. Druhou skupinou používanou převážně v dálkové dopravě jsou jednotlivá kupé. Tato kupé jsou většinou situována u jednoho okna s obsaditelností až osm osob, kdy sedí 4 a 4 proti sobě. Toto platí pro druhou vozovou třídu. V dnešní době se přechází na samostatné sedačky v kombinaci 3 a 3 proti sobě. Tato kupé jsou situována za sebou na jedné straně vozu. Na druhé straně vozu se nachází chodbička. Pro snížení počtu stojících osob v uličce je možno dosadit sklopná sedadla, která ovšem nejsou pohodlná pro delší sezení. Z důvodů zvyšování kvality přepravování osob jsou i speciální oddíly, například pro děti, kde může místo klasického kupé být dětský koutek nebo dětské kino.

Z důvodu zvyšování kvality přepravy osob se zavazadly, jako jsou například jízdní kola, vznikají oddíly pro tuto přepravu (viz předchozí kapitola Přehled vozů stejného využití u nás a v zahraničí).

### **2.8.2. Obsazení vozu**

Při navrhování vozů se musí počítat s maximální obsaditelností vozu a to jak sedícími, tak i stojícími osobami. Dle zkušeností s městskou hromadnou dopravou může stát na 1 m<sup>2</sup> až 8 osob, čemuž například při chodbě o 16 m<sup>2</sup> odpovídá více než 100 stojících osob. Hmotnost jedné osoby pro regionální dopravu je 80 kg a pro dopravu dálkovou 85 kg. [3]

### **2.8.3. Velikost prostoru pro cestující**

Pro nejnižší hranici šířky prostoru pro sedící osobu je udávána hodnota 500 mm. U vozů s uličkou vyhovuje pro 4 sedící osoby ve druhé vozové třídě a u první vozové třídy pro 3 osoby (z důvodu vyššího komfortu sedící osoby na vlastní sedačce a pro pohodlné opření obou rukou o loketní opěrky). Šířka středního průchodu musí být minimálně 450 mm a šířka postranní uličky 700 mm. Vzdálenost sedadel vychází z předpokladu, že pohodlně sedící osoba potřebuje hloubku minimálně 700 mm (měřeno kolmo od sedadla). Z toho vyplývá délka proti sobě postavených sedadel 1400 mm. Ve skutečnosti bývá tato hodnota vyšší, až 1700 mm. [3]

Unifikované vozy typu Y dle UIC mají tyto rozměry: Délka 24 500 mm, šířka 2 883 mm. Oddíl ve druhé vozové třídě o šířce 2 000 mm a délce 1 900 mm s šířkou chodby 710 mm. [3]

### **2.8.4. Dveře**

Podle normy UIC 560 nesmí přesahovat otevřené dveře obrys vozidla o více než 200 mm. Ke splnění těchto podmínek byly dosazeny nové dvoukřídlé předsuvné dveře o světlosti 1600 mm. [3]

### **2.8.5. Okna**

Používají se dvojitá bezpečnostní skla. Dle UIC má být světlý průřez okna minimálně 1200 x 400 mm a dolní hrana otevřeného okenního otvoru 1300 mm nad podlahou. U vozů vybavených klimatizací se používají okna celá nedělená (případně s možností ventilace). [3]

### **2.8.6. Vytápění vozu**

Se stále stoupající úrovní cestování v železniční dopravě se kladou stále vyšší požadavky na kulturu a pohodlí cestování v železničních vozech (jednotkách). Jedním ze základních předpokladů pocitu pohodlí je dosažení určité teploty a výměny vzduchu v oddílech pro cestující. Podle dnešních hygienických požadavků se vyžaduje, aby prostor určený pro pobyt osob byl větrán a klimatizován tak, aby v nich byla přiměřená teplota v rozmezí 17 °C až 25 °C (optimální teplota je 21 °C). Dalším předpokladem je příznivá vlhkost, rychlost proudění a čistota vzduchu. [3]



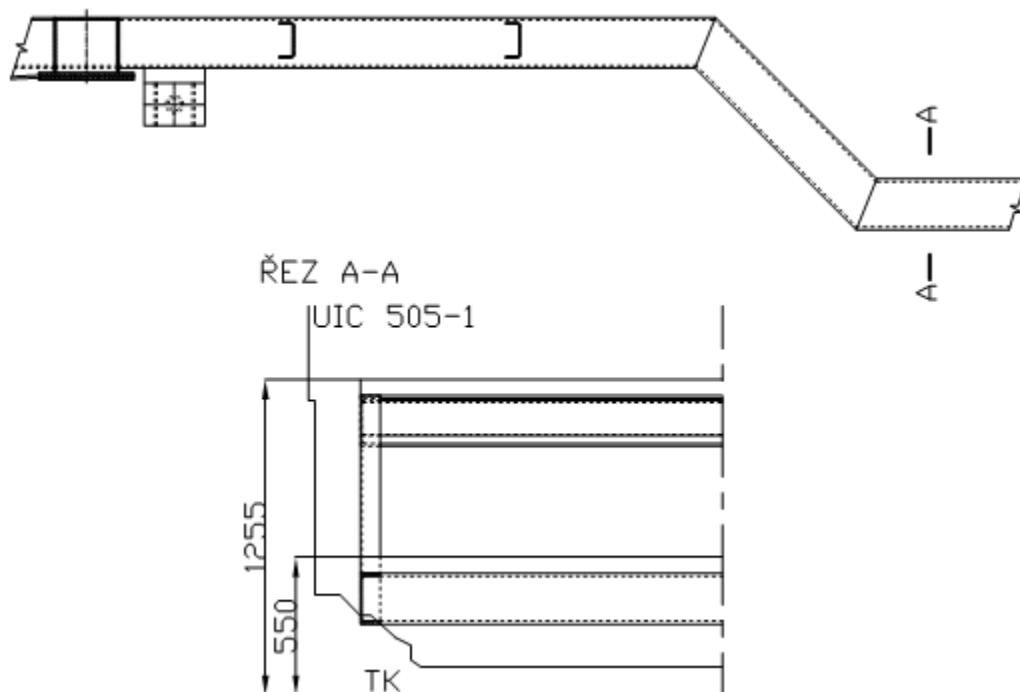
### 3 Praktická zpracování

#### 3.1. Návrh spodku vozu

Spodek vozu je základní nosnou částí vozidlové skříně, která přenáší podélné síly od nárazníků nebo spřáhla. Pevnost spodku společně s bočnicemi a čely udává odolnost skříně vozu při extrémní provozní námaze, ale i pro případ srážky vlaků. Aby byla zachována bezpečnost vozu po jeho celou dobu provozu, je vhodné používat při konstrukci otevřené profily a tím zajistit snadnou přístupnost k obnovení antikoročních nátěrů nebo používat nekorodující materiál. [3]

##### 3.1.1. Návrh spodku vozu – varianta č. 1

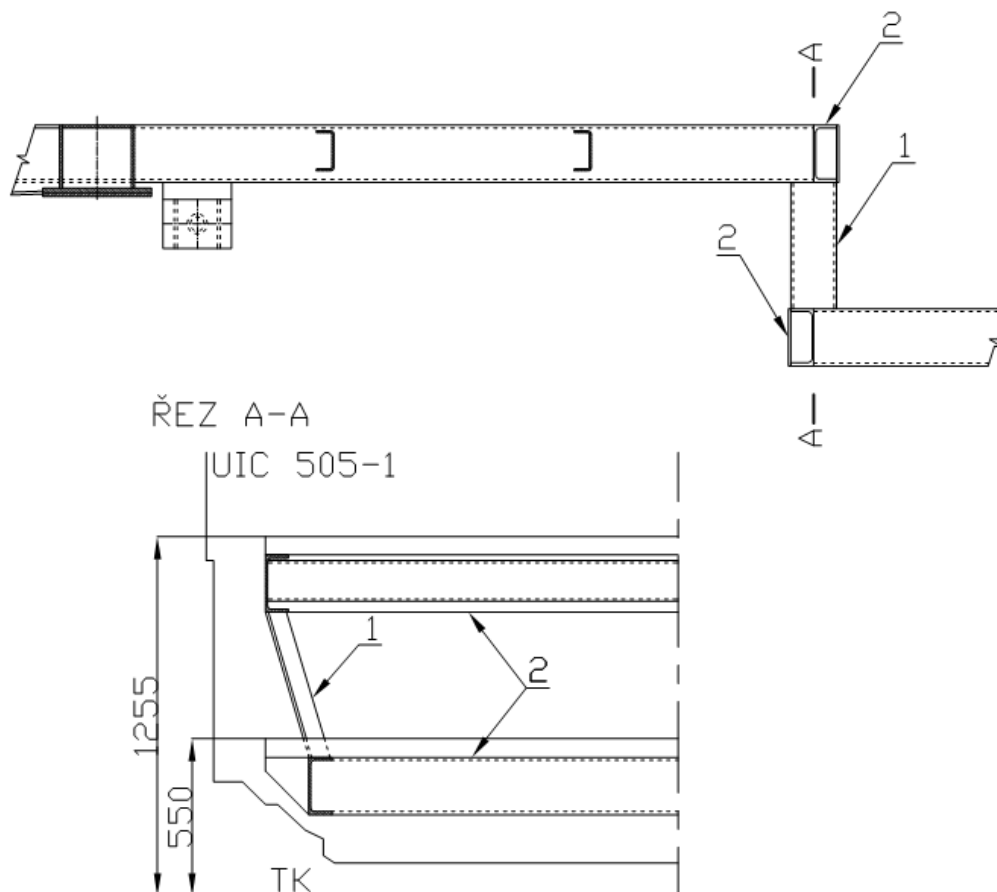
Při přestavbě rámu spodku vozu dle varianty č. 1, kdy se z důvodu snížení prostřední části vozu (snížení nástupní hrany z výšky 1255 mm na výšku 550 mm nad temenem kolejnice), nejevilo jako vhodné řešení použít stávající vyříznutou část rámu. Takto snížená část rámu při její šířce zasahuje do průjezdného průřezu (viz Obr. 17).



**Obr. 17** Návrh spodku vozu - nevyhovující varianta č. 1

### 3.1.2. Návrh spodku vozu – varianta č. 2

Z ekonomického hlediska se jako možné řešení zdálo dle varianty č. 2 podélné rozříznutí, zúžení a opětovné svaření střední části rámu. U takto zúžené části rámu bylo nutno po obvodu dosadit příčné žebrování z plechu ve tvaru trojúhelníku, na které by byla přivařena podlaha a tím dorovnána zpět šířka rámu. Takto upravená střední část rámu se ke zbylým koncům rámu připevní pomocí šikmých vzpěr (1). Na konce uříznutých částí rámu byly dosazeny (přivařeny) nové příčníky (2). Jelikož se jedná o nejkritičtější místo v oblasti spodku vozu, toto řešení se nejevilo jako vhodné v důsledku velkého namáhání vzpěr od tahové/tlakové síly. Taktéž nově dosazené příčníky by nebyly schopny udržet svůj tvar z důvodu velkého ohybového momentu (viz Obr. 18). Při této konstrukci je nutné brát v úvahu, zvýšení hmotnosti vozu, která při těchto úpravách vznikne.



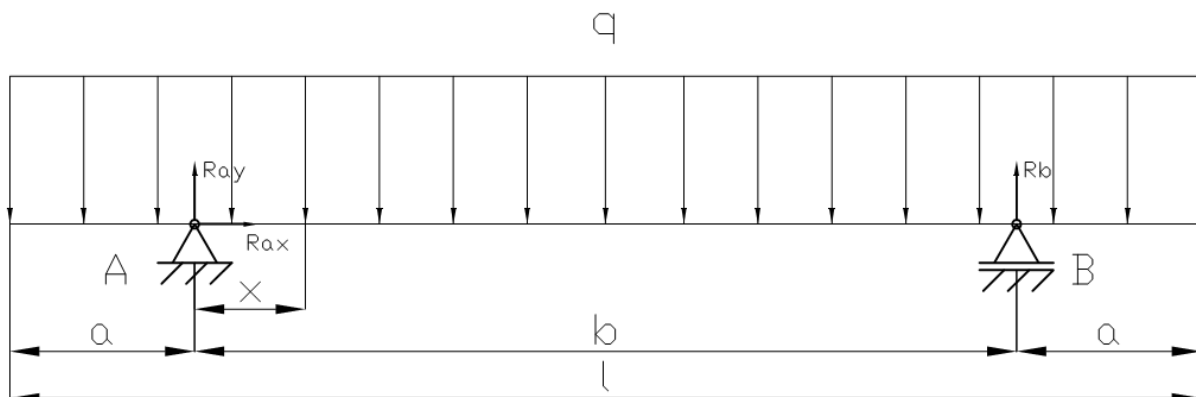
**Obr. 18** Návrh spodku vozu - nevyhovující varianta č. 2

### 3.2. Zjednodušený výpočet ohybového momentu:

V této kapitole se budu věnovat zjednodušenému výpočtu ohybového momentu, který vzniká vytvořením nově snížené střední části spodku vozu. Výpočet bude jen nástinem, jaké

reakce a síly na spodek vozu působí, neboť nelze spodek vozu počítat samostatně jako celek. Spodek vozu je pevně spojen s bočnicemi, které ve větší míře přenášejí ohybové momenty od spojitěho zatížení a dalších působících sil. Výpočet bude počítán pouze s tlačnou silou ( $2 \times 1\,000\text{ kN}$ ), neboť tato síla je nejvyšší ze všech požadovaných statických zkoušek.

Jelikož počet sedících (43 osob) a stojících cestujících (95 osob při 6 osobách/m<sup>2</sup> v nástupním prostoru a uličkách mezi sedadly) může dosahovat až počtu 138 osob, vznikne tímto obsazením zatížení o hmotnosti 11 tun. K této zátěži je nutno připočítat hmotnost klimatizačních bloků (v prostoru střechy nad dveřmi) a jímky na vodu (WC) o celkové hmotnosti 1 tuna. Proto je nutné vytvořit takovou konstrukci, která bude schopna odolat i takovému zatížení. K výpočtu ohybového momentu je zapotřebí znát řadu důležitých parametrů viz Obr. 19 a Tab. 2. Výpočet jsem provedl na původní krajní části rámu ve vzdálenosti 2,2 m od osy čepu podvozku (A) směrem k prostřední části rámu. Toto místo je vybráno záměrně, neboť zde začíná napojení nové části spodku vozu k části původní. V tomto spojení působí ohybový moment vytvořený od tažné/tlakové síly a ramene  $a$  a spojitě zatížení od hmotnosti obsazeného a vyzbrojeného vozu.



**Obr. 19** Spojité zatížení rámu vozu

**Tab. 2** Zadání výpočtu ohybového momentu rámu

Hmotnost vozu - obsazený	$m_l = 54\,000\text{ kg}$
Gravitační zrychlení	$g = 9,81\text{ m/s}^2$
Délka spodku vozu	$l = 23\,200\text{ mm}$
Hmotnost obou podvozků	$m_{\text{podv}} = 12\,000\text{ kg}$
vzdálenost výpočtu ohyb. momentu	$x = 2\,200\text{ mm}$
Délka představku rámu	$a = 3\,000\text{ mm}$
Délka vnitřní části rámu	$b = 17\,200\text{ mm}$

### Výpočet pouze ohybového momentu $M_0$ od spojitého zatížení:

Tíha obsazeného vozu bez podvozků:

$$Q_{celkové} = (m_l - m_{podv}) \cdot g \quad (1)$$

Jelikož se bude výpočet vztahovat pouze na jednu bočnici, musíme tedy počítat s poloviční tíhou obsazeného vozu.

$$Q = \frac{Q_{celkové}}{2} \quad (2)$$

Spojitě zatížení bočnice:

$$q = \frac{Q}{l} \quad (3)$$

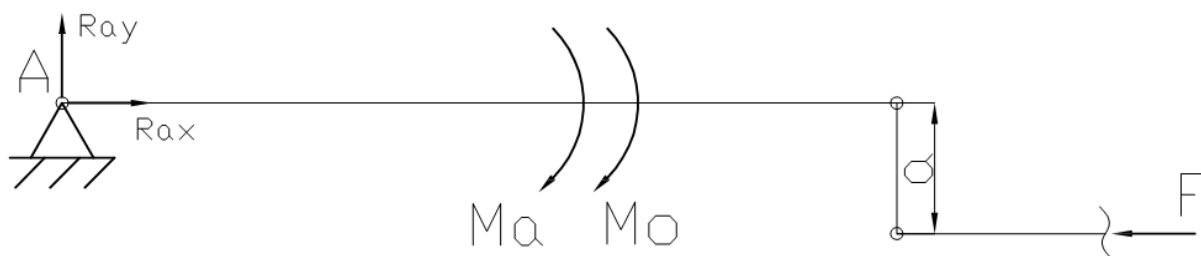
Síly působící na čepy podvozků:

$$R_a = R_b = \frac{Q_{celkové}}{2} = Q \quad (4)$$

Metodou řezu určíme ohybový moment:

$$M_0(x) = \frac{1}{2} \cdot q \cdot x^2 - R_a(x-a) \quad (5)$$

K výpočtu ohybového momentu  $M$  vzniklého působením tlačné síly  $F$  od nárazníku na sníženou část rámu (varianta č. 1) a momentu od spojitěho zatížení  $M_0$  je zapotřebí znát řadu důležitých parametrů viz Obr. 20 a Tab. 3.



**Obr. 20** Výpočet ohybového momentu  $M$  – varianta č. 1 a 2

**Tab. 3** Zadání výpočtu ohybového momentu – varianta č. 1 a 2

Rameno a	$l = 620 \text{ mm}$
Síla	$F = 1\,000 \text{ kN}$
Plocha průřezu	$S = 2\,900 \text{ mm}^2$

### Výpočet ohybového momentu $M$ - varianta 1 a 2:

Moment  $M_a$ :

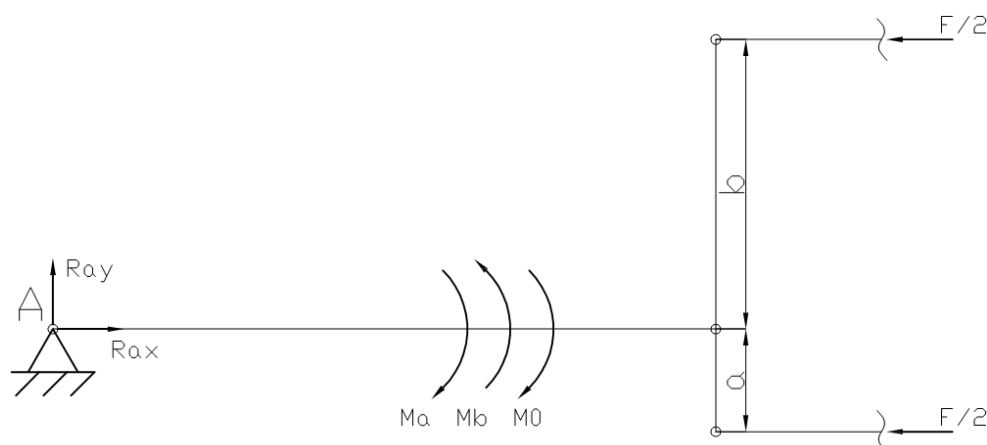
$$M_a = F \cdot a = 620\,000 \text{ Nm} \quad (6)$$

Celkový moment  $M$ :

Dosazení  $M_0$  z (4)

$$M = M_0 + M_a \quad (7)$$

K výpočtu ohybového momentu  $M$  vzniklého působením tlačné síly  $F$  od nárazníku na sníženou část rámu (varianta č. 3) a momentu od spojitěho zatížení  $M_0$  je zapotřebí znát rameno  $a$  a  $b$ , tahovou a tlakovou sílu a jiné, viz Obr. 20 a Tab. 4. Přičemž bereme v potaz zjednodušeného výpočtu, kde tahová a tlaková síla bude rovnoměrně rozložena do spodní a horní části nově vytvořené střední části spodku vozu.



**Obr. 21** Výpočet ohybového momentu  $M$  – varianta č. 3

**Tab. 4** Zadání výpočtu ohybového momentu – varianta č. 3

Rameno a	$a = 620 \text{ mm}$
Rameno b	$b = 1\,750 \text{ mm}$
Síla	$F = 1\,000 \text{ kN}$

### Výpočet ohybového momentu $M$ - varianta 3:

Moment  $M_a$ :

$$M_a = \frac{F}{2} \cdot a = 310\,000 \text{ Nm} \quad (8)$$

Moment  $M_b$ :

$$M_b = \frac{F}{2} \cdot b = 875\,000 \text{ Nm} \quad (9)$$

Výsledný moment  $M_c$ :

$$M_c = M_a - M_b = -565\,000 \text{ Nm} \quad (10)$$

Celkový moment  $M$ :

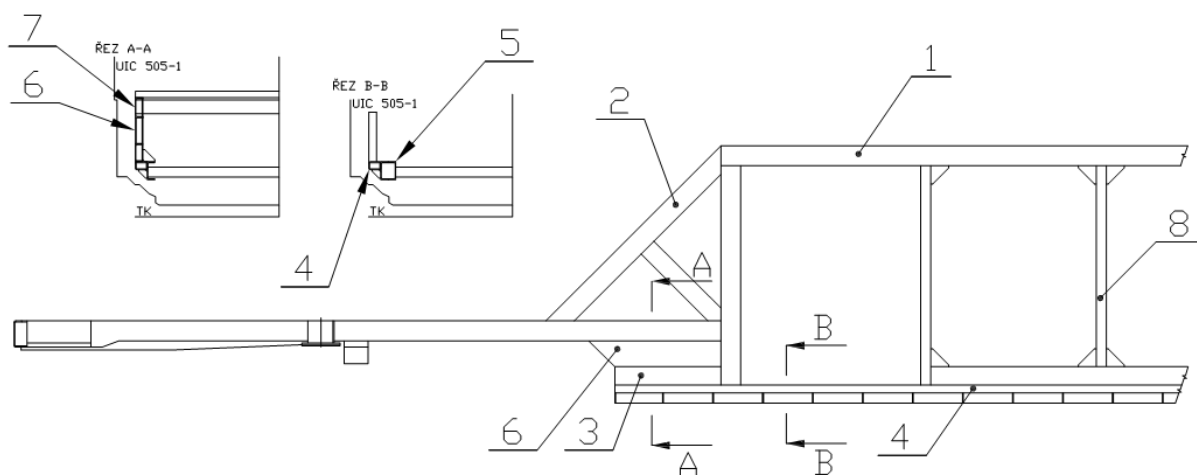
Dosazení z (4)

$$M = M_0 + M_c = M_0 + M_a - M_b \quad (11)$$

Z nástinu výpočtu je patrné, že u varianty spodku vozu č. 1 a 2 vychází ohybový moment od tlačné síly (5) vyšší (to je nežádoucí z hlediska namáhání konstrukce) než u varianty č. 3, kde se tlačná síla rozložila do dvou samostatných částí konstrukce (13). Pokud by se podařilo rozložit tahové/tlakové síly do dvou samostatných částí spodku vozu nerovnoměrně, mohl by se moment  $M_c$  (13) úplně eliminovat a působil by zde jen samostatný moment  $M_0$  (4). Výpočet ohybového momentu jsem řešil jen na rámu spodku vozu. Aby skříň vozu (pevně spojený rám spodku vozu a bočnice) vydržela namáhání vzniklé přenosem sil, je zapotřebí při výpočtu hodnotit i velikost posouvajících sil.

### 3.3. Návrh spodku vozu – varianta č. 3

Jako nejvhodnější varianta z hlediska technologického postupu výroby, se zdá být navržení nového středního dílu rámu (viz Obr. 22). Z důvodu vhodného přenesení tahových a tlakových sil a rozložení zatížení cestujících osob, jsem prostřední část rámu vozu rozdělil na dvě části, a to na spodní a horní část. Horní část rámu je zhotovena z původní prostřední části rámu (1). Dále byly po obou stranách vozu přidány nové rámy k vsazení nových dvoukřídlových dveří, které jsou na vnější straně rámu zesíleny z důvodu přenesení ohybového momentu z původního rámu na novou střední část. Tento vnější rám dveří je vyztužen příčnickem (2), aby došlo ke zvýšení přenosu sil z původního spodku vozu na nově vytvořenou prostřední část rámu. Dále také bylo nutné zpevnit spodní část prostředku vozu kombinací profilu UPE 180 (3) a jeklového profilu 120 x 80 x 8 (4) z důvodu průjezdného průřezu. Ve spodním prostoru dveří, kde je důsledkem nástupní hrany zeslabené místo, jsem umístil obráceně druhý profil UPE 180 (5) k původnímu profilu UPE 180. Bez této spodní části rámu, by došlo ke vzniku ohybového momentu v horní části rámu od vzniklých tahových a tlakových sil. Takto vytvořená spodní část rámu vozu se k původnímu rámu připevní vždy pomocí dvou kusů plechu na jeden příčnick o tloušťce 8 mm (6) na každé straně profilu UPE 200 (7). Také jsou použity příčky (8) uvnitř vozu, které slouží zevnitř jako vyztuž hlavní konstrukce. Výkres spodku vozu varianta č. 3 viz Příloha A. Vzhledem k nově vytvořené spodní prostřední části rámu, jsem provedl výpočet hmotnosti této části, která činí 860 kg.



**Obr. 22** Návrh spodku vozu - vyhovující varianta č. 3

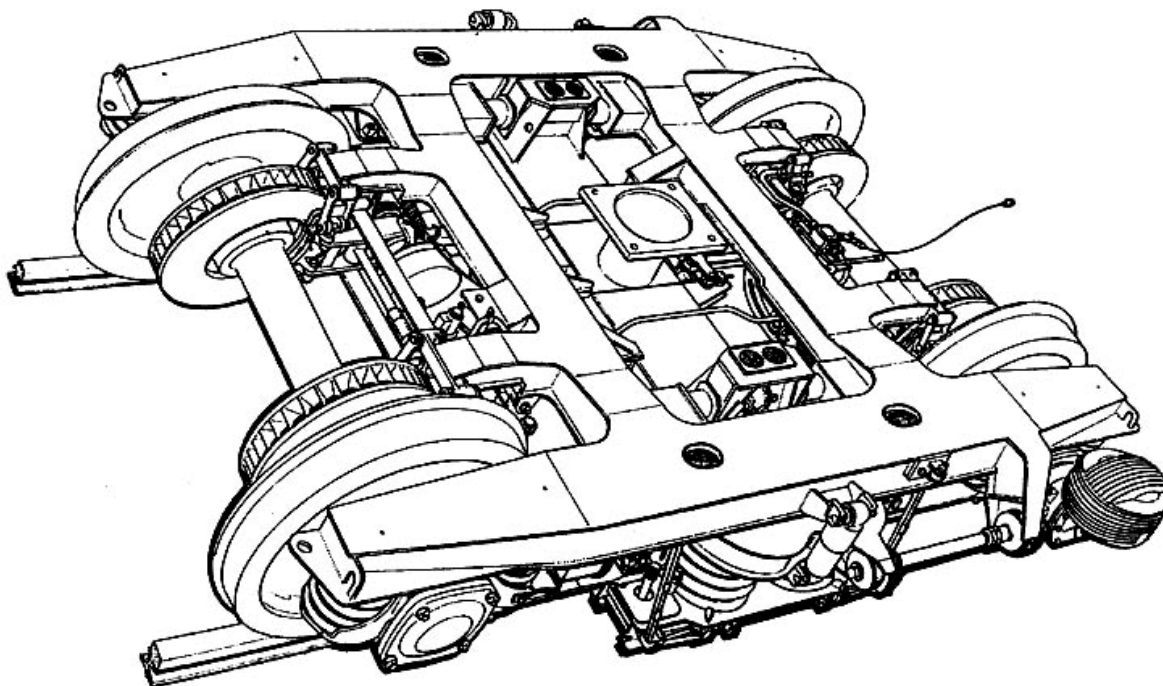
### 3.4. Vhodná náhrada stávajících podvozků

#### 3.4.1. Náhrada podvozků VÚKV typ 801 za podvozky GP 200

Z důvodu nevhodného použití podvozků VÚKV typu 801 pro rychlost 160 km/h a nemožnosti implementace brzdového ústrojí (brzdový válec a táhla) na skříň vozu, jsem se rozhodl nahradit tyto podvozky jinými podvozky, a to GP 200 s kotoučovou brzdou, které těmto kritériím vyhovují. Skříň vozu je na podvozcích VÚKV typu 801 uložena pomocí otočného čepu. Ten přenáší pouze příčné a podélné síly mezi podvozkem a skříní vozu. Svislé zatížení je přenášeno postranními kluznicemi opatřenými teflonovou vložkou. Podvozky GP 200 jsou svým uložením shodné s uložením podvozků VÚKV typu 801 a jedná se o výměnu kus za kus.

#### 3.4.2. Podvozek GP 200

Podvozek je kolébkové konstrukce s úplným uložením skříně na kluznicích. Rám podvozku je do tvaru písmene H. Vedení dvojkolí je provedeno pomocí podélných lamelových pasů zakončených ocelovými příložkami s drážkováním. Tyto pasy jsou k ložiskové skříní a konzolám rámu přišroubovány. Podvozek je vybaven kotoučovou brzdou s případnou dodatečnou montáží elektromagnetické brzdy (viz Obr. 22). [1]



**Obr. 23** Obrázek podvozku GP 200 [12]

### **3.5. Návrh brzdy**

#### **3.5.1. Brzdná dráha**

Brzdná dráha je dráha, kterou vozidlo nebo skupina vozidel projíždí ve stavu zabrzděném. Může brzdit pro udržení stanovené rychlosti, pro snížení rychlosti nebo pro úplné zastavení vlaku. Snižuje-li se rychlost vozidel až do zastavení ( $v_2 = 0$  km/h), mluvíme o dráze zábrzdné. Na zábrzdné dráze musí být zmařena veškerá pohybová energie vozidel, to znamená, že vozidla jedoucí rychlostí  $v_1$  [km/h] se musí na konci zábrzdné dráhy působením brzdící síly zastavit.

Zábrzdná vzdálenost se dělí na dráhu přípravnou A - B, kterou ujede vozidlo od okamžiku použití brzdy do okamžiku přilehnutí brzdového obložení ke kotouči (tato doba trvá přibližně 4 s a pro výpočet se počítá s  $t_{4/2} = 2$  s) a na vlastní zábrzdnu dráhu B - C od přilehnutí brzdového obložení ke kotouči až do úplného zastavení.



### 3.5.2. Kotoučová brzda

Nesporným přínosem pro řešení problémů s brzděním z vyšších rychlostí je užití kotoučové brzdy. Mezi její základní přednosti patří:

- Snáší vyšší brzdové výkony.
- Kola nejsou tepelně namáhána.
- Snížení hlučnosti oproti špalíkovým brzdám.
- Jednodušší a hmotnostně přijatelnější než špalíková brzda. [1]

Mezi nevýhody patří:

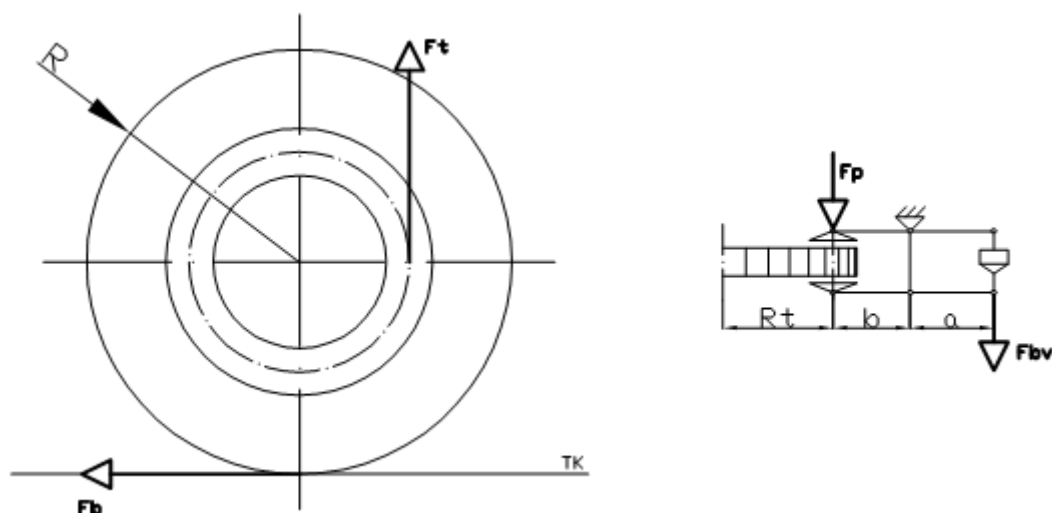
- Snížená účinnost brzdění při zhoršených klimatických podmínkách. [1]

Kotoučová brzda se skládá z brzdových kotoučů nalisovaných na nápravě, brzdových čelistí a brzdového válce umístěného na rámu podvozku. [1]

Brzdící síla se přenáší závěskami připojenými ke svorníku brzdové čelisti. Závěsky jsou pak zavěšeny na konzolách vytažených z rámu podvozku. [1]

### 3.5.3. Výpočet brzdy

K výpočtu brzdy je zapotřebí znát řadu důležitých parametrů viz Obr. 23 a Tab. 5.



Obr. 24 Schéma kotoučové brzdy

**Tab. 5** Zadání výpočtu brzdy

<b>Zadané parametry</b>	
Podvozek typu	GP 200
Poloměr středně ojetého dvojkolí	R = 460 mm
Poloměr třecí síly $F_t$	$R_t = 233$ mm
Tlak v brzdovém válci v režimu brzdění P (dále jen P)	$P_{bvP} = 1,9$ Bar
Tlak v brzdovém válci v režimu brzdění R (dále jen R)	$P_{bvR} = 3,8$ Bar
Průměr brzdového válce	D = 10“
Síla pružiny brzdového válce	$F_{pruž} = 3000$ N
Počet kol	n = 8
Maximální rychlost v P	$V_{0P} = 120$ km/h
Maximální rychlost v R	$V_{0R} = 160$ km/h
Rameno a	$l_a = 155$ mm
Rameno b	$l_b = 135$ mm
Převodový poměr	$i = b/a = 0,871$
Hmotnost prázdného vozu	$m_p = 39,5$ t
Hmotnost obsazeného vozu	$m_l = 54,0$ t
Součinitel tření brzdových destiček	$f_p = 0,35$
Součinitel rotačních hmot pro osobní vozy	$\rho = 0,06$
Jízdní odpor	w = 0,01
Gravitační zrychlení	$g = 9,81$ m/s <sup>2</sup>

**Výpočty:**

Síla brzdového válce v P:

$$F_{bvP} = (P_{bvP} \cdot 0,1) \cdot (\pi \cdot (D \cdot 25,4 \cdot 0,5)^2) - F_{pruž} = 6\,627,5 \text{ N} \quad (1)$$

Síla brzdového válce v R:

$$F_{bvR} = (P_{bvR} \cdot 0,1) \cdot (\pi \cdot (D \cdot 25,4 \cdot 0,5)^2) - F_{pruž} = 16\,254,9 \text{ N} \quad (2)$$

Přítlačná síla brzdového obložení v P:

$$F_{pP} = F_{bvP} \cdot i = 5\,772,3 \text{ N} \quad (3)$$

Přítlačná síla brzdového obložení v R:

$$F_{pR} = F_{bvR} \cdot i = 14\,157,5 \text{ N} \quad (4)$$

Třecí síla od brzdového obložení v P:

$$F_{tP} = F_{pP} \cdot f = 2\,020,3 \text{ N} \quad (5)$$

Třecí síla od brzdového obložení v R:

$$F_{tR} = F_{pR} \cdot f = 4\,955,1 \text{ N} \quad (6)$$

Silová rovnováha nápravy:

$$F_b \cdot R = F_t \cdot R_t \quad (7)$$

Brzdná síla na jedno kolo v P:

$$F_{bP} = \frac{F_{tP} \cdot R_t}{R} = 1\,023,3 \text{ N} \quad (9)$$

Brzdná síla na jedno kolo v R:

$$F_{bR} = \frac{F_{tR} \cdot R_t}{R} = 2\,509,9 \text{ N} \quad (10)$$

Zrychlení (odrychlení):

$$a = \frac{n \cdot F_b}{m \cdot (1 + \rho)} + w \cdot g \quad (11)$$

Zrychlení (odrychlení) P, prázdný	$a = 0,881 \text{ m/s}^2$
Zrychlení (odrychlení)R, prázdný	$a = 2,017 \text{ m/s}^2$
Zrychlení (odrychlení)P, obsazený	$a = 0,671 \text{ m/s}^2$
Zrychlení (odrychlení)R, obsazený	$a = 1,502 \text{ m/s}^2$

Celková brzdná dráha:

$$s_c = v_0 \cdot t_{\frac{1}{2}} + \frac{1}{2} a \cdot \left( \frac{v_0 - v}{a} \right)^2 \quad (12)$$

Brzdná dráha P, prázdný  $s = 698 \text{ m}$

Brzdná dráha R, prázdný  $s = 579 \text{ m}$

Brzdná dráha P, obsazený  $s = 895 \text{ m}$

Brzdná dráha R, obsazený  $s = 747 \text{ m}$

Výpočet brzdícího procenta  $\lambda$  viz tabulka UIC 544-1:

Výpočet brzdícího procenta  $\lambda$  P, prázdný  $\lambda_{pP} = 101 \%$

Výpočet brzdícího procenta  $\lambda$  R, prázdný  $\lambda_{pR} = 125 \%$

Výpočet brzdícího procenta  $\lambda$  P, obsazený  $\lambda_{iP} = 161 \%$

Výpočet brzdícího procenta  $\lambda$  R, obsazený  $\lambda_{iR} = 197 \%$

Brzdná váha:

$$\text{brzdná váha} = \frac{\lambda \cdot m}{100} \quad (13)$$

Brzdná váha P, prázdný  $P = 40 \text{ t}$

Brzdná váha R, prázdný  $R = 49 \text{ t}$

Brzdná váha P, obsazený  $P = 87 \text{ t}$

Brzdná váha R, obsazený  $R = 106 \text{ t}$

Z výpočtu je patrné, že i plně obsazený vůz je schopen na zábrzdě dráze bezpečně zastavit na zábrzdnou vzdálenost v režimu P i R. Výpočtem bylo zjištěno, že vůz zastaví za 895 m, přičemž pro vlak se stanovenou rychlostí 121 km/h nebo vyšší, jehož brzdící účinek není dostatečný pro dodržení zábrzdné vzdálenosti na příslušné trati, je možno jeho zábrzdnou dráhu rozložit do dvou za sebou následujících zábrzdných vzdáleností [13], tedy nejméně 2000 m (pro tratě s rychlostí vyšší než 100 km/h do rychlosti 160 km/h musí být vzdálenost mezi hlavními závislými návěstidly nebo mezi samostatnou předvěstí a hlavním návěstidlem nejméně 1000 m [14]). Proto je přijat návrh dosazení nových podvozků typu GP 200.

### 3.6. Návrh interiéru

Aby vzniklo železniční vozidlo moderní koncepce, rozhodl jsem se na výše upravený spodek vozu navrhnout takový interiér, který odpovídá kultuře cestování 21. století.

Z hlediska konstrukce spodku vozidla a co možná nejmenších zásahů do bočnic vozu se dá interiér situovat do pěti samostatných oddílů (viz příloha B).

Střední nízkopodlažní část tvoří tři oddíly. Krajní dva oddíly ve střední části vozu, slouží pro nástup a výstup cestujících, s nástupní výškou 550 mm od temene kolejnice. Tyto dva oddíly mají široké dvoukřídlé předsuvné dveře, které mají světlou šířku vstupu 1600 mm a světlou výšku vstupu 2190 mm. Předsuv těchto dveří je 60 mm. Takto navržené dveře slouží k pohodlnému nastupování s jízdním kolem či handicapovaných spoluobčanů na vozíku. Mezi těmito nástupními oddíly se nachází jeden velký oddíl pro jízdní kola. Oddíl pro jízdní kola je záměrně vybrán uprostřed, neboť se jedná stále o nízkopodlažní část vozu a tím se dosáhne pohodlné a rychlé manipulace s jízdním kolem z nástupiště až k držáku na jízdní kola a naopak. Nástupní oddíly jsou od oddílu pro jízdní kola odděleny dvoukřídlými dveřmi o světlé šířce 1150 mm. Tyto dveře mají zamezit nejen hluku ze sousedních oddílů, ale především zamezit teplotním ztrátám, jsou-li otevřeny nástupní dveře. Tyto dveře jsou s vlastním pohonem a ovládají se pomocí tlačítka, které je umístěno na dveřích. Oddíl pro jízdní kola je vybaven držáky na jízdní kola, které jsou od sebe rozmístěny po 350 mm vždy s výškovým rozdílem mezi sebou. Tímto uspořádáním se docílí uložení co největšího počtu jízdních kol. Držáky jsou připevněny v horní a dolní části k nově vytvořené části spodku vozidla. Mezi držáky na kolo je možno vždy ob jeden držák dosadit sklopný sedák a tím zvýšit kapacitu obsazenosti vozu.

Do dvou krajních oddílů, které jsou situované nad podvozky, jsem rozmístil sedačky pro dálkovou dopravu (například od firmy Borcad). Tyto oddíly pro cestující jsou opět odděleny od nástupních oddílů dveřmi s vlastním pohonem a přístup z nástupního oddílu je po schodech. Uspořádání sedadel ve velkoprostorovém oddíle 2. vozové třídy, je až na prostorové výjimky ve verzi 2 + 2 a to s pozicí jak proti sobě tak i za sebou (autobusové uspořádání). Sedadla, která jsou v uspořádání proti sobě, jsou vhodná například pro cestování vícečlenné skupiny. Rozestup těchto sedadel jsem nechal dle konstrukce bočnice vozidla. Jelikož zůstává bočnice v těchto oddílech až na výjimky nezměněná, je rozestup sedadel proti sobě 1738 mm. Mezi tyto sedačky je umístěn stolek s odpadkovým košem. Sedadla, která jsou v uspořádání za sebou, mají rozestup 995 mm pro pohodlné

cestování s nataženýma nohama. Sklápěcí stolek pro tyto sedačky je schován vždy v zadní straně předchozího sedadla. Interiér je možno vybavit zásuvkou na 230 V~ .

Nově zřízený je i záchod, který je umístěn v jednom z nástupních oddílů, tedy v nízkopodlažní části vozu. Tento záchod je dle dnešních standardů vakuový a dostatečně prostorný pro handicapované spoluobčany na vozíku. Odpadní jímka záchodu se nachází přímo pod záchodem a je upevněna ke spodku vozidla. Naopak jímka pro vodu zásobující WC je umístěna nad záchodem v prostoru střechy.

Na druhém nástupním oddílu se nachází směrem k oddílu pro cestující ve vestavěné skříni ruční brzda a ovládací displej pro diagnostiku vozu a informační systém. Dále se ve skříni nacházejí nájezdni můstky pro nájezd a výjezd handicapovaných spoluobčanů na vozíku.

Celkovou koncepcí uspořádání interiéru vzniklo celkem 43 + 16 míst k sezení a 32 držáků na jízdní kolo. Součástí přestavby vozu je dosazení CZE a klimatizačních bloků umístěných v prostoru střechy nad nástupními oddíly. Okna jsou nahrazena za výklopná v horní části (při normálním použití zamčená v poloze zavřeno) s UV ochranou. Mezioddílové dveře jsou již zmiňované dveře s vlastním pohonem pro pohodlnější používání.

Z hlediska přehledu cestujících nad jízdním kolem je viditelnost z oddílu pro cestující do oddílu pro jízdní kola špatná. Tento nedostatek se dá řešit pomocí videokamer umístěných nad dveřmi do oddílu pro jízdní kola a dosazením obrazovek do oddílu pro cestující. Tyto obrazovky nemusí pouze ukazovat prostor s jízdními koly, ale mohou také cyklicky zobrazovat informace o jízdě vlaku.

S převahou počtu míst pro sezení nad počtem držáků na jízdní kola, vzniká otázka, zda snížit počet sedadel a tím zvětšit prostor například pro nohy. Jednou z myšlenek je taktéž možnost snížení počtu sedadel a tím vytvoření místa pro strojvedoucího, čili vytvoření řídicího vozu pro vratné soupravy (viz příloha C).

Jelikož jde o vůz pro doprovázenou přepravu jízdního kola, jedná se tedy o tzv. „sezónní vůz“ používaný převážně v letním období. Z tohoto hlediska by takovýto vůz neměl po zbytek roku využití, proto by bylo vhodné využít ho i pro zimní období. Jednou z možností je udělat držáky na jízdní kola a sklápěcí sedačky demontovatelné a na jejich místo dosadit z části klasická sedadla a z části držáky na lyže. Tím by se změnil počet sedadel na 63 nebo na 58 v podobě vozu pro vratné soupravy.

### 3.7. Parametry navrženého vozu

Na základě předchozích úprav na rekonstruovaném voze jsem došel k parametrům vozu Bpvee viz Tab. 6.

**Tab. 6** Popis navrženého vozu Bpvee

Vzdálenost otočných čepů	17 200 mm
Rozvor podvozku	2 600 mm
Průměr styčné kružnice kola	920 mm
Nejvyšší dovolená rychlost vozu	160 km/h
Výška podlahy od temene kolejnice	1255/550 mm
Hmotnost prázdného vozu	39,5 t
Hmotnost plně obsazeného vozu	54 t
Brzdící váha v režimu P	40 t
Brzdící váha v režimu R	49 t
Míst k sedění	43
Počet držáků na jízdni kola	32
Počet oddílů	3

## 4 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout úpravu staršího osobního vozu typu CZ-ČD Bt<sup>283</sup>. Na začátku byly vytyčeny požadavky na úpravu vozu. Na jejich základě jsem provedl návrh osobního vozu, který splňuje požadavky kultury cestování 21. století.

Výstupem této bakalářské práce je výkres nového spodku vozu pro dálkovou dopravu s doprovázenou přepravou jízdního kola. Změnou oproti stávajícímu vozu je snížená prostřední část vozu na nízkopodlažní a tím zlepšení nástupu a výstupu cestujících s jízdním kolem.

Byla taktéž navržena a provedena výměna podvozků ke zvýšení rychlosti a tím i návrhu nově řešené brzdy. Tato brzda byla výpočtem přijata jako adekvátní a z hlediska bezpečnosti vyhovuje pro železniční dopravu.

Dalším výstupem této práce jsou typové výkresy osobních vozů pro doprovázenou přepravu jízdního kola, kde byl hlavním záměrem návrh nového interiéru. Tento interiér umožňuje pohodlné cestování s jízdním kolem na větší vzdálenost. Součástí návrhu byla i myšlenka vytvoření vozu pro vratné soupravy.

S narůstajícím zájmem o cykloturistiku, je nezbytné tomu přizpůsobit i přepravu vlakem. V této bakalářské práci jsem navrhnul jednu z možností jak zvýšit pohodlí cestujících s jízdním kolem. Takto navrhnutý vůz lze využít i pro přepravu handicapovaných spoluobčanů, či pro přepravu dětských kočárků.



## Seznam literatury a dalších zdrojů

- [1] IZER, Jiří a kol. *Kolejové vozy*. Bratislava : Alfa, 1986. 380 s., ISBN 63-870-84.
- [2] Výkresová dokumentace (podklad).
- [3] NOVÁK, František; NOUZA, Josef; VALTER, Pavel. *Trakční vozidla nezávislá a železniční vozy*. Praha : Nakladatelství dopravy, 1976. 370 s.
- [4] *Parostroj : Osobní a nákladní vozy* [online]. 2010 [cit. 2010-05-18]. Dostupné z WWW: <<http://www.parostroj.net/katalog/ov/formular.php3?ind=136&ktere=&razeni=0&odkud=0>>
- [5] *VagonWEB* [online]. 2010 [cit. 2010-05-18]. Dostupné z WWW: <[http://www.vagonweb.cz/fotogalerie/CZ/CD\\_Bvt.php](http://www.vagonweb.cz/fotogalerie/CZ/CD_Bvt.php)>.
- [6] *VagonWEB* [online]. 2010 [cit. 2010-05-18]. Dostupné z WWW: <[http://www.vagonweb.cz/fotogalerie/A/OeBB\\_Bbm vz-2891-1.php](http://www.vagonweb.cz/fotogalerie/A/OeBB_Bbm vz-2891-1.php)>.
- [7] *The Railfaneurope.net Picture Gallery* [online]. 2010 [cit. 2010-05-18]. Dostupné z WWW: <<http://www.railfaneurope.net/pix/de/car/IC%2BIR/Bpmbdzf/white/pix.html>>.
- [8] *BAHNBILDER.de* [online]. 2010 [cit. 2010-05-18]. Dostupné z WWW: <<http://www.bahnbilder.de/name/einzelbild/number/204345/kategorie/Schweiz~Wagen~Personenwagen.html>>.
- [9] *Bilder-vom-alex.startbilder.de* [online]. 2009 [cit. 2010-05-18]. Dostupné z WWW: <<http://bilder-vom-alex.startbilder.de/name/einzelbild/number/14661/kategorie/Der+neue+Alex~Wagen~Bauart+ABvmdz.html>>.
- [10] *VagonWEB* [online]. 2010 [cit. 2010-05-18]. Dostupné z WWW: <[http://www.vagonweb.cz/fotogalerie/D/RBG\\_ABvmdz-8494.php](http://www.vagonweb.cz/fotogalerie/D/RBG_ABvmdz-8494.php)>.
- [11] *VagonWEB* [online]. 2010 [cit. 2010-05-18]. Dostupné z WWW: <[http://www.vagonweb.cz/fotogalerie/CZ/CD\\_Bt.php](http://www.vagonweb.cz/fotogalerie/CZ/CD_Bt.php)>.
- [12] *Parostroj : Osobní a nákladní vozy* [online]. 2001 [cit. 2010-05-18]. Dostupné z WWW: [http://www.parostroj.net/katalog/ov/clanky/vozy\\_A\\_Bmee/vozy\\_A\\_Bmee.php3](http://www.parostroj.net/katalog/ov/clanky/vozy_A_Bmee/vozy_A_Bmee.php3).
- [13] Předpis pro provoz a obsluhu zařízení železničních kolejových vozidel : SŽDC V15, 2007, 261, změna č. 4, s. 56.
- [14] Předpis pro používání návěstí při organizování a provozování drážní dopravy : SŽDC D1, 2004, 36, změna č. 3, s. 23.

## Seznam obrázků:

<b>Obr. 1</b> Vůz řady CZ-ČD Bt <sup>283</sup> [11].....	11
<b>Obr. 2</b> Interiér vozu CZ-ČD Bt <sup>283</sup> [11].....	11
<b>Obr. 3</b> Vůz řady CZ-ČD Bvt <sup>453</sup> [5].....	12
<b>Obr. 4</b> Oddíl pro jízdni kola vozu CZ-ČD Bvt <sup>453</sup> [5].....	13
<b>Obr. 5</b> Interiér vozu CZ-ČD Bvt <sup>453</sup> [5].....	13
<b>Obr. 6</b> Vůz řady A-ÖBB Bbm vz [6] .....	14
<b>Obr. 7</b> Interiér vozu A-ÖBB Bbm vz [6].....	15
<b>Obr. 8</b> Oddíl pro jízdni kola vozu A-ÖBB Bbm vz [6].....	15
<b>Obr. 9</b> Vůz řady D-DB Bpmbdzf [7].....	16
<b>Obr. 10</b> Interiér vozu D-DB Bpmbdzf [7] .....	17
<b>Obr. 11</b> Oddíl pro jízdni kola a pohled do kabiny strojvedoucího vozu D-DB Bpmbdzf [7].	17
<b>Obr. 12</b> Vůz řady D-DB BDcm61 [8] .....	18
<b>Obr. 13</b> Vůz řady D-AD ABvmdz [9] .....	18
<b>Obr. 14</b> Oddíl pro jízdni kola vozu D-AD ABvmdz [10].....	19
<b>Obr. 15</b> Interiér vozu D-AD ABvmdz [10].....	19
<b>Obr. 16</b> Schéma statické zkoušky stlačovací a tahové na spodek vozidla .....	21
<b>Obr. 17</b> Návrh spodku vozu - nevyhovující varianta č. 1.....	24
<b>Obr. 18</b> Návrh spodku vozu - nevyhovující varianta č. 2.....	25
<b>Obr. 19</b> Spojité zatížení rámu vozu.....	26
<b>Obr. 20</b> Výpočet ohybového momentu M – varianta č. 1 a 2.....	27
<b>Obr. 21</b> Výpočet ohybového momentu M – varianta č. 3 .....	28
<b>Obr. 22</b> Návrh spodku vozu - vyhovující varianta č. 3.....	30
<b>Obr. 23</b> Obrázek podvozku GP 200 [12].....	31
<b>Obr. 24</b> Schéma kotoučové brzdy .....	32

## Seznam tabulek

<b>Tab. 1</b> Popis vozu CZ-ČD Bt <sup>283</sup> [4].....	10
<b>Tab. 2</b> Zadání výpočtu ohybového momentu rámu.....	26
<b>Tab. 3</b> Zadání výpočtu ohybového momentu – varianta č. 1 a 2.....	27
<b>Tab. 4</b> Zadání výpočtu ohybového momentu – varianta č. 3.....	28
<b>Tab. 5</b> Zadání výpočtu brzdy.....	33
<b>Tab. 6</b> Popis navrženého vozu Bpvee.....	38

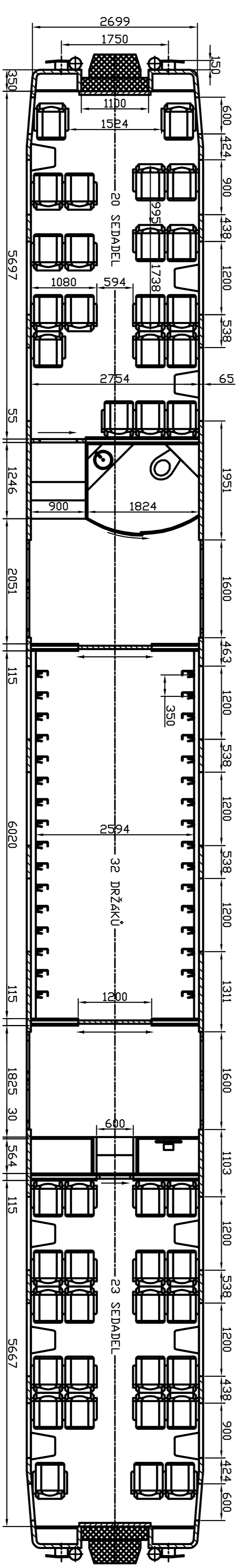
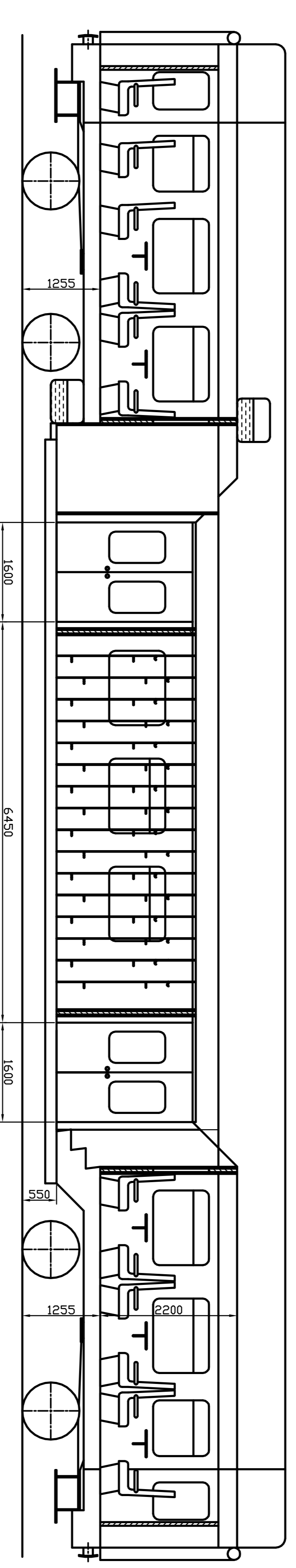
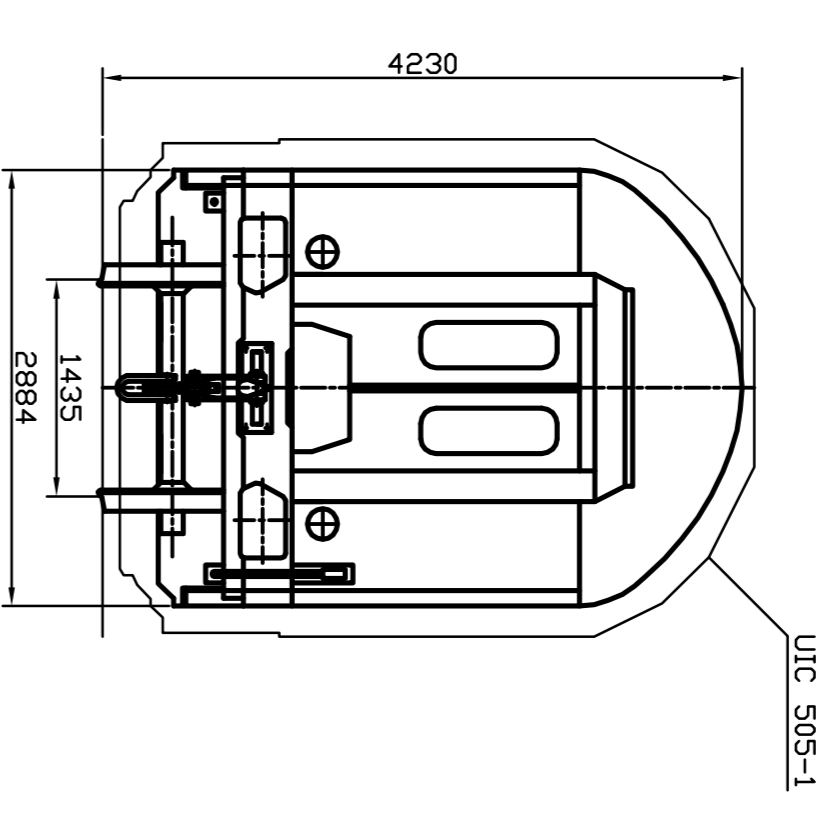
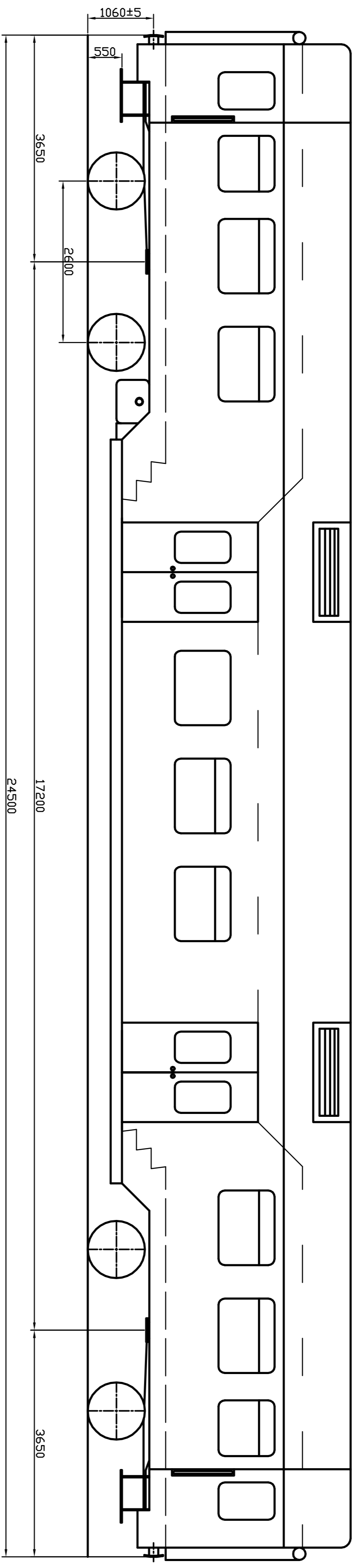
## Seznam příloh:

Číslo přílohy	Název	Číslo výkresu
Příloha A	Spodek vozu Bpvee	2-3K-BP-01
Příloha B	Typový výkres vozu Bpvee	1-3K-BP-02
Příloha C	Typový výkres vozu Bfpvee	1-3K-BP-03

## Seznam zkratek:

A	Železniční správa Rakouska
ABvmdz	označení typu železničního vozu
AD	Arriva Deutschland
Bbm vz	označení typu železničního vozu
BDcm61	označení typu železničního vozu
Bpmbdzf	označení typu železničního vozu
Bpvee	označení typu železničního vozu
Bt <sup>284</sup>	označení typu železničního vozu
Btx <sup>763</sup>	označení typu železničního vozu
Bvt <sup>453</sup>	označení typu železničního vozu
CZ	Železniční správa České republiky
CZE	Centrální zdroj energie
ČD	České dráhy
D	Železniční správa Německé spolkové republiky
DAKO	název firmy vyrábějící brzdové komponenty
DB	Deutsche Bahn
GP 200	typ podvozku výroby Görlitz-Prag
ÖBB	Österreichische Bundes Bahn
UIC	Mezinárodní železniční unie ( <i>International Union of Railways</i> )
VÚKV	Výzkumný ústav kolejových vozidel
X	typ vozidlové skříně
Y	typ vozidlové skříně
Z	typ vozidlové skříně





TECHNICKÝ POPIS VOZU

rozklad délky	1435 mm	rozvrh podvozku	28 m
hmotnost prázdného vozu	39,5 t	průměr šasiřů	920 mm
hmotnost obsazeného vozu	54 t	max. rychlost vozu	160 km/hod
podvozek	gr 200	počet nář. k vozidlu	43
výška podvozu od země kšasiřů	1250/250 mm	počet osů na kšas	32
odkaz přes odznaky	24,5 m	úče měř. polířků	obklopen o měř. polířku 150 m
šířka vozu	2884 mm	brzdový systém	DMM
velikost odprůž. souř. podvozku	172 m		
Údržav. Kusů	Název/Jméno Údržav. kategorie, rozvrh atp.	Průložka Z/Reference	
Kreslil	Kontroloval	Schválil - Datum	JménoŠtíbrný Datum
Pař. Správ.řar	Ing. Vágnér	31/05/70	Bvvee 31/05/70

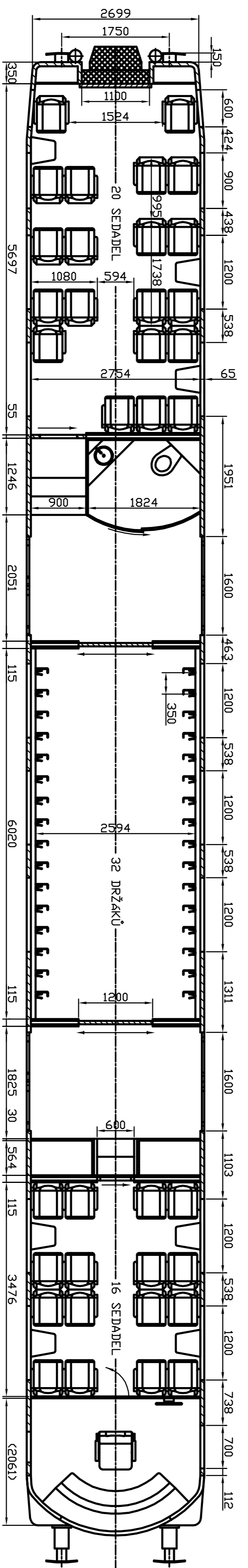
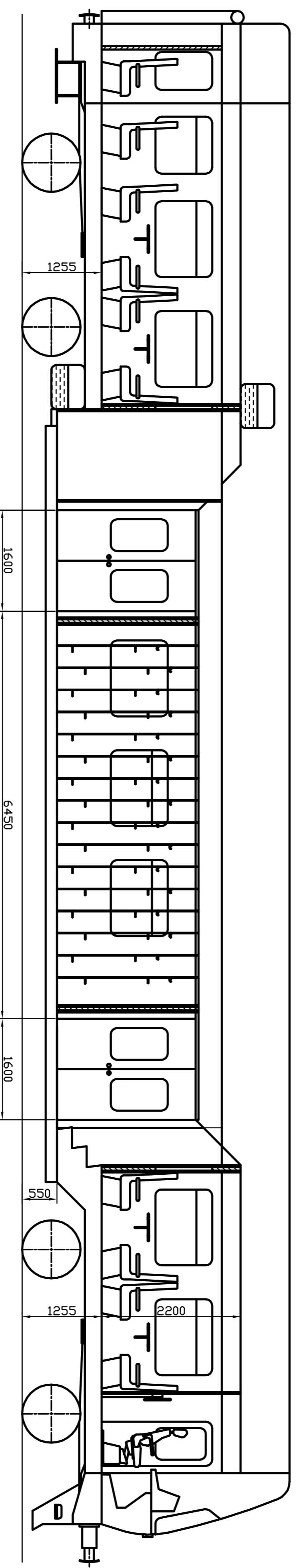
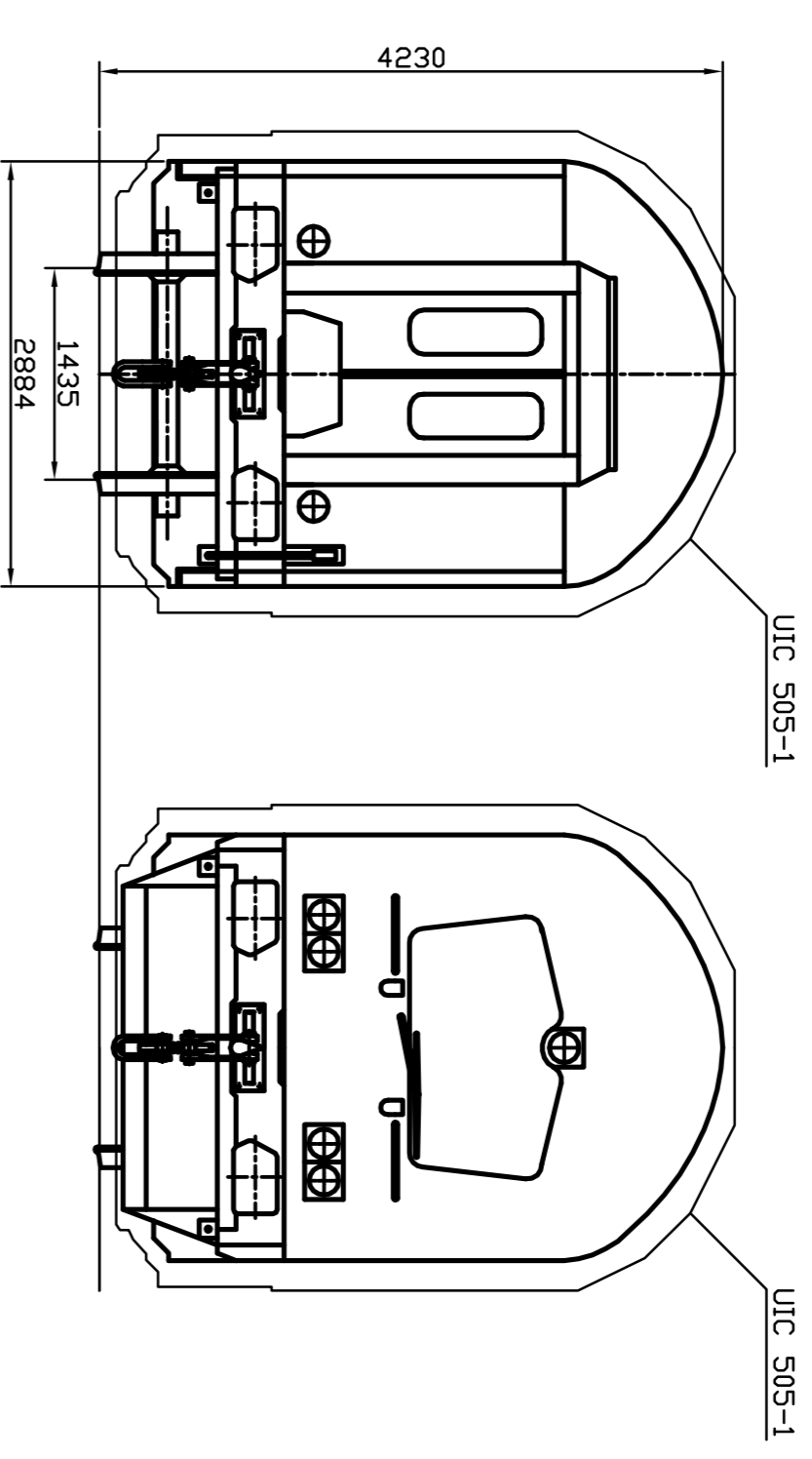
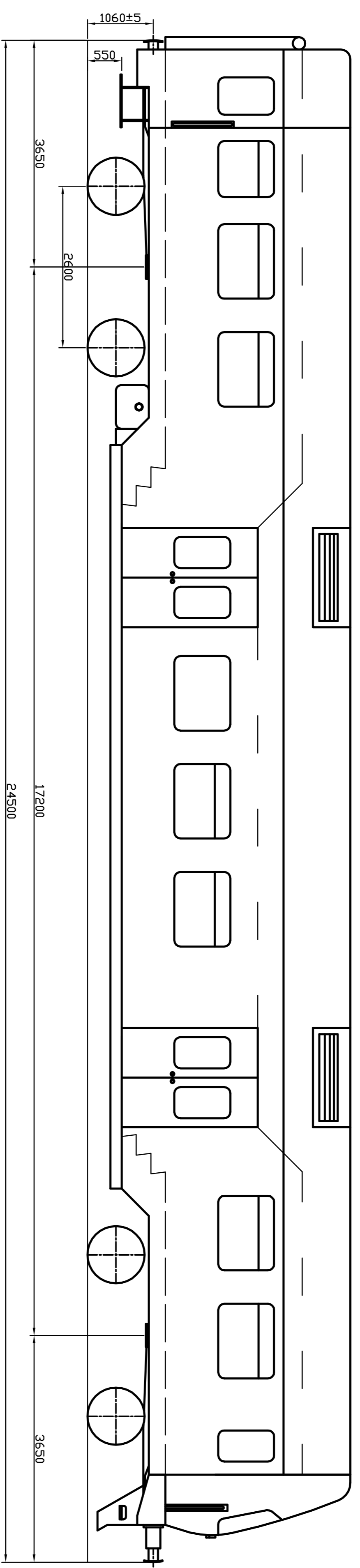
DFJP

Bvvee

1-3K-BP-02

Verze 1

List 1/1



TECHNICKÝ POPIS VOZU

rozvod tlaku	1435 mm	rozvrh podvozku	2,6 m
hmotnost prázdného vozu	38,5 t	počet osjídel	920 mm
hmotnost obsazeného vozu	54 t	max. rychlost vozu	160 km/hod
podvozky	GP 200	počet nář. k vozňu	3x
výška podvozku od úroveň šestičky	1250/200 mm	výška držáku noh od úř. místa	32
výška přes nářezky	24,5 m	úř. místo požárního obložení o min. poměru	150 m
šířka vozu	2884 mm	brzdový systém	DMO
velikost otáčivé hmoti podvozku	112 m		
Údržav. Kusů	Název/Jméno Označení, Materiál, Rozměr atp.	Podložka z/Reference	
Kreslil	Kontróloval	Schválil - Datum	Jméno
Pař. Správár	Ing. Vágnér	31/05/10	Břpvee

DFJP

Břpvee

1-3K-BP-03

Verze 1/1