

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Návrh lehkého podvozkového osobního vozu pro regionální dopravu na
ČD se zaměřením na skříň

Petr Smrčka

Bakalářská práce

2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Petr SMRČKA

Studijní program: B3709 Dopravní technologie a spoje

Studijní obor: Dopravní prostředky-Kolejová vozidla

Název tématu: Návrh lehkého podvozkového osobního vozu pro regionální dopravu na ČD se zaměřením na skříň.

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

Navrhněte řešení skříně osobního podvozkového vozu pro regionální dopravu s ohledem na současné požadavky na vozy této kategorie. Vypracujte:

1. Vytyčení požadavků na vozy regionální dopravy.
2. Typový výkres vozu s alternativními možnostmi.
3. Výpočet rozměrů skříně v souladu s normou ČSN 28 0312.
4. Ideový návrh spodku vozu.
5. Příčné řezy skříňí.
6. Technická zpráva o řešení.

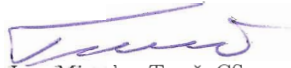
Rozsah grafických prací: podle pokynů vedoucího BP
Rozsah pracovní zprávy: 40 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná
Seznam odborné literatury:

- [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] Norma ČSN 28 0312: Obrisy pro kolejová vozidla.

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Jaroslav Janda, CSc.
Katedra mechaniky, materiálů a částí strojů
Datum zadání bakalářské práce: 18. února 2008
Termín odevzdání bakalářské práce: 26. května 2008


prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.


doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.
vedoucí katedry

dne

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji všem, kteří mi ochotně pomáhali při tvorbě bakalářské práce. Zvláštní poděkování patří vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Jaroslavu Jandovi, Csc.

SOUHRN

Práce se zabývá návrhem lehkého podvozkového osobního vozu pro regionální dopravu na síti ČD. Popisuje požadavky na vozy regionální dopravy a zabývá se možnými alternativami provedení. Součástí práce je výpočet rozměrů skříně, ideový návrh spodku vozu a technická správa o řešení.

KLÍČOVÁ SLOVA

osobní vůz, regionální doprava, skříň vozu, nízkopodlažní vůz, spodek vozu, obrys pro kolejová vozidla

TITLE

A proposal for a lightweight chassis vehicle to be used for the regional transport service of the ČD with a focus on the body.

ABSTRACT

This study focuses on proposal of light bogie coach for regional transport service. It describes demands on regional transport coaches and considers possible alternative types of construction. Calculation of body size, idea proposal of car underbody and technical solution report are parts of the study.

KEYWORDS

coach, regional transport service, body, car underbody, vehicle gauge

OBSAH

1	Úvod	7
2	Vytyčení požadavků na vozy regionální dopravy	8
2.1	Požadavky dopravce	8
2.1.1	Ekonomické požadavky	8
2.1.2	Provozní požadavky	8
2.2	Požadavky cestujícího	9
2.3	Požadavky objednatele dopravy	9
3	Typový výkres vozu s alternativními možnostmi	10
3.1	Alternativní možnosti	10
3.1.1	Vůz délky 26,4 m s výškou podlahy 1250 mm na TK	10
3.1.2	Vůz délky 26,4 m v nízkopodlažním provedení	11
3.1.3	Vůz délky 24,5 m s výškou podlahy 1250 mm na TK	12
3.1.4	Vůz délky 24,5 m v nízkopodlažním provedení	13
3.2	Další možné alternativy	14
3.3	Optimální řešení	15
4	Výpočet rozměrů skříně	16
4.1	Vztažná linie kinematického obrysu pro kolejová vozidla	16
4.2	Pravidla pro stanovení maximálního konstrukčního prostoru kolejového vozidla ..	18
4.3	Svislé posuny	18
4.3.1	Stanovení minimálních výšek nad TK	18
4.3.2	Průjezd přes zaoblení lomu sklonu tratě	18
4.3.3	Stanovení maximálních výšek nad rovinou temene kolejnic	20
4.4	Příčné posuny	21
4.4.1	Kvazistatické posuny	21
4.4.2	Výpočet šířky skříně uvnitř otočných čepů	23
4.4.3	Výpočet šířky skříně vně otočných čepů	25
4.4.4	Stanovení maximální šířky skříně	28
5	Ideový návrh spodku vozu	29
6	Příčné řezy skříní	30
7	Technická zpráva o řešení	31
7.1	Popis vozu	31
7.2	Skříní vozu	31
7.3	Základní parametry vozu	32
8	Závěr	33

1 Úvod

Vozový park ČD pro regionální dopravu je v současné době značně přestárlý. Lze proto předpokládat, že v dohledné době bude muset dojít k jeho obnově. K té budou muset být, kromě různých rekonstrukcí, pořízeny i nové vozy.

V dnešní době je nastolen trend směřovat spíše k uceleným jednotkám, než k lokomotivou taženým osobním vlakům. Největší výhodou ucelených jednotek je nízká hmotnost připadající na jedno sedadlo. Pro lokomotivou tažený osobní vlak s několika málo vozy, připadá zhruba polovina hmotnosti na samotnou lokomotivu. Výhodou ucelených jednotek je také to, že odpadá práce spojená s posunem v koncových stanicích.

Nicméně nelze tvrdit, že výroba samostatných vozů je neperspektivní. Na straně vozů stojí jejich vyšší operativnost, možnost sestavení vlaku podle požadované kapacity a jednodušší údržba samostatných vozů. Některé jejich nevýhody lze eliminovat pořízením řídicích vozů, či využitím patřičně výkonných motorových vozů, namísto lokomotiv, při sestavování vlaků s nižší přepravní kapacitou.

Cílem práce je vytyčit požadavky, jaké by měl nový osobní vůz pro regionální dopravu splňovat. Na základě těchto požadavků nastínit možná alternativní řešení a z nich pak vybrat optimální provedení. Výsledkem práce pak bude návrh nového osobního vozu pro regionální dopravu.

Výstupem práce bude typový výkres vozu, ideový návrh jeho spodku a naznačení stavby skříně na příčných řezech vozu.

2 Vytyčení požadavků na vozy regionální dopravy

Požadavky na vozy regionální dopravy lze rozdělit do několika hledisek. Jiné požadavky jsou z pohledu dopravce a jiné z pohledu cestujícího.

2.1 Požadavky dopravce

2.1.1 Ekonomické požadavky

Základním požadavkem dopravce je ekonomické hledisko. Mezi ekonomické požadavky lze zahrnout:

- cenu vozu,
- hmotnost vozu,
- provozní náklady,
- náklady na údržbu vozu,
- životnost vozu.

Cena je důležitým faktorem při koupi nového vozu. Neměla by však být rozhodujícím faktorem, protože další náklady, spojené s provozováním a údržbou vozu, převyšují jeho pořizovací cenu [1].

Hmotnost je dalším důležitým požadavkem. Nižší hmotnost vozu přináší značné úspory na trakční energii a menší opotřebení železničního svršku. Zejména v regionální dopravě s častým zastavováním a rozjížděním je hledisko nízké hmotnosti důležité [1].

Provozní náklady ovlivňuje zejména hmotnost vozu. K dalším z provozních nákladů patří náklady na vytápění, větrání, případně osvětlení vozu.

Udržovací náklady souvisí s konstrukčním řešením vozu. Z tohoto hlediska je důležité i použití unifikovaných a typizovaných prvků.

Životnost vozu závisí na trvanlivosti hrubé stavby skříně. Důležité je věnovat pozornost volbě materiálu (uhlíková ocel s přídavkem mědi, nerezavějící ocel, hliník), konstrukčně-technologickému řešení a výrobnímu zpracování, zejména pak provedení svarů [1].

2.1.2 Provozní požadavky

Do provozních požadavků lze zahrnout:

- obsaditelnost,
- rychlá výměna cestujících na zastávkách,
- možnost přepravy rozměrných zavazadel a jízdních kol.

Obsaditelnost vozu souvisí s hmotností vozu na jednoho cestujícího. Velká obsaditelnost je výhodná z hlediska hmotnostního a také z hlediska zkrácení délky vlaku [1].

Rychlá výměna cestujících je u vozů regionální dopravy s častými zastávkami důležitým požadavkem. Je vhodné provést vůz se zvětšenými nástupními prostory s velkými dveřmi [2].

V poslední době je důležitá i přeprava jízdních kol v létě či lyží v zimě. K tomuto účelu je vhodné uzpůsobit nástupní prostory vozu [3].

2.2 Požadavky cestujícího

Z pohledu cestujícího je nejdůležitějším požadavkem kvalita pohodlí. Pohodlí cestujícího ovlivňují zejména:

- sedadla, zejména jejich tvar a výška,
- vytápění a větrání (případně klimatizace),
- osvětlení,
- nástupní prostory.

Sedadla by měla svým provedením odpovídat určení vozu a době pobytu cestujícího ve voze [2].

Nástupní prostory by měly umožnit pohodlné a bezproblémové nastupování a vystupování cestujících.

Důležitým faktorem je i estetické provedení interiéru vozu.

2.3 Požadavky objednatele dopravy

V dnešní době je objednatelem dopravy kraj. Při objednávání dopravy Krajské úřady vypisují výběrová řízení. Při výběrových řízeních v minulých letech měly Krajské úřady na vozidla tyto požadavky:

- nízkopodlažnost,
- bezbariérovost – snadná manipulace s kočárky a invalidními vozíky a možnost nástupu cestujících na invalidním vozíku,
- WC s uzavřeným okruhem a s možností přístupu cestujících na invalidním vozíku,
- informační systém [6], [7], [8].

I tyto požadavky je nutné uvažovat, protože pokud se bude chtít dopravce v budoucnosti účastnit podobných výběrových řízení tak požadavky krajů bude muset splňovat.

3 Typový výkres vozu s alternativními možnostmi

Navrhovaný přípojný vůz by měl mít z hlediska hmotnostních i prostorových parametrů co největší délku. Na základě vytyčených parametrů jsou alternativně zvažovány čtyři varianty vozu:

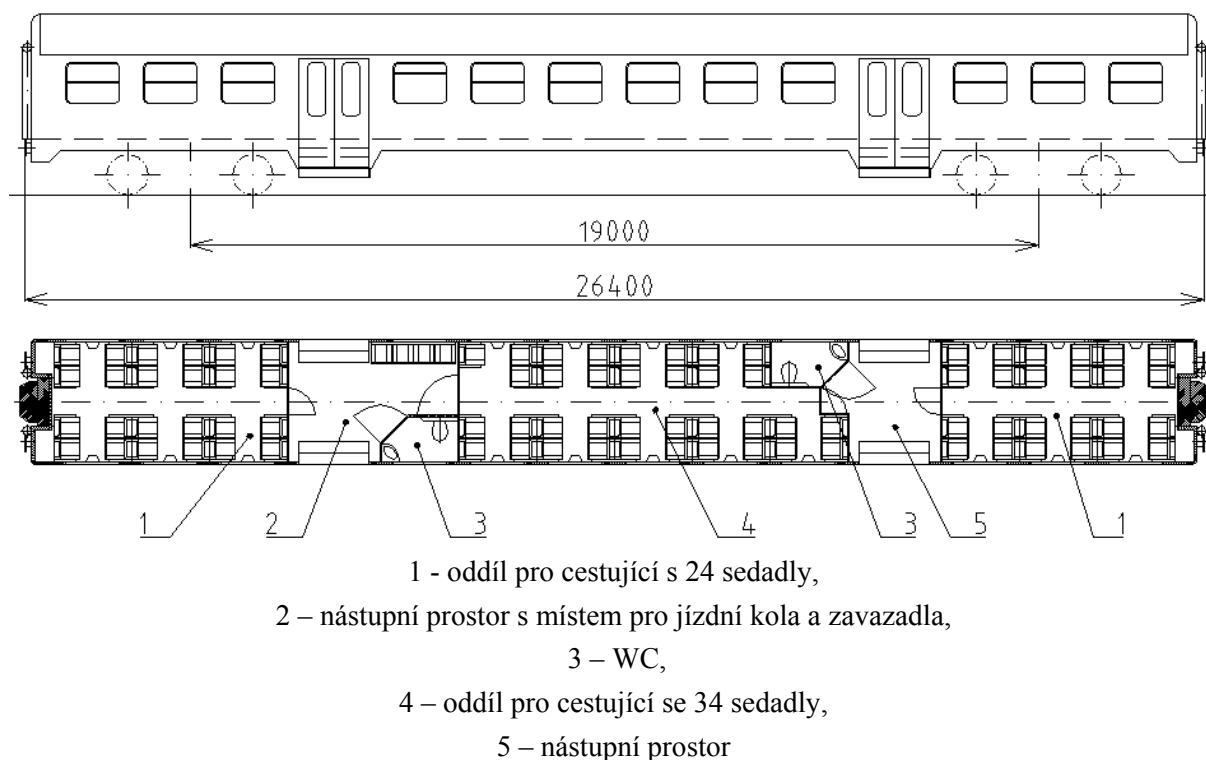
- délka 26,4 m s výškou podlahy 1250 mm nad temenem kolejnice,
- délka 26,4 m v nízkopodlažním provedení,
- délka 24,5 m s výškou podlahy 1250 mm nad temenem kolejnice,
- délka 24,5 m v nízkopodlažním provedení.

Provedení s délkou 26,4 m má proti provedení s délkou 24,5 m výhodu ve větší obsaditelnosti vozu, nevýhodou je nutnost užší skříň. Užší skříň znamená stísněnější interiér vozu v příčném směru.

Provedení s normální výškou podlahy má výhody v nižších výrobních nákladech a ve větší obsaditelnosti. Z dnešního pohledu je toto řešení poněkud zastaralé. Provozovatel by asi v budoucnu měl problémy s využitím takových vozů, protože objednavatelé dopravy dnes už chtějí vozy v nízkopodlažním provedení.

3.1 Alternativní možnosti

3.1.1 Vůz délky 26,4 m s výškou podlahy 1250 mm na TK



Obr.1 Výkres vozu délky 26,4 m s výškou podlahy 1250 mm nad TK

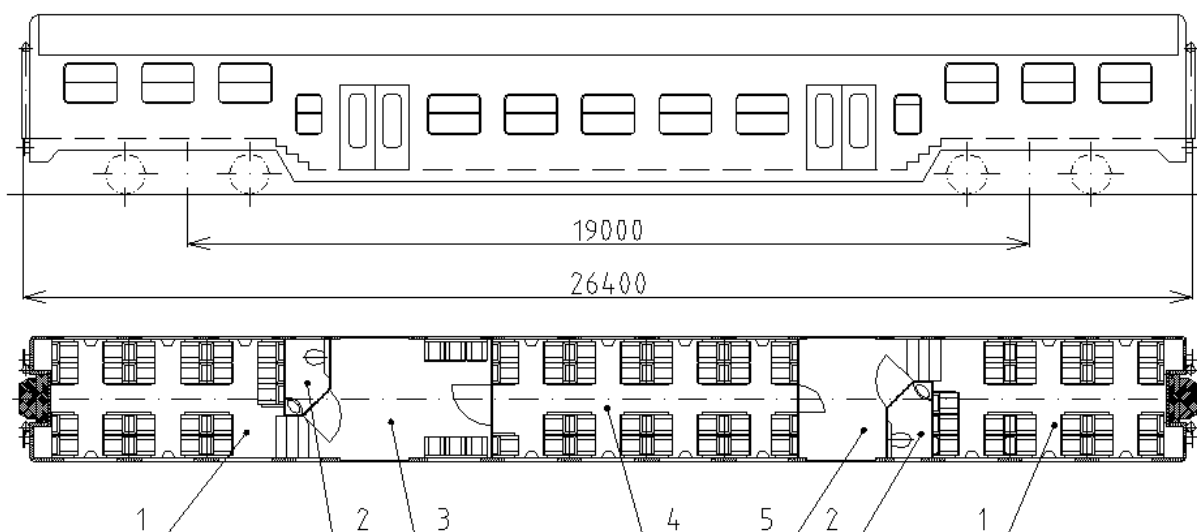
Vůz má dva prostorné nástupní prostory s dvoukřídlými přesuvnými dveřmi o světlosti 1560 mm.

Jeden nástupní prostor je vybaven prostorem pro objemnější zavazadla, či jízdní kola a čtyřmi sklopnými sedadly. Tento nástupní prostor je uvažován pro nastupování cestujících na invalidním vozíku, tomu je přizpůsobeno i WC přiléhající k nástupnímu prostoru. Dveře mezi tímto nástupním prostorem a oddílem pro cestující mají větší světlost než ostatní dveře do oddílů, kvůli možnosti pohybu cestujících na invalidním vozíku. Nástupní prostor by bylo vhodné vybavit zdvihacími plošinami pro invalidní vozíky.

Druhý nástupní prostor je menší o prostor pro zavazadla a není určen pro nastupování cestujících na invalidním vozíku.

Vůz má tři oddíly pro cestující. Dva oddíly umístěné na krajích vozu jsou vybaveny 24 sedadly. Prostřední oddíl je vybaven 35 sedadly. Ve všech oddílech jsou sedadla uspořádána proti sobě. Další 4 sklopná sedadla jsou ve větším nástupním prostoru. Celkem je ve voze 87 míst k sezení.

3.1.2 Vůz délky 26,4 m v nízkopodlažním provedení



1 - oddíl pro cestující s 23 sedadly,

2 - WC,

3 - nástupní prostor s místem pro jízdní kola a zavazadla,

4 - oddíl pro cestující se 31 sedadly,

5 - nástupní prostor

Obr.2 Výkres vozu délky 26,4 m se sníženou podlahou

Vůz má dva prostorné nástupní prostory s dvoukřídlými přesuvnými dveřmi o světlosti 1560 mm. Nástupní prostory jsou situovány v části vozu se sníženou podlahou s výškou 550 mm nad TK.

Jeden nástupní prostor je vybaven prostorem pro objemnější zavazadla, či jízdní kola a šesti sklopnými sedadly. Tento nástupní prostor je uvažován pro nastupování cestujících na invalidním vozíku, tomu je přizpůsobeno i WC přiléhající k tomuto nástupnímu prostoru. Dveře mezi tímto nástupním prostorem a oddílem pro cestující mají větší světlost než ostatní dveře do oddílů, kvůli možnosti pohybu cestujících na invalidním vozíku. Nástupní prostor by bylo vhodné vybavit zdvihacími plošinami pro invalidní vozíky.

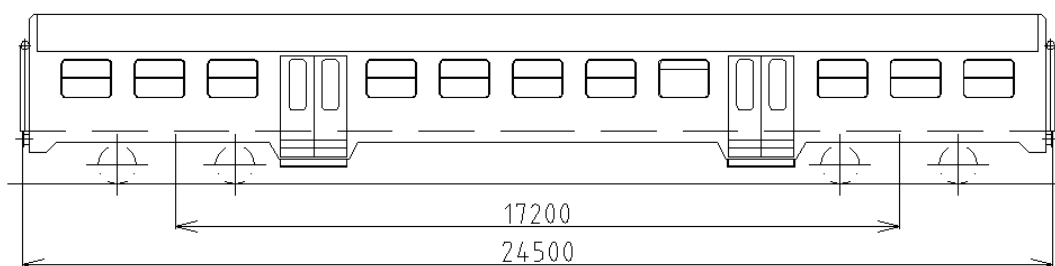
Druhý nástupní prostor je menší o prostor pro zavazadla a není určen pro nastupování cestujících na invalidním vozíku.

Nástupní prostory dělí vůz na tři části. V krajních částech jsou umístěny dva shodně velké oddíly pro cestující s 23 sedadly. Prostřední oddíl je situován v nízkopodlažní části a je vybaven 31 sedadly. Ve všech oddílech jsou sedadla uspořádána proti sobě. Dalších 6 sklopných sedadel je ve větším nástupním prostoru. Celkem je ve voze 83 míst k sezení.

Toto provedení vozu má oproti předchozímu provedení s rovnou podlahou nevýhody ve vyšších pořizovacích nákladech a v menší obsaditelnosti. Další nevýhodou je vyšší hmotnost vozu, dána jeho složitější konstrukcí. To spolu s nižší obsaditelností zvyšuje hmotnost vozu na sedadlo.

Na druhou stranu má nízkopodlažního řešení výhody v rychlejší výměně cestujících a ve snazším nastupování cestujících. Navíc, jak již bylo uvedeno, nízkopodlažní uspořádání se stává v dnešní době nutným řešením z důvodu požadavků objednatelů dopravy.

3.1.3 Vůz délky 24,5 m s výškou podlahy 1250 mm na TK



- 1 - oddíl pro cestující s 24 sedadly,
- 2 – nástupní prostor s místem pro jízdní kola a zavazadla,
- 3 – WC,
- 4 – oddíl pro cestující s 27 sedadly,
- 6 – nástupní prostor

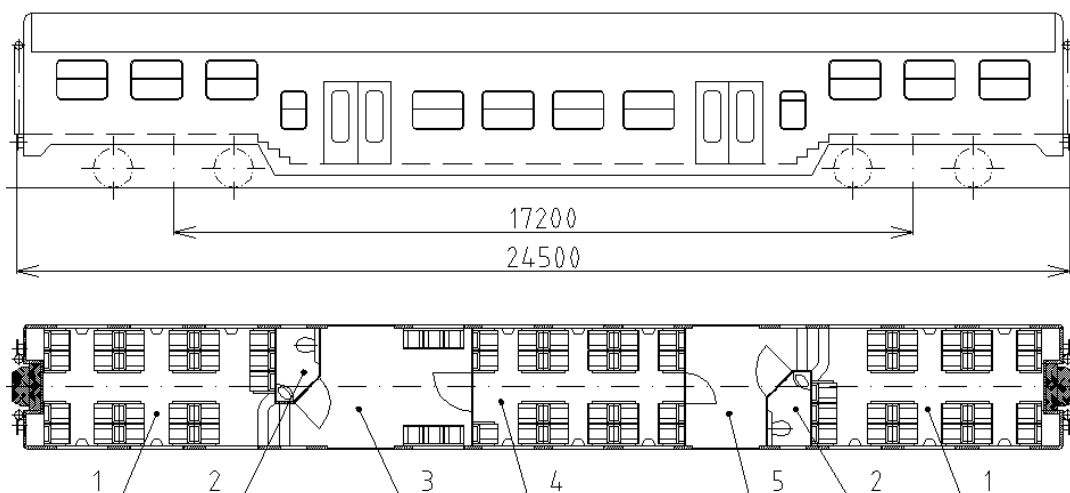
Obr.3 Výkres vozu délky 24,5 m s výškou podlahy 1250 mm nad TK

Vůz má dva prostorné nástupní prostory s dvoukřídlými přesuvnými dveřmi o světlosti 1560 mm.

První nástupní prostor je vybaven prostorem pro objemnější zavazadla, či jízdní kola a třemi sklopnými sedadly. Tento nástupní prostor je uvažován pro nastupování cestujících na invalidním vozíku, tomu je přizpůsobeno i WC přiléhající k nástupnímu prostoru. Dveře mezi tímto nástupním prostorem a oddílem pro cestující mají větší světlost než ostatní dveře do oddílů, kvůli možnosti pohybu cestujících na invalidním vozíku. Druhý nástupní prostor je menší o prostor pro zavazadla či kola.

Vůz má tři oddíly pro cestující. Dva shodné oddíly umístěné na krajích vozu jsou vybaveny 24 sedadly. Prostřední oddíl je vybaven 27 sedadly. Ve všech oddílech jsou sedadla uspořádána proti sobě. Další 3 sklopná sedadla jsou ve větším nástupním prostoru. Celkem je ve voze 78 míst k sezení, což je o 9 méně než v případě provedení vozu s délkou 26,4 m a normální podlahou.

3.1.4 Vůz délky 24,5 m v nízkopodlažním provedení



- 1 - oddíl pro cestující s 23 sedadly,
2 - WC,
3 - nástupní prostor s místem pro jízdní kola a zavazadla,
4 - oddíl pro cestující s 23 sedadly,
5 - nástupní prostor

Obr.4 Výkres vozu délky 24,5 m se sníženou podlahou

Vůz má dva prostorné nástupní prostory s dvoukřídlými přesuvnými dveřmi o světlosti 1560 mm. Nástupní prostory jsou situovány v části vozu se sníženou podlahou s výškou 550 mm na TK.

Jeden nástupní prostor je vybaven prostorem pro objemnější zavazadla, či jízdní kola a šesti sklopnými sedadly. Tento nástupní prostor je uvažován pro nastupování cestujících

na invalidním vozíku, tomu je přizpůsobeno i WC přiléhající k tomuto nástupnímu prostoru. Dveře mezi tímto nástupním prostorem a oddílem pro cestující mají větší světlost než ostatní dveře do oddílů, kvůli možnosti pohybu cestujících na invalidním vozíku. Druhý nástupní prostor je menší o prostor pro zavazadla.

Nástupní prostory dělí vůz na tři části. V krajních částech jsou umístěny dva shodné oddíly pro cestující s 23 sedadly. Prostřední oddíl je situován v nízkopodlažní části a je vybaven také 23 sedadly. Ve všech oddílech jsou sedadla uspořádána proti sobě. Dalších 6 sedadel je ve větším nástupním prostoru. Celkem je ve voze 75 míst k sezení. To je o 8 méně než v nízkopodlažním voze délky 26,4 m.

3.2 Další možné alternativy

Možností uspořádání vozu je více. Kromě již zmiňovaných různých kombinací délek vozu a možností uspořádání se sníženou či normální podlahou, jsou možné různé alternativy v uspořádání interiéru vozu.

Například uspořádání sedadel ve voze vede na mnoho dalších kombinací. Pro dálkovou osobní dopravu je předepsáno dle UIC provedení maximálně 3 sedadel vedle sebe (např. 2 sedadla – ulička – jedno sedadlo). V regionální dopravě je přípustné provedení 2 + 2 sedadla vedle sebe, které přináší méně prostoru pro cestujícího, ale protože je zde předpoklad kratšího pobytu cestujícího ve voze, je toto provedení akceptovatelné. Uspořádání sedadel zahrnuje i další možnosti. Sedadla lze ve voze uspořádat proti sobě, nebo za sebou. První provedení má výhodu ve větší vzdušnosti interiéru, druhé pak ve větší obsaditelnosti. Pro navrhovaný vůz bylo zvoleno uspořádání 2 + 2 sedadla proti sobě.

Další otázkou je počet WC ve voze. Pro navrhovaný vůz byl počet WC stanoven na 2. Je zde ovšem také předpoklad, že v regionální dopravě se cestuje kratší dobu, a proto není použití WC ve voze tak časté. Bylo by tedy možné vybavit vůz jen jednou buňkou WC. To by přineslo o něco větší obsaditelnost vozu a snížilo jeho pořizovací náklady.

Samostatným problémem je větrání a vytápění vozu. V dnešní době se stává v Evropě standardem použití klimatizovaných vozů i v regionální dopravě. V ČR toto není běžné ani na dálkových vlacích, i když například nově nakupované příměstské elektrické jednotky klimatizací vybavené jsou. Na rekonstruované motorové vozy pro regionální dopravu klimatizace do prostorů pro cestující dosazována není. Při návrhu vozu jsem s dosazením klimatizace neuvažoval, proto jsem vůz navrhl s polosouštecími okny.

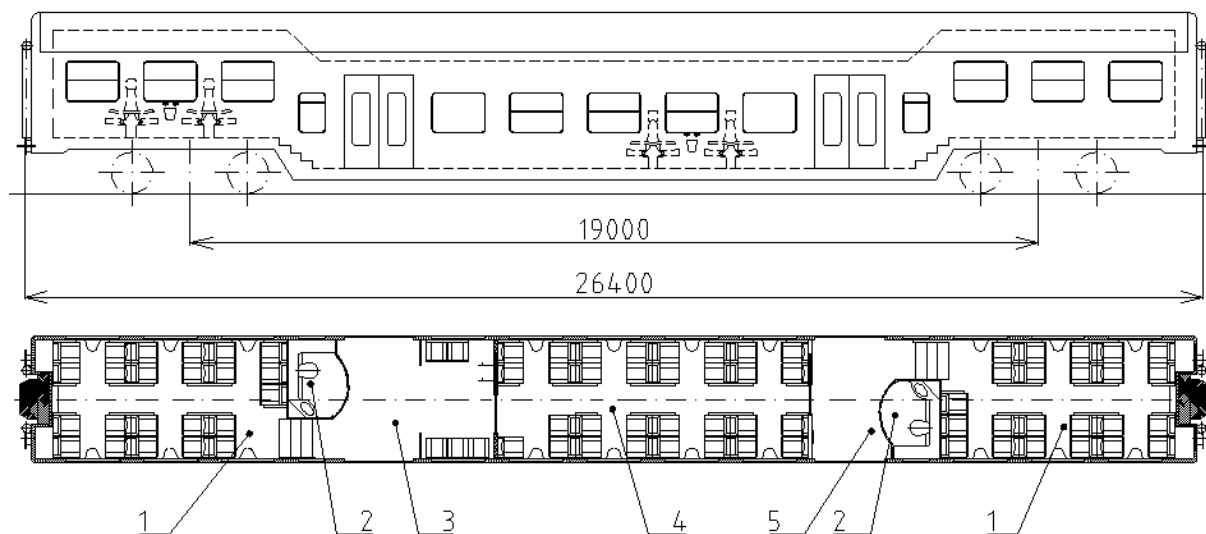
3.3 Optimální řešení

Ze všech alternativních provedení se zdá být nejvhodnější volbou vůz délky 26,4 m v nízkopodlažním provedení. Oproti kratším vozům má výhodu ve větší obsaditelnosti a tedy i v lepším poměru hmotnosti připadající na jedno sedadlo. Nízkopodlažní uspořádání sice poněkud zvýší pořizovací náklady vozu, na druhou stranu se jedná v dnešní době o téměř nutné uspořádání.

Pro navrhovaný vůz bylo zvoleno uspořádání sedadel 2 + 2 proti sobě.

S dosazením klimatizace se neuvažovalo, proto je vůz navrhován s polospuštěcími okny. Absence klimatizace v prostoru pro cestující je však z dnešního pohledu poněkud diskutabilní. V dnešní době se v Evropě stává standardem použití klimatizovaných vozů i v regionální dopravě, na druhou stranu vede její absence k nižším pořizovacím a provozním nákladům vozu. Klimatizaci je však v případě potřeby možné na vůz dosadit později.

Optimální provedení bylo dále zpracováno. Proti předběžnému alternativnímu provedení bylo na něm provedeno mnoho úprav.



- 1 - oddíl pro cestující s 23 sedadly,
- 2 - nástupní prostor s místem pro jízdní kola a zavazadla,
- 3 - WC,
- 4 - oddíl pro cestující se 31 sedadly,
- 5 - nástupní prostor

Obr.5 Výkres vozu délky 26,4 m se sníženou podlahou

Typový výkres vozu je součástí přílohy bakalářské práce (**Příloha 1**).

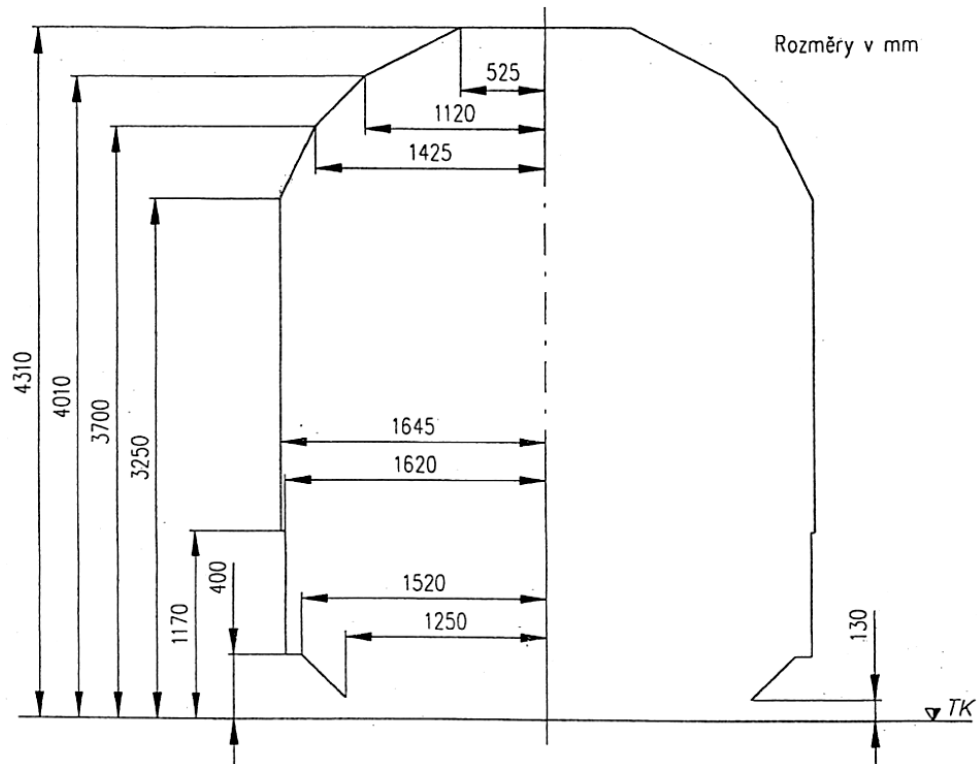
4 Výpočet rozměrů skříně

Při výpočtu rozměrů skříně vycházím z normy ČSN 28 0312: Obrisy pro kolejová vozidla. Vůz bude stanoven do kinematického obrysu pro kolejová vozidla [10].

4.1 Vztažná linie kinematického obrysu pro kolejová vozidla

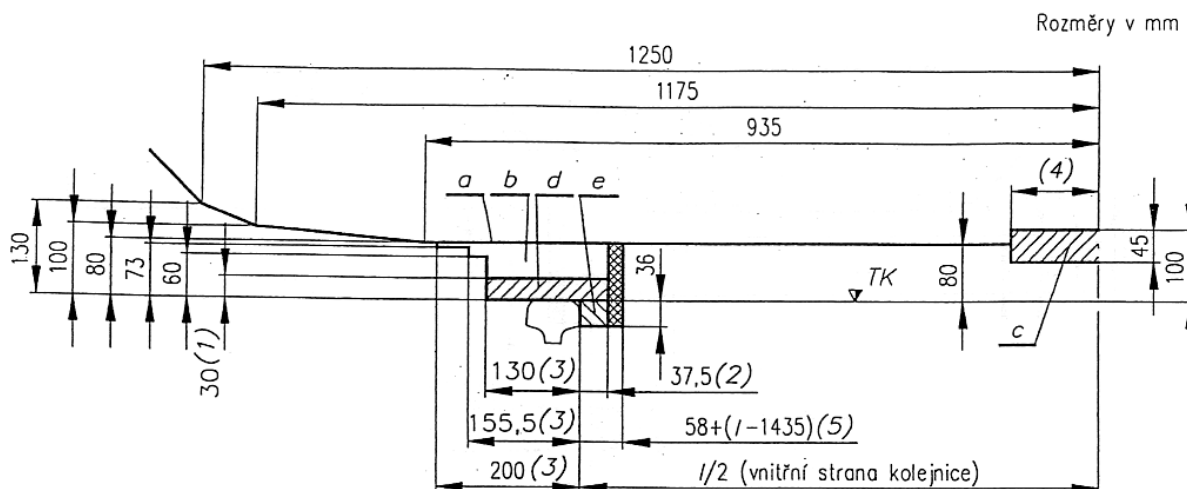
Vztažná linie kinematického obrysu se skládá z:

- Horní části, která začíná nad rovinou nacházející se 130 mm nad úrovní TK.



Obr.6 Horní část vztažné linie kinematického obrysu

- Dolní části do 130 mm nad TK (pro vozidla, která nesmějí projíždět sváznými pahrbky).



- a prostor pro ústrojí vzdálené od kol,
- b prostor pro ústrojí nacházející se v bezprostřední blízkosti kol,
- c prostor pro sběrače,
- d prostor pro kola a ústrojí přicházející do styku s kolejnicemi,
- e prostor výlučně pro kola,
- (1) mez pro ústrojí nacházející se na vnější straně koncových dvojkolí (lapače kamenů, pískovače atd.) pro přechod nad návěstími dávanými třaskavkou; tuto mez nemusí dodržet ústrojí, které se nacházejí mezi koly, pokud toto ústrojí zůstane zastíněno kolem,
- (2) maximální předpokládaná šířka profilu okolku v případě přídržných kolejnic (UIC 505-5),
- (3) mezní účinná poloha vnějšího vedení čelní plochy okolku a ústrojí spojeného s kolem (UIC 505-5),
- (4) pokud se vozidlo nachází v libovolné poloze v oblouku o poloměru $R = 250$ m (nejmenší poloměr pro zabudování sběračů) a s rozchodem 1435 mm, nesmí žádná jeho část, která může klesnout na kótu 100 mm od TK nebo níže, být vzdálená od středu koleje méně než 125 mm,
- (5) mezní účinná poloha vnitřního vedení – čelní plocha okolku po dobu, kdy je dvojkolí přitlačováno na protilehlou kolejnici.

Obr.7 Dolní část vztahné linie kinematického obrysu pro vozidla, která nesmějí projíždět sváznými pahrbky

4.2 Pravidla pro stanovení maximálního konstrukčního prostoru kolejového vozidla

Pravidla související se vztažnou linií musí při stanovení maximálního konstrukčního prostoru počítat se:

- svislými posuny,
- příčnými posuny.

4.3 Svislé posuny

Svislé posuny umožňují určit minimální a maximální výšku nad TK pro dané vozidlo nebo pro vybraný díl v jeho nejvyšší a nejnižší výšce pro:

- části nacházející se v blízkosti spodní části vztažné linie,
- části nacházející se v horní části vozidla.

4.3.1 Stanovení minimálních výšek nad TK

Při stanovení minimální výšky nad TK částí nacházejících se v blízkosti spodní části maximálního konstrukčního prostoru se musí počítat se zvláštními posuny popsány v následujících bodech.

- **Posun nezávislý na stavu ložení a vypružení:** Mezi tyto posuny patří v našem případě maximální opotřebení dvojkolí:

$$\Delta_d = 45 \text{ mm.}$$

- **Posun vlivem deformace vypružení:** Pro navrhovaný vůz je uvažováno pneumatické vypružení, u kterého je nutno počítat s maximální deformací při nulovém přetlaku ve vzduchových pružinách. Jelikož návrh podvozku není součástí práce, je uvažována hodnota maximální deformace vypružení, která je dána rozsahem změn výšek nárazníků:

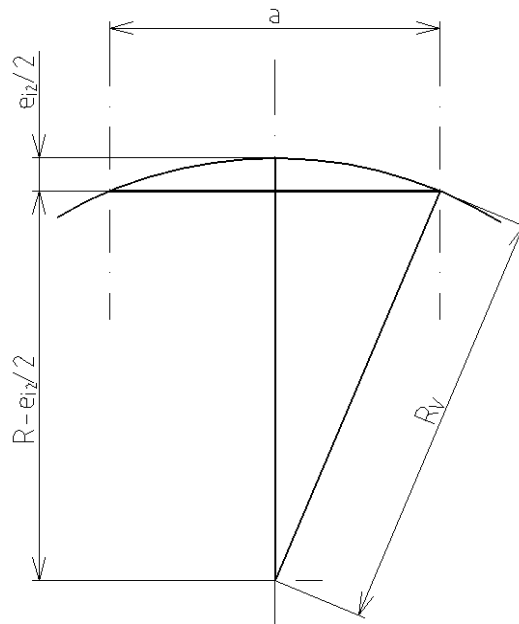
$$\Delta_n = 85 \text{ mm,}$$

$$\Rightarrow e_{i1} = e_{a1} = \Delta_d + \Delta_n = 45 \text{ mm} + 85 \text{ mm} = 130 \text{ mm} . \quad (1)$$

4.3.2 Průjezd přes zaoblení lomu sklonu tratě

Kromě okolů žádná část vozidel, nacházejících se na vypouklém, nebo vydutém zaoblení lomu sklonu o poloměru $R_v \geq 500 \text{ m}$ nesmí zasahovat pod spojnicí TK.

Pro průřezy nacházející se **mezi otočnými čepy** podvozku platí:



Obr.8 Svislé zúžení na vydutém zaoblení lomu sklonu

$$(R - e_{i2})^2 = R^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2 \quad (2)$$

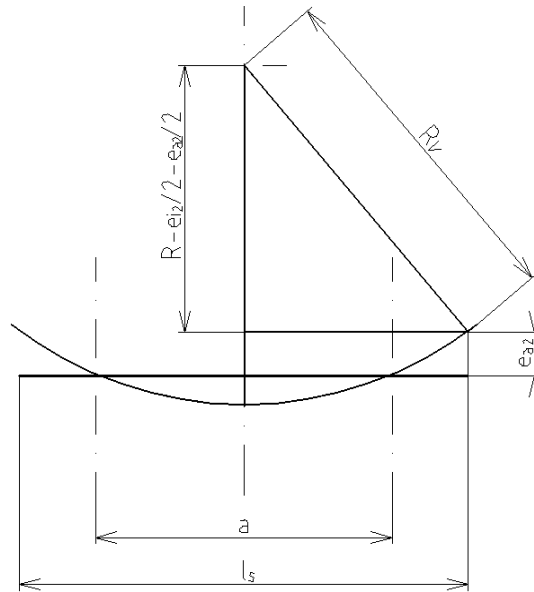
po úpravě:

$$e_{i2MAX} = \frac{a^2}{8 \cdot R} = \frac{(19 \text{ m})^2}{8 \cdot 500 \text{ m}} = 0,091 \text{ m} = 91 \text{ mm} \quad (3)$$

Po zohlednění posunu vlivem opotřebení dvojkolí a vlivem deformace vypružení vychází minimální výška nad TK pro součásti nacházející se mezi otočnými čepy:

$$e_i = e_{i1} + e_{i2MAX} = 130 \text{ mm} + 91 \text{ mm} = 221 \text{ mm}. \quad (4)$$

Pro průřezy nacházející se **vně otočných čepů** podvozku platí:



Obr.9 Svislé zúžení na vypouklém zaoblení lomu sklonu

$$(R - e_{i2} - e_{a2})^2 = R^2 - \left(\frac{l_s}{2}\right)^2 \quad (5)$$

po úpravě:

$$R - e_{i2} + e_{a2} = \sqrt{R^2 - \frac{l_s^2}{4}} \quad (6)$$

Z rovnice (6) po úpravě vychází:

$$e_{a2MAX} = R - e_{i2} - \sqrt{R^2 - \frac{l_s^2}{4}} \quad (7)$$

$$e_{a2MAX} = 500 \text{ m} - 0,091 \text{ m} - \sqrt{(500 \text{ m})^2 - \frac{(26,1 \text{ m})^2}{4}} = 0,080 \text{ m} = 80 \text{ mm}$$

Po zohlednění posunu vlivem opotřebení dvojkolí a vlivem deformace vypružení vychází minimální výška nad TK pro součásti nacházející se mezi otočnými čepy:

$$e_a = e_{a1} + e_{a2MAX} = 130 \text{ mm} + 80 \text{ mm} = 210 \text{ mm} . \quad (8)$$

4.3.3 Stanovení maximálních výšek nad rovinou temene kolejnic

Hodnota svislých posunů, které je nutno brát v úvahu u horních částí vozidel pro $h \geq 3250 \text{ mm}$, je stanovena z hlediska dynamických posunů směrem nahoru pro prázdné (neobsazené) vozy v provozním stavu bez opotřebení [10].

V této horní části se přibližují ke vztažné linii z důvodů průhybu vypružení směrem nahoru, svislé složky posunu vyplývajícího z kvazistatického náklonu a příčných posunů.

Svislé rozměry vztažné linie je proto nutné zmenšit o hodnoty vyvolané těmito posuvy, nebo o hodnotu 15 mm pro každý stupeň vypružení. Pro řešený vůz je to tedy 30 mm.

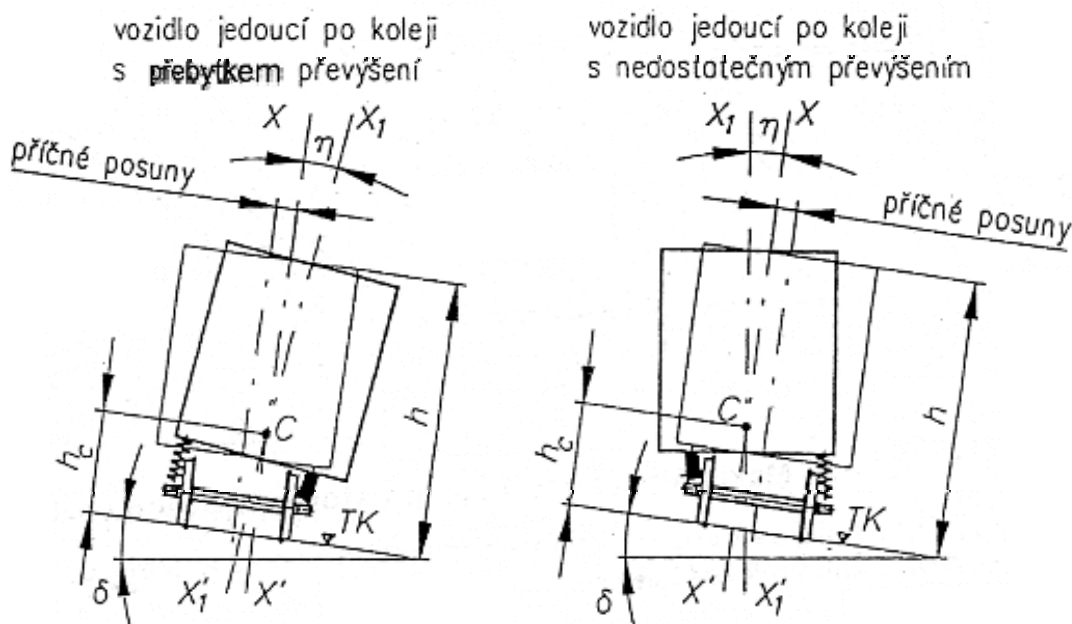
4.4 Příčné posuny

Příčné posuny jsou součtem:

- geometrických posunů vyplývajících ze statického postavení vozidla v oblouku a na přímé trati (přesahy, příčné vůle atd.) při čemž se předpokládá, že osa vozidla je kolmá k rovině TK,
- kvazistatických posunů vyplývajících z naklonění vypružených částí vlivem gravitace (kolej v převýšení) a příčného zrychlení (kolej v oblouku),
- průhybů konstrukce skříně v příčném směru, pokud jsou významné [10].

4.4.1 Kvazistatické posuny

Tyto posuny se uvažují pro výpočet vnitřního nebo vnějšího zúžení v závislosti na součiniteli náklonu vozidla s , výšce h uvažovaného bodu nad spojnici TK a výšce pólu náklonu vozidla h_c nad spojnici TK.



Obr.10 Pól náklonu

Součinitel náklonu vozidla:
$$s = \frac{\eta}{\delta} \quad (9)$$

Součinitel náklonu s vyjadřuje vztah mezi kvazistatickým nakloněním vozidla vůči kolmici na spojnici TK, způsobeným nedostatkem převýšení a úhlem převýšení koleje. Součinitel s se určí výpočtem, nebo experimentálně. Pro další výpočet uvažují $s = 0,4$.

Pro nedostatek převýšení o velikosti 0,05 m platí pro vychýlení skříně:

$$z = \left[\frac{s}{30} + \operatorname{tg}[\eta_0 - 1^\circ]_{>0} \right] \cdot |h - h_c| + \left[\frac{s}{10} \cdot |h - h_c| - 0,04 \cdot [h - 0,5]_{>0} \right]_{>0}, \quad (10)$$

kde: s - součinitel náklonu vozidla, $s = 0,4$,

η_0 - úhel naklonění skříně vozidla vlivem nesouměrnosti,

h - výška uvažovaného bodu nad TK,

h_c - výška pólu náklonu vozidla, hodnotu h_c lze změřit nebo vypočítat, jinak se uvažuje $h_c = 0,5$ m.

Pro $h > h_c > 0,5$ m, $s \leq 0,4$ a $\eta_0 < 1^\circ$ platí:

$$z = \frac{s}{30} \cdot (h - h_c). \quad (11)$$

Kvazistatický posun z je závislý na výšce h ve které jej posuzujeme. Protože do výšky 1170 mm nad TK platí jiná šířka obrysu než nad 1170 mm nad TK, je nutné posuzovat obrys ve dvou výškách.

z ve výšce $h = 1170$ mm nad TK:

$$z = \frac{0,4}{30} \cdot (1,17 \text{ m} - 0,5 \text{ m}) = 0,0089 \text{ m} \quad (12)$$

z ve výšce $h = 3150$ mm nad TK:

$$z = \frac{0,4}{30} \cdot (4,05 \text{ m} - 0,5 \text{ m}) = 0,0353 \text{ m} \quad (13)$$

Navrhovaný vůz se dostává ve své spodní části pod 400 mm nad TK, kde platí omezení šířky obrysu. Je proto nutné vyšetřit obrys skříně i v jejím nejnižším místě.

Pro $h < h_c$, $\eta_0 < 1^\circ$ platí:

$$z = \frac{4s}{30} \cdot (h_c - h). \quad (14)$$

z ve výšce $h = 285$ mm nad TK:

$$z = \frac{4 \cdot 0,4}{30} \cdot (0,5 \text{ m} - 0,285 \text{ m}) = 0,012 \text{ m} \quad (15)$$

4.4.2 Výpočet šířky skříně uvnitř otočných čepů

Dáno: a – vzdálenost os otočných čepů podvozků, $a = 19$ m,

p – rozvor podvozku, $p = 2,6$ m,

w_∞ – příčná vůle mezi podvozkem a skříní vozidla v přímém úseku trati,

$$w_\infty = 36 \text{ mm},$$

$w_{i(250)}$ – příčná vůle mezi podvozkem a skříní vozidla při výchylce skříně směrem na vnitřní stranu oblouku o poloměru 250 m, $w_{i(250)} = 22$ mm,

$w_{i(150)}$ – příčná vůle mezi podvozkem a skříní vozidla při výchylce skříně směrem na vnitřní stranu oblouku o poloměru 150 m, $w_{i(150)} = 12,5$ mm.

Největší zúžení skříně bude uprostřed skříně.

$$n = \frac{a}{2} = 9,5 \text{ m}$$

Pokud platí:

$$a \cdot n - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500 \cdot (w_\infty - w_{i(250)}) \leq 250 \cdot (1,465 - d),$$

kde: d – rozchod dvojkolí při jeho největším opotřebení, $d = 1,410$ m,

$$\text{pak: } E_i = \frac{1,465 - d}{2} + q + w_\infty + z - 0,015. \quad (16)$$

Pokud platí:

$$a \cdot n - n^2 + \frac{p^2}{4} - 500 \cdot (w_\infty - w_{i(250)}) > 250 \cdot (1,465 - d),$$

$$\text{pak: } E_i = \frac{a \cdot n - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + q + w_{i(250)} + z + [x_i]_{>0} - 0,015. \quad (17)$$

Protože platí, že:

$$19 \text{ m} \cdot 9,5 \text{ m} - (9,5 \text{ m})^2 + \frac{(2,6 \text{ m})^2}{4} - 500 \cdot (0,036 \text{ m} - 0,022 \text{ m}) > 250 \cdot (1,465 \text{ m} - 1,410 \text{ m}),$$

proto budeme počítat zúžení skříně podle vztahu (17),

kde: q – možný pohyb rámu podvozku vzhledem k dvojkolí, $q = 0$,

$$x_i = \frac{1}{750} \cdot \left(a \cdot n - n^2 + \frac{p^2}{4} - 100 \right) + w_{i(150)} - w_{i(250)},$$

$$x_i = \frac{1}{750} \cdot \left(19 \text{ m} \cdot 9,5 \text{ m} - (9,5 \text{ m})^2 + \frac{(2,6 \text{ m})^2}{4} - 100 \right) + 0,0125 \text{ m} - 0,022 \text{ m} = \quad (18)$$

$$= -0,0202 \text{ m} < 0 \Rightarrow x_i = 0.$$

Zúžení skříně ve výšce 1170 mm nad TK:

Dosazeno do vztahu (17):

$$E_i = \frac{a \cdot n - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + q + w_{i(250)} + z + [x_i]_{>0} - 0,015 ,$$
$$E_i = \frac{19 \text{ m} \cdot 9,5 \text{ m} - (9,5 \text{ m})^2 + \frac{(2,6 \text{ m})^2}{4}}{500} + 0 + 0,022 \text{ m} + 0,0089 \text{ m} - 0,015 = \quad (19)$$
$$= 0,1998 \text{ m} = 199,8 \text{ mm} .$$

Maximální šířka skříně ve výšce 1170 mm nad TK:

$$\check{S}_i = (1620 \text{ mm} - 199,8 \text{ mm}) \cdot 2 = 2840,4 \text{ mm} \quad (20)$$

Zúžení skříně ve výšce 3150 mm nad TK:

Dosazeno do vztahu (17):

$$E_i = \frac{a \cdot n - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + q + w_{i(250)} + z + [x_i]_{>0} - 0,015 ,$$
$$E_i = \frac{19 \text{ m} \cdot 9,5 \text{ m} - (9,5 \text{ m})^2 + \frac{(2,6 \text{ m})^2}{4}}{500} + 0 + 0,022 \text{ m} + 0,0353 \text{ m} - 0,015 = \quad (21)$$
$$= 0,2262 \text{ m} = 226,2 \text{ mm} .$$

Maximální šířka skříně ve výšce 3150 mm nad TK:

$$\check{S}_i = (1645 \text{ mm} - 226,2 \text{ mm}) \cdot 2 = 2837,6 \text{ mm} \quad (22)$$

Zúžení skříně ve výšce 285 mm nad TK:

Dosazeno do vztahu (17):

$$E_i = \frac{a \cdot n - n^2 + \frac{p^2}{4}}{500} + q + w_{i(250)} + z + [x_i]_{>0} - 0,010 ,$$
$$E_i = \frac{19 \text{ m} \cdot 9,5 \text{ m} - (9,5 \text{ m})^2 + \frac{(2,6 \text{ m})^2}{4}}{500} + 0 + 0,022 \text{ m} + 0,012 \text{ m} - 0,010 = \quad (23)$$
$$= 0,2079 \text{ m} = 207,9 \text{ mm} .$$

Maximální šířka skříně ve výšce 285 mm nad TK:

$$\check{S}_i = (1405 \text{ mm} - 207,9 \text{ mm}) \cdot 2 = 2394,2 \text{ mm} \quad (24)$$

4.4.3 Výpočet šířky skříně vně otočných čepů

Dáno: a – vzdálenost os otočných čepů podvozků, $a = 19$ m,

p – rozvor podvozku, $p = 2,6$ m,

l_s – délka skříně, $l_s = 26,1$ m,

w_∞ – příčná vůle mezi podvozkem a skříní vozidla v přímém úseku trati,

$$w_\infty = 36 \text{ mm},$$

$w_{i(250)}$ – příčná vůle mezi podvozkem a skříní vozidla při výchylce skříně směrem na vnitřní stranu oblouku o poloměru 250 m, $w_{i(250)} = 22$ mm,

$w_{i(150)}$ – příčná vůle mezi podvozkem a skříní vozidla při výchylce skříně směrem na vnitřní stranu oblouku o poloměru 150 m, $w_{i(150)} = 12,5$ mm,

$w_{a(250)}$ – příčná vůle mezi podvozkem a skříní vozidla při výchylce skříně směrem na vnější stranu oblouku o poloměru 250 m, $w_{a(250)} = 50$ mm,

$w_{a(150)}$ – příčná vůle mezi podvozkem a skříní vozidla při výchylce skříně směrem na vnější stranu oblouku o poloměru 150 m, $w_{a(150)} = 50$ mm.

Největší zúžení skříně bude na konci skříně.

$$n = \frac{l_s - a}{2} = 3,55 \text{ m}$$

Pokud platí:

$$\begin{aligned} a \cdot n + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \cdot \left[(w_\infty - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_\infty - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right] &\leq \\ &\leq 250 \cdot (1,465 - d) \frac{n}{a} + 7,5, \end{aligned}$$

$$\text{pak: } E_a = \left(\frac{1,465 - d}{2} + q + w_\infty \right) \frac{2n+a}{a} + z - 0,015. \quad (25)$$

Pokud platí:

$$\begin{aligned} a \cdot n + n^2 - \frac{p^2}{4} - 500 \cdot \left[(w_\infty - w_{i(250)}) \frac{n}{a} + (w_\infty - w_{a(250)}) \frac{n+a}{a} \right] &> \\ &> 250 \cdot (1,465 - d) \frac{n}{a} + 7,5, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pak: } E_a &= \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} - \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{n+a}{n} + q \frac{2n+a}{a} + w_{i(250)} \frac{n}{a} + \\ &+ w_{a(250)} \frac{n+a}{a} + z + [x_a]_{>0} - 0,030. \end{aligned} \quad (26)$$

Protože platí, že:

$$19 \text{ m} \cdot 3,55 \text{ m} + (3,55 \text{ m})^2 - \frac{(2,6 \text{ m})^2}{4} -$$

$$- 500 \cdot \left[(0,036 \text{ m} - 0,022 \text{ m}) \cdot \frac{3,55 \text{ m}}{19 \text{ m}} + (0,036 \text{ m} - 0,05 \text{ m}) \cdot \frac{3,55 \text{ m} + 19 \text{ m}}{19 \text{ m}} \right] >$$

$$> 250 \cdot (1,465 \text{ m} - 1,410 \text{ m}) \cdot \frac{3,55 \text{ m}}{19 \text{ m}} + 7,5$$

proto uvažují zúžení skříně podle vztahu (26),

kde: q – možný pohyb rámu podvozku vzhledem k dvojkolí, $q = 0$,

$$x_a = \frac{1}{750} \cdot \left(a \cdot n + n^2 - \frac{p^2}{4} - 120 \right) + (w_{i(150)} - w_{i(250)}) \cdot \frac{n}{a} +$$

$$+ (w_{a(150)} - w_{a(250)}) \cdot \frac{n+a}{a},$$

$$x_a = \frac{1}{750} \cdot \left(19 \text{ m} \cdot 3,55 \text{ m} + (9,5 \text{ m})^2 - \frac{(2,6 \text{ m})^2}{4} - 120 \right) + \quad (27)$$

$$+ (0,0125 \text{ m} - 0,022 \text{ m}) \cdot \frac{3,55 \text{ m}}{19 \text{ m}} + (0,05 \text{ m} - 0,05 \text{ m}) \cdot \frac{3,55 \text{ m} + 19 \text{ m}}{19 \text{ m}} =$$

$$= -0,0573 \text{ m} < 0 \Rightarrow x_a = 0.$$

Zúžení skříně ve výšce 1170 mm nad TK:

Dosazeno do vztahu (26):

$$E_a = \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} - \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{n+a}{n} + q \frac{2n+a}{a} + w_{i(250)} \frac{n}{a} + w_{a(250)} \frac{n+a}{a} +$$

$$+ z + [x_a]_{>0} - 0,030,$$

$$E_a = \frac{19 \text{ m} \cdot 3,55 \text{ m} - (3,55 \text{ m})^2 + \frac{(2,6 \text{ m})^2}{4}}{500} - \quad (28)$$

$$- \frac{1,465 \text{ m} - 1,410 \text{ m}}{2} \cdot \frac{3,55 \text{ m} + 19 \text{ m}}{19 \text{ m}} + 0 + 0,022 \text{ m} \cdot \frac{3,55 \text{ m}}{19 \text{ m}} +$$

$$+ 0,05 \text{ m} \cdot \frac{3,55 \text{ m} + 19 \text{ m}}{19 \text{ m}} + 0,0089 \text{ m} + 0 - 0,03 = 0,1665 \text{ m} = 166,5 \text{ mm}.$$

Maximální šířka skříně ve výšce 1170 mm nad TK:

$$\check{S}_a = (1620 \text{ mm} - 166,5 \text{ mm}) \cdot 2 = 2907 \text{ mm} \quad (29)$$

Zúžení skříně ve výšce 3150 mm nad TK:

Dosazeno do vztahu (26):

$$\begin{aligned}
 E_a &= \frac{an + n^2 - \frac{p^2}{4}}{500} - \frac{1,465 - d}{2} \cdot \frac{n + a}{n} + q \frac{2n + a}{a} + w_{i(250)} \frac{n}{a} + w_{a(250)} \frac{n + a}{a} + \\
 &+ z + [x_a]_{>0} - 0,030, \\
 E_a &= \frac{19 \text{ m} \cdot 3,55 \text{ m} - (3,55 \text{ m})^2 + \frac{(2,6 \text{ m})^2}{4}}{500} - \\
 &- \frac{1,465 \text{ m} - 1,410 \text{ m}}{2} \cdot \frac{3,55 \text{ m} + 19 \text{ m}}{19 \text{ m}} + 0 + 0,022 \text{ m} \cdot \frac{3,55 \text{ m}}{19 \text{ m}} + \\
 &+ 0,05 \text{ m} \cdot \frac{3,55 \text{ m} + 19 \text{ m}}{19 \text{ m}} + 0,0353 \text{ m} + 0 - 0,03 = 0,1928 \text{ m} = 192,8 \text{ mm}.
 \end{aligned} \tag{30}$$

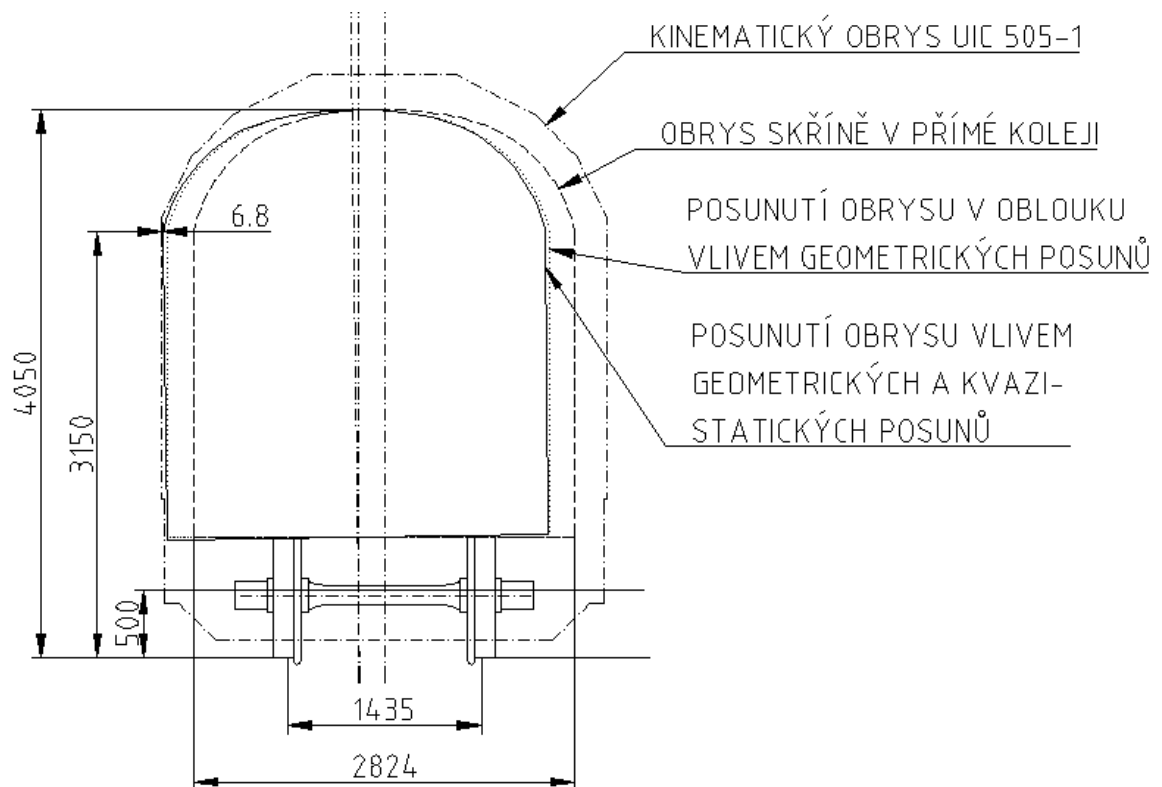
Maximální šířka skříně ve výšce 1170 mm nad TK:

$$\check{S}_a = (1645 \text{ mm} - 192,8 \text{ mm}) \cdot 2 = 2904 \text{ mm} \tag{31}$$

4.4.4 Stanovení maximální šířky skříně

Na základě vypočtených hodnot bude vůz konstruován do normální šířky pro vozy typu X, která je 2824 mm.

Při výpočtu bylo zjištěno, že nejkritičtější místo, ve kterém dochází k největším posunům, se nachází ve výšce 3150 mm na TK uprostřed mezi otočnými čepy. V tomto místě je mezi vztažnou linií kinematického obrysu a skříní vozidla nejmenší vůle a to 6,8 mm. Nad touto výškou v oblasti střechy je vůle mezi vztažnou linií a skříní již větší, protože zde střecha přechází v prudké zaoblení. Toto je dobře patrné z obrázku *Grafické znázornění příčných posunů (Obr.11)*.



Obr.11 Grafické znázornění posunů skříně

Dále bylo zjištěno, že v nízkopodlažní části vozu bude nutné zúžit skříně ve výšce nacházející se pod 400 mm nad TK, protože by se zde skříně dostala mimo vztažnou linii kinematického obrysu.

5 Ideový návrh spodku vozu

Spodek vozu je základní nosnou částí samonosné skříně vozu pro přenos podélných sil od nárazníků. Je svařen z ocelových válcovaných a hraněných profilů. Hlavní podélníky jsou válcované profily UE 240, které ve zlomu přecházejí v profily UE 300. Hlavní příčník je uzavřený skříňový profil, svařený z ocelových desek. Čelník je také svařenec tvořen dvěma částmi, mezi kterými je prostor pro uchycení automatického spřáhla. Ostatní profily na spodku vozu jsou až na výjimky hraněné profily. Všechny profily, ze kterých je svařen spodek vozu, jsou z oceli 11523.

Nejkritičtější místo je v oblasti zalomení spodku vozu, kde se předpokládá zvýšené namáhání konstrukce. Proto zde hlavní podélníky přecházejí ve větší profil UE 300 a dále jsou zde přivařeny šikmé vzpěry z profilu UE 140.

Ve střední části vozu je kostra spodku tvořena hlavními podélníky, mezi které jsou po cca 1 m vevařeny příčníky. Na příčníky je přivařena spolunosná podlaha z nerezavějícího vlnitého plechu. Příčníky slouží jednak ke zkrácení vzpěrných délek vlnité podlahy a zároveň slouží k zajištění podélníků proti vybočení.

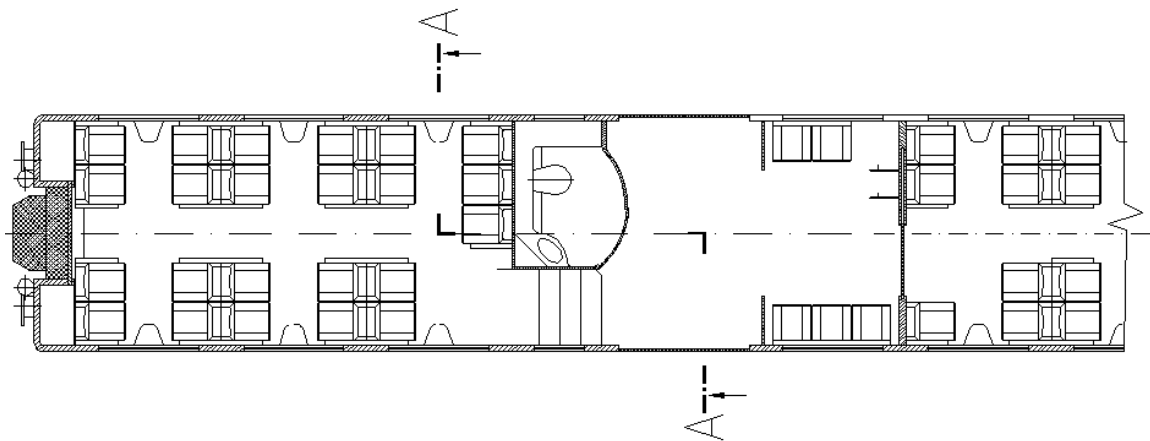
Výkres návrhu spodku vozu je součástí přílohy bakalářské práce (***Příloha 2, Příloha 3, Příloha 4***).

6 Příčné řezy skříní

Základním požadavkem na řešení skříně vozu osobní železniční dopravy je docílit při její nízké hmotnosti předepsanou pevnost. Skříň vozu je samonosná konstrukce a je složena z celků – spodek, bočnice, čela a střecha, které se po sestavení spojí svařením.

Provedení spodku vozu bylo řešeno v předchozí kapitole. Bočnice se skládá z hraněných profilů, na které je přivařeno opláštění z hladkého plechu. Střecha se skládá z kostry a tenkostěnného opláštění. Kostra střechy je svařena z krajových vaznic, které jsou umístěny nad bočnicemi, do nichž jsou zakotveny kružiny. Na konstrukci střechy je přivařené tenkostěnné opláštění z nerezavějícího plechu.

Místa, ve kterých byl zhotoven řez skříní, jsou znázorněna na obrázku *Označení řezu skříní (Obr.12)*.



Obr.12 Označení řezu skříní

Výkres příčného řezu skříní je součástí přílohy bakalářské práce (**Příloha 5**).

7 Technická zpráva o řešení

7.1 Popis vozu

Navrhovaný vůz je proveden jako nízkopodlažní. Rám vozu je mezi podvozky snížen tak, aby se podlaha v nízkopodlažní části nacházela ve výšce 550 mm nad temenem kolejnice. Vůz je vybaven dvěma nástupními prostory s dvoukřídlými předsuvnými dveřmi o světlosti 1560 mm. Nástupní prostory jsou situovány v části vozu se sníženou podlahou.

Jeden nástupní prostor je určen pro přepravu rozměrnějších zavazadel (jízdni kola, kočárky) a umožňuje i přepravu cestujících na invalidním vozíku. Tomu je přizpůsobeno i WC přiléhající k tomuto prostoru. Dveře mezi tímto nástupním prostorem a oddílem pro cestující mají větší světlost než ostatní dveře do oddílů, kvůli možnosti pohybu imobilních cestujících. Tento nástupní prostor, je vybaven zdvihacími plošinami pro invalidní vozíky.

Druhý nástupní prostor je menší o prostor pro zavazadla a není určen pro nastupování cestujících na invalidním vozíku. Také k tomuto nástupnímu prostoru přiléhá buňka WC.

Nástupní prostory dělí vůz na tři části. V krajních částech jsou umístěny dva shodně velké oddíly pro cestující s výškou podlahy 1255 mm na TK. Krajiní oddíly jsou vybaveny 23 sedadly. Prostřední oddíl je situován v nízkopodlažní části a je v něm vytvořeno 31 míst k sezení. Oddíly pro cestující jsou vybaveny pohodlnými čalouněnými sedadly uspořádanými proti sobě. Ve větším nástupním prostoru se dále nachází 6 sklopných sedadel. Celkem je ve voze 83 míst k sezení.

Většina oken je polospuštěcích s dvojitými skly. Vytápění vozu je provedeno teplovzdušným systémem s možností recirkulace vzduchu.

Vůz je vybaven audiovizuální informačním systémem.

7.2 Skříň vozu

Skříň vozu je samonosná konstrukce a je složena z celků – spodek, bočnice, čela a střecha, které se po sestavení spojí svařením.

Spodek vozu je svařen z ocelových válcovaných a hraněných profilů. Hlavní podélníky jsou válcované profily UE 240, které ve zlomu přecházejí v profily UE 300. Hlavní příčník je uzavřený skříňový profil, svařený z ocelových desek. Čelník je také svařenec tvořen dvěma částmi, mezi kterými je prostor pro uchycení automatického spřáhla. Ostatní profily na spodku vozu jsou až na výjimky hraněné profily. Všechny profily, ze kterých je svařen spodek vozu, jsou z oceli 11523.

Bočnice se skládá z hraněných profilů, na které je přivařeno opláštění z hladkého plechu.

Střecha se skládá z kostry a tenkostěnného opláštění. Kostra střechy je svařena z krajových vaznic, které jsou umístěny nad bočnicemi, do nichž jsou zakotveny kružiny. Na konstrukci střechy je přivařeno tenkostěnné opláštění z nerezavějícího plechu.

7.3 Základní parametry vozu

Tab.1 Parametry vozu

Rozměry vozu	Rozchod	1 435 mm
	Délka vozu přes nárazníky	26 400 mm
	Vzdálenost otočných čepů	19 000 mm
	Šířka vozu	2 824 mm
	Výška vozu	4 050 mm
	Obrys vozidla	UIC 505-1
Kapacita vozu	Počet míst k sezení	77 (+ 5 sklopné)
	Počet míst k stání	85
Parametry vozu	Maximální rychlost	140 km/h
	Nejmenší poloměr oblouku	150 m

8 Závěr

Na začátku práce byly vytyčeny požadavky na vozy regionální dopravy, a to z pohledu dopravce, cestujícího a objednavatele dopravy. Na jejich základě byly navrženy celkem čtyři možné varianty provedení vozu. Tyto varianty se od sebe lišily zejména v rozdílném uspořádání výšky podlahy a v délkách vozu.

Ze všech variant provedení byl jako nejvhodnější volba vybrán vůz délky 26,4 m v nízkopodlažním provedení. Toto řešení bylo dále zpracováno.

Byl proveden výpočet rozměru skříně vycházející z normy ČSN 28 0312. Dále byl zpracován ideový návrh spodku vozu. Pro naznačení stavby skříně vozu byly vyhotoveny příčné řezy vozu.

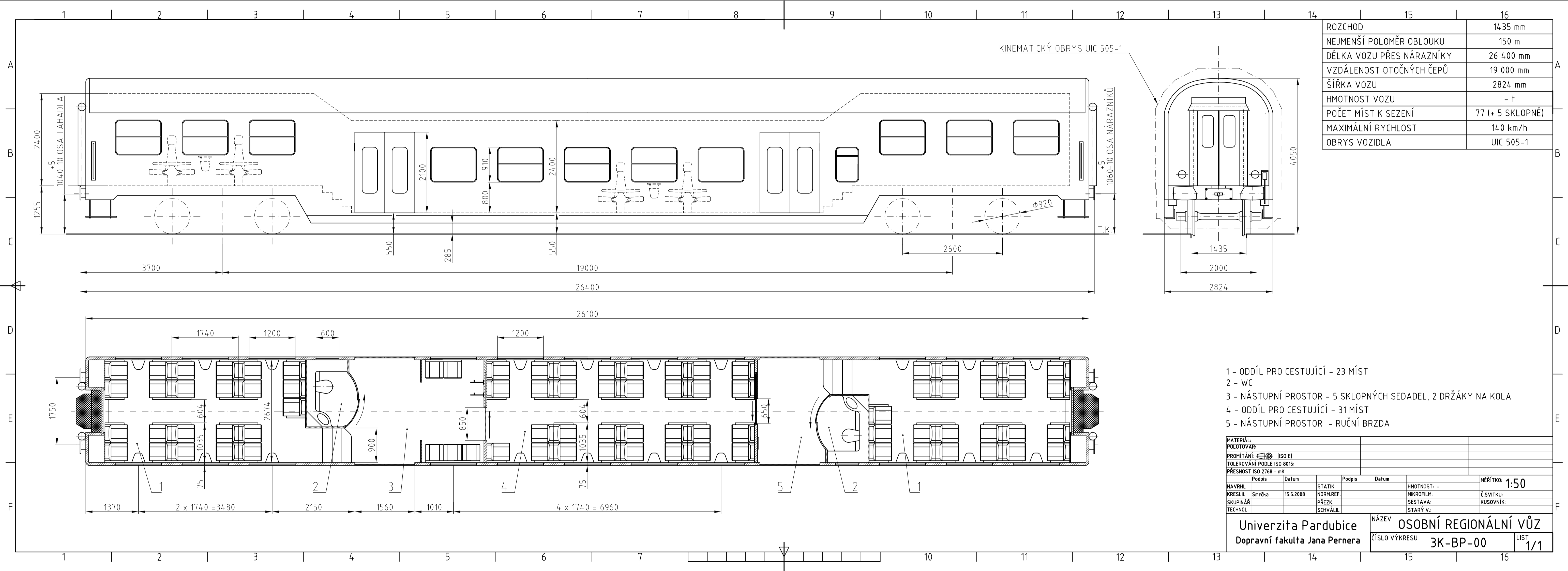
Výsledkem práce je typový výkres navrženého vozu pro regionální dopravu. Změnou je, proti stávajícím vozům, nízkopodlažní provedení střední části vozu. Přínosem navrženého provedení je zejména usnadnění nástupu a výstupu cestujících. Zároveň se předpokládá i rychlejší výměna cestujících.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] IZER, J., JANDA, J., MARUNA, Z., ZDRŮBEK, S., *Kolejové vozy*. Bratislava: Nakladatelství Alfa, 1.vydání, 1986, 380 s., ISBN 63-870-84.
- [2] PERNIČKA, J., a kol., *Atlas vozidel – Elektrické vozy a jednotky ČD a ZSSK*. Zlín: M-Press s. r. o., 1.vydání, 2003, 240 s.
- [3] PERNIČKA, J., a kol., *Atlas vozidel – Motorové vozy a jednotky ČD a ZSSK*. Zlín: M-Press s. r. o., 1.vydání, 2003, 236 s.
- [4] LEINVEBER, J., ŘASA, J., VÁVRA, P., *Strojnické tabulky*. Praha: Scientia s. r. o., 2.vydání, 1998, 912 s., ISBN 80-7183-123-9.
- [5] POSPÍCHAL, J., *Technické kreslení*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2.vydání, 2003, 84 s., ISBN 80-01-02196-3.
- [6] KADERÁVEK, Petr, Regionální železniční doprava na prahu změn. *Železniční magazín*. 2005, č. 12, s. 16-19.
- [7] KADERÁVEK, Petr, Porodní bolesti prvních soutěží.. *Železniční magazín*. 2006, č. 3, s. 16-17.
- [8] KADERÁVEK, Petr, Zametou se soutěže pod stůl ?. *Železniční magazín*. 2006, č. 6, s. 16-17.
- [9] ČSN 28 0312: *Obrysy pro kolejová vozidla s rozchodem 1435 mm – Technické předpisy*. Praha: Český normalizační institut, 1999
- [10] *Studentský Pars magazín, informační časopis – číslo 1/2007*. Šumperk: Pars nova a. s., 2007

SEZNAM PŘÍLOH

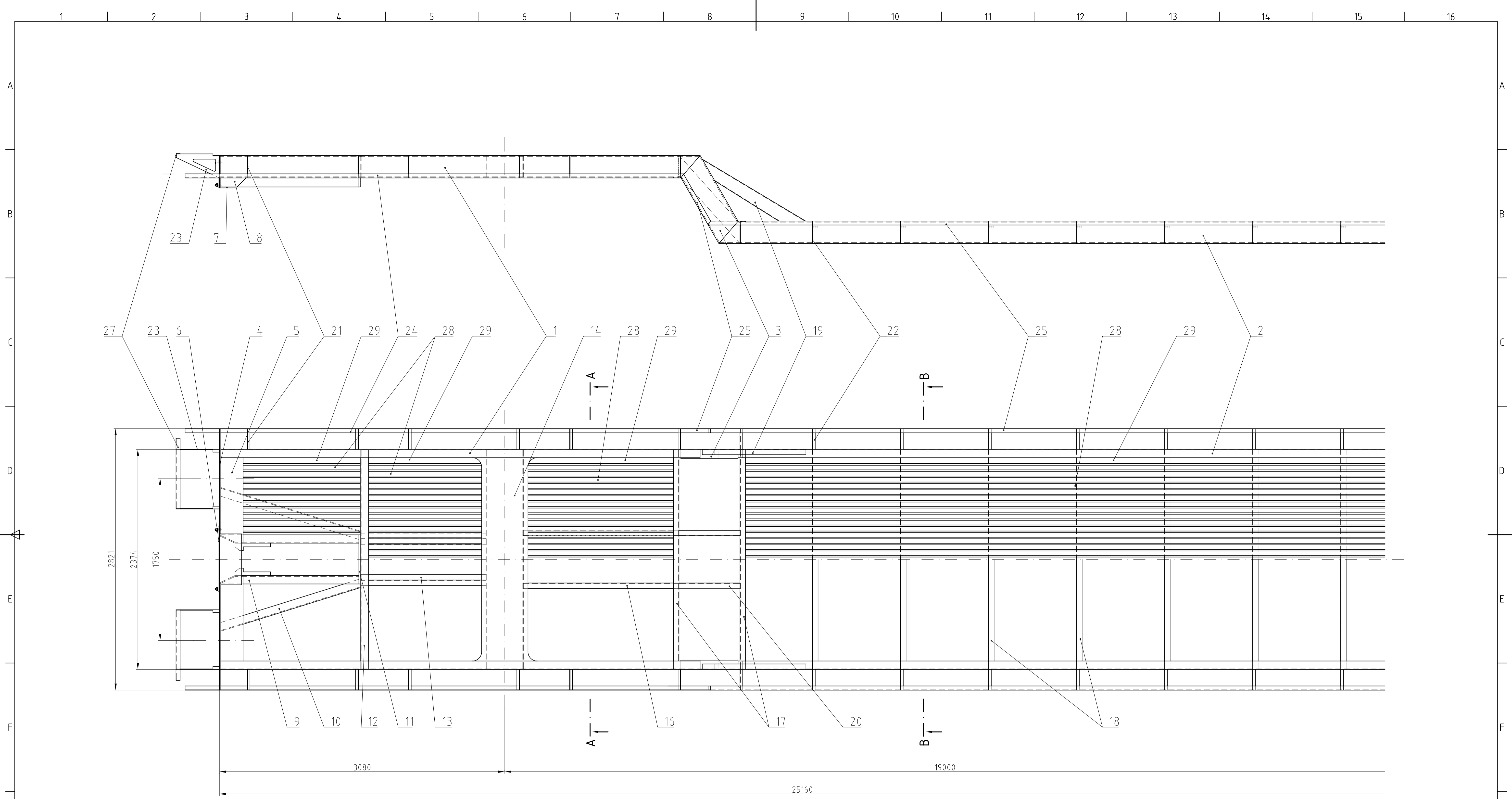
číslo přílohy	název	číslo výkresu
Příloha 1	Osobní regionální vůz	3K-BP-00
Příloha 2	Návrh spodku vozu	3K-BP-02
Příloha 3	Návrh spodku vozu	3K-BP-02K1
Příloha 4	Návrh spodku vozu	3K-BP-02K2
Příloha 5	Řez skříní A-A	3K-BP-03



ROZCHOD	1435 mm
NEJMENŠÍ POLOMĚR OBLOUKU	150 m
DĚLKA VOZU PŘES NÁRAZNÍKY	26 400 mm
VZDÁLENOST OTOČNÝCH ČEPŮ	19 000 mm
ŠÍŘKA VOZU	2824 mm
HMOTNOST VOZU	- t
POČET MÍST K SEZENÍ	77 (+ 5 SKLOPNÉ)
MAXIMÁLNÍ RYCHLOST	140 km/h
OBRYŠ VOZIDLA	UIC 505-1

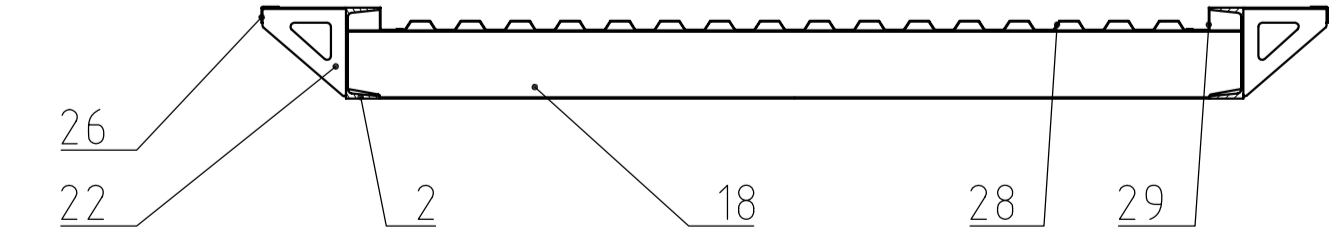
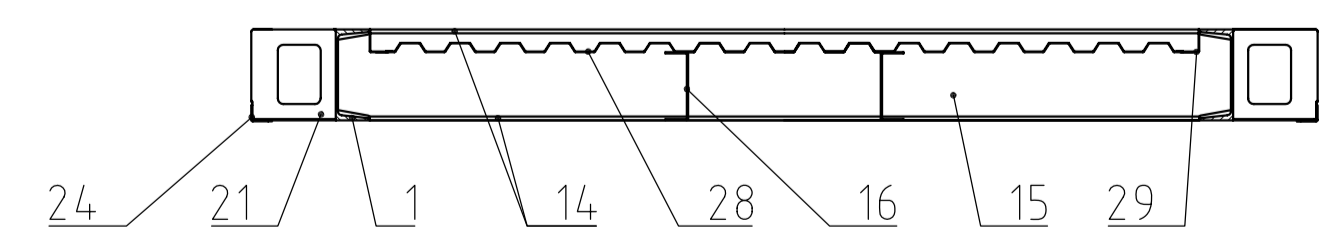
- 1 - ODDÍL PRO CESTUJÍCÍ - 23 MÍST
- 2 - WC
- 3 - NÁSTUPNÍ PROSTOR - 5 SKLOPNÝCH SEDADEL, 2 DRŽÁKY NA KOLA
- 4 - ODDÍL PRO CESTUJÍCÍ - 31 MÍST
- 5 - NÁSTUPNÍ PROSTOR - RUČNÍ BRZDA

MATERIÁL: POLOTOVAR:		STATIK		HMOTNOST: -		MĚŘÍTKO: 1:50	
PROMĚTÁNÍ: [ISO E]		NORM. REF.		MIKROFILM:		ČSVITKU:	
TOLEROVÁNÍ PODLE ISO 8015:		PŘEZK.		SESTAVA:		KUSOVNÍK:	
PŘESNOST ISO 2768 - mK		ISCHVÁLIL		STARÝ V.:			
NAVRHL	Podpis	Datum	STATIK	Podpis	Datum	HMOTNOST: -	MĚŘÍTKO: 1:50
KRESLIL	Smrčka	15.5.2008	NORM. REF.			MIKROFILM:	ČSVITKU:
SKUPINÁŘ			PŘEZK.			SESTAVA:	KUSOVNÍK:
TECHNOL.			ISCHVÁLIL			STARÝ V.:	
Univerzita Pardubice				NÁZEV OSOBNÍ REGIONÁLNÍ VŮZ			
Dopravní fakulta Jana Pernera				ČÍSLO VÝKRESU 3K-BP-00			
				LIST 1/1			




A-A Ø

B-B Ø



MATERIÁL:		POLOTOVÁŘ:		STATIK		Podpis		Datum		HMOTNOST: -		MĚŘÍTKO: 1:20	
PROMĚTÁNÍ: ISO E1		KRESLIL: Smrčka		NORM REF:		PŘEZK:		SESTAVA:		Č SVITKU:		KUSOVNÍK: 3K-BP-02K1	
TOLEROVÁNÍ PODLE ISO 8015:		15.5.2008		PŘEZK:		SCHVÁLIL:		STARÝ V.:		KUSOVNÍK: 3K-BP-02K2		ČÍSLO VÝKRESU: 3K-BP-02	
PŘESNOST ISO 2768 - mK										NÁZEV: NÁVRH SPODKU VOZU		LIST: 1/3	
Univerzita Pardubice Dopravní fakulta Jana Pernera													

1		2		3		4		
Poz.	Název - rozměr			Č.výkresu - normy		Hmotnost [kg]		Množ.
	Polotovár			Výchozí materiál		Jednotka		
1	HLAVNÍ PODÉLNÍK 1					-		2
	UE 240			11523		ks		
2	HLAVNÍ PODÉLNÍK 2					-		4
	UE 240			11523		ks		
3	ZALOMENÍ HLAVNÍHO PODÉLNÍKU					-		4
	UE 300			11523		ks		
4	ČELO ČELNÍKU					-		4
	PLECH TL.15			11523		ks		
5	VRCHNÍ ČÁST ČELNÍKU					-		4
	PLECH TL.10			11523		ks		
6	DESKA					-		2
	PLECH TL.15			11523		ks		
7	SPODNÍ ČÁST ČELNÍKU					-		4
	PLECH TL.10			11523		ks		
8	BOK ČELNÍKU					-		4
	PLECH TL.10			11523		ks		
9	PODÉLNÍK 1					-		4
	C 340 x 90 x 10			11523		ks		
10	VÝZTUHA PŘEDSTAVKU					-		4
	C 180 x 90 x 8			11523		ks		
11	OPĚRNÁ DESKA					-		4
	PLECH TL.15			11523		ks		
12	PŘÍČNÍK 1					-		2
	L 240 x 90 x 10			11523		ks		
13	PODÉLNÍK 2					-		4
	Z 180 x 60 x 6			11523		ks		
14	HLAVNÍ PŘÍČNÍK - VRCHNÍ ČÁST					-		4
	PLECH TL.10			11523		ks		
15	HLAVNÍ PŘÍČNÍK - BOK					-		4
	PLECH TL.6			11523		ks		
16	VÝZTUHA 2					-		4
	C 180 x 60 x 3			11523		ks		
17	PŘÍČNÍK 2					-		4
	C 240 x 60 x 5			11523		ks		
MATERIÁL:								
POLOTOVAR:								
PROMÍTÁNÍ:  [ISO E]								
TOLEROVÁNÍ PODLE ISO 8015:								
PŘESNOST ISO 2768 - mK								
	Podpis	Datum		Podpis	Datum	MĚŘÍTKO: 1:20		
NAVRHL			STATIK			HMOTNOST: -		
KRESLIL	Smrčka	15.5.2008	NORM.REF.			MIKROFILM:	Č.SVITKU:	
SKUPINÁŘ			PŘEZK.			SESTAVA: 3K-BP-02	KUSOVNÍK:	
TECHNOL.			SCHVÁLIL			STARÝ V.:		
Univerzita Pardubice				NÁZEV NÁVRH SPODKU VOZU				
Dopravní fakulta Jana Pernera				ČÍSLO VÝKRESU 3K-BP-02K1			LIST 2/3	

1	2	3	4	
			Množ.	
Poz.	Název - rozměr	Č.výkresu - normy	Hmotnost [kg]	
	Polotovár	Výchozí materiál	Jednotka	
18	PŘÍČNÍK 3		-	8
	C 180 x 60 x 3	11523	ks	
19	VZPĚRA		-	4
	UE 140	11523	ks	
20	VÝZTUHA 3		-	4
	UE 140	11523	ks	
21	KRAKORCOVÝ NOSNÍK 1		-	24
		11523	ks	
22	KRAKORCOVÝ NOSNÍK 2		-	20
		11523	ks	
23	KRAKORCOVÝ NOSNÍK 3		-	8
		11523	ks	
24	BOČNÍ NOSNÍK 1		-	4
	L 45 x 45 x 3	11523	ks	
25	BOČNÍ NOSNÍK 2		-	4
	L 45 x 45 x 3	11523	ks	
26	BOČNÍ NOSNÍK 3		-	4
	L 45 x 45 x 3	11523	ks	
27	BOČNÍ NOSNÍK 4		-	4
	L 45 x 45 x 3	11523	ks	
28	PODLAHA		-	-
		14xxx	ks	
29	ZAKONČENÍ PODLAHY		-	-
		14xxx	ks	

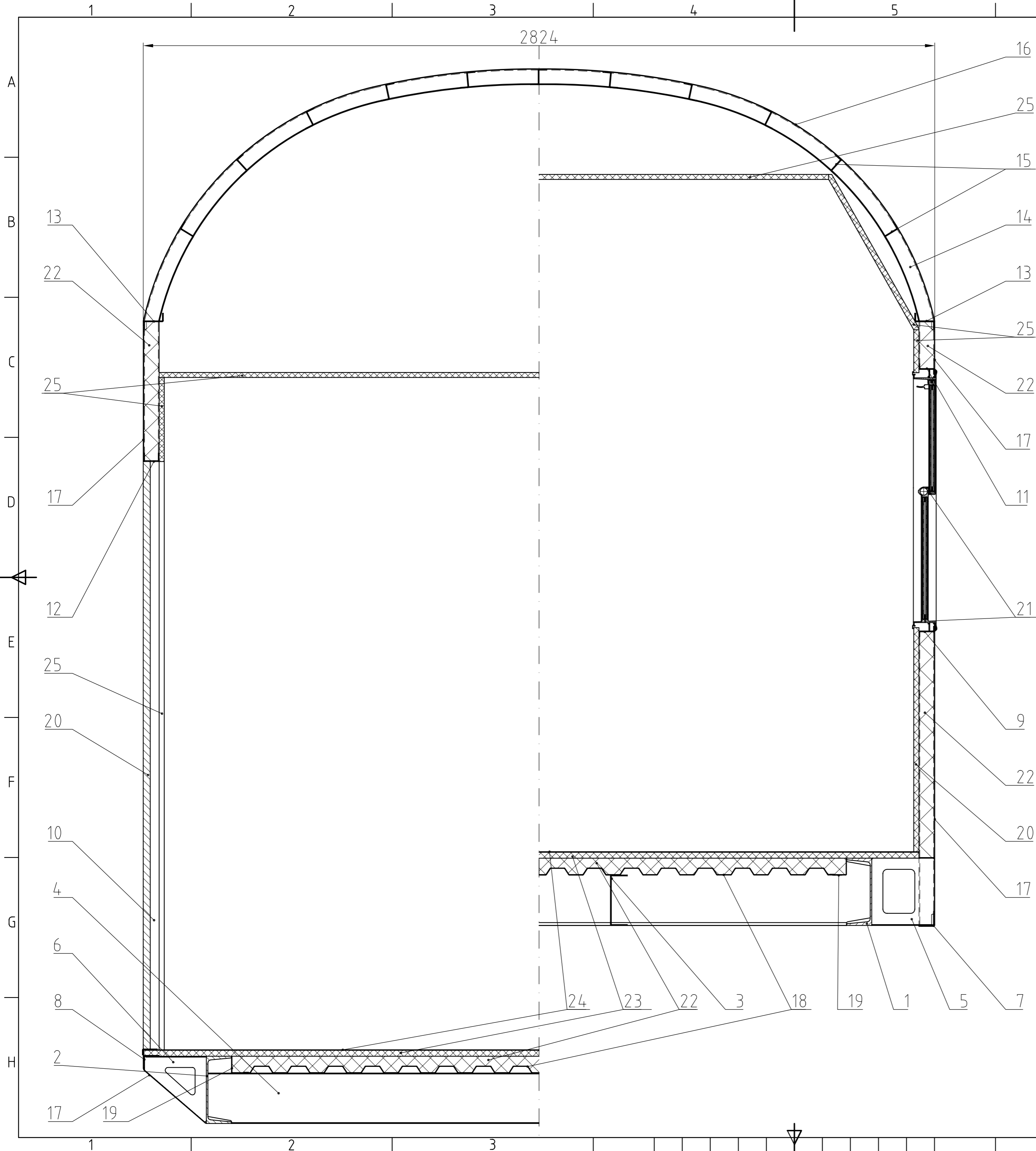
MATERIÁL:							
POLOTOVAR:							
PROMÍTÁNÍ:  [ISO E]							
TOLEROVÁNÍ PODLE ISO 8015:							
PŘESNOST ISO 2768 - mK							
	Podpis	Datum		Podpis	Datum	MĚŘÍTKO: 1:20	
NAVRHL			STATIK			HMOTNOST: -	
KRESLIL	Smrčka	15.5.2008	NORM.REF.			MIKROFILM:	Č.SVITKU:
SKUPINÁŘ			PŘEZK.			SESTAVA: 3K-BP-02	KUSOVNÍK:
TECHNOL.			SCHVÁLIL			STARÝ V.:	

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

NÁZEV NÁVRH SPODKU VOZU

ČÍSLO VÝKRESU 3K-BP-02K2

LIST 3/3



25	VNITŘNÍ OBLOŽENÍ		-	-
			ks	-
24	PODLAHOVÁ KRYTINA		-	-
			ks	-
23	VRCHNÍ PODLAHA		-	-
			ks	-
22	IZOLACE		-	-
			ks	-
21	OKNO		-	1
			ks	-
20	DVEŘE		-	1
			ks	-
19	ZAKONČENÍ PODLAHY	14xxx	-	2
			ks	-
18	PODLAHA	14xxx	-	-
			ks	-
17	BOČNÍ PLECH		-	-
	PLECH TL. 1,5	11523	ks	-
16	STŘEŠNÍ PLECH		-	-
	PLECH TL. 1,5	14xxx	ks	-
15	STŘEŠNÍ NOSNÍK		-	11
	Z 55 x 30 x 3	11523	ks	-
14	KRUŽINA		-	1
	Z 55 x 30 x 3	11523	ks	-
13	VAZNICE		-	2
	Z 70 x 30 x 3	11523	ks	-
12	DVEŘNÍ NOSNÍK		-	1
	C 55 x 30 x 3	11523	ks	-
11	NADOKENNÍ NOSNÍK		-	1
	Z 55 x 20 x 3	11523	ks	-
10	DVEŘNÍ SLOUPEK		-	1
	C 55 x 30 x 3	11523	ks	-
9	PODOKENNÍ NOSNÍK		-	1
	Z 55 x 20 x 3	11523	ks	-
8	BOČNÍ NOSNÍK 3		-	1
	L 45 x 45 x 3	11523	ks	-
7	BOČNÍ NOSNÍK 1		-	1
	L 45 x 45 x 3	11523	ks	-
6	KRAKORCOVÝ NOSNÍK 2		-	1
		11523	ks	-
5	KRAKORCOVÝ NOSNÍK 1		-	1
		11523	ks	-
4	PŘÍČNÍK 3		-	1
	C 180 x 60 x 3	11523	ks	-
3	VÝZTUHA 2		-	2
	C 180 x 60 x 3	11523	ks	-
2	HLAVNÍ PODÉLNÍK 2		-	2
	UE 240	11523	ks	-
1	HLAVNÍ PODÉLNÍK 1		-	2
	UE 240	11523	ks	-

Poz.	Název - rozměr	Č.výkresu - normy	Hmotnost [kg]	Množ.
	Polotovár	Výchozí materiál	Jednotka	
MATERIÁL: POLOTOVÁR:				
PROMÍTÁNÍ: [ISO E]				
TOLEROVÁNÍ PODLE ISO 8015:				
PŘESNOST ISO 2768 - mK				
NAVRHL	Podpis	Datum	STATIK	Podpis
KRESLIL	Smrčka	15.5.2008	NORM.REF.	
SKUPINÁŘ			PŘEZK	
TECHNOL.			SCHVÁLIL	
HMOTNOST: -			MĚŘÍTKO: 1:10	
MIKROFILM:			Č.SVITKU:	
SESTAVA:			KUSOVNÍK:	
STARÝ V.:				
Univerzita Pardubice			NÁZEV	
Dopravní fakulta Jana Pernera			ŘEZ SKŘÍNÍ A-A	
			ČÍSLO VÝKRESU	
			3K-BP-03	
			LIST	
			1/1	