

VIŠJA STROKOVNA ŠOLA ACADEMIA

MARIBOR

DIPLOMSKO DELO
KONSTRUKCIJA MALEGA MESTNEGA
AVTOBUSA

Kandidat: Uroš Küčan

Študent izrednega študija

Številka indeksa: 11190040054

Študijski program: Strojništvo

Mentor: mag. Jože Ravničan

Maribor, 2014

IZJAVA O AVTORSTVU DIPLOMSKEGA DELA

Podpisani Uroš Küčan, z vpisno št. 11190040054, sem avtor diplomskega dela z naslovom Konstrukcija malega mestnega avtobusa, ki sem ga napisal pod mentorstvom mag. Jožeta Ravničana.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predložena projektna naloga izključno rezultat mojega dela,
- sem poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženi nalogi, navedena oz. citirana skladno s pravili Višje strokovne šole Academia,
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del oz. misli, kot moje lastne kaznivo po Zakonu o avtorskih in sorodnih pravicah; UL št. 16/2007; (v nadaljevanju ZASP), prekršek pa podleže tudi ukrepom Višje strokovne šole Academia skladno z njenimi pravili,
- skladno z 32. členom ZASP dovoljujem Višji strokovni šoli Academia objavo diplomskega dela na spletnem portalu šole.

Gornja Radgona, oktober 2014

Podpis študenta:

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju, mag. Jožetu Ravničanu za pomoč in vodenje pri pisanju diplomske naloge. Prav tako se zahvaljujem podjetju Kutsenits international d.o.o. in Stefanu Kutsenitsu, ki mi je omogočil, da teorijo podkrepim s praktičnim primerom.

Posebno zahvalo namenjam vsem, ki so me podpirali, me vzpodbujali in mi stali ob strani.

POVZETEK

V diplomu obravnavam konstrukcijo in izdelavo malega mestnega avtobusa glede na zahteve naročnikov od načrtovanja do končnega produkta.

V prvem delu diplomskega dela je predstavljena delitev avtobusov na splošno, konstrukcija vsake stene vozila posebej ter sestava ogrodja v celoto. V nadaljevanju je predstavljena izdelava vozila do zaključka, ko sledi le še certificiranje v skladu s predpisanimi standardi. Po tem je vozilo pripravljeno za kupca.

V zaključku je predstavljen končni produkt ter nekaj že izdelanih različic malega mestnega avtobusa.

Ključne besede: avtobus, konstruiranje, podvozje, ogrodje, sestava.

ABSTRACT

The subject of the graduation thesis is the construction and manufacture of a small city bus, according to the requirements of the clients, from the design to the final product.

The first part presents the general classification of the buses, construction of every separate wall of the vehicle, and the assembly of the vehicle frame. The rest of the thesis describes the production of the final vehicle, followed by the certification according to the official standards. After that, the vehicle is ready to be sold to the customer.

The conclusion describes the final product and demonstrates several existing models of small city buses.

Keywords: bus, construction, chassis, frame, assembly.

KAZALO VSEBINE

1	Uvod.....	9
1.1	Opredelitev obravnavane zadeve	9
1.2	Namen diplomskega dela.....	9
1.3	Cilji diplomskega dela	9
1.4	Osnovne trditve diplomskega dela.....	10
1.5	Predpostavke in omejitve.....	10
1.6	Predvidene metode.....	10
2	Predstavitev avtobusov na splošno.....	11
2.1	Delitev glede na vrsto uporabe	11
2.1.1	Mestni promet.....	11
2.1.2	Primestni promet	12
2.1.3	Turistični promet	12
3	Konstrukcija malega mestnega avtobusa	14
3.1	Uvod.....	14
3.1.1	Dizajn	15
3.1.2	Demontaža	15
3.1.3	Razrez	15
3.2	Konstrukcija podvozja malega mestnega avtobusa	16
3.3	Konstrukcija ogrodja.....	18
3.3.1	Leva stena	19
3.3.2	Desna stena	21
3.3.3	Zadnja stena.....	21
3.3.4	Streha	22
3.4	Sestava ogrodja	22
4	Sestava avtobusa	24
4.1	Ogrodje	24
4.2	Opločevinjenje	24
4.3	Poliester	24
4.4	Barvanje	24
4.5	Elektrika.....	26
4.6	Mehanika	26

4.7	Stekla	27
4.8	Ostala montaža.....	27
5	Končni izdelek.....	29
5.1	Različice.....	30
5.1.1	Glede na floris.....	30
5.1.2	Glede na razporeditev vrat.....	31
6	Zaključek	33
7	Uporabljena literatura in viri	35
7.1	Literatura.....	35
7.2	Internetni viri	35

KAZALO SLIK

Slika 1:	Mestni avtobus	11
Slika 2:	Notranjost low entry avtobusa	12
Slika 3:	Turistični avtobus.....	13
Slika 4:	Volkswagen Transporter	14
Slika 5:	Podvozje	17
Slika 6:	Leva stena.....	20
Slika 7:	Desna stena.....	21
Slika 8:	Streha.....	22
Slika 9:	Ogrodje.....	23
Slika 10:	Avtobus v pripravi na barvanje	25
Slika 11:	Elektro omarica in opis	26
Slika 12:	Shema pnevmatike	27
Slika 13:	Končan avtobus, zunanost.....	29
Slika 14:	Končan avtobus, notranjost.....	30
Slika 15:	Florisi	31
Slika 16:	Postavitev vrat.....	32

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Časovna izdelava vozil.....	14
Grafikon 2: Stroški po gabaritih – ogrodno-kleparski oddelek	18
Grafikon 3: Stroški po gabaritih – ličarski oddelek.....	25
Grafikon 4: Stroški po gabaritih - montaža	28
Grafikon 5: Časovna izdelava vozil.....	33

1 UVOD

1.1 *Opredelitev obravnavane zadeve*

Predstavil bom konstrukcijo malega mestnega avtobusa. Proces konstruiranja je razdeljen na štiri faze. Te so: načrtovanje, koncipiranje, snovanje ter razdelava. Konstruiranje kot pojem je izdelovanje načrtov. Načrte izdelamo na osnovi uspešnega razvoja. Ne sme se pozabiti na oblikovanje izdelka. Le to poteka v tesnem sodelovanju konstruktorja ter projektanta. Za zasnovo oblike si pomagata s prostoročnim risanjem ali po določeni predlogi. Na načrtu je prikazan predmet ter njegove najvažnejše značilnosti, katerih pa ne sme biti preveč, saj je tak načrt težko razumljiv. V primeru, da je dosti posebnosti, se naredijo izvlečki posameznih sklopov. Načrt je po veljavnih standardih za tehniško risanje. Služi pa nam za izdelavo izdelka.

1.2 *Namen diplomskega dela*

Namen diplomskega dela je predstaviti konstrukcijo malega mestnega avtobusa in njene rešitve. Želim pokazati, da se je takšnega projekta potrebno lotiti strokovno, premišljeno in natančno ter z maksimalno odgovornostjo. Končni uspeh je v največji meri odvisen od možnosti prilagajanja določenih segmentov zaradi želj kupcev po individualnih rešitvah.

1.3 *Cilji diplomskega dela*

Cilji diplomske naloge:

- predstaviti avtobuse na splošno ter njihovo razdelitev glede na namen uporabe,
- prikazati načrtovanje ogrodja vozila,
- prikazati razlike v konstrukciji zaradi individualnih želja kupcev,
- prikazati dokončan proizvod v več različicah.

1.4 Osnovne trditve diplomskega dela

Osnovna trditev je, da se mora podjetje dobro pripraviti na tako zahteven projekt. Za njegovo izvedbo potrebuje kompetenten kader, željan novih znanj. Predhodno pa mora dobro raziskati trg ter ponuditi novosti, katerih konkurenca ne nudi.

1.5 Predpostavke in omejitve

Predpostavke:

Potrebno se je držati predvidene oblike vozila. Notranjost vozila mora biti predvidena za individualne možnosti, saj ima vsak kupec drugačne želje, katere poskušamo v celoti upoštevati. Konstrukcijske rešitve podvozja morajo biti takšne, da je čim manj neravnih površin, torej uporabnikom prijazno.

Omejitve:

Največja omejitev je teža vozila. V notranjosti vozila prostor zasede tudi prostor za kompresor, sušilec zraka ter dodatni akumulator. Ta prostor skušamo postaviti tako, da ga skrijemo pod sedeže, tam kjer so le-ti fiksni.

1.6 Predvidene metode

V diplomski nalogi predvidevam uporabo:

- namizne raziskave (sistematično zbiranje in analiziranje podatkov, ki so že na razpolago),
- empirične metode (trditve temeljijo na izkustveni in eksperimentalni osnovi ter na podlagi opazovanj),
- pridobljenega znanja iz podobnih projektov.

2 PREDSTAVITEV AVTOBUSOV NA SPLOŠNO

2.1 *Delitev glede na vrsto uporabe*

Avtobus je namenjen prevozu večjega števila potnikov. S tem zmanjšamo gnečo na cesti ter izpuste toplogrednih plinov v okolje. Ker pa vsak avtobus ni primeren za kakršno koli uporabo, jih delimo glede na njihovo konfiguracijo na tri večje sklope.

2.1.1 *Mestni promet*

Sem spadajo vozila, konstruirana posebej za vožnjo po mestih. Predvidena so za večje število stojišč, raspored sedežev pa je prilagojen glede na obliko avtobusa. Po navadi so vstopna in izstopna vrata dvokrilna, saj le-ta omogočajo hitrejšo vstopanje in izstopanje potnikov. Delimo jih na solo in zgibne avtobuse. Dolžine solo avtobusov so od 5 do 15 metrov, medtem ko so zgibni avtobusi dolžine 18 metrov.

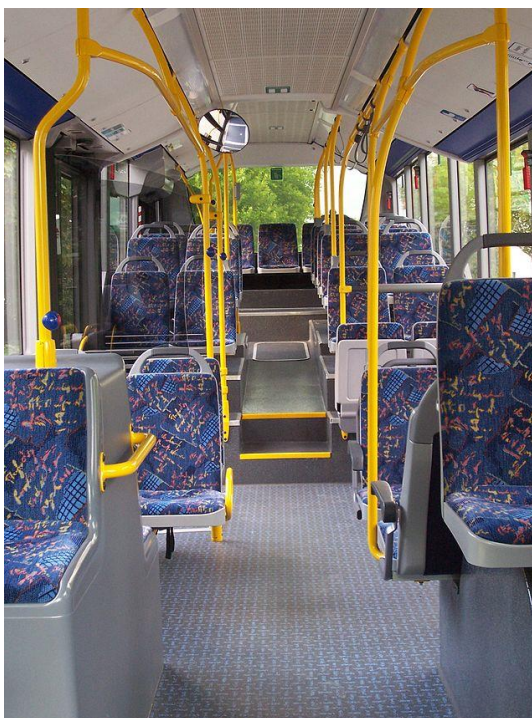


Slika 1: Mestni avtobus

Vir: <http://www.bus-bild.de/1024/wiener-linien-nr-8601w-1026-57165.jpg>

2.1.2 Primestni promet

Primestni avtobusi so namenjeni prevozu potnikov na daljših poteh izven mest, na linijah med kraji. Služijo predvsem za prevoz potnikov iz naselij v mesto in obratno. Razvoj je v zadnjih letih v številnih krajih pripeljal do prilagoditve za mestne avtobuse, tako da se danes poleg visokopodnih avtobusov uporabljajo tudi nizkopodni in »low entry« avtobusi. To so vozila, ki imajo v sprednjem delu nizkopodno zasnovo, v zadnjem delu, od izhodnih vrat dalje pa visokopodno zasnovo. Sedeži so praviloma razporejeni drug za drugim po dva skupaj na levi in desni strani, po sredini pa je ozki hodnik. V večini primerkov so prednja vrata enokrilna, druga pa eno- ali dvokrilna.



Slika 2: Notranjost low entry avtobusa

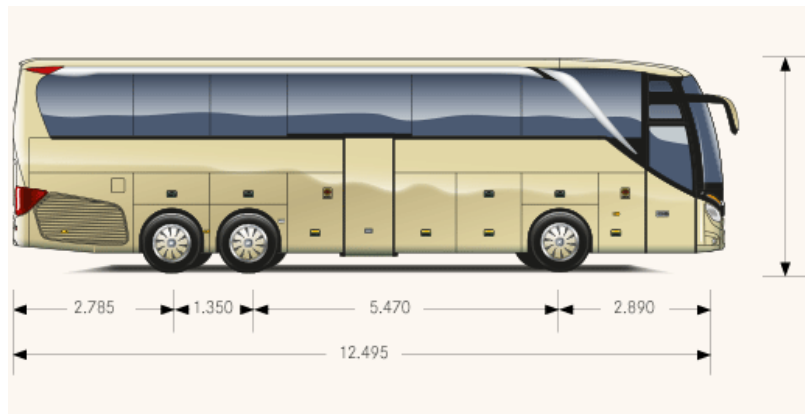
Vir: http://de.wikipedia.org/wiki/Low-Entry-Bus#mediaviewer/Datei:Citaro_LE_Innenansicht_100_7576.jpg

2.1.3 Turistični promet

Turistični avtobusi imajo dvignjen podest, tako da potniki po vstopu skozi vrata stopijo po stopnicah v zgornji del avtobusa. V spodnjem delu je večji prostor za prtljago. V takšnih vozilih so le sedišča. Konstruirani so za večje udobje potnikov. Zraven voznika je sedež še za vodiča ali drugega voznika na daljših poteh. V primerjavi z mestnimi in primestnimi avtobusi

ima večina turističnih avtobusov za vse potnike naslon za glavo, rokonaslon, sedež nastavljiv v ležeči položaj, naslon za noge, preklopno mizico z držalom za pijačo pri vsakem sedežu, hladilnik, kuhinjo ...

V tem razredu vozil poznamo male turistične avtobuse, ki sprejmejo okrog 30 potnikov. Standardni dvanajst do petnajstmetrski avtobusi sprejmejo 50–55 potnikov. Poznamo pa tudi nadstropne, potniki sedijo v spodnjem in zgornjem delu avtobusa, le-ti sprejmejo tudi preko 70 potnikov.



Slika 3: Turistični avtobus

Vir: <http://www.setra.de/en/coaches-buses/topclass/models/s-515-hdh.html>

3 KONSTRUKCIJA MALEGA MESTNEGA AVTOBUSA

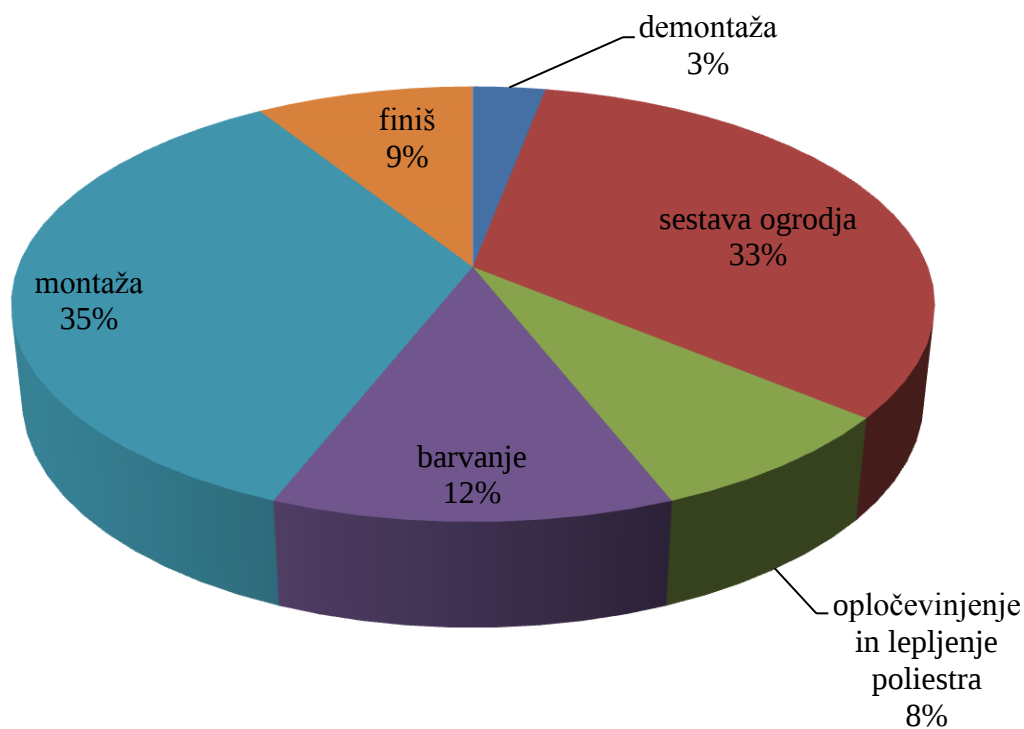
3.1 Uvod

Za izdelavo malega mestnega avtobusa se kot osnova uporablja Volkswagnov transporter 5 generacije (T5). Ta generacija transporterja se proizvaja od poznega poletja 2003. Motor je nameščen spredaj prečno ter ima pogon na prednji par koles.



Slika 4: Volkswagen Transporter

Vir: http://www.vw-bulli.de/de/galerien/t5-bis-2009.html?tx_core4flexgallery_pi1%5B%40widget_0%5D%5BcurrentPage%5D=2&cHash=2e700b36279dbfe56f9da467aa1914d5



Grafikon 1: Časovna izdelava vozil

Vir: Lasten

Grafikon prikazuje časovno izdelavo malega mestnega avtobusa po posameznih sklopih, glede na celotno proizvodnjo. Kot se razbere iz grafikona, se največ dela opravi v ogrodno-kleparškem oddelku, in sicer 41 % (sestava ogrodja 33% in opločevinjenje in lepljenje poliestra 8%).

3.1.1 Dizajn

Tako kot pri vsakem vozilu je tudi pri avtobusu pomemben dejavnik oblika. Nastala je na podlagi osnovnega vozila in se je prilagodila gabaritom mestnega avtobusa z nekaterimi dodatnimi oblikovalskimi prijemi.

3.1.2 Demontaža

Preden gre vozilo v predelavo mestnega avtobusa, je potrebno transporterja najprej razstaviti. Odstranijo se vsa vrata, armaturna plošča, stekla, zadnja os, akumulator, rezervoar za gorivo... Torej vse, kar bi se med proizvodnjo lahko poškodovalo ter vse tisto, kar v avtobusu ne bo več vgrajenega. Elementi, ki se vgradijo ob končni montaži nazaj v vozilo, se shranjujejo v za to narejenih posebnih zabojih, da dobi vsako vozilo nazaj popolnoma enake elemente, kot so bili iz njega demontirani. Elementi, za katere se že v naprej ve, da v malem mestnem avtobusu ne bodo več vgrajeni, pa se prodajo raznim kupcem kot nadomestni deli. V največji meri so ti nadomestni deli vrata in vzvratna ogledala.

3.1.3 Razrez

Demontirano vozilo nato prevzame ogrodno-kleparški oddelek. Transporterja odrežejo po podvozju takoj za vozniškim prostorom, da ostane voznikov sedež na enakem mestu, nato proti armaturni plošči ter vzdolž nje do desnih vstopnih vrat. Zgornji del vozila pa se odreže takoj ob spodnjem delu A stebrička. Sprednji del transporterja se uporabi za sprednji del malega mestnega avtobusa, kateremu se pripoji konstrukcija. Le-ta je lasten proizvod, modificiran po željah in zahtevah vsakega kupca posebej. Zadnji del vozila pa se proda za rezervne dele, saj je praktično nov.

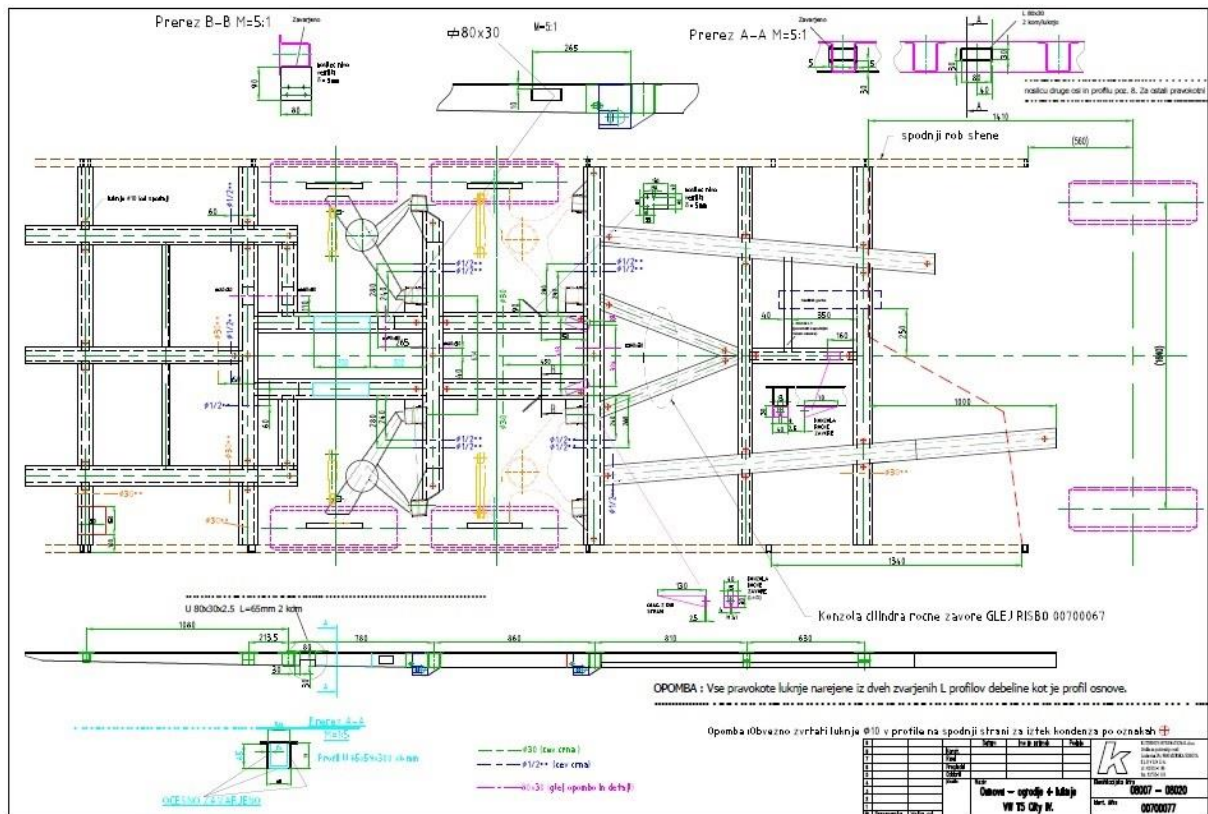
3.2 *Konstrukcija podvozja malega mestnega avtobusa*

Podvozje zagotavlja moč, potrebno za podporo avtomobilskim komponentam in tovoru, ki je nameščen na njej. Sistem vzmetenja vsebuje vzmeti (listnate, vijačne ali pnevmatske), amortizerje in druge komponente, ki omogočajo, da vozi po neravnem terenu brez pretiranega šoka za potnike ali tovor. Krmilni mehanizem je sestavni del šasije, saj omogoča vozniku nadzorovati smer vožnje. Površina gume zagotavlja oprijem vozila s cestiščem, da vozilo med pospeševanjem, zaviranjem in vožnjo ne zdrsne. Karoserija obdaja mehanske komponente in potniško kabino. Skupaj s podvozjem tvori ustrezno povezavo in s tem močan okvir.

(<http://www.howcarswork.co.uk/modules/articles/article.php?id=16>)

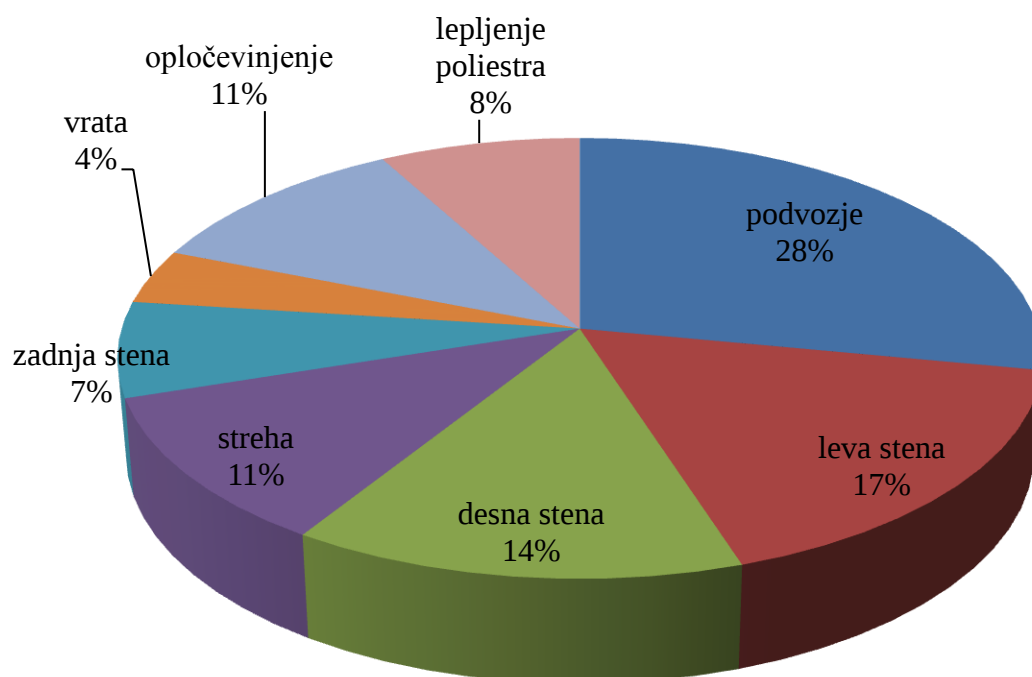
Ločen okvir podvozja ter ločena konstrukcija nadgradnje sta običajna praksa pri gradnji velikih tovornih vozil in nadgradnjah. V takšnem tipu konstrukcije je karoserija ločena od podvozja. Podvozje je zasnovano tako, da podpira celotno težo vozila in absorbira vse obremenitve. Nadgradnja je na podvozje pritrjena samo v nekaj točkah. Ker pa je naše vozilo namenjeno le prevozom potnikov v mestnem prometu, je konstrukcija vozila narejena tako, da je podvozje združeno z nadgradnjo v enem kosu. To zagotovimo z varjenjem komponent. Tako dobimo celotno strukturo v enem kosu in s tem konstrukcijo vozila. V integrirani strukturi je okvir vozila obravnavan kot nosilni člen, ki se odziva na vse obremenitve.

Integrirano podvozje s konstrukcijo poveča hrup v potniški kabini, vendar pa občutno zmanjša težo vozila in vibracije v strukturi karoserije. S tem znižamo tudi vstopno višino, da potniki lažje vstopajo in izstopajo iz vozila.



Slika 5: Podvozje

Vir: Lasten



Grafikon 2: Stroški po gabaritih – ogrodno-kleparski oddelek

Vir: Lasten

V ogrodno-kleparskem oddelku je stroškovno najdražja izdelava podvozja ter leve in desne stene.

3.3 Konstrukcija ogrodja

V praksi velikokrat naletimo na nosilne sisteme, ki so sestavljeni iz več podobnih elementov. Tak nosilec imenujemo palični nosilec ali paličje, ker je sestavljen iz palic. Palica je raven nosilni element s poudarjeno eno dimenzijo (dolžino) in jo lahko obremenimo samo v smeri vzdolžne osi z natezno ali tlačno silo. To pomeni, da je notranja obremenitev palice osna sila F_N , medtem ko sta prečna sila F_T in upogibni moment M vzdolž cele dolžine palice enaka nič. Palice so med seboj povezane, da oblikujejo rešetkasto konstrukcijo. Če naj v palicah ne bo upogibnih momentov, se morajo težiščne osi vseh palic, ki se stikajo v vozlišču, sekati v isti točki. Konstrukcijska izvedba vozlišča je odvisna od vrste konstrukcije (ravninska ali

prostorska konstrukcija) in od uporabljenega materiala. Pri jeklenih konstrukcijah so palice običajno zakovičene, privarjene ali privijačene.

Osnovna značilnost takšnih konstrukcij je sorazmerno majhna lastna teža ob znatni nosilnosti. Zaradi ekonomske upravičenosti so takšne konstrukcije, predvsem v gradbeništvu, močno zastopane. Primeri takšnih konstrukcij so nekatere mostovne gradnje, razne vrste žerjavov, stebri daljnovodov ...

V navedenih primerih so palice, ki sestavljajo konstrukcijo, prostorsko razporejene, zato imenujemo takšno konstrukcijo prostorsko paličje. Kadar vse palice in sile, ki obremenjujejo palično konstrukcijo, ležijo v isti ravnini, imenujemo takšno konstrukcijo ravninsko paličje. Če delujejo vse zunanje sile (aktivne sile in reakcije) v vozliščih paličja, govorimo o čistem ravninskem paličju. V primerih, ko delujejo obremenitve na konstrukcijo tudi izven vozlišč, imenujemo takšno konstrukcijo mešani nosilni sistem. (Stropnik, 2002, str. 133-135)

Ogrodje vozila je sestavljeno iz varjenih cevi, ki jih najdemo v vsaki železnini. Izdelane so iz posebej valjane in pripravljene pločevine ali traku. Trakove oblikujemo na posebnih strojih v cevi, nato jih še zavarimo. Po načinu varjenja ločimo kovaško, plamensko in električno varjenje cevi. Pri tem poznamo cev s topim in preklopnim stikom, ki ga dobimo z ravno ali poševno prirezanim robom traku. Z oblikovanjem traku v vročem stanju pride v votlici do močnih bočnih pritiskov, ki omogočajo zavaritev stika. Da lahko vlečemo trak skozi votlico, ga moramo pravilno pripraviti. Zakrivimo ga in zavarimo na čep z notranjim premerom cevi. Čep potrebujemo za oprijem vlečnih čeljusti, gibljivih v vzdolžni smeri. Postopek je zelo podoben vlečenju žice. (Aberšek, 1995, str. 170)

3.3.1 Leva stena

Paličje je zunanje statično določeno, saj je podprto tako, da je skupno število neznank v podporah (n) enako številu razpoložljivih enačb (E). Zunanje sile, ki obremenjujejo paličje v vozliščih, pa povzročajo v palicah notranje sile. Glede na to, da so palice med seboj členkasto vezane ter obremenjene s silami samo v vozliščih, se v njih pojavljajo samo osne sile (F_N). Vsako vozlišče predstavlja masno točko, na katero deluje sistem sil s skupnim prijemališčem.

Paličje je sestavljeno iz palic (p). V vsaki palici se kot neznanka pojavi notranja osna sila, zato imamo razen neznanih sil (n) v podporah še neznanih sil v palicah (p). Tako je skupno število neznank N :

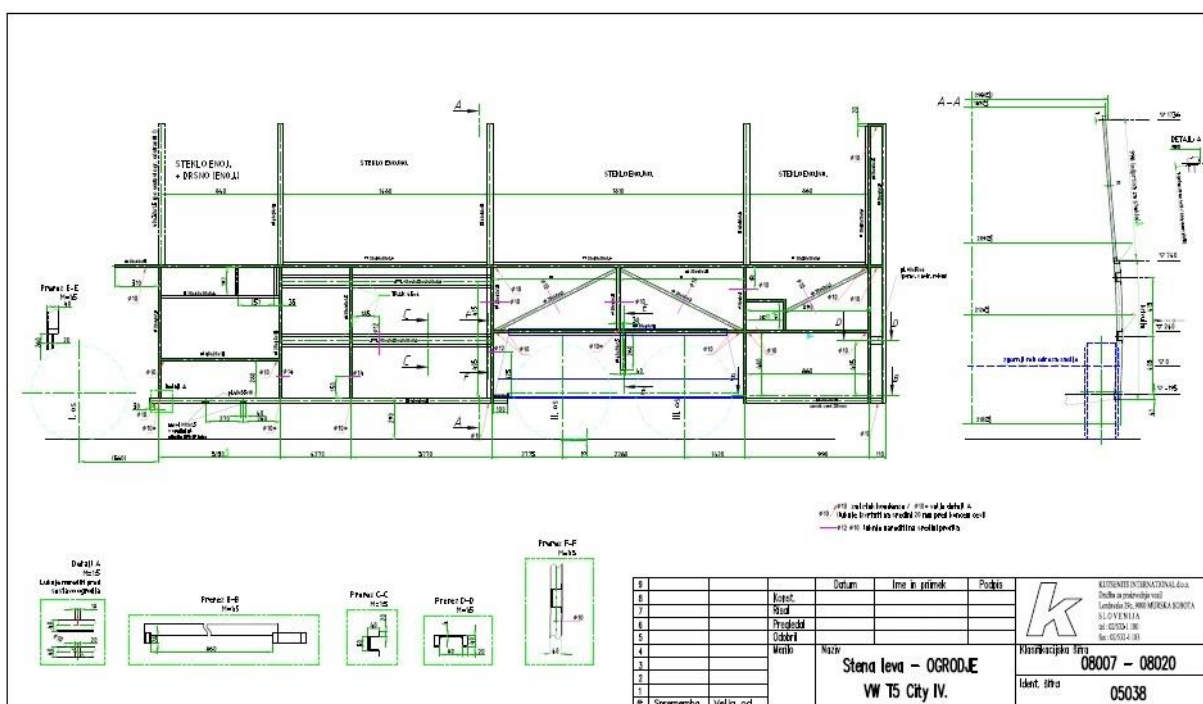
$$N = p + n$$

Ravninsko paličje je notranje statično določeno, če je izpolnjena enačba:

$$E = N \quad \text{oziroma} \quad 2 \times v = p + n$$

(Stropnik, 2002, str. 136-137)

Leva stena avtobusa je v večini sestavljena iz nerjavečih profilov. Spodnji rob vozila je iz pravokotne cevi 40x40x1,5 mm, medtem ko je ostalo ogrodje iz cevi 20x40x1,5 mm. Stebrički za naslon stekla in povezavo s streho so iz cevi preseka 40x30x1,5 mm. Ti profili med seboj tvorijo po večini trikotnike. Pred drugo osjo je na mesto diagonalnih profilov v konstrukcijo privarjena upogibna pločevina dimenzij preseka 20x40x50x40x20 in debeline 0,8 mm. Ta trak nadomešča pravokotno cev, nam pa zagotavlja ojačitev, ker so na to steno oz. v ta profil pritrjeni preklopni sedeži. Ti sedeži se uporabljajo v primeru, ko je na avtobusu invalidski ali otroški voziček. Lahko se zaprejo in tako omogočajo dovolj velik prostor, kjer lahko stoji voziček. V primeru, da vozička ni, pa lahko tam sedijo ostali potniki. To ogrodje ima veliko nosilnost ter trdno strukturo. Profili so med seboj varjeni na način plamenskega varjenja.

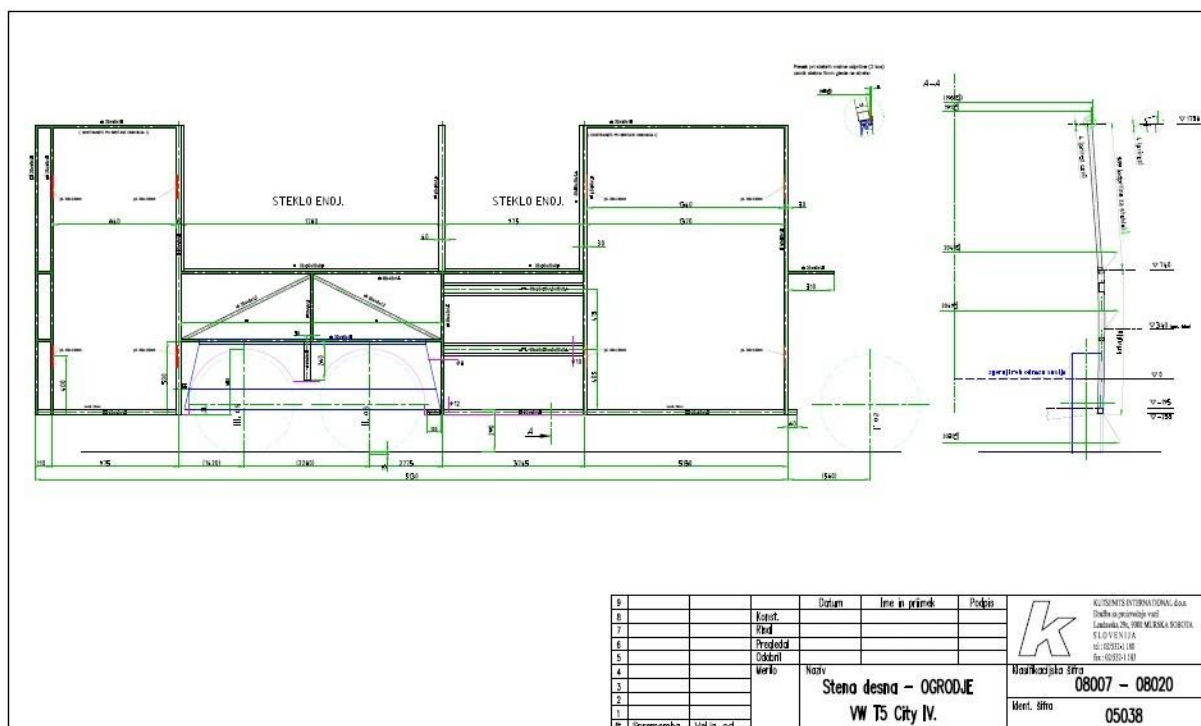


Slika 6: Leva stena

Vir: Lasten

3.3.2 Desna stena

V tej konstrukciji je spodnja cev dimenzij preseka 40x40x1,5 mm, ostala nadgradnja pa cevi preseka 20x40x1,5. Tudi na desni steni so nosilci oken dimenzij preseka 40x30x1,5 mm. Posebnost tega dela konstrukcije sta odprtini za vrata. Ker podvozje, leva stena, desna stena ter streha tvorijo skupno konstrukcijo, ni potrebnih dodatnih ojačitev, tam kjer so vstopna in izstopna vrata.



Slika 7: Desna stena

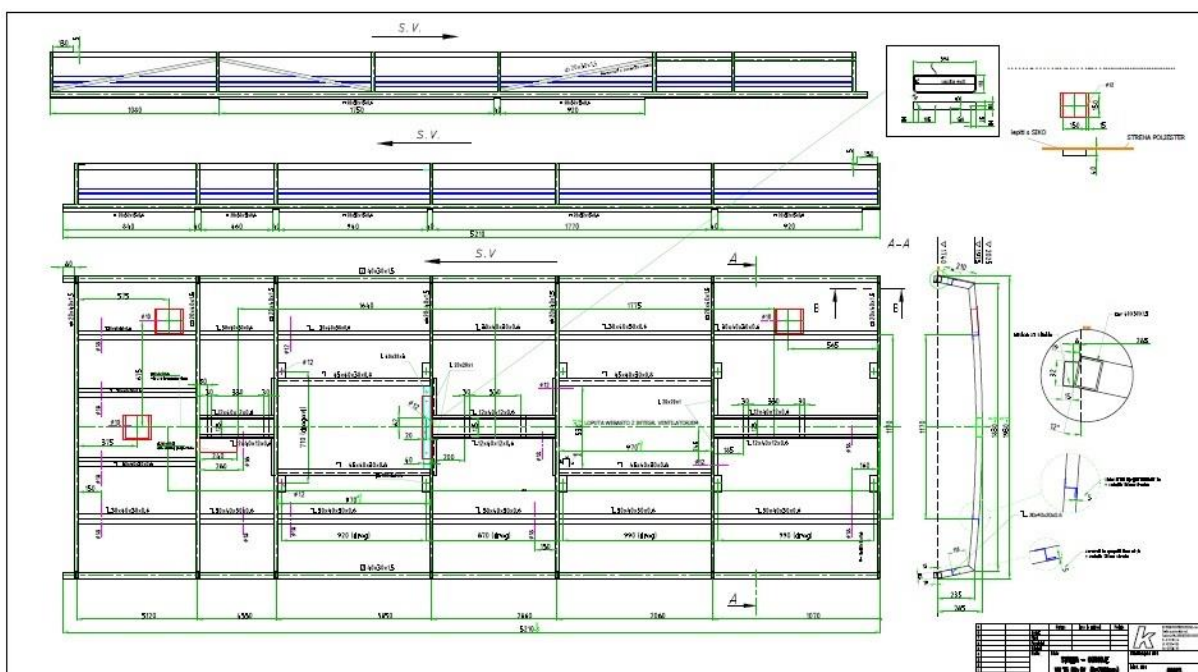
Vir: Lasten

3.3.3 Zadnja stena

Sestava zadnje stene je prav tako iz pravokotnih profilov. Vse cevi so dimenzij preseka 20x40x1,5 mm. V ogrodju pa je prav tako pločevinast trak (kapa profil) dimenzij 20x40x50x40x20 mm in debeline 0,8 mm. Namenjen pa ni zgolj povezavi paličja, temveč tudi ojačitvi za montažo preklopnih sedežev v morebitni različici. Med drugim so lahko na zadnji steni montirana vrata in prostor za kompresor. V tem prostoru so: kompresor, sušilec zraka, dodatni akumulator ter eden izmed rezervoarjev za zrak.

3.3.4 Streha

Streha vozila je prilagojena glede na to, ali želi kupec eno ali dve strešni loputi. V tem primeru sta vgrajeni dve. V streho se vgradijo tudi stropne luči, da je prostor vozila v temnejših dnevih osvetljen. V profilih, skozi katere je napeljana električna instalacija, so narejene ojačitve. Levi ter desni profil, ki tvorita vez z levo in desno steno, sta dimenzij premera 40x30x1,5 mm. Prečne cevi, ki tvorijo krožno povezavo ter močno zgradbo pa iz cevi dimenzij 20x40x1,5 mm. Ostale vzdolžne povezave so Z-profil iz pločevine debeline 0,6 mm, dimenzij preseka 30x40x30 mm. Po sredini strehe so še ojačitve z upognjenim pločevinastim trakom zaradi vgradnje strešne lopute, dimenzij 45x40x30x0,8 mm ter profili za montažo stropnih luči Z-profil 12x40x12 mm, debeline 0,6 mm.



Slika 8: Streha

Vir: Lasten

3.4 Sestava ogrodja

Sestavljeno ogrodje tvori kljub relativno majhni lastni teži močno samonosno konstrukcijo vozila, ki je zelo odporna na upogib in torzijo. Z uporabo votlih profilov dosežemo visoko varnost. To ogrodje sestavimo s transporterjem, ki smo ga že prej demontirali ter odrezali vse, česar ne potrebujemo. Vozilo počasi dobiva svoj zunanji videz.



Slika 9: Ogradje

Vir: Lasten

4 SESTAVA AVTOBUSA

4.1 Ogrodje

Ogrodje je sestavljeno iz posameznih sklopov kot so: leva stena, desna stena, streha, zadnja stena in podvozje, ki so med seboj sestavljeni ter pripojeni sprednjemu delu transporterja. Sklopi so sestavljeni iz med seboj varjenih pravokotnih profilov in tvorijo močno konstrukcijo.

4.2 Opločevinjenje

Opločevinimo sprednja koloteka ter stranici vozila z 1 mm pocinkano jekleno pločevino, ki je v skladu s predvidenim dizajnom. Koloteka sta na ogrodje transporterja privarjena, leva ter desna stranica pa sta na ogrodje vozila lepljeni z lepilom Sikaflex 252. Opločevini se tudi ogrodje vrat.

4.3 Poliester

Poliester je polimerni material. Sestavljen je iz veziva, smole in trdilca. V kalup se položi vezivo ter se razporedi v vse vdolbinice in robove, nato se nanese zmes smole in trdilca. Postopek se večkrat ponovi ter pusti, da se posuši. S tem se dobi lahek in razmeroma močen material, oblikovan po kalupu.

Iz poliestra se izdelata zadnja steno in streho vozila, ki se na ogrodje lepita z lepilom Sikaflex 252. Izdelajo pa se tudi manjši polizdelki, kot so vratca nalivnega grla pogonskega goriva, zadnji odbijač ter razni manjši elementi v notranjosti vozila.

4.4 Barvanje

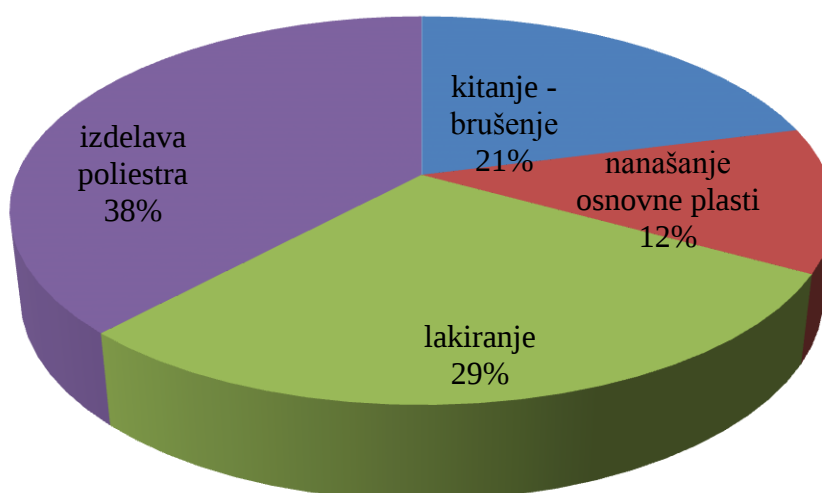
V prvi fazi vozilo optično pregledamo in odpravimo morebitne poškodbe poliestra. Nato vozilo kitamo, da odpravimo neravnine. Le-to naredimo v več korakih in postopoma kontroliramo. Vozilo pobrusimo ter spihamo in pobrišemo prah. Nato na vozilo nanese osnovno plast (predlak). Glede na želje kupca ima vsako vozilo svojo barvo. Najbolj pogosto

je le-ta izbrana po RAL lestvici. Nekatera vozila so barvana z več barvami, glede na dizajn podjetja, za katerega je vozilo.



Slika 10: Avtobus v pripravi na barvanje

Vir: Lasten



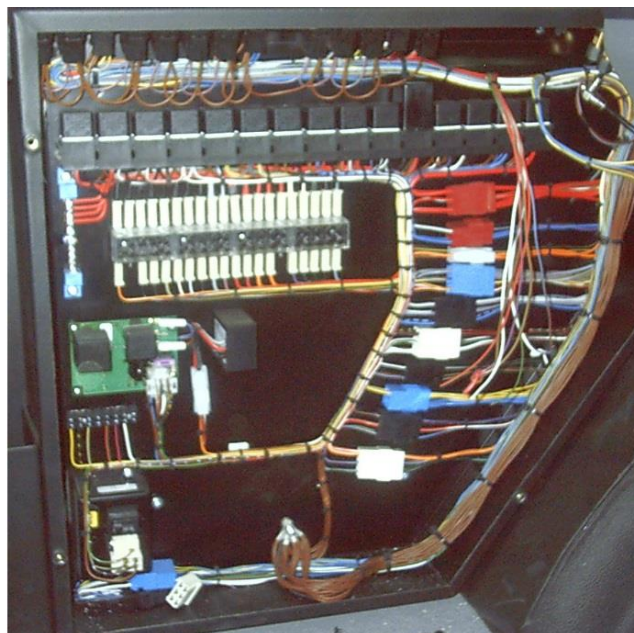
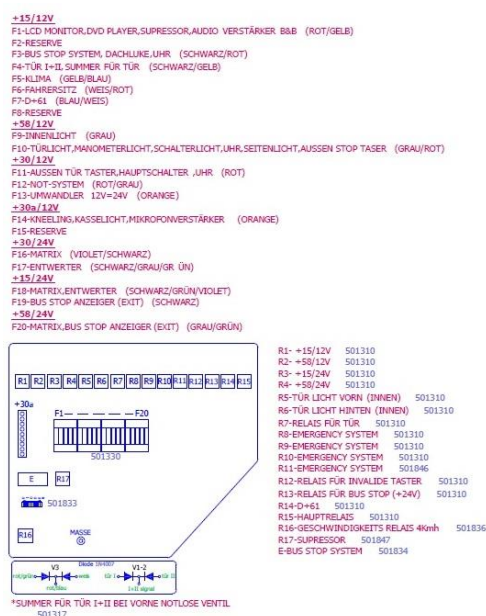
Grafikon 3: Stroški po gabaritih – ličarski oddelek

Vir: Lasten

V ličarskem oddelku pripravljajo poliestrske polizdelke, kar znaša več kot tretjino stroškov v ličarskem oddelku.

4.5 Elektriika

Sledi namestitvev električnih komponent (senzorji, luči, prikazovalniki ...). Po vozilu se namestijo električni vodniki ter se pripeljejo do elektro omarice. Tam se zvežejo skupaj z varovalkami. Večina vozil ima dva akumulatorja. Prvi je ob motorju in je povezan z vsemi napravami, ki so pomembne za upravljanje vozila, drugi pa je nameščen v prostoru, kjer je kompresor za zrak, in ima funkcijo, da z elektriko napaja vse ostale komponente, nameščene v vozilu. Te so: kompresor za zrak, električni prikazovalniki (matrix), vstopna ter izstopna vrata, stop tipke ...



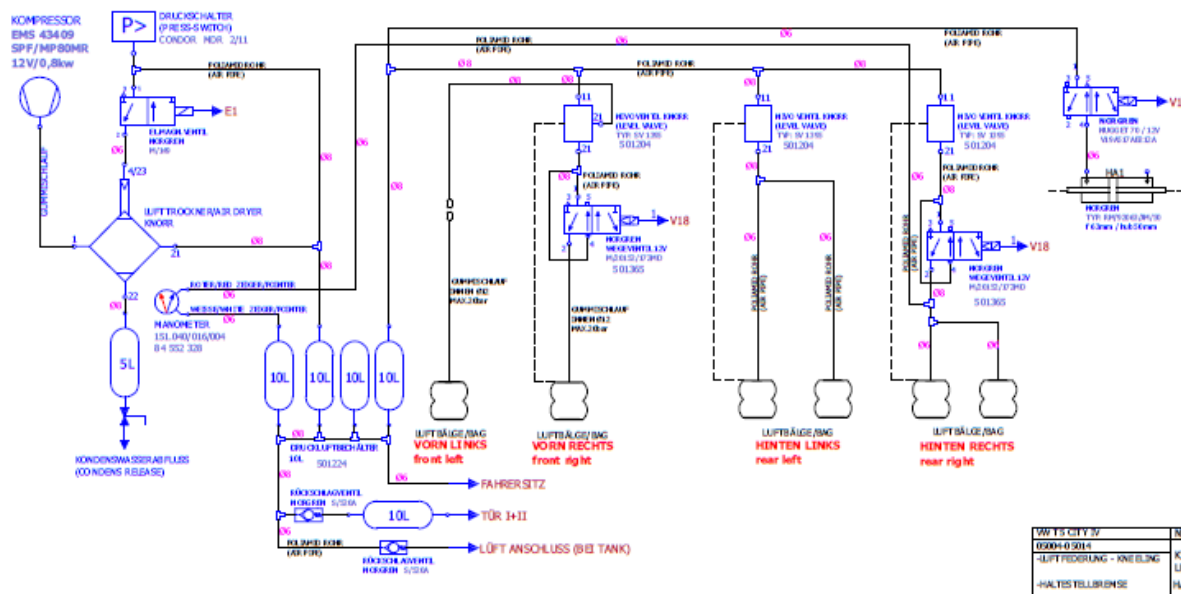
Slika 11: Elektro omarica in opis

Vir: Lasten

4.6 Mehanika

K mehanskim komponentam spadajo elementi, kot so osi vozila, izpušni sistem, zavorni sistem, zračne blazine ter njihova povezava s kompresorjem ... Sestavijo se vse mehanske komponente, največ jih je na podvozju vozila, ter se jih namesti na spodnje ogrodje (šasijo). Tukaj se sestavi tudi sprednji del transporterja, ki se je v demontaži razstavil, nato se doda

dodatne komponente, glede na potrebe v vozilu. Vozilo se pripravi do zagona, prične se testiranje vseh komponent in odprava morebitnih napak.



Slika 12: Shema pnevmatike

Vir: Lasten

4.7 Stekla

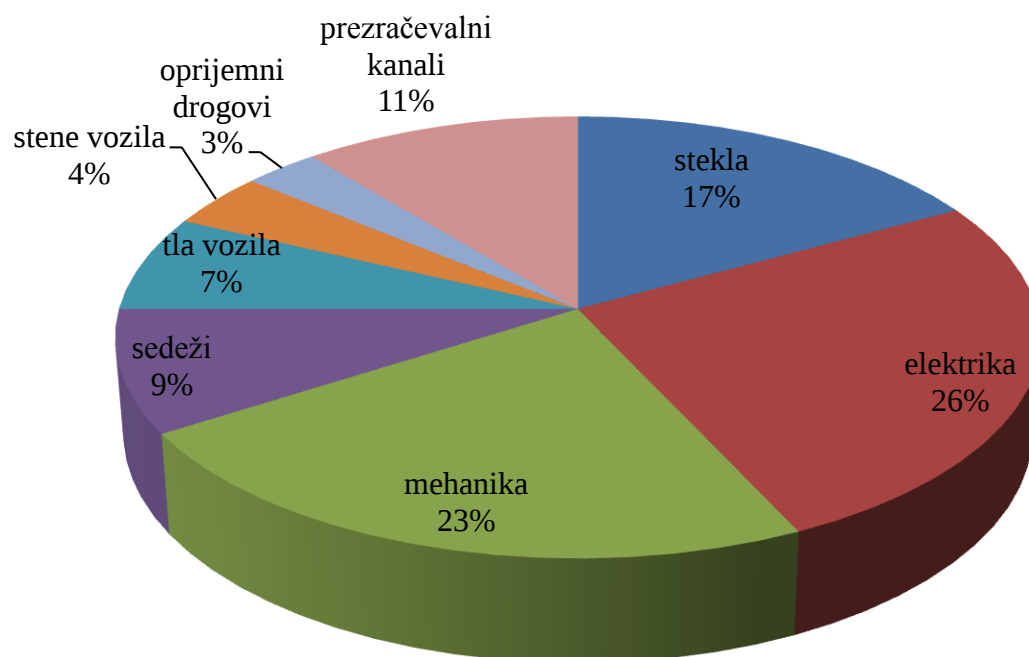
Stekla se izdelajo po načrtih, pri katerih je potrebno paziti na raztezek in skrčec materiala. Načrtujejo se za toliko manjša stekla od odprtine, kolikor veliko zalivko želimo.

Montaža stekel poteka z lepljenjem stekel v naprej pripravljeno odprtino. Steklo najprej pripravimo tako, da rob stekla oz. površino, s katero bo naslonjena na podlago, premažemo z aktivatorjem »Sika Primer«. V tem času, ko se aktivator suši, na naslone stekel naneseemo lepilo Sika (črno) ter stekla namestimo v odprtine. Nato jih je potrebno dovolj močno pritisniti, da se odvečno lepilo razporedi po odprtini, potrebno pa je še lepo zaliti odprtine in oblikovati fugo.

4.8 Ostala montaža

Montaža ostalih komponent na vozilu pa je lepljenje talnih oblog (vodoodporna vezana plošča) in na njo lepljenja obloga z možnostjo pranja tal. V kovinsko ogrodje se prireže stiropor, ki služi kot protihrupna izolacija, na njo pa lesena plošča, debeline 3 mm. Na leseno

ploščo je pa lepljena obloga. Enako se naredi tudi na stropu vozila, nato se namestijo stropne luči. Sledi montaža oprijemnih drogovi, sedežev ter vratnih mehanizmov. Šele na koncu montaže se namestijo vstopna in izstopna vrata, vratca prostora za kompresor ter dodatni akumulator.



Grafikon 4: Stroški po gabaritih – montaža

Vir: Lasten

Stroški na montažnem oddelku so porazdeljeni tako, da je skoraj polovica stroškov v električnem in mehanskem sklopu, medtem ko so v ostali polovici stroškov zajeti sedeži, stekla, prezračevalni kanali ...

5 KONČNI IZDELEK

Avtobus se kot končni produkt, preden ga prevzame kupec, optično pregleda, da se odpravijo vse optične napake, testirajo se vse mehanske ter elektronske naprave v vozilu, opravi se testna vožnja.



Slika 13: Končan avtobus, zunanost

Vir: Lasten



Slika 14: Končan avtobus, notranjost

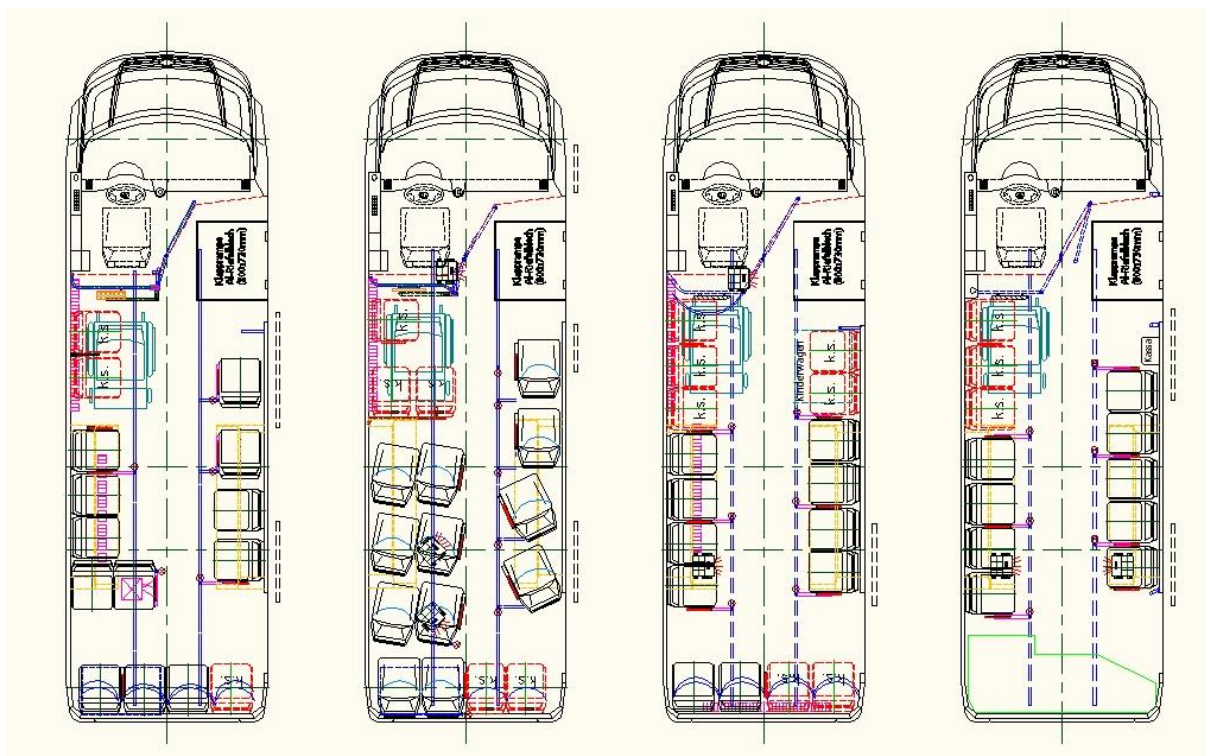
Vir: Lasten

5.1 *Različice*

Glede na zahteve kupcev se vsako vozilo že v začetku načrtuje po njihovih željah. Nekateri kupci želijo imeti več sedišč, spet drugi imajo raje več stojišč. Vse to je odvisno glede na konfiguracijo proge, na kateri bo avtobus vozil. Medtem ko drugi želijo imeti vrata čim bližje vozniku, da lahko kontrolira potrjevanje vozovnic, pa želijo drugi vstopna vrata bolj nazaj, in imajo lahko v sprednjem delu več stojišč ali prostor za ročno prtljago. Imamo tudi različice glede na velikost vrat. Nekateri naročijo dvokrilna vstopna vrata simetrična, večina pa želi asimetrična z možnostjo blokiranja manjših vrat, da lahko v zimskem času odpirajo samo večja, in imajo tako manjšo izgubo toplote.

5.1.1 *Glede na tloris*

Na želje kupcev jim še v fazi načrtovanja avtobusa naredimo tloris vozila in ga prilagodimo njihovim zahtevam.

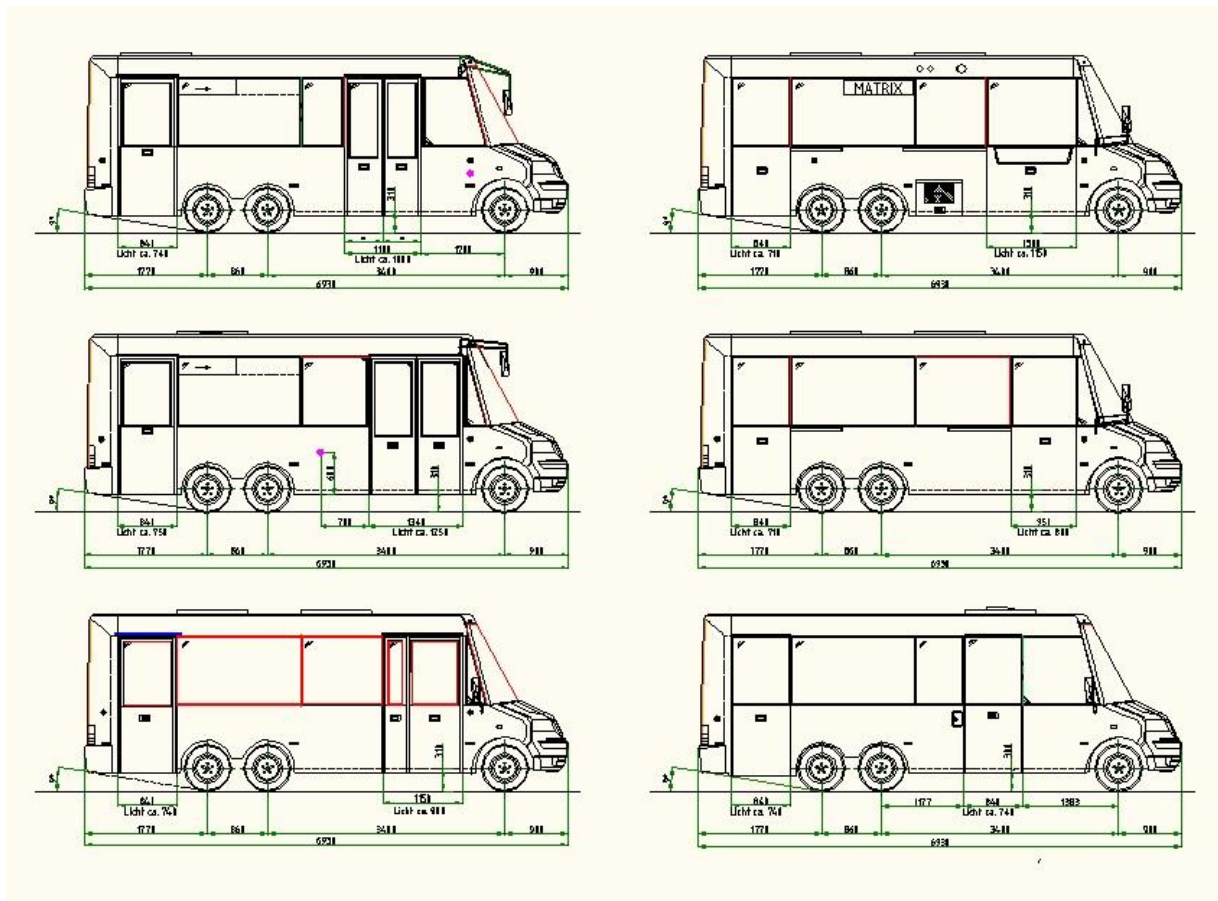


Slika 15: Tlorisi

Vir: Lasten

5.1.2 Glede na razporeditev vrat

Glede na specifikacijo zahtev in konfiguracijo postavitve sedežev prilagodimo odprtino za vrata ter na njih namestimo vrata. Tudi ta so lahko na željo kupca različno velika, simetrična ali asimetrična ter različno vodena. Kupec lahko izbira med pnevmatsko krmiljenimi drsnimi vrati, pnevmatsko krmiljenimi vrati odpirajočimi se na vodilnih ročicah, odpirajočih se navzven, elektro krmiljenimi vrati odpirajočimi se na vodilnih ročicah odpirajočih se navzven ali na pnevmatsko krmiljenem mehanizmu z odpiranjem vrat v notranjost avtobusa.

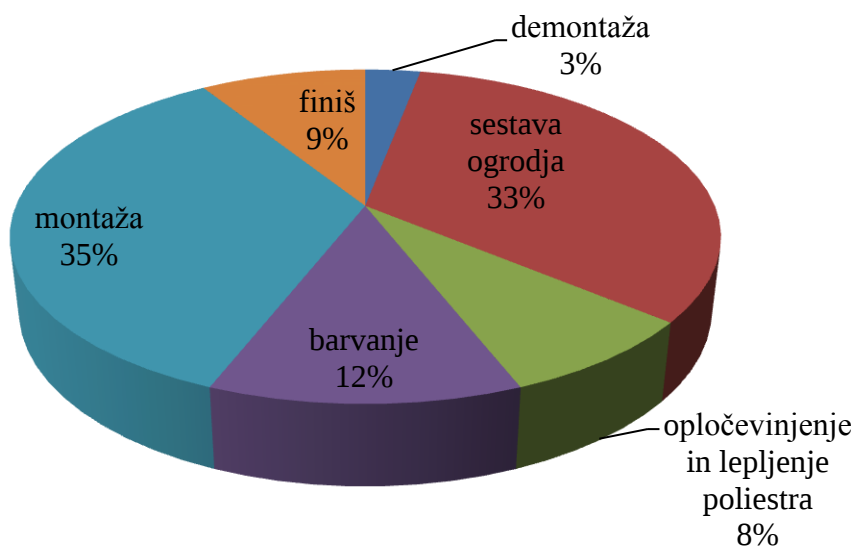


Slika 16: Postavitev vrat

Vir: Lasten

6 ZAKLJUČEK

Trg prodaje avtobusov preplavljajo vozila, izdelana predvsem v Turčiji, ki so zaradi nižje cene delovne sile cenejša. Ostali avtobusi, izdelani v Evropi, so predvsem večji (nad 8 m) ter priznanih blagovnih znamk (Mercedes-Benz, Neoplan, Setra, MAN, VDL, Volvo ...). Zaradi tega je bilo potrebno poiskati prodajno nišo. Vozila izdelana v podjetju Kutsenits d.o.o. so v celoti prilagojena željam in potrebam kupcev, zato so izdelana namensko za določenega kupca, zaradi česar je dobavni rok vozila daljši, kot bi bil v primeru, če bi se vozila proizvajala na zalogo.



Grafikon 5: Časovna izdelava vozil

Vir: Lasten

Proizvodnja tovrstnega vozila je finančno precej draga. Najdražje je ogrodje z opločevinjenjem in lepljenjem poliestra, a tudi montaža ni daleč za tem. Prav zaradi tega se večja podjetja ne odločajo za izdelavo tovrstnih vozil, ter se posvečajo trgu, kjer se proda več vozil (serijska proizvodnja).

Zunanja oblika vozila je v največji možni meri enaka pri isti vrsti vozila, spreminja se le postavitev vstopnih ter izstopnih vrat. Notranjost vozila pa je odvisna od potrebe kupca po razporeditvi sedežev, posebnim lokalnim predpisom za mestne avtobuse ter ne nazadnje v skladu s tehničnimi predpisi za tovrstna vozila.

Iz teh razlogov je potrebno vsako vozilo v veliki meri načrtovati od začetka izdelave do končnega produkta ter še tekom izdelave dodelati določene elemente v skladu z željami kupca.

V diplomu sem predstavil izdelavo malega mestnega avtobusa na osnovi Volkswagnovega transporterja. Tovrstna vozila so zadnja leta vedno bolj iskana, ker so mestna središča zaprta za osebne avtomobile ter preozka za velike avtobuse. Prilagojena so tudi za prevoz gibalno oviranih ljudi, ki potrebujejo več prostora ter se težje premikajo.

7 UPORABLJENA LITERATURA IN VIRI

7.1 Literatura

1. Stropnik, J., Šterk, P., Juhart, K., (2002). *Statika*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
2. Jereb, J., (2004). *Osnove kovinarstva in strojništva*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.
3. Jakobović, Z., Kavšek, M., (2007). *Tehnički leksikon*. Zagreb: Leksikografski zavod Miroslav Krleža.
4. Aberšek, B., (1995). *Tehnologija in obdelava gradiv*. Radovljica: Didakta.
5. Kampuš, Z., (2011). *Osnove tehnologije preoblikovanja kovin*. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo.

7.2 Internetni viri

1. Mesti avtobus. (2012). Pridobljeno 23.7.2014 s spletne strani <http://www.bus-bild.de/1024/wiener-linien-nr-8601w-1026-57165.jpg>
2. Hawlisch, M. (2006). Notranjost low entry avtobusa. Pridobljeno dne 23.7.2014 s spletne strani: http://de.wikipedia.org/wiki/Low-Entry-Bus#mediaviewer/Datei:Citaro_LE_Innenansicht_100_7576.jpg
3. Turistični avtobus. (2014). Pridobljeno 23.7.2014 s spletne strani <http://www.setra.de/en/coaches-buses/topclass/models/s-515-hdh.html>
4. VW T5. (2013) Pridobljeno 28.7.2014 s spletne strani http://de.wikipedia.org/wiki/VW_T5
5. Volkswagen Transporter. (2012). Pridobljeno 25.7.2014 s spletne strani http://www.vw-bulli.de/de/galerien/t5-bis-2009.html?tx_core4flexgallery_pi1%5B%40widget_0%5D%5BcurrentPage%5D=2&cHash=2e700b36279dbfe56f9da467aa1914d5
6. Podvozje. (2009). Pridobljeno 30.7.2014 s spletne strani <http://www.howcarswork.co.uk/modules/articles/article.php?id=16>

7. Ogradje. (2011) Pridobljeno 6.8.2014 s spletne strani <http://en.wikipedia.org/wiki/Truss>
8. Opločevinjenje. (2008) Pridobljeno 6.8.2014 s spletne strani <http://zeleznina.mister.si/sikaflex-252-p-1154.html>
9. Primer. (2014) Pridobljeno 5.8.2014 s spletne strani http://www.mixi-caravaning.si/katalog/product.php?cat_id=125&product_id=1010321816