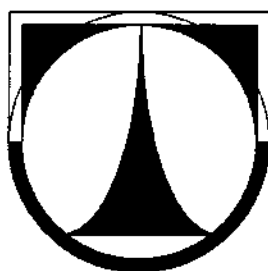


TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA STROJNÍ

Katedra vozidel a motorů



PALIVOVÁ SOUSTAVA PRO POHON VOZU
ŠKODA ROOMSTER CNG

FUEL SYSTEM FOR
ŠKODA ROOMSTER CNG CAR

Diplomová práce

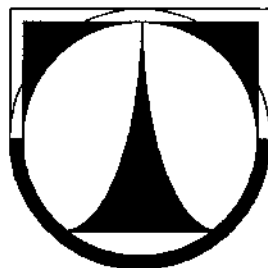
Tomáš Kučera

Květen 2009

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA STROJNÍ

Katedra vozidel a motorů



Obor 2302T010

Konstrukce strojů a zařízení

Zaměření:

Kolové dopravní a manipulační stroje

PALIVOVÁ SOUSTAVA PRO POHON VOZU ŠKODA ROOMSTER CNG

FUEL SYSTEM FOR ŠKODA ROOMSTER CNG CAR

Tomáš Kučera

KVM – DP – 594

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Josef Laurin, CSc., TU v Liberci

Konzultant diplomové práce:

Ing. Radek Bjaček, Škoda-Auto, a.s.

Rozsah práce a příloh:

Počet stran: 49

Počet tabulek: 6

Počet příloh: 8

Počet obrázků: 38

Počet výkresů: 8

Květen 2009

Místo pro originální zadání DP

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

FAKULTA STROJNÍ

Katedra vozidel a motorů

Zaměření: Kolové dopravní a manipulační stroje

Studijní program: M2301 – Strojní inženýrství
Diplomant: Tomáš Kučera
Téma práce: Palivová soustava pro pohon vozu Škoda Roomster CNG
Fuel system for Škoda Roomster CNG car
Číslo DP: KVM – DP – 594
Vedoucí DP: doc. Ing. Josef Laurin, CSc., TU v Liberci
Konzultant: Ing. Radek Bjaček, Škoda-Auto, a.s.

Anotace:

Diplomová práce obsahuje řešení přestavby osobního automobilu Škoda Roomster s benzinovým motorem na pohon stlačeným zemním plynem. Obecně se zabývá úpravou vozidla pro provoz na CNG. Především je práce zaměřena na výběr vhodnější koncepce palivového systému pro automobil Roomster, konstrukci náhradní benzinové nádrže a její zástavbu na vozidlo. Dále se zabývá výběrem a umístěním tlakových nádrží. Nakonec byly zpracovány předpokládané provozní parametry automobilu.

Klíčová slova:

CNG automobil, Škoda Roomster CNG, konstrukce benzinové nádrže.

Annotation:

Dissertation contains solution for a redesign of a Škoda Roomster passenger car with a petrol drive to a compressed natural gas drive. Generally it deals with a car modification into a CNG running. This work is focused on a choice of more suitable fuel system concept for the Roomster car, on a design of a spare petrol tank and its installation into the car. Further it occupies with a choice and position of pressure tanks. In the end there are supposed operating car parameters.

Key words:

CNG car, Škoda Roomster CNG, petrol tank design.

Prohlášení k využívání výsledků diplomové práce

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom(a) povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V dne

.....

podpis

Poděkování

Děkuji všem, kteří svou pomocí a podporou přispěli k vypracování této diplomové práce. Zvláště děkuji vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Josefu Laurinovi, také Ing. Radku Bjačkovi a celému oddělení TPP z firmy Škoda Auto. V neposlední řadě chci poděkovat svým rodičům, bez jejichž podpory by tato práce nemohla vzniknout.

Obsah

Obsah.....	- 7 -
Seznam použitých zkratk a symbolů	- 9 -
1 Úvod.....	- 10 -
2 Podmínky přestaveb osobních automobilů na CNG.....	- 11 -
2.1 Stlačený zemní plyn CNG.....	- 11 -
2.1.1 Chemické složení	- 11 -
2.1.2 Výhody	- 11 -
2.1.3 Nevýhody	- 13 -
2.2 Předpis EHK	- 13 -
2.2.1 Výběr z normy EHK 110	- 13 -
2.3 Způsoby přestavby automobilů na CNG.....	- 14 -
2.3.1 Tlakové nádrže	- 14 -
2.3.2 Plynové palivové příslušenství.....	- 15 -
3 Monovalentní a bivalentní koncepce palivových systémů.....	- 17 -
3.1 Předpis EHK	- 17 -
3.1.1 Výběr z normy EHK 83	- 17 -
3.2 Monovalentní palivový systém	- 17 -
3.3 Bivalentní palivový systém	- 17 -
4 Analýza současného trhu sériových vozidel CNG.....	- 19 -
4.1 Dosavadní stav trhu osobních vozidel CNG	- 19 -
4.2 Přehled sériově vyráběných vozidel	- 19 -
4.3 Vyhodnocení trhu vozidel.....	- 28 -
5 Škoda Roomster	- 29 -
5.1 Parametry vozu	- 29 -
5.2 Přehled dodávaných motorizací	- 30 -
5.2.1 Zážehový motor 1,4 l / 63 kW	- 30 -
5.3 Palivová soustava.....	- 31 -
6 Projekt přestavby	- 32 -
6.1 Volba koncepce palivového systému.....	- 32 -
6.2 Úprava zástavby pro verzi CNG	- 32 -
6.3 Plynové palivové komponenty	- 34 -

6.3.1 Tlakové nádrže	- 34 -
6.3.2 Příslušenství plynového palivového pohonu.....	- 35 -
6.4 Benzinové palivové komponenty	- 36 -
6.4.1 Benzinová nádrž.....	- 36 -
6.4.2 Čerpadlo paliva	- 38 -
6.4.3 Palivový filtr s regulátorem tlaku paliva.....	- 38 -
6.4.4 Palivové vedení	- 39 -
6.4.5 Systém odvětrání nádrže	- 39 -
6.4.6 Plnění nádrže	- 40 -
6.4.7 Kompletní benzinová nádrž + příslušenství.....	- 41 -
6.5 Zástavba palivového systému	- 43 -
7 Očekávané provozní parametry	- 45 -
7.1 Hmotnostní parametry vozidla.....	- 45 -
7.2 Výkonové parametry vozidla	- 46 -
7.3 Dojezd a spotřeba paliva	- 46 -
7.4 Očekávané parametry vozidla Škoda Roomster CNG.....	- 47 -
8 Závěr	- 48 -
Literatura.....	- 49 -

Seznam použitých zkratek a symbolů

Zkratky:

CNG Compressed Natural Gas – stlačený zemní plyn,
ČSN Česká Státní Norma,
EHK Evropská Hospodářská Komise,
LNG Liquefied Natural Gas – zkapalněný zemní plyn,
LPG Liquefied Petroleum Gas – zkapalněný ropný plyn (propan – butan),
MKP Metoda Konečných Prvků,
NG Natural Gas – zemní plyn.

Symboly:

α poměr spotřeby plyn / benzin [-],
 λ součinitel přebytku vzduchu [-],
 ρ měrná hmotnost [kg/m^3],
 A_T teoretická spotřeba vzduchu [$\text{kg}_{\text{vzd}}/\text{kg}_{\text{pal}}$],
 H_L dolní hranice výhřevnosti paliva [MJ/kg],
 L spotřeba paliva [l/km , kg/km],
 m hmotnosti jednotlivých komponentů [kg],
 p_e střední efektivní tlak ve válci motoru [Pa],
 p_{TL} tlak v nádržích [Pa],
 P_m max. výkon motoru [kW],
 r individuální plynová konstanta [J/kgK],
 S dojezd automobilu [km],
 $T_{D\acute{U}}$ teplota náplně válce na konci plnění [$^{\circ}\text{C}$],
 V objem palivové nádrže [l].

1 Úvod

Automobil je považován za jeden z nejdůležitějších vynálezů v dnešním světě. V naší společnosti patří mezi nepostradatelné prostředky, téměř nikdo z nás si bez něj svůj život nedokáže představit.

V automobilovém průmyslu je dnes trend hledat paliva, která by v budoucnu měla nahradit produkty z ropy. Tato snaha má více důvodů. Hlavním důvodem je, že ropa patří mezi neobnovitelné zdroje, dříve nebo později nastane doba, kdy budou zásoby ropy zcela vyčerpány. Vývojové společnosti si nemohou dovolit čekat, až nás nedostatek ropy bude přímo ohrožovat. Nové alternativy musí projít dlouhým vývojem, než budou moci být používány v běžném provozu a budou konkurenceschopné. Dalším důvodem je ekologie. Hledají se ekologičtější varianty provozu vozidel, než je spalování benzínu nebo nafty ve válci motoru. Právě ekologie je vedle ubývajících zásob ropy hlavním hybatelem pátrání po nejvhodnější alternativě. Automobily se dnes podílejí obrovskou měrou na znečišťování životního prostředí a cílem alternativních paliv je, aby tomu tak již dále nebylo. Proto je hledání alternativních paliv důležité a aktuální. Většina výrobců automobilů se velmi věnuje otázce, kterým palivem pohánět jejich vozy. Existuje více variant a možností, kam se bude automobilový průmysl dále ubírat. My dnes jednoznačně nedokážeme určit, jaké palivo bude palivem budoucnosti. Ani nevíme, jestli to bude jedno palivo a vybuduje si silnou pozici jako ropa, anebo si zákazníci budou moci vybírat z více možností a každý výrobce půjde svou cestou. S velkou nadějí vědci hledí například na vodík, ale zaobírají se i spoustou dalších variant, jejichž postupné jmenování je nad rámec této práce. V této volbě budou hrát důležitou roli kritéria jako ekologie, dostupnost, cena a v neposlední řadě zájmy velkých firem.

V cestě za pohonem budoucnosti nám stojí ještě hodně překážek, které budeme muset překonat, a hodně otázek, na které budeme muset najít odpovědi. Ale to už je poměrně daleká budoucnost. Dnes řada automobilových společností řeší problém čím nahradit benzin nebo naftu s co nejmenšími náklady na úpravu benzinových nebo naftových vozidel a jejich motorů. Právě takovou přestavbou osobního vozidla na pohon zemním plynem CNG se zabývá i tato diplomová práce.

Cílem této práce je na základě analýzy trhu vozidel CNG, porovnáním vzájemných výhod a nevýhod monovalentního a bivalentního systému a s ohledem na předpisy, zvolit výhodnější koncepci a provést projekt přestavby osobního automobilu Škoda Roomster na pohon zemním plynem CNG. Dále se podrobněji zabývat konstrukcí nové benzinové nádrže. Na základě zadání se podrobněji nezabývám plynovým palivovým příslušenstvím a řeším pouze zástavbu tlakových nádrží, stejně tak nutná úprava výfukové soustavy není předmětem této práce.

2 Podmínky přestaveb osobních automobilů na CNG

2.1 Stlačený zemní plyn CNG

Pod zkratkou CNG rozumíme stlačený zemní plyn, anglicky compressed natural gas. Zemní plyn není jedovatý, je bez barvy a zápachu. Aby mohl být využíván jako palivo pro pohon motorových vozidel, je stlačován na vysoký tlak a v této formě je také skladován v tlakových nádobách na vozidle. Zemní plyn lze využívat i ve zkapalněné formě poté mluvíme o LNG.

2.1.1 Chemické složení

Z chemického hlediska je zemní plyn směs plynných uhlovodíků s proměnnou příměsí neuhlovodíkových plynů. Jeho charakteristickým znakem je vysoký obsah metanu CH_4 . Jeho různá složení podle místa těžby jsou popsány v tabulce 2.1.

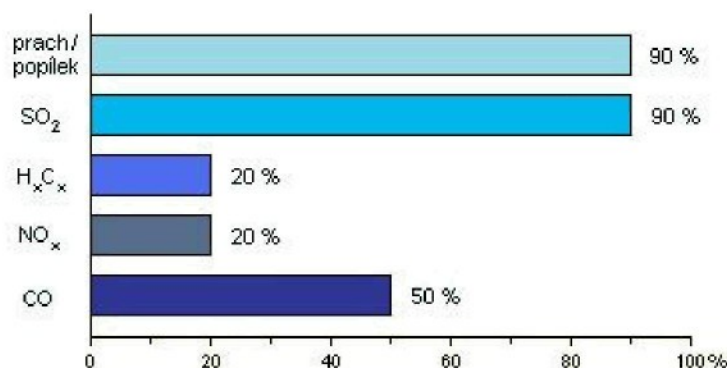
Tab. 2.1 Chemické složení zemního plynu podle místa těžby [2]

	Jednotka	Ruský	Norský	Nizozemský
Metan	% obj.	98,3	84,4	82,6
Etan	% obj.	0,51	8,85	3,45
Propan	% obj.	0,15	3,17	0,74
Butan	% obj.	0,03	0,65	0,16
i- Butan	% obj.	0,02	0,34	0,1
Vyšší uhlovodíky	% obj.	0,08	0,25	0,18
H₂	% obj.	-	0,002	-
N₂	% obj.	0,84	0,42	11,69
CO₂	% obj.	0,07	1,92	1,08

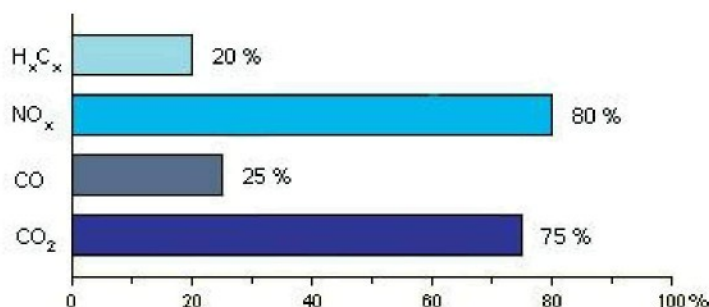
2.1.2 Výhody

Zemní plyn má velký potenciál pro využití jako motorové palivo, což vyplývá z následujících výhod ekologických, ekonomických i bezpečnostních.

Ekologické výhody zemního plynu jsou jednoznačné, vyplývají z jeho chemického složení. Produkce škodlivin těchto vozidel je výrazně nižší v porovnání s vozidly na klasická paliva, vzájemné porovnání je zobrazeno na obrázku 2.1 a 2.2. Žijeme ve světě, kdy je stále připomínána hrozba globálního oteplování vlivem skleníkového efektu. Právě i vliv na skleníkový efekt je u těchto vozidel rovněž nižší.



Obr. 2.1 Snížení emisí (g/km) u osobních vozidel s pohonem na zemní plyn a naftu (100 %) [9]



Obr. 2.2 Snížení emisí (g/km) u osobních vozidel s pohonem na zemní plyn a benzín (100 %) [9]

Zemní plyn je ekonomicky výhodný, jeho cena na současném trhu je nižší, než u klasických paliv jako benzin a nafta. Můžeme předpokládat, že tento rozdíl mezi základními palivy a CNG zůstane zachován i do budoucna, protože jeho cena se od nich odvíjí. K ekonomické výhodnosti přispívá i jeho daňové zvýhodnění vládou ČR oproti ostatním palivům. To vede k tomu, že i přes počáteční vyšší investici je její návratnost v řádu několika let, záleží jak často, je toto vozidlo provozováno.

Vozidla na zemní plyn jsou bezpečnější než vozidla používající klasická kapalná paliva. Tento fakt vyplývá z fyzikálních vlastností i ze zkušeností z dlouhodobého provozu. Zemní plyn má nižší hustotu než vzduch, volně se rozptyluje, má vyšší zápalnou teplotu než benzin. Tlakové lahve jsou také velice pevnostně odolné.

Za další výhodu může být považována jednoduchá přeprava plynu k uživateli. Je přepravován již vybudovanými plynovody. Tím snižujeme počet nákladních cisteren s kapalnými pohonnými hmotami na pozemních komunikacích.

Další fakta, která nelze opomenout mezi výhodami zemního plynu, jsou: Vysoké oktanové číslo (130), to příznivě ovlivňuje klepání motoru. Zemní plyn také umožňuje spalovat i velmi chudou směs a se vzduchem tvoří homogenní palivovou směs. Z těchto faktů vyplývá menší zatěžování motoru. A nakonec lze uvést i nemožnost odcizení paliva.

2.1.3 Nevýhody

Největším záporem zemního plynu je jeho neobnovitelnost. V tomto případě se řadí k ropným produktům benzinu a naftě, mezi tzv. fosilní paliva.

Mezi nevýhody stále ještě můžeme zařadit nedostatečnou infrastrukturu, zejména se jedná o menší počet plnicích stanic a to hlavně v ČR. Ale síť čerpacích stanic se postupně rozrůstá, na základě dohody plynárenské společnosti s vládou ČR by mělo dojít k výstavbě 100 plnicích stanic. V Evropě je tento stav o něco lepší. Například v Německu přesahuje počet plnicích stanic číslo 800. Za další silné evropské země lze považovat Francii a Itálii, která byla první zemí na světě využívající zemní plyn jako pohonnou hmotu. Celosvětově mají nejhustší síť plnicích stanic Argentina, Brazílie a Pákistán.

Také sem lze zařadit, již zmiňovanou, počáteční vyšší cenu vozidla. Ale vzhledem k poměrně rychlé návratnosti investice, nelze tento fakt považovat za zásadní.

Dalšími nevýhodami jsou provozní nevýhody. Zejména zvýšení celkové hmotnosti automobilu a tím snížení povolené užitečné hmotnosti, v důsledku instalace tlakových nádob. Řešením může být použití tlakových nádob z kompozitních materiálů, které jsou až 5x lehčí než klasické ocelové. Dále je udáváno snížení výkonu o cca 5-10 %. Také dojezd CNG vozidel je oproti klasickým palivům nižší. Pro srovnání 1 kg CNG = 1,4 m³ CNG a 1 l benzinu = 1 m³ CNG. Například na nádrž o vodním objemu 70 l ujedeme zhruba 200-250 km podle typu vozidla [9].

2.2 Předpis EHK

Předpis EHK je předpisem Evropské hospodářské komise. Pro výrobu a přestavbu automobilů na CNG je norma EHK 110. Obsahuje jednotná ustanovení pro homologaci motorových vozidel používajících stlačený zemní plyn ve svém pohonném systému.

2.2.1 Výběr z normy EHK 110

Montáž CNG nádrže [5]:

- Nádrž musí být pevně namontována ve vozidle a nesmí být umístěna v motorovém prostoru.
- Nádrž musí být montována s vyloučením dotyku kov na kov, s výjimkou připevňovacích bodů nádrže(í).
- Palivová nádrž nesmí být montována níže než 200 mm nad povrchem vozovky při pohotovostním zatížení vozidla. Toto neplatí v případě, že nádrž je dostatečně chráněná zepředu a po stranách a žádná část nádrže není umístěna níže než její ochranný systém.
- Palivová(é) nádrž(e) nebo tlaková(é) láhev(e) musí být namontovány tak, aby mohly absorbovat (bez poškození) následující zrychlení při jejich plném naplnění: Vozidla kategorie M1: 20 g ve směru jízdy 8 g ve směru vodorovně-kolmém na směr jízdy. Lze použít výpočtové metody místo praktických

zkoušek, pokud žadatel o homologaci uspokojivě prokáže technické organizaci její rovnocennost.

2.3 Způsoby přestavby automobilů na CNG

Přestavba automobilu na CNG nezahrnuje pouze montáž tlakových nádrží na vozidlo, ale je nutné provést i další úpravy. Musíme přidat kompletní plynové palivové příslušenství.

Jestliže chceme vlastnit vozidlo, které pohání zemní plyn, máme dvě možnosti. První variantou je koupit si sériově vyráběný automobil na CNG od výrobce nebo od předchozího majitele. Druhou variantou je nechat si přestavět vozidlo s konvenčním pohonem u specializované firmy, která se zabývá přestavbou každého vozidla individuálně, případně má zpracované postupy pro jednotlivé typy. Ta provede kompletní zástavbu, ale v tomto případě většinou přicházíme o větší část zavazadlového prostoru, kde se poté nachází tlaková nádrž. Automobilová společnost má větší možnosti jak takovéto vozidlo upravit, může si dovolit mnohem větší zásah do konstrukce vozidla a to hlavně proto, že se předpokládá větší série takovýchto vozidel a případná vyšší investice se jí vrátí. Dále se zaměřím pouze na přestavbu sériově vyráběného vozidla na CNG.

Zde se setkáváme s různými druhy řešení. Častou variantou je montáž tlakových nádrží na podvozek automobilu místo stávající benzinové nádrže a místo rezervního kola. Dle nové legislativy již rezervní kolo na vozidle z výroby být nemusí. Poté je součástí výbavy speciální sada na opravu případného defektu pneumatiky. Dále je nutné zastavět do vozidla veškeré vedení plyného paliva. A to jak plnicí systém a přívod do nádrží, tak také přívod z tlakových nádrží do spalovacího prostoru. Toto všechno musí být provedeno za splnění všech bezpečnostních podmínek. Automobil na CNG také musí obsahovat menší či větší benzinovou nádrž a to hlavně pro start motoru a následný rozjezd, nebo může být vybaven i přepínačem pro volbu paliva a využíván jako dvoupalivové vozidlo. Také musí být provedeny úpravy motoru.

2.3.1 Tlakové nádrže

Zemní plyn je v nejčastěji používaných nádržích skladován pod tlakem 20 MPa, maximální možnosti dnes vyráběných nádrží dovolují hodnoty až kolem 70 MPa, ale jejich cena zatím nedovoluje větší rozšíření. Nádrž musí být zastavěna ve vozidle, tak aby splňovala předpis EHK 110, výňatek je uveden v kapitole 2.2.1. Z bezpečnostního pohledu lze považovat tlakové nádrže za bezpečnější než benzinové, které se při nehodě mnohem snáze poruší. Tlakové láhve dokážou odolat i nárazu při havárii. Jsou také jištěny bezpečnostními ventily, takže zemní plyn nemůže unikat do okolí. V případě požáru vozidla tavná pojistka nádrží zajistí postupné vypouštění a vyhoření plynu, tak aby nedošlo k explozi.



Obr. 2.3 Tlaková nádrž [10]

Tlakové nádrže jsou vyráběny z oceli nebo kompozitních materiálů, které jsou dražší, ale také mnohem lehčí než ocel. V České republice je jediným výrobcem lahví CNG firma Vítkovice Cylinders a.s. V zahraničí existuje několik firem, které se výrobou tlakových nádrží na CNG také zabývají. Největším evropským producentem je italská firma Faber Industrie S. p. A. Mezi významné mimoevropské výrobce patří kanadská firma Dynetek a firma z USA Lincoln Composites.

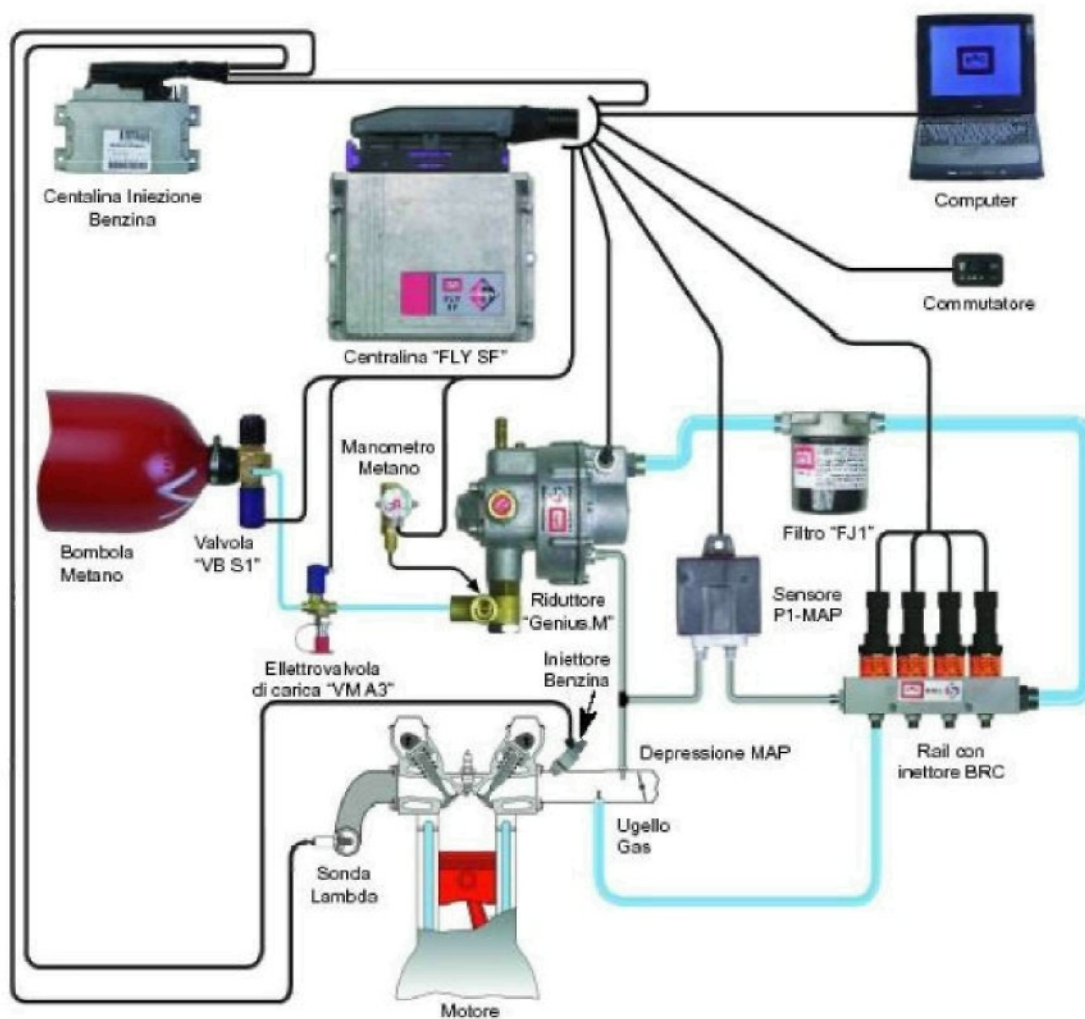
2.3.2 Plynové palivové příslušenství

Existují dvě varianty plynového palivového systému pro motory. První variantou je vstřikování plynu do sání motoru elektromagnetickými ventily. Druhou starší a dnes stále méně používanou variantou je palivový systém se směšovačem plynu a vzduchu v sání motoru.

Plynový palivový systém je dále vybaven plnicím ventilem, pojistnými ventily na jednotlivých nádržích, elektromagnetickým ventilem a regulačním ventilem na vstupu do motoru.

Plnicí ventil zajišťuje připojení tankovací pistole k vozidlu a vysokotlakým vedením dopravuje palivo do nádrží. Přes pojistný ventil jde plyn z vysokotlakého vedení do nádrže, dále řídí odběr plynu a v případě překročení maximálního povoleného tlaku zajišťuje odpouštění plynu. Elektromagnetický ventil otevírá a uzavírá přívod plynu dále k motoru podle volby pohonu benzin / CNG. Regulační ventil reguluje tlak na vstupu do motoru.

Od plnicího ventilu do nádrží je pracovní tlak ve vedení plynu stejný jako maximální přípustný tlak v nádrži, proto je veden vysokotlakým vedením. Od nádrží k regulačnímu ventilu dosahuje tlak opět hodnot maximálního tlaku v nádržích. Od regulačního ventilu k motoru se tlak pohybuje v řádu jednotek barů. Schematické uspořádání plynového palivového systému je na obrázku 2.4.



Obr. 2.4 Uspořádání plynového palivového příslušenství [20]

3 Monovalentní a bivalentní koncepce palivových systémů

3.1 Předpis EHK

Předpisem, který rozděluje automobily na monovalentní tedy jednopalivová vozidla a bivalentní tedy dvoupalivová vozidla je norma EHK 83. Tato norma se zabývá homologací vozidel z hlediska emisí škodlivin podle požadavku na motorové palivo.

3.1.1 Výběr z normy EHK 83

Definice rozdělení [6]:

- „jednopalivové vozidlo“ znamená vozidlo, které je konstruováno primárně pro trvalý provoz na LPG nebo NG, avšak může mít také benzinový systém jen pro nouzové účely nebo pro startování, a jehož benzinová nádrž pojme nejvýše 15 litrů benzínu.
- „dvoupalivové vozidlo“ znamená vozidlo poháněné po určitou dobu benzinem a po určitou dobu LPG nebo NG.

3.2 Monovalentní palivový systém

Monovalentním palivovým systémem rozumíme jednopalivový systém. Pohonnou hmotou je v našem případě zemní plyn. Podle předpisu, jak vyplývá z normy EHK 83, může být doplněn maximálně 15 litrovou benzinovou nádrží na rozjezdy a případně nouzový provoz.

Jednopalivový systém má podle předpisu další výhody. Měření emisí v tomto případě probíhá pouze při pohonu na většinové palivo, tedy plyn, v tomto případě CNG. To je poměrně velká výhoda, protože CNG má oproti klasickým palivům benzinu a naftě nižší emise škodlivin, vzájemné porovnání je v kapitole 2.1.2. Emise jak známo jsou na vozidlech dnes velmi sledovaným parametrem a novými předpisy jsou stále stlačovány dolů. Z nízkých emisí kromě výhod ekologických plynou i další výhody. Například nižší daňová sazba z provozu vozidla, nebo různé cenové zvýhodnění takového automobilu. Dále monovalentní vozidlo nabízí větší možnosti v zástavbě pro umístění tlakových nádrží.

Malé benzinové nádrže, kterými je palivový systém doplněn, jsou konstruovány jako plechové svařence nebo plastové výstřiky. Plechové svařence se používají u menších sérií, protože stroje na jejich výrobu jsou drahé. U větších sérií se již vyplatí nádrže plastové. S případným rozšiřováním vozidel na CNG se dá předpokládat přechod k těmto nádržím.

3.3 Bivalentní palivový systém

Bivalentním palivovým systémem rozumíme dvoupalivový systém. Za dvoupalivové vozidlo je podle předpisů považováno vozidlo, které může být poháněno po určitou dobu zemním plynem a po určitou dobu benzinem. Benzinová nádrž musí

mít větší objem než 15 litrů. Řidič si sám může zvolit, na které palivo pojede tlačítkem na přístrojové desce.

Nespornou výhodou bivalentních vozidel oproti monovalentním je jejich větší dojezd. Ten je ve většině případů dnes nabízených vozidel větší než čistě benzinová verze vozidla při zachování objemu benzinové nádrže. Při nedostatečné infrastruktuře čerpacích CNG stanic, lze považovat za výhodu větší objem benzinové nádrže. S větším dojezdem úzce souvisí užitečná hmotnost. Ta naopak bude snížena výrazněji než v případě monovalentu. U užitkového vozidla to lze považovat za výrazný hendikep.

Bivalentní vozidla jsou většinou vybavena benzinovou nádrží ze sériové verze čistě benzinového vozidla. Ta je zachována na svém místě, proto musíme hledat jiné umístění tlakových nádob. Tato vozidla mají také často menší objemy tlakových nádrží než monovalentní. Umístění plynových nádrží je možné místo rezervního kola, nebo v zavazadlovém prostoru, anebo jinde pod podlahovou plošinou, případně kombinací předchozích variant. Vždy záleží na typu vozidla a na možnostech výrobce.

4 Analýza současného trhu sériových vozidel CNG

4.1 Dosavadní stav trhu osobních vozidel CNG

Stále více automobilových společností má, nebo vyvíjí vozidla s alternativními pohony. Mezi důvody, které je k tomu vedou, zcela jistě patří neobnovitelnost a neekologičnost ropy. Dalším důvodem je nestabilní a stále poměrně vysoká cena ropy a dá se předpokládat, že s ubývajícími zásobami se bude zvyšovat. Ekologie má na tento trh velký vliv. Dnes je moderní vlastnit automobil na alternativní pohon, například hybridní vozidlo, nebo vozidlo spalující biopaliva anebo zemní plyn. Tato vozidla jsou potom označena jako ekologická. Spousta vlád na světě vozidla s alternativními pohony různými způsoby zvýhodňuje.

Z pohledu České republiky vozidla s pohonem na CNG nejsou v současné době příliš rozšířena. Na silnicích v roce 2008 jezdilo zhruba 1200 aut, které pohání zemní plyn. Většinou se jedná o vozidla plynárenských společností. Počet čerpacích stanic dosahuje čísla 18 k datu 1. 1. 2009. Malé zastoupení zemního plynu jako paliva v dopravě vzniklo z několika příčin. Do roku 2008 neexistovalo žádné zvýhodnění zemního plynu oproti ostatním palivům. Jedním z důvodů nedostatečného rozšíření vozidel CNG je, že automobily s tímto pohonem dosud nenabízí jediný domácí výrobce Škoda Auto, která na českém trhu zaujímá výsadní postavení v prodeji osobních vozidel. Dále také nedostatečná informovanost potenciálních zákazníků. Všechny tyto uvedené důvody se brzy mohou stát minulostí. Vláda ČR připravila program na podporu vozidel CNG. Jedná se o daňové zvýhodnění zemního plynu a to v následující podobě. Úplné osvobození od daně do roku 2012 a potom postupným navyšováním až se v roce 2020 dostaneme na hodnotu 3400 Kč/t. Jednotlivé plynárenské společnosti se také zavázaly do roku 2020 vystavět 100 plnicích stanic a zemní plyn by měl dosahovat 10% podílu mezi palivy v dopravě. Od 1. 1. 2009 také platí nulová silniční daň pro tzv. ekologicky šetrná vozidla, kde je CNG také zahrnuto. Tato fakta, nás vedou k tomu, že zemní plyn můžeme označit za palivo blízké budoucnosti.

Z evropského pohledu lze ve většině zemí považovat vozidla na CNG za běžnou součást provozu na pozemních komunikacích. Vzhledem k plánům Evropské unie se počítá s dalším rozšířením i v zemích, kde dosud zemní plyn v dopravě zaujímá malé procento a to včetně již zmiňované České republiky.

4.2 Přehled sériově vyráběných vozidel

Vozidla s pohonem CNG nabízí stále více výrobců. Mezi automobilové společnosti, které mají ve své nabídce vozidla s pohonem CNG, patří: Citroën, Fiat, Ford, Honda, Mazda, Mercedes-Benz, Opel, Peugeot, Renault, Toyota, Volkswagen a Volvo. Trh těchto vozidel se neustále rozšiřuje a mění. Následující přehled je zaměřen na vozidla konkurující vozu Škoda Roomster CNG na evropském trhu. Tedy na malé vozy, na vozidla nižší střední třídy a víceúčelová vozidla, uvádím stav k 1. 1. 2009.

Technické parametry jednotlivých vozidel vycházejí z údajů udávaných výrobcí. Údaje, které výrobce oficiálně neposkytuje, byly převzaty z jiných zdrojů, případně nejsou v tabulce zobrazeny vůbec. U užitkových vozidel je udáváno i užitečné zatížení.

Citroën

Citroën má ve své nabídce dva vozy s pohonem na zemní plyn. V obou případech se jedná o bivalentní systém.

Citroën C3 1.4i CNG [12]

	Provoz CNG	Provoz benzin
Výkon motoru	49 kW (68 PS)	54 kW (75 PS)
Obsah nádrže	8 kg (11,2 m ³)	47 l
Komb. spotřeba na 100 km	4,7 kg (6,6 m ³)	6,5 l
Dojezd	170 km	720 km
Emise CO ₂	119 g/km	154 g/km
Emisní třída	EURO 4	-

Citroën Berlingo 1.4i CNG [12]

- Užitková i osobní verze

	Provoz CNG	Provoz benzin
Výkon motoru	48 kW (65 PS)	55 kW (75 PS)
Obsah nádrže	11,4 kg (16,0 m ³)	55 l
Komb. spotřeba na 100 km	6,0 kg (8,3 m ³)	7,8 l
Dojezd	190 km	700 km
Užitečné zatížení	734 kg (+3 osoby včetně řidiče)	
Emise CO ₂	146 g/km	185 g/km
Emisní třída	EURO 4	-

Fiat

Automobilová společnost Fiat je největším prodejcem vozidel s CNG pohonem v Evropě. Za tento primát vděčí hlavně domácímu italskému trhu. Pro vozy CNG má speciální program Natural Power. Ten je pro značku Fiat jednou z klíčových oblastí, kterou se firma ubírá. Ve všech případech se jedná o bipalivové systémy, řidič má možnost volby paliva. Všechny zde uvedené modely mají tlakové nádrže umístěné pod podlahovou plošinou mezi nápravami.

Fiat Multipla 1.6 Natural Power [13]

	Provoz CNG	Provoz benzin
Výkon motoru	68 kW (92 PS)	76 kW (103 PS)
Obsah nádrže	26,5 kg (38,9 m ³)	38 l
Komb. spotřeba na 100 km	6,3 kg (8,8 m ³)	9,0 l
Dojezd	420 km	420 km
Emise CO ₂	-	-
Emisní třída	EURO 4	-



Obr. 4.1 Fiat Multipla zástavba palivové soustavy [9]



Obr. 4.2 Fiat Multipla umístění plnicího ventilu [9]

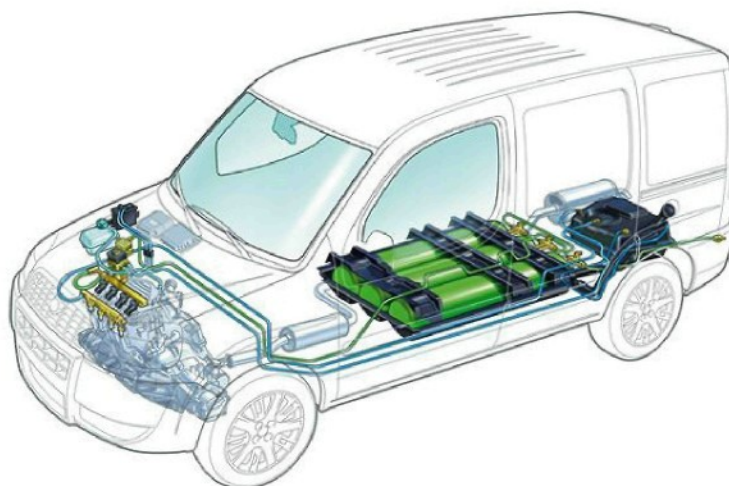


Obr. 4.3 Fiat Multipla pohled na podvozek s tlakovými nádržemi [9]

Fiat Doblo Cargo 1.6 Natural Power [13,18]

- Užitková i osobní verze

	Provoz CNG	Provoz benzin
Výkon motoru	68 kW (92 PS)	76 kW (103 PS)
Obsah nádrže	19 kg (26,6 m ³)	30 l
Komb. spotřeba na 100 km	6,4 kg (9 m ³)	9,2 l
Dojezd	300 km	330 km
Užitečné zatížení	680-700 kg	
Emise CO ₂	161 g/km	218 g/km
Emisní třída	EURO 4	-



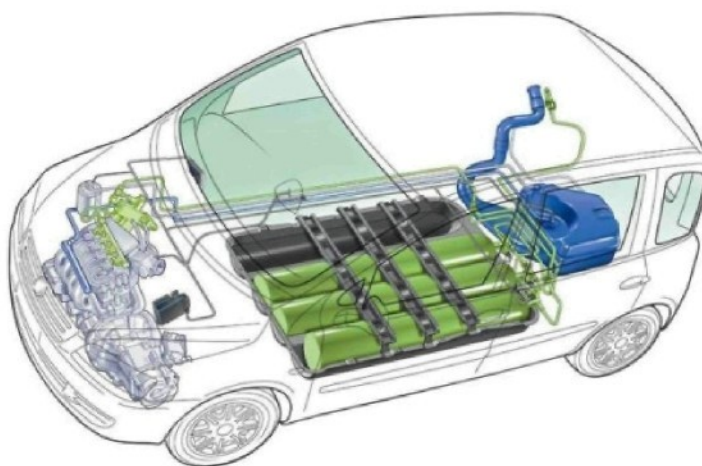
Obr. 4.4 Fiat Doblo zástavba palivové soustavy [9]

Fiat Grande Punto 1.4 8V Natural Power [13,18]

	Provoz CNG	Provoz benzin
Výkon motoru	51 kW (70 PS)	57 kW (77 PS)
Obsah nádrže	13 kg (18,2 m ³)	45 l
Komb. spotřeba na 100 km	4,3 kg (6,0 m ³)	6,6 l
Dojezd	260 km	710 km
Emise CO ₂	115 g/km	149 g/km
Emisní třída	EURO 4	-

Fiat Panda 1.2 Natural Power [13,18]

	Provoz CNG	Provoz benzin
Výkon motoru	38 kW (51 PS)	44 kW (60 PS)
Obsah nádrže	13 kg (18,2 m ³)	30 l
Komb. spotřeba na 100 km	4,2 kg (6,4 m ³)	5,6 l
Dojezd	300 km	500 km
Emise CO ₂	114 g/km	146 g/km
Emisní třída	Euro 4	-



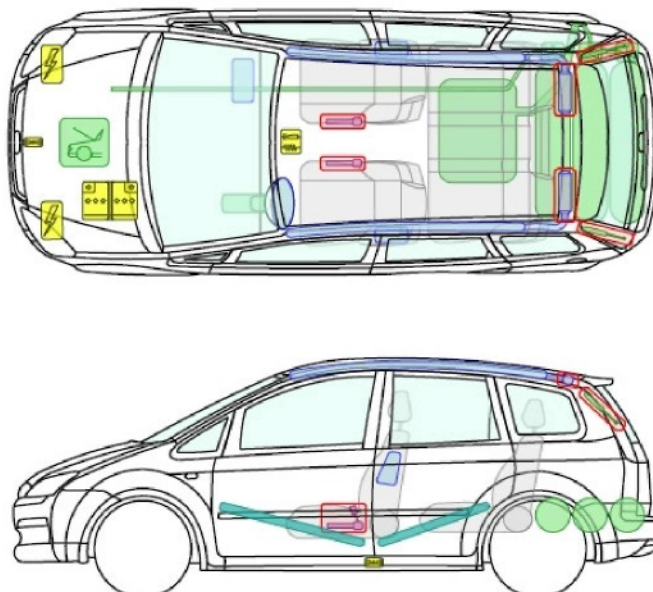
Obr. 4.5 Fiat Panda zástavba palivové soustavy [9]

Ford

Ford u obou zde uvedených modelů dodává bivalentní palivový systém, je zachována velká benzinová nádrž. Přímou na český trh tato vozidla nedodává. Jsou prodávána například v Německu.

Ford Focus 2.0 CNG [14,18]

	Provoz CNG	Provoz benzin
Výkon motoru	93 kW (128 PS)	107 kW (148 PS)
Obsah nádrže	17 kg (23,8 m ³)	55 l
Komb. spotřeba na 100 km	5,6 kg (7,8 m ³)	7,1 l
Dojezd	300 km	720 km
Emise CO ₂	151 g/km	169 g/km
Emisní třída	EURO 4	-



Obr 4.6 Ford Focus bezpečnostní prvky a umístění tlakových nádrží

Ford C-Max 2.0 CNG [14,18]

	Provoz CNG	Provoz benzin
Výkon motoru	93 kW (128 PS)	107 kW (148 PS)
Obsah nádrže	17 kg (23,8 m ³)	55 l
Komb. spotřeba na 100 km	5,7 kg (8,0 m ³)	7,1 l
Dojezd	300 km	720 km
Emise CO ₂	158 g/km	174 g/km
Emisní třída	EURO 4	-

Mercedes-Benz

Nabídka společnosti Mercedes neobsahuje pouze zde uvedený vůz třídy B, ale i Mercedes Benz E 200 NGT. Jedná se o bivalentní vozidla s možností volby paliva.

Mercedes Benz B170 NGT [17,18]

	Provoz CNG	Provoz benzin
Výkon motoru	85 kW (116 PS)	85 kW (116 PS)
Obsah nádrže	16 kg (22,4 m ³)	54 l
Komb. spotřeba na 100 km	4,9 kg (6,7 m ³)	7,3 l
Dojezd	320 km	700 km
Emise CO ₂	135 g/km	175 g/km
Emisní třída	EURO 4	-

Opel

Opel má v segmentu CNG vozidel velmi silnou pozici. V Německu se nachází na špici s podílem přibližně 60% ze všech prodaných CNG vozidel. Celkově je druhým nejsilnějším prodejcem v této oblasti. Své modely nabízí jako monovalentní vozidla s malou 14 litrovou benzinovou nádrží. Na českém trhu nabízí modely Zafira a Combo.

Opel Zafira 1.6 GNG ECOTEC [16,18]

	Provoz CNG	Provoz benzin
Výkon motoru	69 kW (94 PS)	71 kW (97 PS)
Obsah nádrže	19 kg (26,6 m ³)	14 l
Komb. spotřeba na 100 km	5,0 kg (7,0 m ³)	-
Dojezd	350 km	150 km
Emise CO ₂	138 g/km	-
Emisní třída	EURO 4	-



Obr. 4.7 Opel Zafira zástavba palivové soustavy [16]

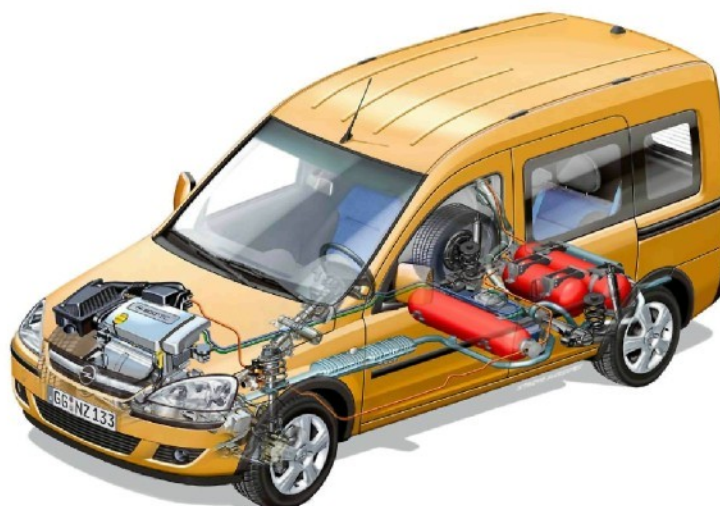


Obr. 4.8 Opel Zafira pohled na podvozek s tlakovými nádržemi

Opel Combo 1.6 GNG ECOTEC [16,18]

- Užitková i osobní verze

	Provoz CNG	Provoz benzin
Výkon motoru	69 kW (94 PS)	71 kW (97 PS)
Obsah nádrže	19 kg (26,6 m ³)	14 l
Komb. spotřeba na 100 km	4,9 kg (6,9 m ³)	-
Dojezd	370 km	180 km
Užitečné zatížení	490 – 735 kg (podle typu a výbavy)	
Emise CO ₂	133 g/km	-
Emisní třída	EURO 4	-



Obr. 4.9 Opel Combo zástavba palivové soustavy [16]

Opel Astra Caravan 1.6 CNG [16,18]

	Provoz CNG	Provoz benzin
Výkon motoru	69 kW (94 PS)	71 kW (97 PS)
Obsah nádrže	19 kg (26,6 m ³)	14 l
Komb. spotřeba na 100 km	4,6 kg (6,4 m ³)	-
Dojezd	380 km	180 km
Emise CO ₂		
Emisní třída	EURO 3	-



Obr. 4.10 Opel Astra zástavba palivové soustavy [9]

Peugeot

Oblast CNG je pro Peugeot spíše okrajovou záležitostí. Nabízí model Peugeot Partner s bivalentním pohonem. Na český trh tento model nedodává.

Peugeot Partner 1.6 CNG [9]

- Užitková i osobní verze

	Provoz CNG	Provoz benzin
Výkon motoru	48 kW (65 PS)	55 kW (75 PS)
Obsah nádrže	14 kg (19,6 m ³)	55 l
Komb. spotřeba na 100 km	6,5 kg (9,1 m ³)	7,8 l
Dojezd	200 km	650 km
Užitečné zatížení	600 – 750 kg (podle typu a výbavy)	
Emise CO ₂		
Emisní třída	EURO 3	

Renault

Renault také nepatří v segmentu CNG k největším zástupcům. Nabízí Renault Kangoo a to v osobní i užitkové verzi s bivalentním pohonem.

Renault Kangoo 1.6 CNG [9]

- Užitková i osobní verze

	Provoz CNG	Provoz benzin
Výkon motoru	60 kW (80 PS)	60 kW (80 PS)
Obsah nádrže	13 kg (18,2 m ³)	50 l
Komb. spotřeba na 100 km	5,8 kg (8,1 m ³)	7,8 l
Dojezd	220 km	640 km
Užitečné zatížení	650 kg (verze se zvýšenou užit. hmotností 800 kg)	
Emise CO ₂		
Emisní třída	EURO 4	-

Volkswagen

Společnost Volkswagen svou nabídku CNG vozidel postupně rozšiřuje. VW Touran a Caddy nabízí jako monovalentní vozidla tzv. EcoFuel s doplňkovou benzinovou nádrží.

VW Touran 2.0 EcoFuel [16,18]

	Provoz CNG	Provoz benzin
Výkon motoru	80 kW (109 PS)	80 kW (109 PS)
Obsah nádrže	18 kg	13 l
Komb. spotřeba na 100 km	5,8 kg (8,6 m ³)	8,1 l
Dojezd	310 km	130 km
Emise CO ₂	155 g/km	-
Emisní třída	EURO 4	-



Obr. 4.11 VW Touran zástavba palivové soustavy [16]

VW Caddy 2.0 EcoFuel [16,18]

	Provoz CNG	Provoz benzin
Výkon motoru	80 kW (109 PS)	80 kW (109 PS)
Obsah nádrže	26 kg (35,6 m ³)	13 l
Komb. spotřeba na 100 km	6,0 kg (8,8 m ³)	-
Dojezd	440 km	150 km
Užitečné zatížení	612 – 730 kg	
Emise CO ₂	157 g/km	-
Emisní třída	EURO 4	-



Obr. 4.12 VW Caddy zástavba palivové soustavy [16]



Obr. 4.13 VW Caddy pohled na podvozek s tlakovými a malou benzinovou nádrží

4.3 Vyhodnocení trhu vozidel

Z analýzy trhu vyplývá, že bivalentní vozidla stále převažují nad monovalentními (tab. 4.1). Monovalentní nabízí pouze firmy Opel a Volkswagen. Ostatní výrobci se zaměřují na výrobu bivalentních vozidel.

Tab. 4.1 Shrnutí trhu CNG vozidel

	Monovalent	Bivalent
Počet výrobců	2	6
Počet vozidel	5	11

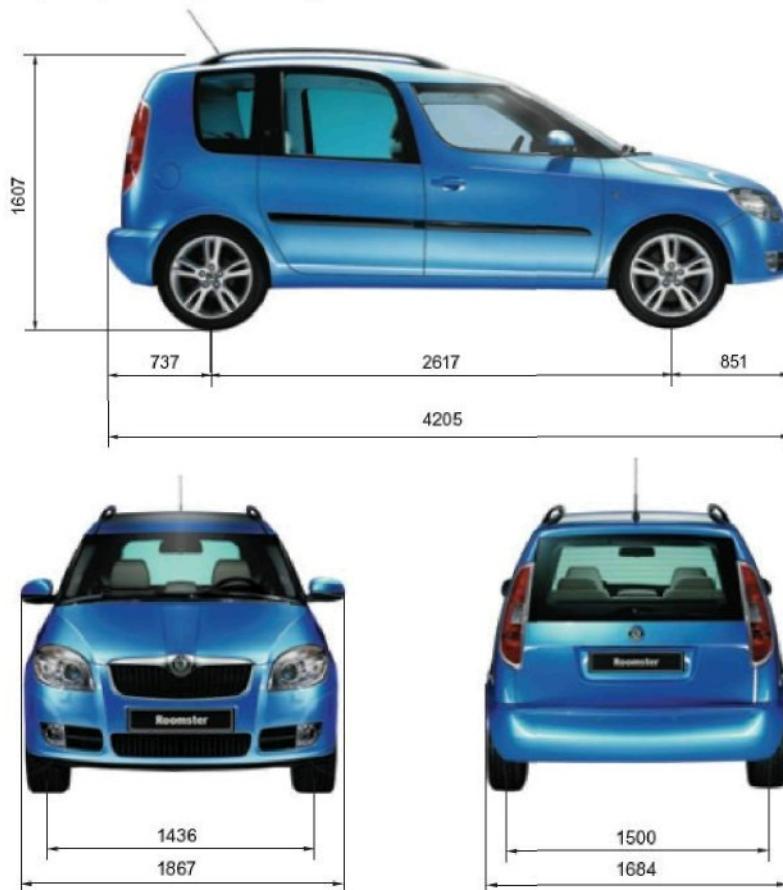
*) tabulka obsahuje pouze vozidla uvedená v kapitole 4.2

5 Škoda Roomster

Škoda Roomster se nachází na rozmezí dvou automobilových tříd. Svými rozměry zasahuje do kategorie malých vozů i vozů nižší střední třídy. Jeho užité vlastnosti ho však řadí spíše do kategorie vozidel MPV (Multi Purpose Vehicle = víceúčelové vozidlo).

5.1 Parametry vozu

Rozměry a vybrané parametry vozidla:



Obr. 5.1 Rozměry vozidla Škoda Roomster [11]

Tab. 5.1 Vybrané parametry vozidla Škoda Roomster [8]

součinitel odporu vzduchu c_x	0,33	
objem zavazadlového prostoru	450 l	
objem zavazadlového prostoru po vyjmutí zadních sedadel	1780 l	
objem palivové nádrže	55 l	
pohotovostní hmotnost*)	1140 - 1346 kg	
užitečné zatížení vozu*)	425 - 620 kg	
maximální povolená hmotnost přívěsu	brzděný*	700 - 1200 kg
	nebrzděný*	450 - 500 kg
maximální povolené zatížení střechy	75 kg	
maximální povolené svislé zatížení koule tažného zařízení	50 kg	

*) uvedené hodnoty představují rozsah hmotností, který je závislý na použitém agregátu a na mimořádné výbavě vozu

5.2 Přehled dodávaných motorizací

- zážehový motor 1,2 l / 47 kW - MPI 112 Nm
- zážehový motor 1,4 l / 63 kW - MPI 130 Nm
- zážehový motor 1,6 l / 77 kW - MPI 155 Nm
- vznětový motor 1,4 l / 51 kW - TDI 155 Nm
- vznětový motor 1,4 l / 59 kW - TDI 195 Nm
- vznětový motor 1,9 l / 77 kW – TDI 240 Nm

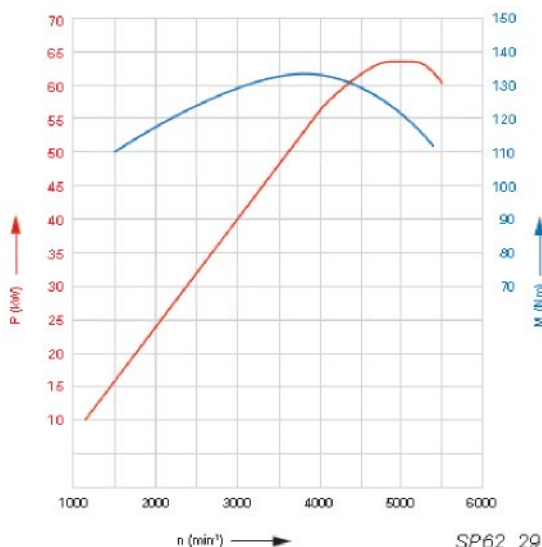
5.2.1 Zážehový motor 1,4 l / 63 kW

Pro přestavbu a úpravu na CNG volím zážehový motor 1,4 l / 63 kW (obr. 5.2). Tento typ vybírám na základě poměru výkonových parametrů (obr. 5.3) a ceny. Také vzhledem k poklesu výkonu při pohonu na CNG je 63 kW při pohonu na benzin dostačující. Volba typu motoru je důležitá i z hlediska zástavby plynových palivových komponent do vozidla, protože se jednotlivé motorizace liší hmotností a speciální výbavou. Tento motor je nutné upravit, aby mohl spalovat zemní plyn. V individuálně přestavovaných vozidlech již existuje v upravené verzi.



Obr. 5.2 Zážehový motor 1,4 l / 63 kW [8]

Výkonový a momentový diagram



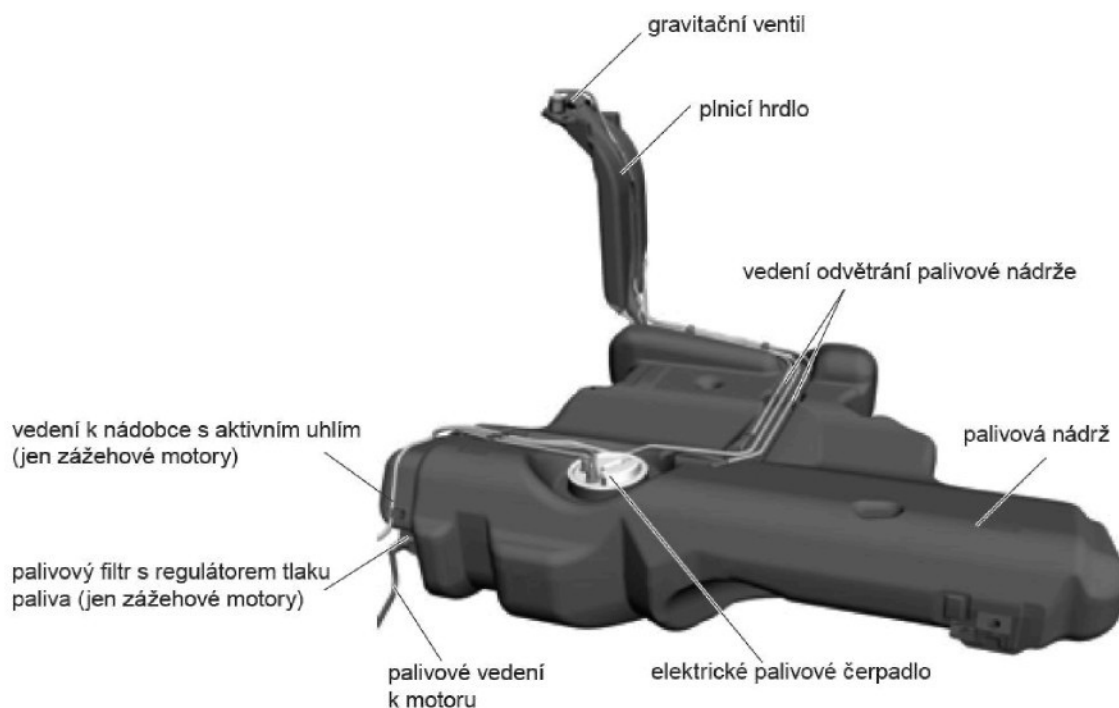
Technické údaje

kód motoru:	BUD, BXW
konstrukce:	řadový motor
počet válců:	4
ventilů na válec:	4
obsah:	1390 cm ³
vrtání:	76,5 mm
zdvih:	75,6 mm
kompresní poměr:	10,5
max. výkon:	63 kW při 5000 min ⁻¹
max. krouticí moment:	132 Nm při 3800 min ⁻¹
řídící jednotka:	Magnetit Marelli systém 4HV
palivo:	bezolovnatý benzin okt. č. 95 nebo okt. č. 91 - nižší výkon
úprava výfuk. plynů:	2 třicestné katalyzátory; skoková lambdasonda před a za katalyzátorem
emisní norma:	EU4, EU2DDK

Obr. 5.3 Výkonový a momentový diagram a technické údaje motoru 1,4 l / 63 kW [8]

5.3 Palivová soustava

Palivová nádrž použitá pro vůz Roomster byla převzata z modelu Octavia. Nádrž je vyrobena z vysokomolekulárního nízkotlakého polyethylenu. Objem palivové nádrže je přibližně 55 litrů, z toho je 7 litrů rezerva. Přímo v nádrži je umístěno elektrické palivové čerpadlo, které nasává palivo a následně dopravuje k motoru.



Obr. 5.4 Palivová nádrž vozu Škoda Roomster [8]

6 Projekt přestavby

6.1 Volba koncepce palivového systému

Při volbě vhodnější koncepce pro vůz Škoda Roomster je potřeba brát v úvahu na jakých trzích bude prodáván a pro jakou cílovou skupinu zákazníků bude určen. Z tohoto pohledu lze obhájit obě možné verze. Která z nich bude na trhu úspěšnější?

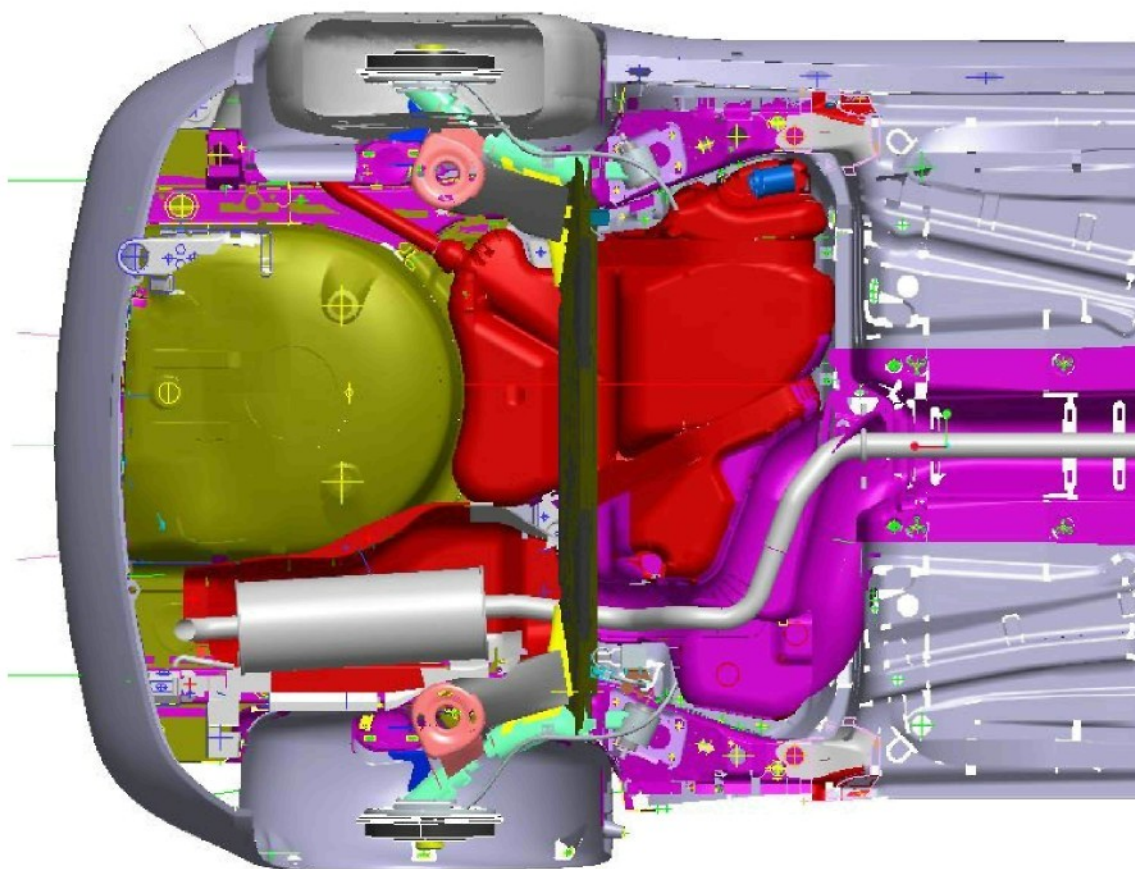
Mezi potenciální trhy můžeme zařadit všechny trhy, na kterých se stávající verze vozu Roomster prodává. Tedy hlavně Evropa, Asie, možný úspěch verze CNG lze očekávat i v Jižní Americe. Cílovou skupinou mohou být převážně lidé, kteří naježdí velké množství kilometrů, například tedy autoškoly a taxikáři. Dále plynárenské společnosti, které již nyní využívají auta s pohonem zemního plynu.

Ve volbě vhodnější koncepce nevycházím ze žádné ekonomické analýzy, ale pouze porovnávám výhody a nevýhody obou variant, ty jsou uvedeny v kapitolách 3.2 a 3.3. Z nich plyne následující výsledek. Když si člověk koupí za vyšší cenu vozidlo obsahující pohon CNG, předpokládám, že chce na CNG, které je levnější, také jezdit. Proto je pro něho výhodnější větší obsah zemního plynu v porovnání s benzinem. Pomineme-li nedostatečnou infrastrukturu plnicích stanic v ČR a v dalších evropských zemích, která se má dle plánů zlepšovat, a podíváme-li se na konkurenci vyráběná vozidla, zjistíme, že nižší konkurence je mezi monovalenty. Z tohoto pohledu vychází výhodnější monovalentní palivový systém.

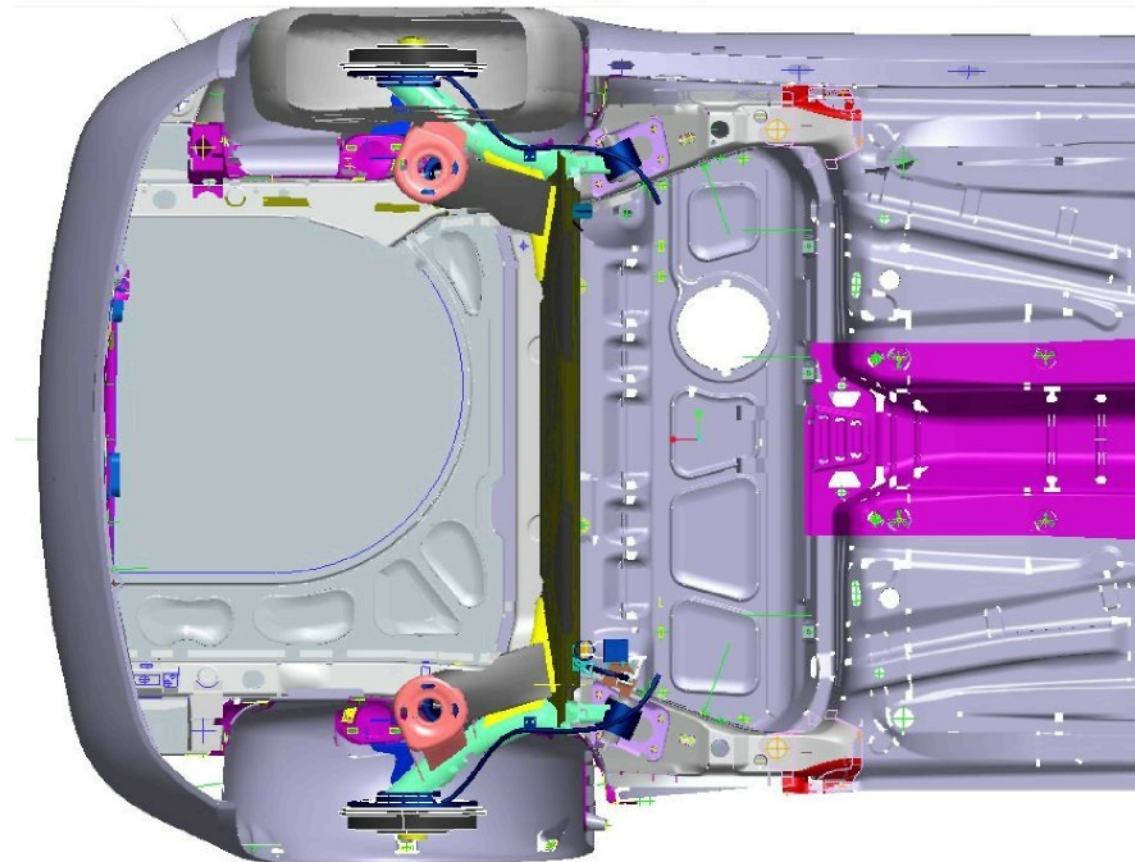
Na základě výše uvedených údajů konstruuji vůz Škoda Roomster CNG jako monovalentní vozidlo.

6.2 Úprava zástavby pro verzi CNG

Sériovou verzi zástavby (obr. 6.1) pro vůz Škoda Roomster dodala firma Škoda Auto jako model v programu Catia a ProEngineer. Pro úpravu na CNG verzi vozidla bylo nutné provést úpravy některých dílů, případně odstranit nepotřebné díly. Došlo k odstranění stávající 55 litrové benzinové nádrže. Plnicí hrdlo bylo zachováno sériové ze stávající verze, k němu bude připojena nová benzinová nádrž. Dále jsem odstranil rezervní pneumatiku a následně upravil zadní část podvozku, kde jsem docílil rovné podlahy, detailní konstrukce podlahy není ze zadání požadována. Výfuková soustava byla v zástavbě příliš limitujícím prvkem z hlediska umístění tlakových nádrží. Proto je nutné provést i úpravy výfukové soustavy. Úprava výfuku není předmětem této práce. Navrhuji tlumení výfuku umístit v tunelu, provést úpravu vedení, aby nedocházelo ke kolizi s nově umístěnými díly a vývod zplodin umístit na boku vozidla, tato varianta je používána například na vozidle VW Caddy. Také jsem odstranil tepelné clony výfukového potrubí. Ty mohou být vyrobeny podle konstrukce upravené výfukové soustavy. Nakonec jsem odstranil držáky a úchyty používané k připevnění již nepotřebných dílů, které svou polohou nemohly být využity pro připevnění dílů nových. Upravená zástavba podvozku připravená pro zástavbu nových komponent je zobrazena na obrázku 6.2.



Obr. 6.1 Model sériové zástavby podvozku Škoda Roomster



Obr. 6.2 Model upravené zástavby podvozku připravený pro verzi Škoda Roomster CNG

6.3 Plynové palivové komponenty

Na základě zadání, není detailní konstrukce plynového palivového pohonu a jeho příslušenství předmětem této práce. Zabývám se pouze zástavbou tlakových nádrží na vozidlo. Další příslušenství řeším spíše okrajově.

6.3.1 Tlakové nádrže

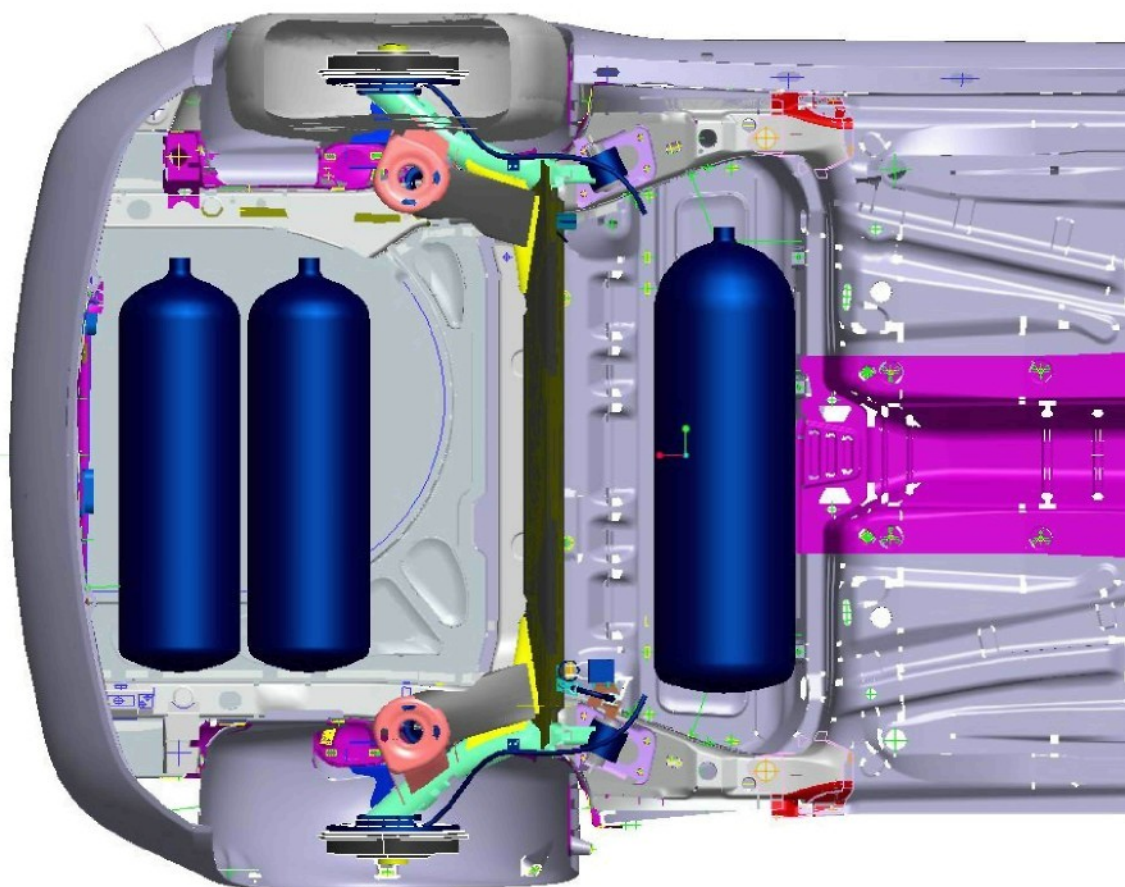
Tlakové nádrže budou použity od firmy Vítkovice Cylinders a to z následujících důvodů. Tato firma má zkušenosti s dodávkami CNG lahví do automobilových firem. Na doporučení firmy Škoda Auto. Jedná se o českého výrobce, z tohoto pohledu lze očekávat lepší dostupnost a cenu. Možnost objednat pro jednotlivé průměry délku nádrží na míru. Nabídka nádrží s technickými parametry je uvedena v tabulce 6.1. Jedná se o ocelové lahve, jsou vyráběny v souladu s platnými normami. Firma je také držitelem certifikátů kvality.

Tab. 6.1 Nabídka dodávaných nádrží od firmy Vítkovice Cylinders [10]

Vodní objem Rodina lahví [L]	Vnější průměr [mm]	Tlak		Tvar dna	Číslo výkresu
		Pracovní [bar]	Testovací [bar]		
4,0-10,0	140	200	300	convex	LA 4 - 0518
15,0-55,0	229	200	300	concave	LA 4 - 0313
15,0-55,0	229	300	450	concave	LA 4 - 0205
15,0-55,0	229	350	525	concave	LA 4 - 0517
25,0-39,0	235	200	300	convex	LA 4 - 0297
34,0-64,0	267	200	300	convex	LA 4 - 0595
35,0-80,0	273	200	300	convex	W - 2578
48,0-100,0	316	200	300	convex	W - 2618
50,0-95,0	324	200	300	convex	LA 4 - 0593
59,0-112,0	360	200	300	convex	LA 4 - 0592
80,0-140,0	360	200	300	concave	LA 4 - 0584
83	390	200	300	convex	LA 4 - 0594
81	390	250	375	convex	LA 4 - 0607

Pro vozidlo Roomster CNG jsem použil dvě nádrže LA 4 – 0297 s délkou 800 mm, ty budou umístěny vzadu za nápravou na místě rezervního kola. Jednu nádrž W – 2578 s délkou 900 mm umístěnou před zadní nápravou na místě velké benzinové nádrže. Konstrukci tlakových lahví jsem provedl dle výkresové dokumentace firmy Vítkovice Cylinders (příloha P8). Rozměry jsem vybíral tak, aby je bylo možné umístit do zástavby (obr. 6.3) bez kolize se stávajícími prvky. Pracovní tlak lahví je 20 MPa. Firma Vítkovice Cylinders nabízí i vyšší pracovní tlaky, ale plnicí stanice v ČR mají plnicí tlak 20 MPa, použít nádrže s vyššími tlaky by bylo zbytečné a neekonomické. Nádrže nesmí zasahovat níže, než je rovina nejnižších bodů na vozidle a musí být zachovány nájezdové úhly. Umístění také musí plnit předpis EHK 110. Prostor v zástavbě kolem nádrží musí dovolovat umístění držáků. Konstrukce držáků není v této práci uvedena. Inspirovat se lze uchycením nádrží u vozů VW. Podrobný pevnostní výpočet a

konstrukce držáků je také uveden v diplomové práci KSD – DP – 526 [3], ze které lze pro pevnostní výpočet vycházet. Vzhledem k nižší světlé výšce vozu než 200 mm musí být nádrže také opatřeny ochranným systémem, který je uveden ve stejné práci jako systém uchycení. Pro volbu tlakových nádrží je také důležitá hmotnost vozidla. Po jejich montáži dojde ke snížení užitečné hmotnosti, je potřeba volit vhodný poměr mezi dojezdem a užitečnou hmotností vozidla. Tento výpočet a poměr je přesně uveden v kapitole 7.1, kde jsou do hmotností započítány nové díly.



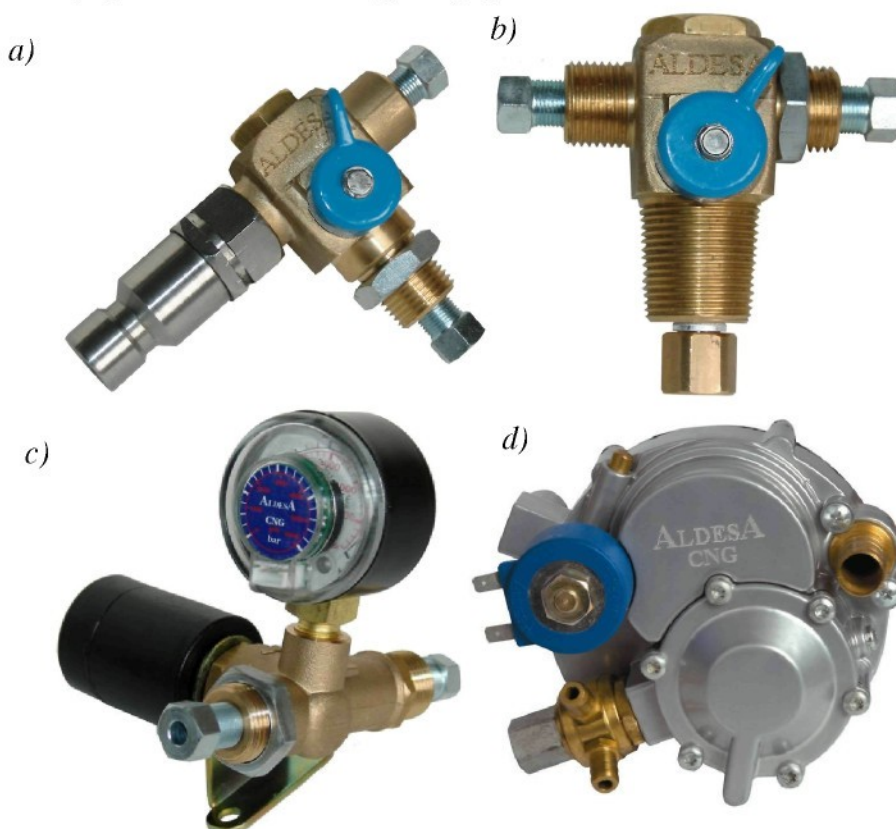
Obr. 6.3 Zástavba tlakových nádrží CNG na podvozek vozidla

6.3.2 Příslušenství plynového palivového pohonu

Plynový palivový systém musí pro správnou funkci a bezpečnost obsahovat další komponenty. Musí být vybaven plnicím ventilem, pojistnými ventily na jednotlivých nádržích, elektromagnetickým ventilem a regulačním ventilem na vstupu do motoru. Jednotlivé ventily jsou na obrázku 6.4. Zástavba jednotlivých komponentů a vedení plynu je nad rámec této práce.

Funkce jednotlivých ventilů je popsána v kapitole 2.3.2. Zástavbu řeším tak, aby obsahovala prostor pro jednotlivé díly. Plnicí ventil může být umístěn vedle tankovacího hrdla pro benzin. Pojistné ventily budou na jednotlivých nádržích. Regulační ventil bude umístěn v motorovém prostoru.

CNG příslušenství dodává celá řada firem, jako příklady lze uvést M. T. M. BRC Gas Equipment a Aldesa Autogas Equipments.



Obr. 6.4 a) plnicí ventil, b) pojistný ventil, c) elektromagnetický ventil, d) regulační ventil [21]

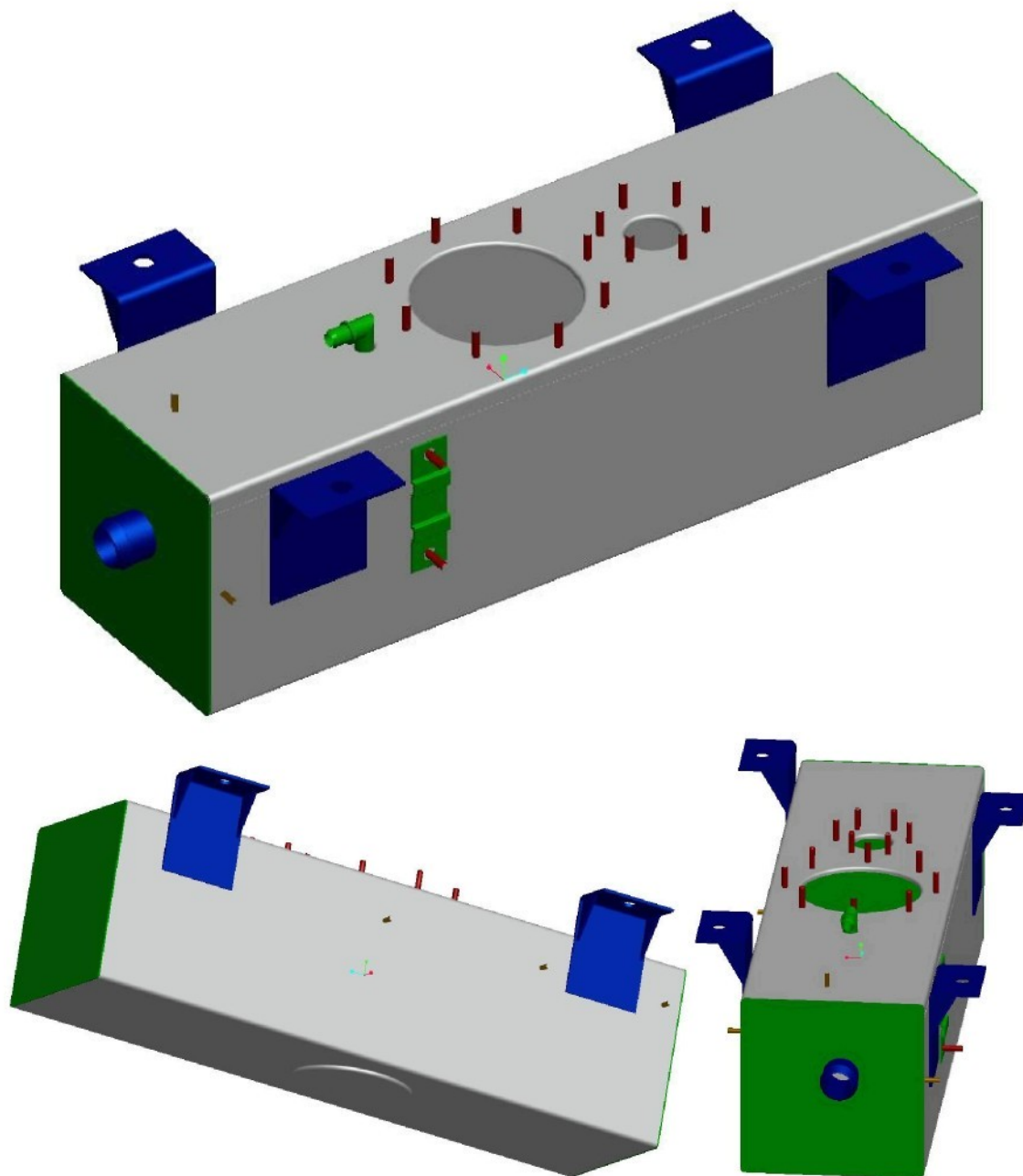
6.4 Benzinové palivové komponenty

Cílem je vybavit benzinovou nádrž komponenty již používanými ve firmě Škoda nebo koncernu VW. Je to ekonomicky výhodné. Tyto díly jsou snadno dostupné s již hotovými zkouškami životnosti a osvědčením v provozu.

6.4.1 Benzinová nádrž

Benzinová nádrž (obr. 6.5) bude vyráběna v menší sérii, alespoň tomu zatím odpovídá prodejnost vozů na CNG v Evropě. Proto je zkonstruována jako plechový svařenec, plastové nádrže se vyplatí až u větších sérií. Tvarově se jedná o jednoduchý kvádr s otvory pro zástavbu dalších komponent. K nádobě jsou bodově přivařeny speciální šrouby s přivařovací hlavou potřebné k uchycení čerpadla (8 šroubů), gravitačního ventilu (6 šroubů) a filtru s regulátorem tlaku (2 šrouby). Dále jsou bodově přivařeny čepy pro vedení paliva a vzduchu. Na nádrž jsou přivařeny držáky nutné k samotnému uchycení k vozidlu a plech, který slouží k přichycení palivového filtru s regulátorem tlaku. Tloušťka plechu nádoby je 1,5 mm. Materiál nádrže lze objednat pod označením 1.4307 [19], k němu ekvivalentní dle ČSN je ocel 17 287. Další informace k materiálu jsou v příloze P5. Při konstrukci jsem se inspiroval u obdobných

nádrží již používaných v provozu na vozidlech ostatních výrobců. Výkresová dokumentace nádrže je v příloze.



Obr. 6.5 Benzinová nádrž

Benzinová nádrž musí projít různými zkouškami a plnit předpisy. Homologace probíhá podle předpisu EHK 34, ten odpovídá za homologace vozidel z hlediska ochrany proti nebezpečí požáru. Z konstrukčního a zástavbového pohledu nádrž předpis EHK 34 splňuje. Výběr z normy EHK 34 je uveden v příloze P6. Tento předpis také předepisuje zkoušky, kterými musí benzinová nádrž projít, jedná se o hydraulickou zkoušku (přetlak v nádrži) a zkoušku obrácením nádrže (těsnost nádrže). Tyto zkoušky nelze v rámci diplomové práce prakticky provést, lze uskutečnit pouze simulaci hydraulické zkoušky v programu ProMechanica, výsledná analýza MKP této zkoušky je

uvedena v příloze P1. Celé vozidlo také musí projít zkouškami nárazem na bariéru za přesně předepsaných podmínek, při těchto nárazech nesmí dojít k proražení nádrže. Tato fakta také nelze v rámci diplomové práce prakticky ověřit, ale vzhledem k použití obdobných nádrží v provozu, lze předpokládat, že by tento předpis splnila.

Další pohledy na nádrž jsou v příloze P2, přiložena je i výkresová dokumentace nádrže.

6.4.2 Čerpadlo paliva

Jedná se o elektrické čerpadlo paliva (obr. 6.6), které je umístěno přímo v benzinové nádrži. Čerpadlo je převzaté ze sériové benzinové 55 litrové nádrže, číslo dílu 1K0 919 050 B. Palivové čerpadlo dopraví benzin nejprve do tlakového regulačního ventilu v palivovém filtru a odtud je vedeno k motoru. Součástí čerpadla je snímač hladiny, který podle polohy plováku, určuje množství paliva v nádrži. Množství paliva přepočítává podle 55 litrové nádrže, proto pro 15 litrovou verzi musí dojít ke změně přepočtu. Snímač teploty paliva v nádrži je také součástí čerpadla.

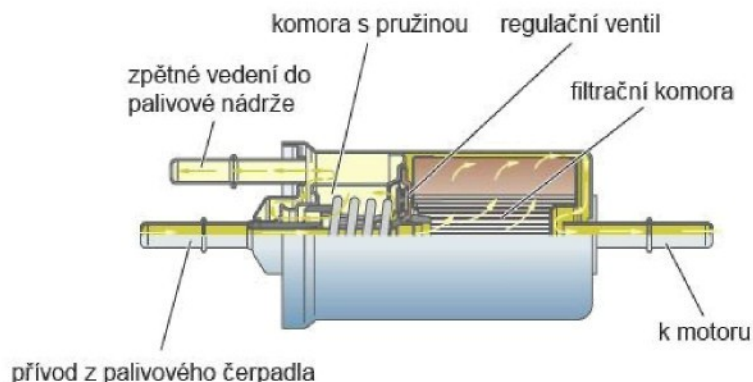


Obr. 6.6 Model palivového čerpadla

6.4.3 Palivový filtr s regulátorem tlaku paliva

Opět se jedná o součástku ze sériové benzinové verze vozidla, číslo dílu 6Q0 201 051 C. Součástí palivového filtru je regulátor tlaku paliva a tvoří tak jeden celek. Na obrázku 6.7 jsou popsány jednotlivé části. Palivový filtr s regulátorem tlaku paliva je umístěn přímo na benzinové nádrži. Díky tomu odpadá zpětné vedení paliva od motoru zpět k nádrži. Palivo, které se vrací zpět do nádrže, má menší teplotu. Teplota paliva v nádrži je poté nižší, a proto se tvoří i méně výparů z paliva.

Regulátor tlaku paliva vymezuje tlak v palivovém systému na požadovanou hodnotu 0,4 MPa. Stoupne-li tlak v systému nad 0,4 MPa, regulační ventil otevře komoru a přebytečné množství paliva odtéká zpět do nádrže.



Obr. 6.7 Palivový filtr s regulátorem tlaku paliva [8]

6.4.4 Palivové vedení

Palivo je vedeno polyamidovými trubkami. Jedná se o trubky klasicky používané na vozidle Roomster, pro novou konstrukci bude upraven pouze jejich tvar a délka, aby odpovídala nové zástavbě.

6.4.5 Systém odvětrání nádrže

Benzinová nádrž musí být odvětrávána do atmosféry a zároveň musí být zajištěno, aby v případě převrácení nedošlo k úniku paliva. Toto je zajištěno gravitačním ventilem (obr. 6.8). Gravitační ventil je zastavěn v nádrži na vrchní stěně. Slouží k odvětrávání a v případě převrácení nádrže se zavře, tím nemůže dojít k úniku paliva z nádrže například při nehodě. Jedná se o stejný produkt z čistě benzinové verze, číslo dílu 1K0 201 751 A. Výpary jsou z nádrže vedeny trubkami, ze stejného materiálu jako palivo.



Obr. 6.8 Model gravitačního ventilu

Přes gravitační ventil putují výpary do nádoby s aktivním uhlím. Nádoba s aktivním uhlím slouží pro zachycení výparů z paliva, které se vytvářejí v palivové nádrži vlivem tepla. Aktivní uhlí se postupně nasycuje uhlovodíky, které se vypařují z nádrže, když dojde k určitému stupni nasycení, nastane proces regenerace. Proces regenerace znamená odsávání vzduchu s uhlovodíky do sání motoru přes elektromagnetický ventil a následnému spálení uhlovodíků ve válci motoru. Po ukončení regenerace dojde k uzavření elektromagnetického ventilu a je obnovena

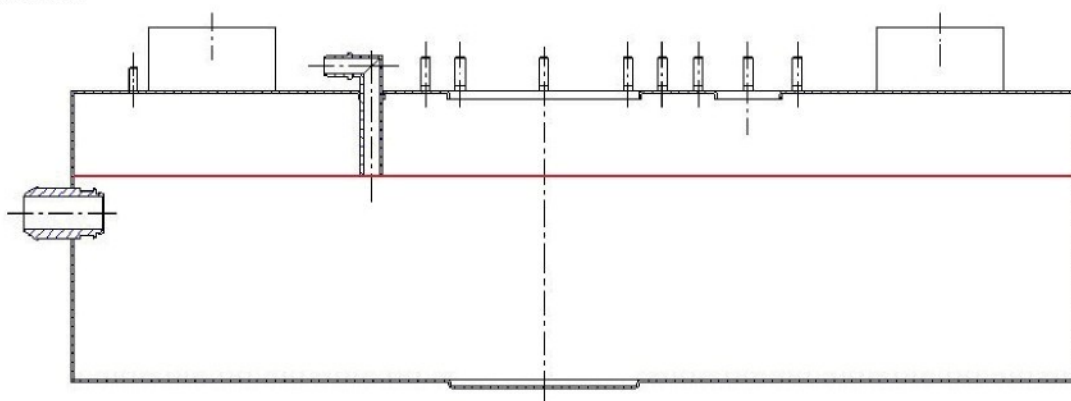
obvyklá funkce nádoby. Tento koloběh se neustále opakuje, četnost a délka regenerace závisí na mnoha parametrech, hlavně je dána okolními podmínkami a velikostí nádrže. Je řízena motorovou jednotkou. V sériové benzinové verzi je umístěna v motorovém prostoru (obr. 6.9), číslo dílu 1K0 201 801 D. Na stejném místě zůstane i v CNG verzi.



Obr. 6.9 Umístění nádoby s aktivním uhlím na vozidle Roomster [8]

6.4.6 Plnění nádrže

Nádrž je plněna přes plnicí hrdlo z 55 litrové sériově používané nádrže, hrdlo je součástí nádrže pod číslem dílu 1J0 201 060 AE. Hrdlo je napojeno na nádrž pryžovou hadicí, ke koncovce hrdla je přivařena plastová příruba, ta je také navařena na nádrži, ale v kovové podobě. Nádrž může pojmout nejvýše 15 litrů, aby bylo vozidlo považováno za monovalentní, podle předpisu EHK 83. Objem celé nádoby je přibližně 20 litrů z důvodů dilatace paliva. Maximální množství paliva v nádrži je zajištěno systémem plnění. Při plnění odchází přebytečný vzduch přes plnicí odvodušnění, to také zajišťuje maximální množství benzínu v nádrži a to následujícím způsobem. Při plnění nádrže dojde hladina paliva až k plnicímu odvodušnění, tím ho ucpe a nedovolí vzduchu odcházet přes systém odvodušnění pryč z nádrže a nedovolí ani dalšímu palivu, aby se do nádrže dostalo (obr. 6.10). Dojde k naplnění plnicího hrdla a tím vypnutí tankovací pistole.



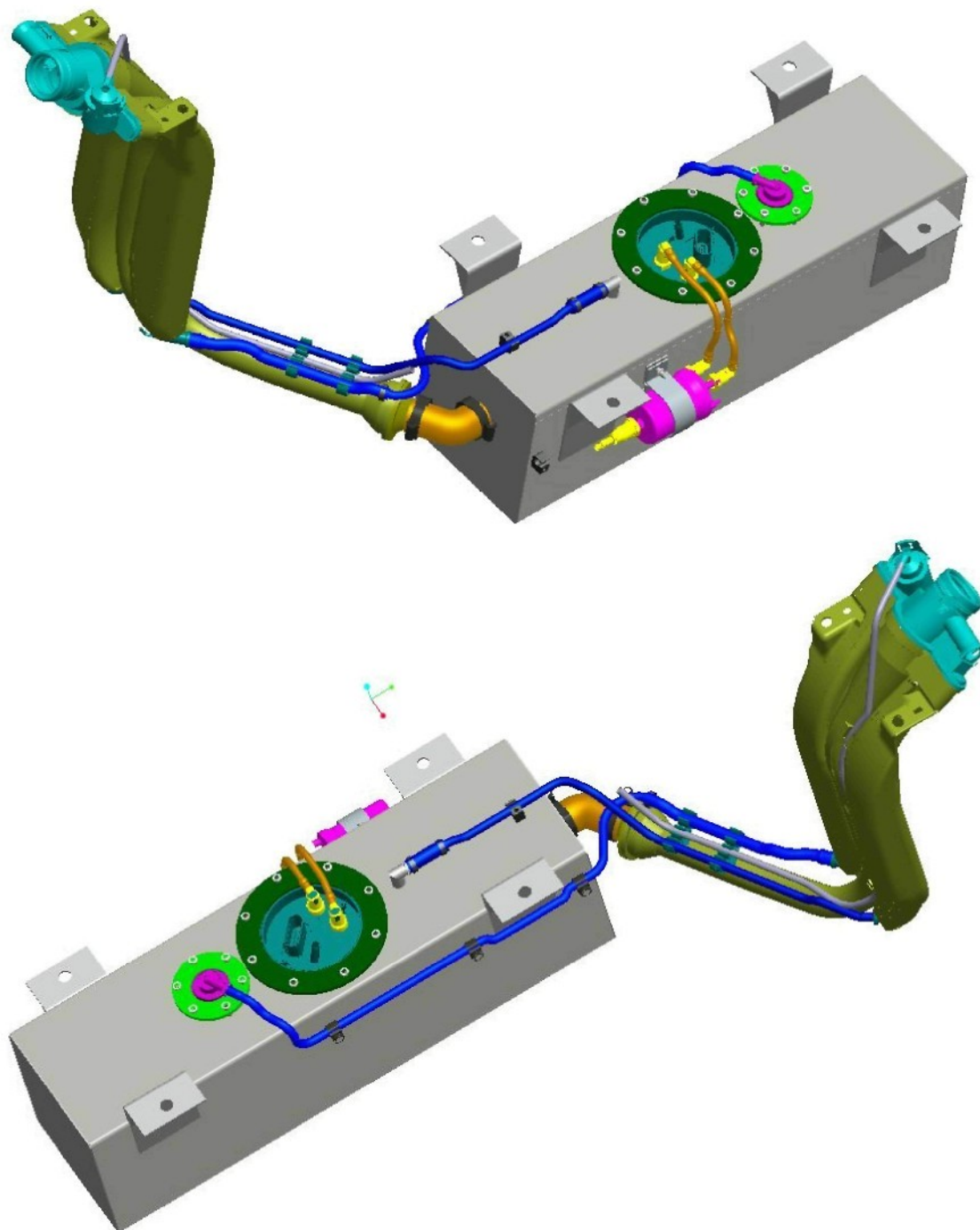
Obr. 6.10 Schéma hladiny nádrže

Nádrž obsahuje tzv. nevyčerpatelné množství paliva. Je to množství paliva, které již z nádrže pomocí čerpadla nelze vyčerpat. Nedovoluje nám to konstrukce nádrže ani čerpadla, fyzikálně je nemožné při dané konstrukci vyčerpat z nádrže veškeré palivo.

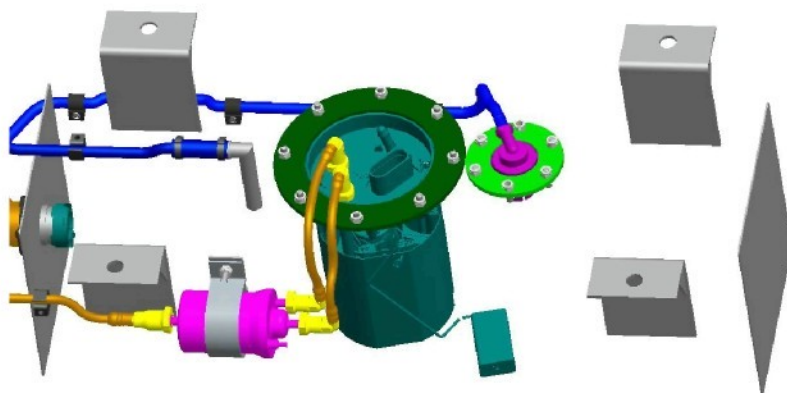
6.4.7 Kompletní benzinová nádrž + příslušenství

Datový model benzinové nádrže jsem zkonstruoval v programu ProEngineer, do něho jsem zastavěl další díly potřebné ke správné funkci nádrže.

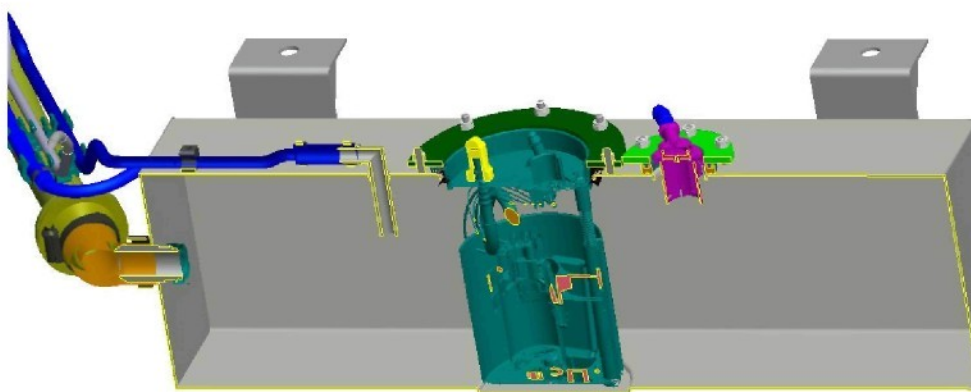
Výkres sestavy ani datový model kompletní benzinové nádrže s příslušenstvím nelze přiložit, protože obsahuje i sériové díly používané na vozech Škoda a VW, které podléhají utajení.



Obr. 6.11 Benzinová nádrž s příslušenstvím



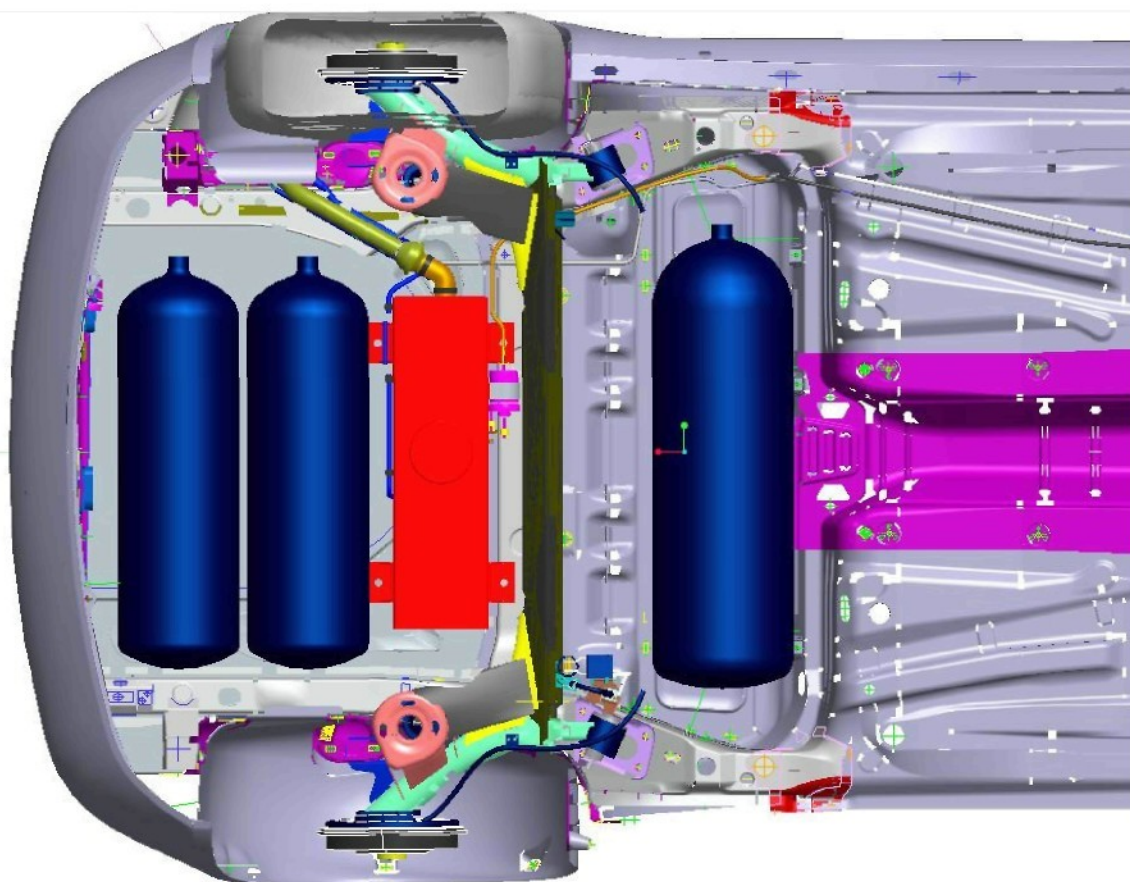
Obr. 6.12 Benzinová nádrž s příslušenstvím (vnitřek)



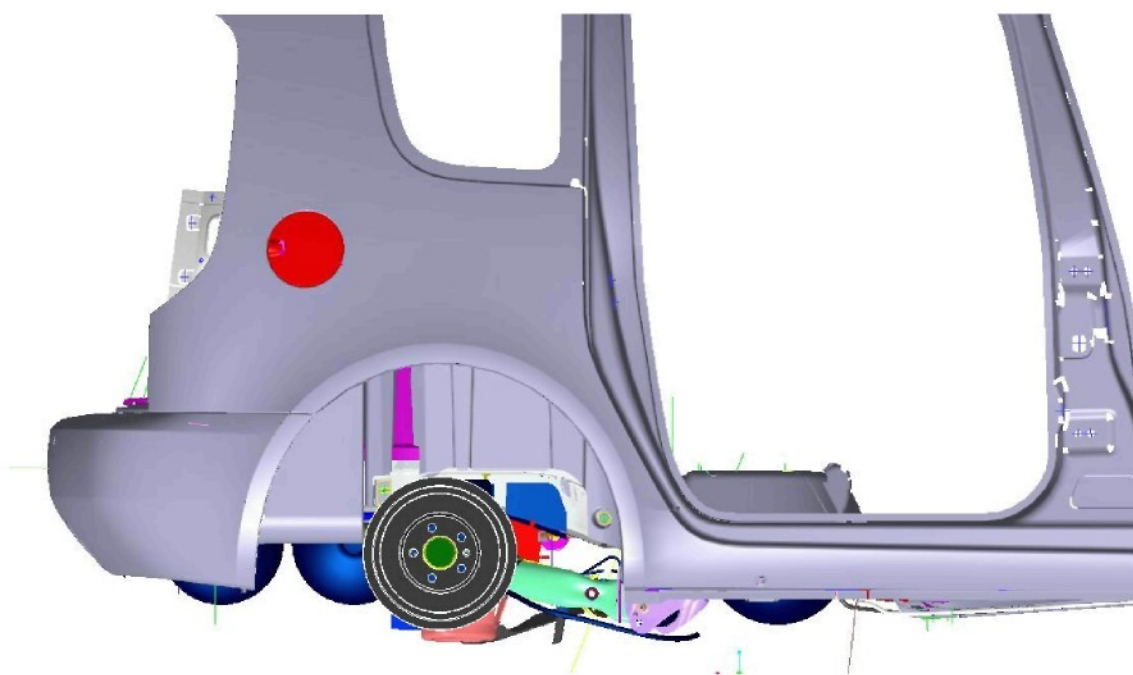
Obr. 6.13 Benzinová nádrž s příslušenstvím (řez nádrží)

Další detailnější pohledy jsou v příloze P3.

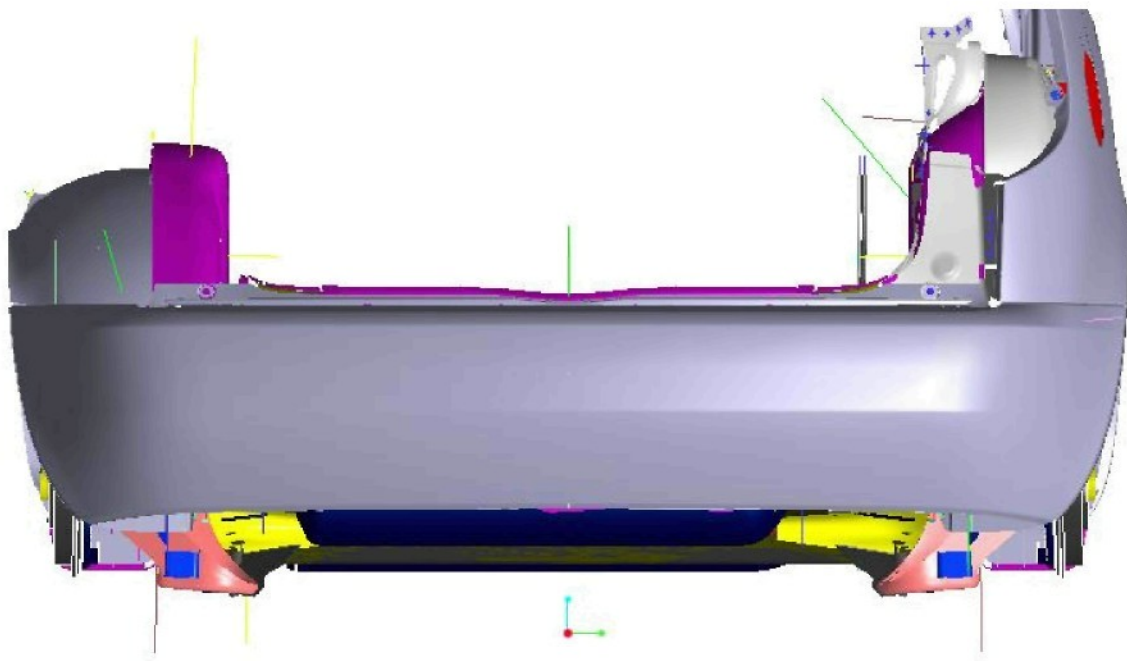
6.5 Zástavba palivového systému



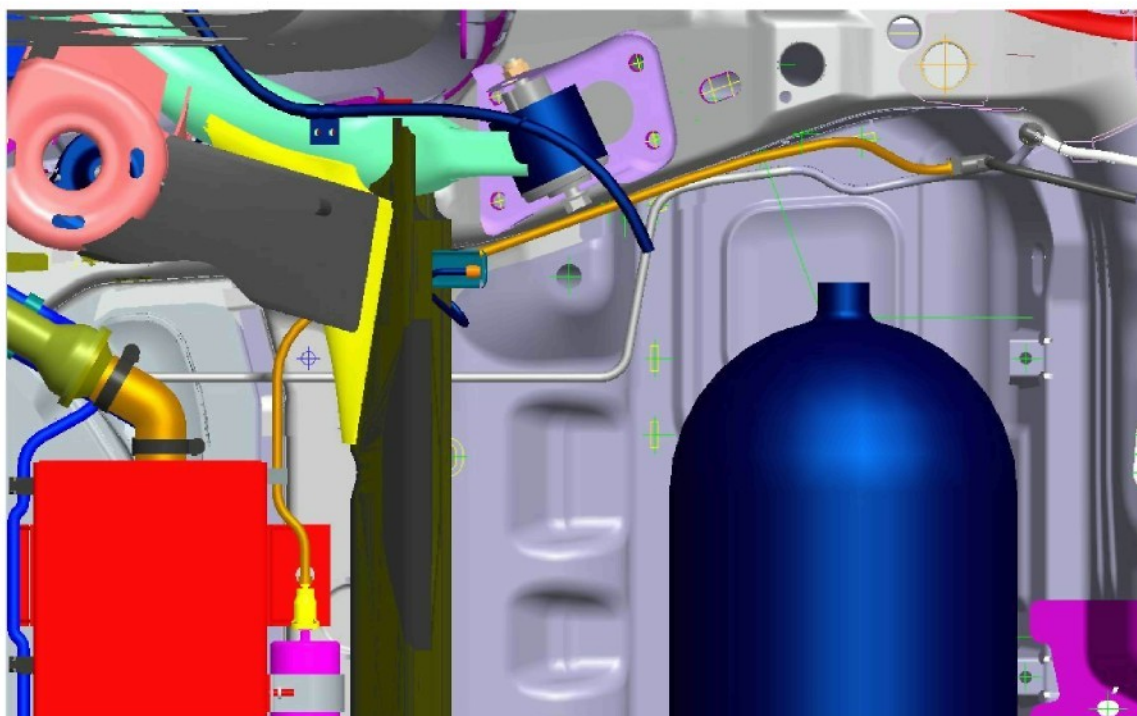
Obr. 6.14 Model zástavby palivového systému



Obr. 6.15 Model zástavby palivového systému, pohled z boku



Obr. 6.16 Model zástavby palivového systému, pohled zezadu



Obr. 6.17 Detail připojení vedení paliva a odvětrání nádrže k sériovému vedení

Další pohledy v příloze P4.

7 Očekávané provozní parametry

7.1 Hmotnostní parametry vozidla

Hmotnostní parametry vozidla Roomster (tab. 7.1) jsou vzata z verze vozidla N1, tedy z užitkové verze automobilu. Ta má oproti osobní verzi vyšší užitečné zatížení a vyšší maximální dovolené zatížení zadní nápravy. Zadní náprava je totožná s osobní verzí.

Tab. 7.1 Hmotnostní parametry Škoda Roomster N1 [8]

Celková hmotnost vozidla (CHV)	1775 kg
Zatížení zadní nápravy (ZN) při CHV	976 kg
Max. dovolené zatížení ZN	1000 kg
Pohotovostní hmotnost vozidla (PHV) +/- 5% hmotnosti	1155 kg
Zatížení ZN při PHV	483 kg
Užitečná hmotnost vozidla	620 kg

Parametry tlakových nádrží:

Hmotnost nádrží: $m_{TL} = 2 \cdot 32 + 46 = 110 \text{ kg}$.

Objem nádrží: $V_{NG} = 2 \cdot 25,8 + 41 = 92,6 \text{ l}$.

Tlak v nádržích: $p_{TL} = 20 \text{ MPa}$.

Měrná hmotnost NG při 20°C: $\rho_{NG/20} = 0,7 \text{ kg/m}^3$.

Hmotnostní objem nádrží: $m_{NG} = V_{NG} \cdot p_{TL} \cdot \rho_{NG/20} = 12,96 \text{ kg}$.

Přepočítání hmotností na verzi CNG:

(-) odebírané hmotnosti:

Rezervní kolo	14,6 kg
55l benzinová nádrž s příslušenstvím + benzin v nádrži	$\approx 20 \text{ kg} + 39,6 \text{ kg}$
Část výfuku, úchyty, držáky, změna zadní podlahy	$\approx 15 \text{ kg}$
Σ	$\approx 90 \text{ kg}$

(+) přidávané hmotnosti:

Tlakové nádrže + plyn v nádrži	$110 \text{ kg} + 13 \text{ kg}$
15l benzinová nádrž s příslušenstvím + benzin v nádrži	$\approx 20 \text{ kg} + 10,8 \text{ kg}$
Plynové palivové příslušenství, úchyty, držáky, sada na opravu pneumatiky	$\approx 25 \text{ kg}$
Σ	$\approx 179 \text{ kg}$

Rozdíl hmotností: $179 - 90 = 89 \text{ kg}$. Oproti benzinové verzi dojde k navýšení pohotovostní hmotnosti CNG vozidla o 89 kg. Tedy $1155 + 89 = 1244 \text{ kg}$.

Užitečná hmotnost CNG vozidla při zachování celkové hmotnosti pak bude $1775 - 1244 = 531 \text{ kg}$. Dojde ke snížení užitečné hmotnosti z 620 kg na 531 kg. Také musíme brát v úvahu, že maximální nosnost zadní nápravy je 1000 kg. Oproti benzinové verzi, která má na zadní nápravě 976 kg, tedy může dojít k navýšení o 24 kg. Přesné rozpočítání hmotností na nápravy není možné hlavně vzhledem k odhadům některých hmotností a nové konstrukci výfukové soustavy.

7.2 Výkonové parametry vozidla

Maximální výkon motoru na benzin: $P_{m/benz} = 63 \text{ kW}$.

Nepřepřítelné plynové motory s vnější tvorbou směsi plynného paliva a vzduchu mají proti původním benzinovým motorům sníženou velikost středního efektivního tlaku p_e pracovního oběhu. To je dáno větším objemem dávky plynného paliva (proti benzínu – i odpařenému) na pracovní oběh. Poměrnou změnu hodnoty p_e v režimu 100% zatížení po přestavbě benzinového motoru (pro $\lambda = 1$) na plynový ukazuje zjednodušený vztah, odvozený za předpokladu stejných hodnot plnicích účinností i celkových účinností obou motorů:

$$\frac{P_{e/NG}}{P_{e/benz}} = \frac{(A_{T/benz} \cdot r_{air} + r_{benz}) \cdot H_{L/NG} \cdot T_{DÚ/benz}}{(A_{T/NG} \cdot r_{air} + r_{NG}) \cdot H_{L/benz} \cdot T_{DÚ/NG}}.$$

Teoretická spotřeba vzduchu je pro benzin $A_{T/benz} = 14,5 \text{ kg}_{vzd} / \text{kg}_{pal}$ a pro zemní plyn $A_{T/NG} = 17 \text{ kg}_{vzd} / \text{kg}_{pal}$. Měrná plynová konstanta r je pro vzduch $r_{air} = 287 \text{ J} / (\text{kg} \cdot \text{K})$, pro NG je $r_{NG} = 518 \text{ J} / (\text{kg} \cdot \text{K})$. Přehřáté páry benzínu mají plynovou konstantu $r_{benz} = 76 \text{ J} / (\text{kg} \cdot \text{K})$. Dolní výhřevnost paliva H_L je pro benzin $H_{L/benz} = 42,7 \text{ MJ} / \text{kg}$ a pro zemní plyn je $H_{L/NG} = 49,5 \text{ MJ} / \text{kg}$. Teplota náplně válce na konci plnění $T_{DÚ}$: teplota v benzinovém motoru $T_{DÚ/benz}$ bude proti teplotě v plynových motorech $T_{DÚ/NG}$ o 10 až 15°C nižší v důsledku odpařování benzínu v nasávaném vzduchu (odhad: $T_{DÚ/benz} \approx 325 \text{ K}$, $T_{DÚ/NG} \approx 340 \text{ K}$) [2].

Výpočet s využitím uvedených hodnot dává poměrné snížení výkonu při náhradě benzínu zemním plynem přiváděným v plynném stavu do nasávaného vzduchu:

$$\frac{P_{e/NG}}{P_{e/benz}} \approx 0,87.$$

Z tohoto výpočtu tedy plyne, že přechodem z paliva benzin na zemní plyn lze očekávat snížení výkonu motoru zhruba na 87 % výkonu motoru na benzin. Tedy výkon motoru na NG: $P_{m/NG} = 0,87 \cdot P_{m/benz} = 0,87 \cdot 63 \approx 54,8 \text{ kW}$.

7.3 Dojezd a spotřeba paliva

Spotřebu automobilu při pohonu na zemní plyn lze určit poměrem spotřeby plyn / benzin z obdobných verzí vozidel v analýze trhu. Z toho vznikne odhad spotřeby pro Roomster. Spotřebu lze spočítat i pomocí výhřevnosti paliva, ale vypočtená hodnota by

příliš neodpovídala skutečnosti, musíme brát v úvahu pokles výkonu při NG pohonu, změnu hmotnosti a další vlivy. Proto volím výpočet z poměru spotřeby obdobných konkurenčních vozidel.

$$\text{Poměr spotřeby } \alpha = \frac{\Sigma \left(\frac{L_{NG}}{L_{benz}} \right)}{n_{vozidel}} \cong 0,72.$$

Kombinovaná spotřeba při benzinovém pohonu: $L_{benz} = 6,8 \text{ l} / 100 \text{ km}$.

$$L_{NG} = L_{benz} \cdot \alpha = 6,8 \cdot 0,72 \cong 4,9 \text{ kg} / 100 \text{ km}.$$

Vypočtená spotřeba při NG pohonu Roomster: $L_{NG} = 4,9 \text{ kg} / 100 \text{ km}$.

Dojezd automobilu při benzinovém pohonu:

Kombinovaná spotřeba benzínu pro motor 1,4 l / 63 kW je: $L_{benz} = 6,8 \text{ l} / 100 \text{ km}$.

Objem benzinové palivové nádrže: $V_{benz} = 15 \text{ l}$ z toho lze využít přibližně $V_{benz} = 14,5 \text{ l}$.

$$\text{Dojezd automobilu na benzin: } S_{benz} = \frac{V_{benz}}{L_{benz}} \cdot 100 \cong 213 \text{ km}.$$

Dojezd automobilu při CNG pohonu:

Spotřeba NG: $L_{NG} = 4,9 \text{ kg} / 100 \text{ km}$.

Objem nádrží na NG: $V_{NG} = 92,6 \text{ l}$.

Měrná hmotnost NG při 20°C: $\rho_{NG/20} = 0,7 \text{ kg} / \text{m}^3$.

Tlak v nádržích: $p_{TL} = 20 \text{ MPa}$ (z toho lze využít přibližně $p_{TLv} \cong 19,5 \text{ MPa}$).

Využitelný hmotnostní objem tlakových lahví: $m_{NG} = V_{NG} \cdot p_{TLv} \cdot \rho_{NG/20} \cong 12,64 \text{ kg}$.

$$\text{Dojezd automobilu na NG: } S_{NG} = \frac{m_{NG}}{L_{NG}} \cdot 100 \cong 258 \text{ km}.$$

Celkový dojezd automobilu na oba pohony:

$$S_{celk} = S_{benz} + S_{NG} = 213 + 258 = 471 \text{ km}.$$

7.4 Očekávané parametry vozidla Škoda Roomster CNG

Očekávané parametry automobilu Škoda Roomster CNG jsou shrnuty v tabulce 7.2. Parametry přibližně odpovídají parametrům monovalentních CNG vozidel, již dostupných na trhu.

Tab. 7.2 Přehled očekávaných parametrů

	Provoz CNG	Provoz benzin
Výkon motoru	55 kW	63 kW
Obsah nádrže	12,64 kg	15 l
Komb. spotřeba na 100 km	4,9 kg	6,8 l
Dojezd	258 km	213 km
Užitečné zatížení	531 kg	

8 Závěr

Tato diplomová práce se ve své úvodní části zaměřuje na problematiku zemního plynu jako motorového paliva, zabývá se přestavbou vozidel na pohon CNG. Dále rozděluje vozidla s CNG pohonem na monovalentní a bivalentní, zabývá se jejich výhodami a nevýhodami. Obsahuje přehled vybraných sériově vyráběných CNG vozidel. Shrnutím těchto kapitol lze konstatovat, že zemní plyn je perspektivním palivem a v budoucnu můžeme očekávat nárůst jeho zastoupení mezi palivy v dopravě.

V samotném projektu přestavby se zabývám přestavbou automobilu Škoda Roomster. Jako výhodnější koncepci jsem zvolil monovalentní, dále se zabývám zástavbou nové benzinové nádrže a tlakových nádrží na vozidlo. Konstrukci nové benzinové nádrže se věnuji podrobně. Řeším zástavbu všech benzinových palivových komponent do nádrže, vedení paliva, plnění nádrže, odvětrání nádrže a napojení na sériové vedení z benzinové verze. Nakonec se zabývám i výpočtem provozních a výkonových parametrů vozidla.

Škoda Roomster CNG má dojezd 471 km a užitečnou hmotnost 531 kg. Tyto hodnoty přibližně odpovídají hodnotám konkurenčních monovalentních vozidel. Závěrem lze předpokládat, že automobil by byl plně konkurenceschopný. Lepších výsledků by se dalo dosáhnout například, použitím tlakových nádrží z kompozitních materiálů, nebo zvýšením nosnosti náprav vozidla.

Tato práce zasahuje širokou oblast a nelze v rámci této práce uspokojivě vyřešit veškerou problematiku přestavby vozidla. Proto do některých oblastí zasahuji spíše okrajově.

Literatura

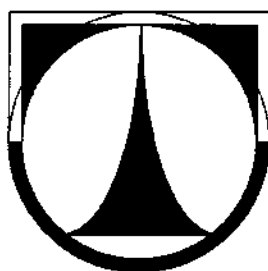
- [1] VLK, F.: Alternativní pohony motorových vozidel. Brno, 2004.
- [2] LAURIN, J.: Motory Škoda Auto 1,2 HTP na zemní plyn. Studie, TU v Liberci, 2006.
- [3] BOUDA, J.: Osobní automobil s motorem na zemní plyn. Diplomová práce, KSD-DP-526, TU v Liberci, 2007.
- [4] PUSTKA, Z.: Základy konstruování. TU v Liberci, 2004.
- [5] Předpis EHK 110, TÜV SÜD Auto CZ, Praha.
- [6] Předpis EHK 83, TÜV SÜD Auto CZ, Praha.
- [7] Předpis EHK 34, TÜV SÜD Auto CZ, Praha.
- [8] ŠKODA AUTO a.s.: Interní výkresová a jiná dokumentace.

Informační materiály z internetových stránek:

- [9] Informace o automobilech na zemní plyn, <http://www.cng.cz/cs>.
- [10] Tlakové lahve, Vítkovice Cylinders, <http://www.vitkovicecylinders.cz/>.
- [11] Škoda Auto a. s., <http://www.skoda-auto.com/cze>.
- [12] Citroën, <http://www.citroen.cz>.
- [13] Fiat, <http://www.fiat.cz>.
- [14] Ford, <http://www.ford.de>.
- [15] Opel, <http://www.opel.cz>.
- [16] Volkswagen, <http://www.volkswagen.cz>.
- [17] Informace o automobilech na zemní plyn, <http://www.gibgas.de>.
- [18] Informace o automobilech na zemní plyn, <http://www.gas24.de>.
- [19] Konstrukční materiály, Feron a.s., <http://www.ferona.cz>.
- [20] Systémy CNG, M. T. M. BRC Gas Equipment, <http://www.brc.it/>.
- [21] Systémy CNG, Aldesa Autogas Equipments, <http://www.aldesa.com.tr>.

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA STROJNÍ

Katedra vozidel a motorů



PŘÍLOHY

Seznam příloh

- P1 Výsledky výpočtu MKP hydraulické zkoušky nádrže,
P2 Model benzinové nádrže,
P3 Model benzinové nádrže se zastavěným příslušenstvím,
P4 Model zástavby palivové soustavy,
P5 Materiál benzinové nádrže,
P6 Výběr z předpisu EHK 34,
P7 Fyzikálně-chemické vlastnosti zemního plynu,
P8 Výkresová dokumentace tlakových nádrží firmy Vítkovice cylinders.

Výkresová dokumentace

BENZINOVA_NADRZ	č.v. KVM-DP-594-00,
NADOBA	č.v. KVM-DP-594-01,
CELO_NADOBY_1	č.v. KVM-DP-594-02,
CELO_NADOBY_2	č.v. KVM-DP-594-03,
DRZAK_FILTRU	č.v. KVM-DP-594-05,
DRZAK	č.v. KVM-DP-594-06,
PLNICI_ODVZDUSNENI	č.v. KVM-DP-594-07,
PLNICI_PRIRUBA	č.v. KVM-DP-594-08.

Přiložený disk DVD.

Příloha P1

Výsledky výpočtu MKP hydraulické zkoušky nádrže

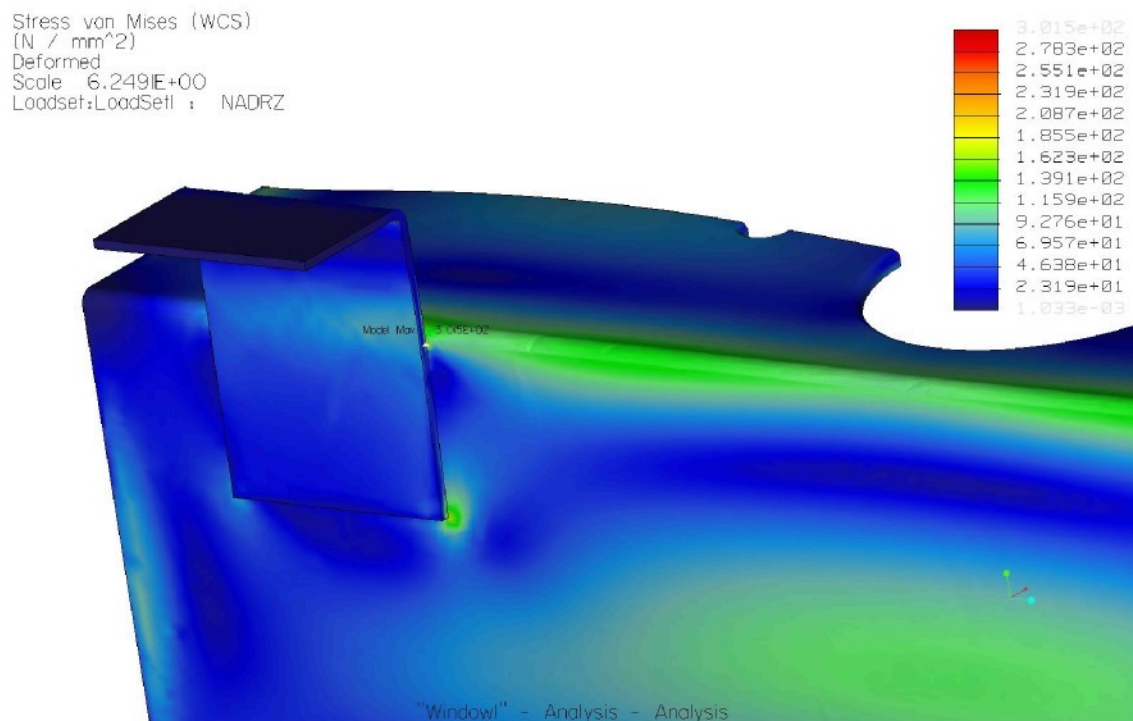
Hydraulická zkouška nádrže:

Dle předpisu EHK 34 musí nádrž vydržet dvojnásobný pracovní tlak minimálně však 0,3 bar. Během této zkoušky nesmí nádrž prasknout ani z ní nesmí unikat palivo, může se však projevit trvalá deformace.

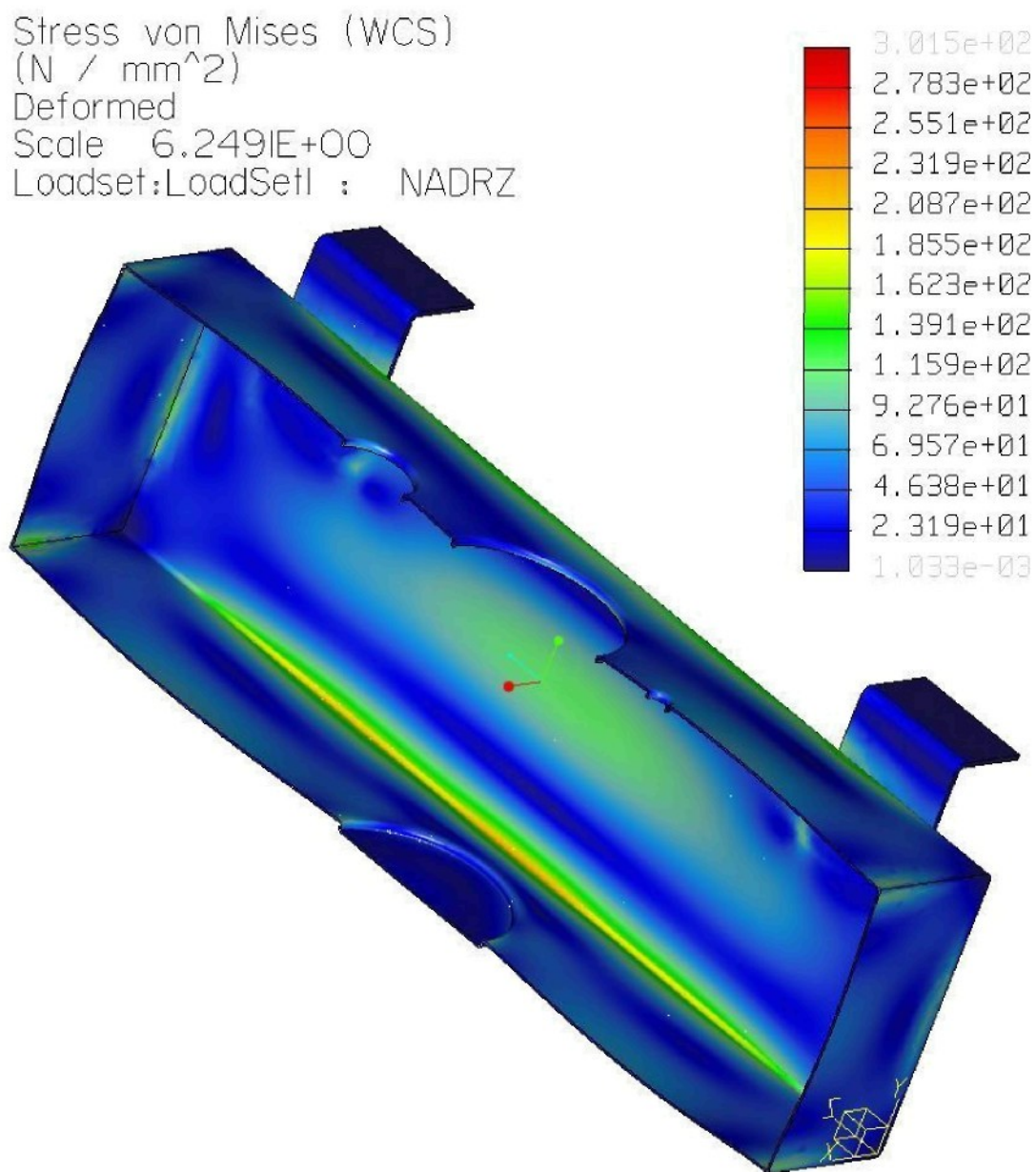
Výsledek analýzy provedené v programu ProMechanica:

Konstrukce nádrže pro analýzu je zjednodušena. Nádrž je kontrolována pouze jako samostatná nádoba bez zastavěného příslušenství a dalších komponent. Pro zjednodušení uvažují nádrž jako symetrickou, proto je v analýze zobrazena pouze polovina nádrže.

Zatížení nádrže vnitřním přetlakem 0,3 bar – napětí, maximum:



Zatížení nádrže vnitřním přetlakem 0,3 bar – napětí:



"WindowI" - Analysis - Analysis

Zatížení nádrže vnitřním přetlakem 0,3 bar – posunutí:

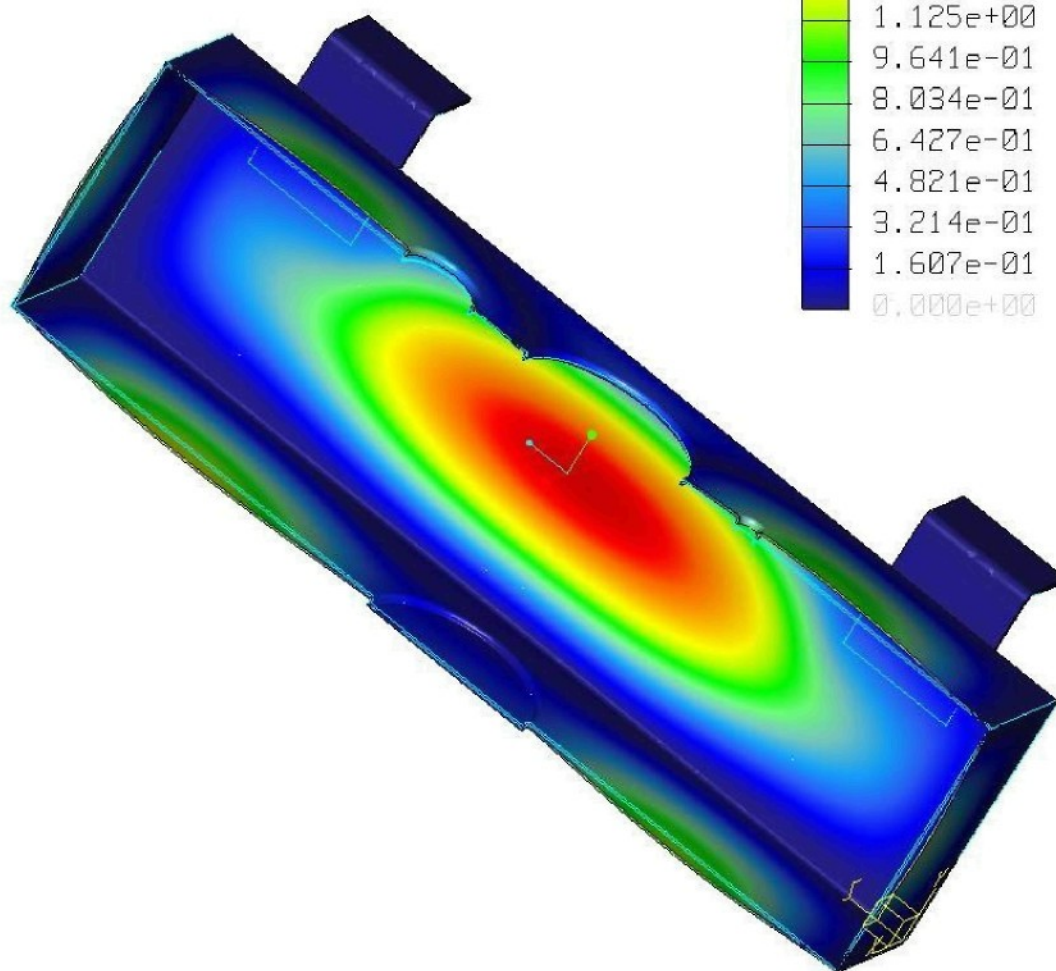
Displacement Mag (WCS)
(mm)

Deformed

Max Disp +2.0889E+00

Scale 6.2491E+00

Loadset:LoadSet1 : NADRZ



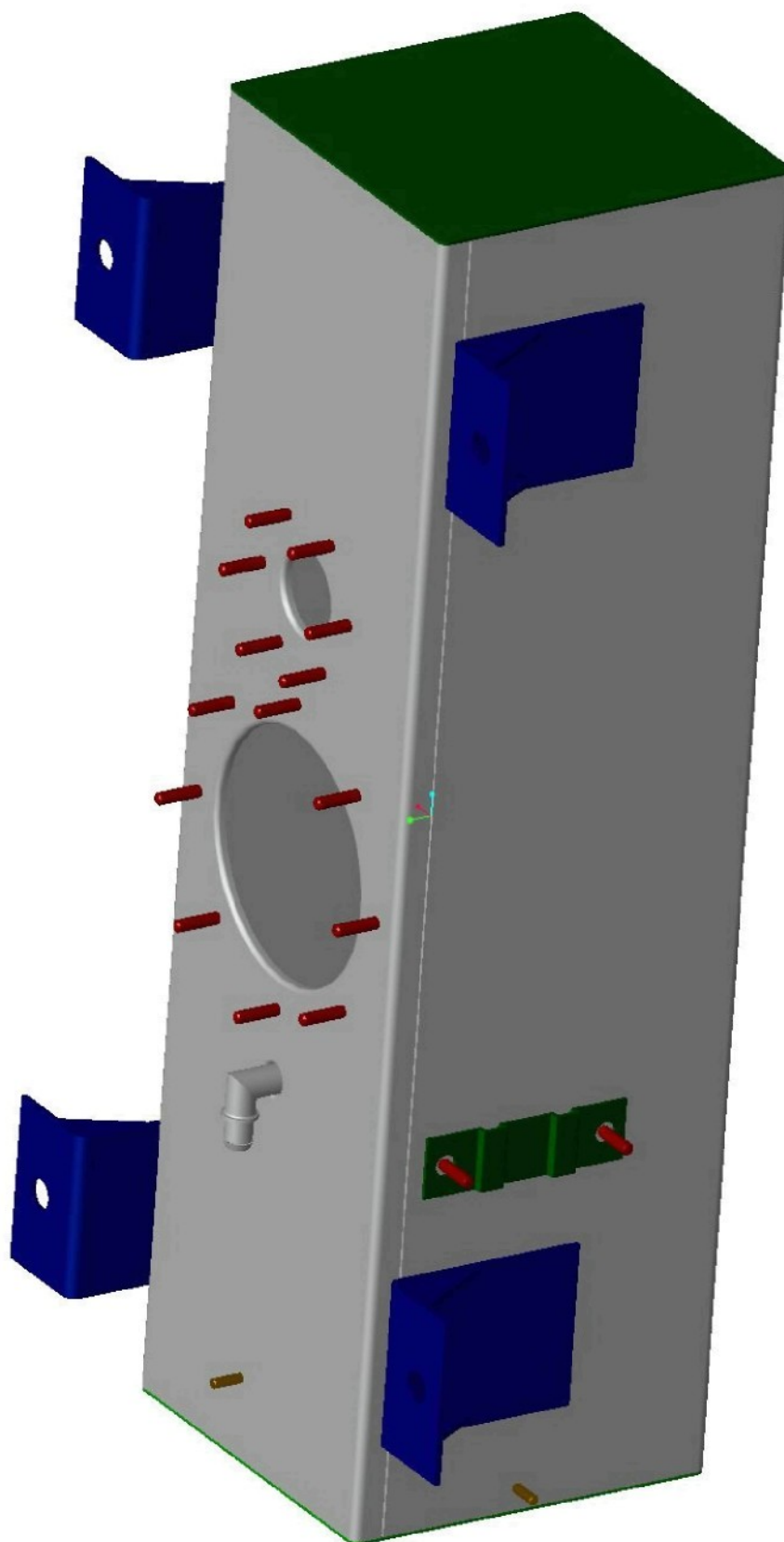
"Window2" - Analysis - Analysis

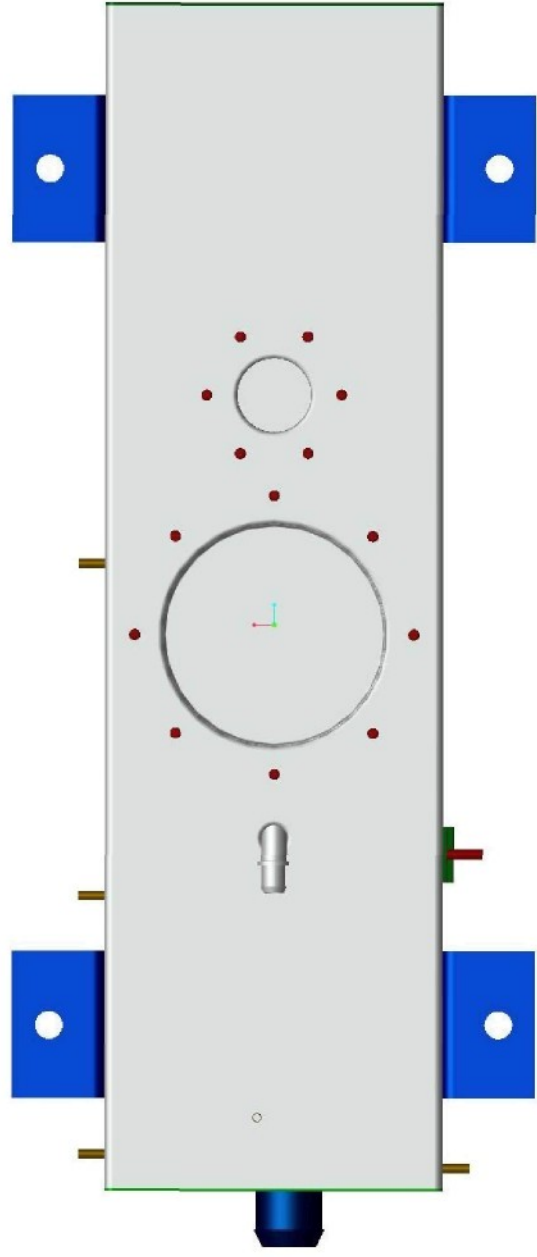
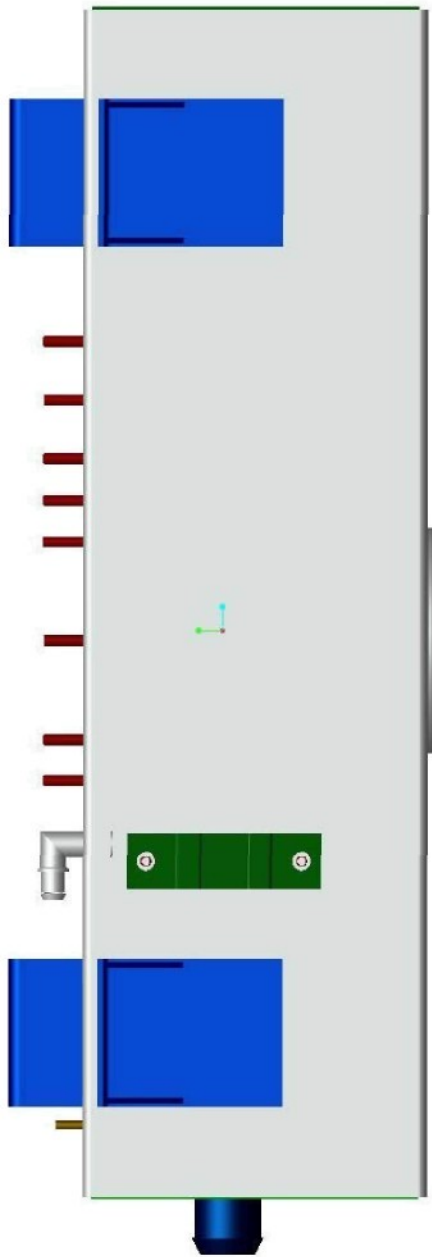
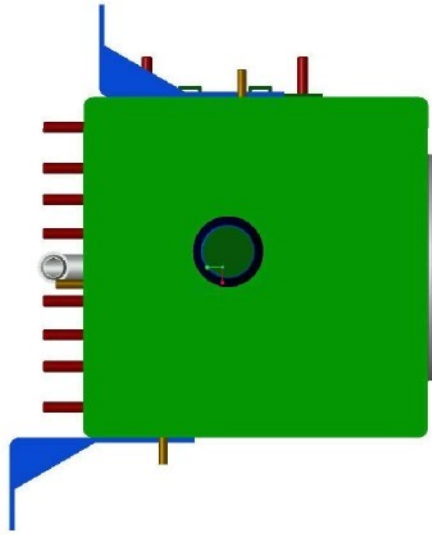
Závěr analýzy MKP:

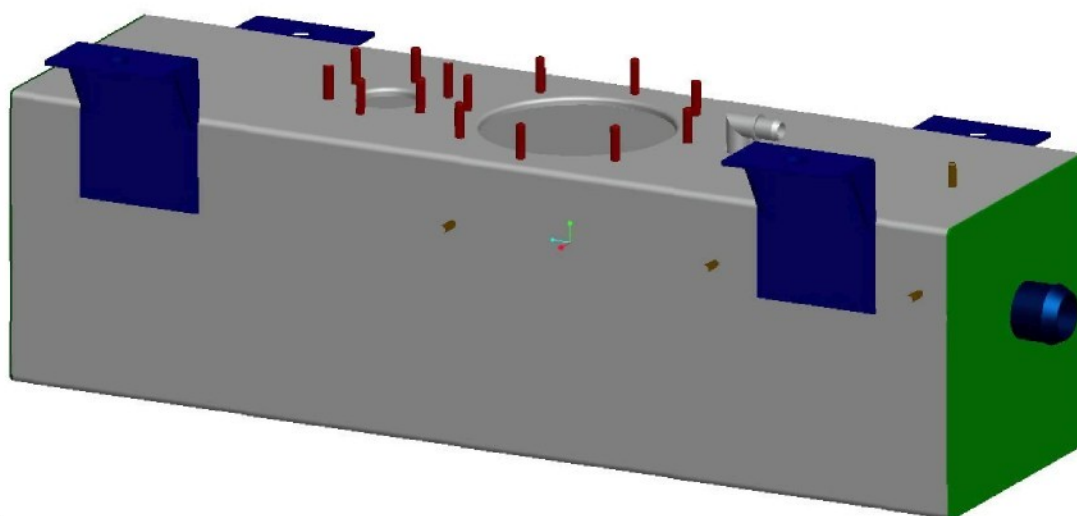
Nádrž zatěžují přetlakem 0,3 bar. Podle simulace hydraulické zkoušky v programu ProMechanica je špička napětí 301 MPa, maximální reálné hodnoty napětí nádrže se pohybují okolo 250 MPa. Maximální posunutí stěny nádrže je 2 mm. Tyto je hodnoty je možné považovat za vyhovující, vzhledem k použitému materiálu, který má mez pevnosti 520 - 700MPa a mez kluzu minimálně 210 MPa. Dle předpisu nesmí dojít k porušení nádrže, může však dojít k její trvalé deformaci.

Příloha P2

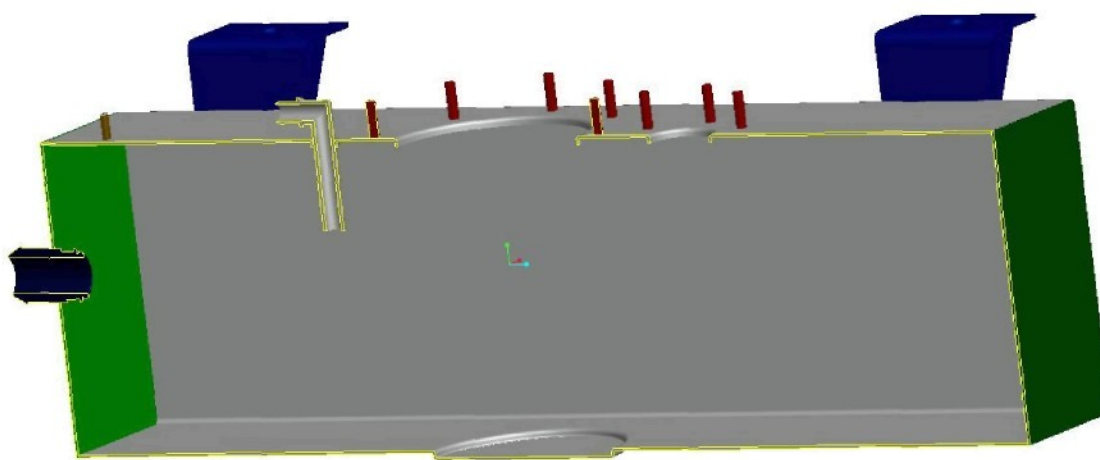
Model benzinové nádrže



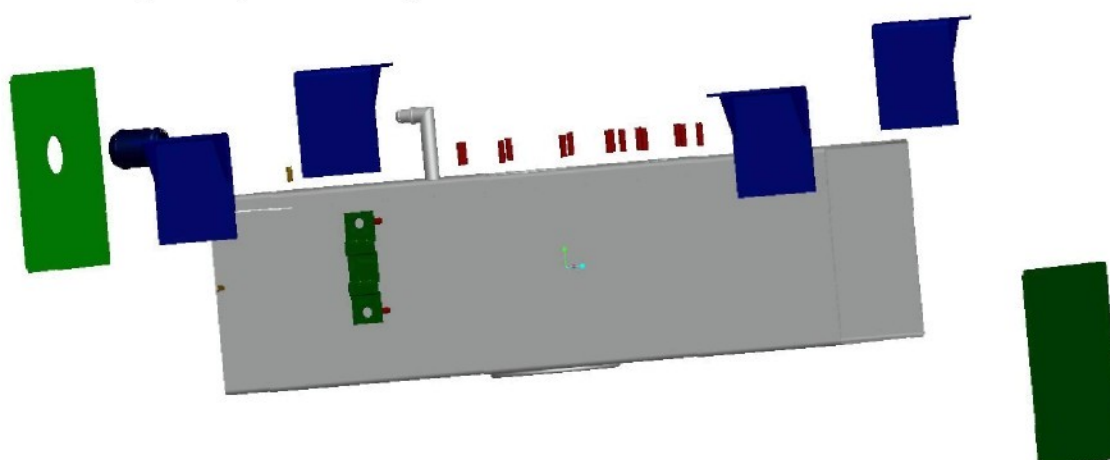




Řez nádrží:

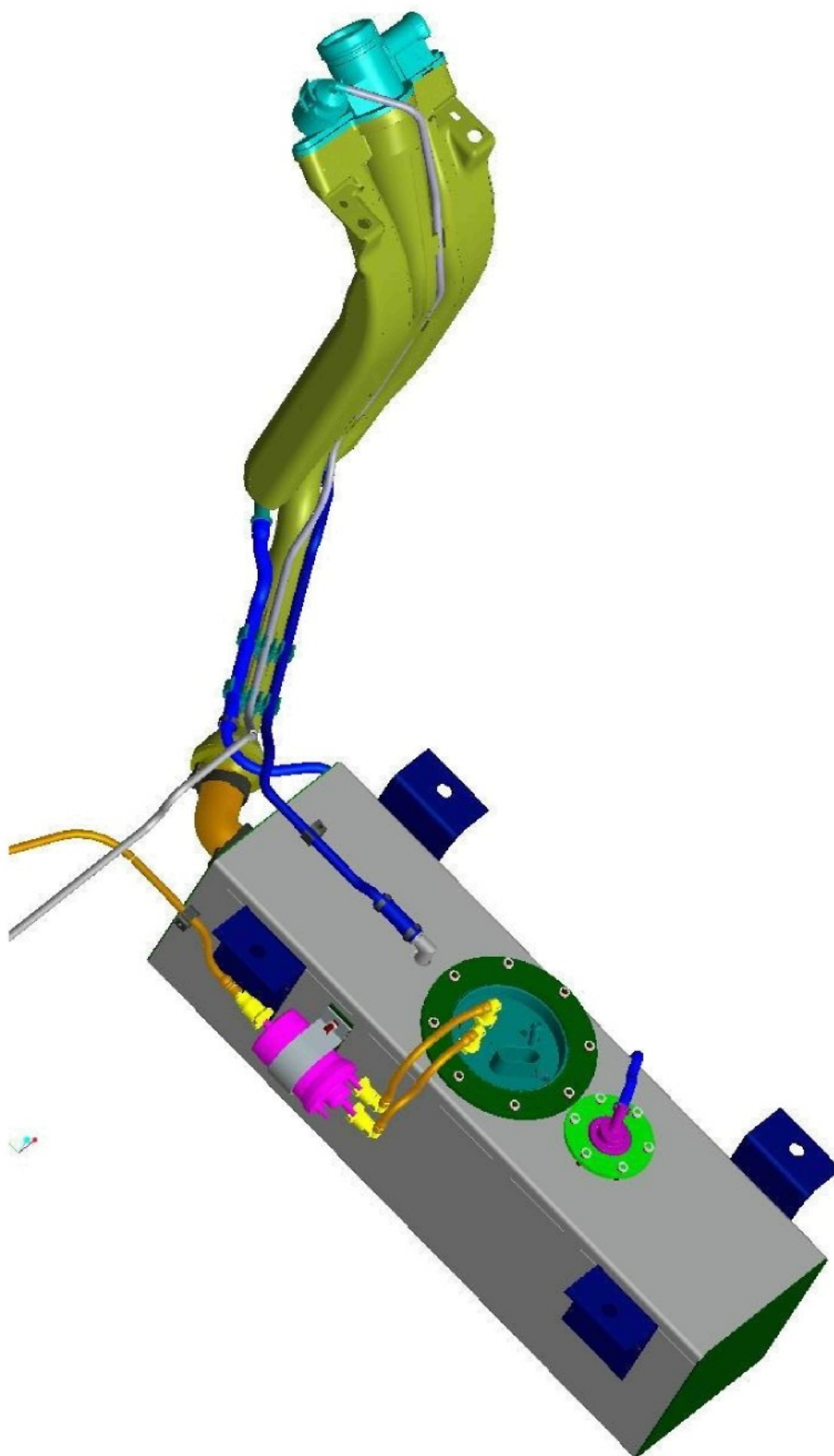


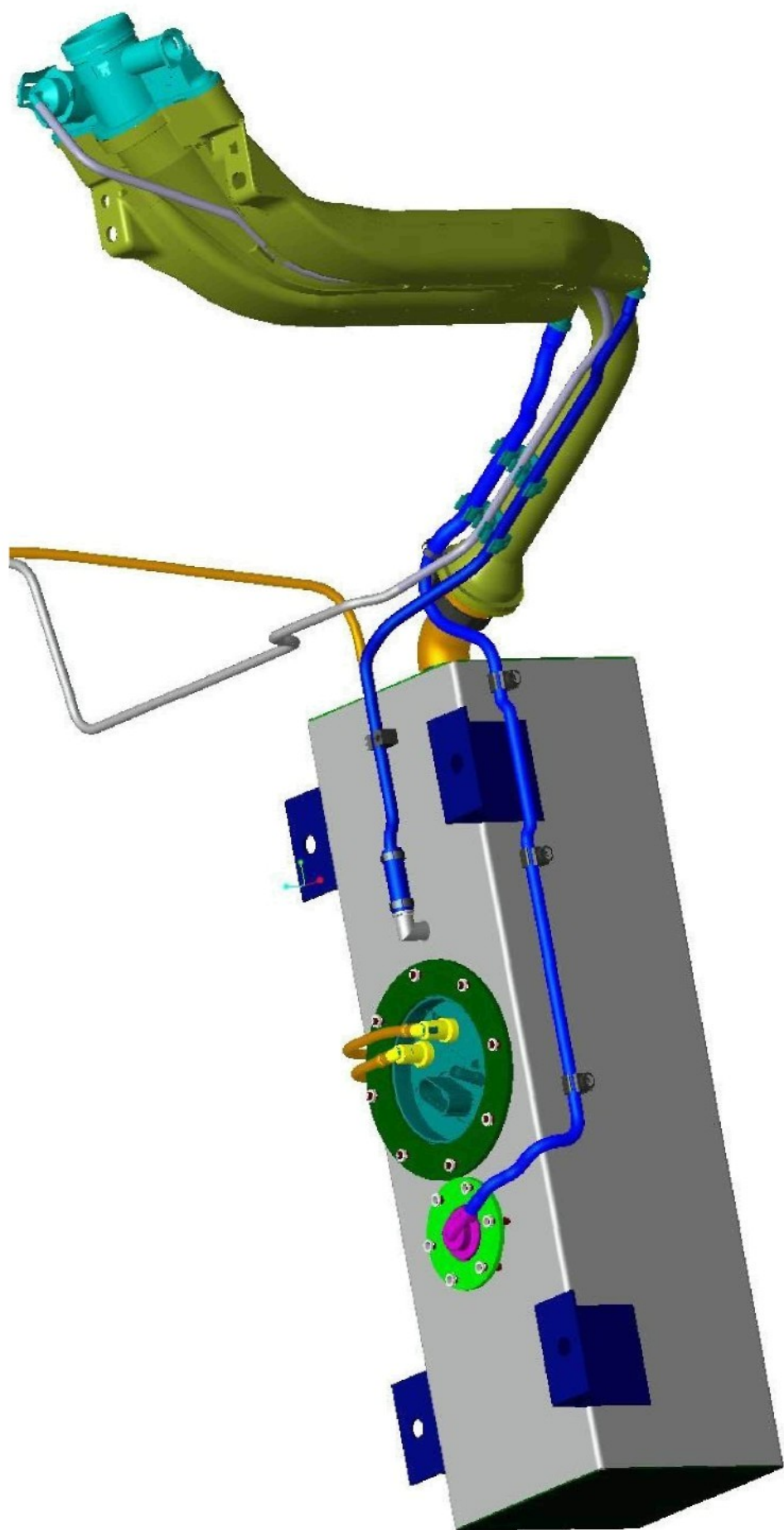
Rozpad na jednotlivé díly:



Příloha P3

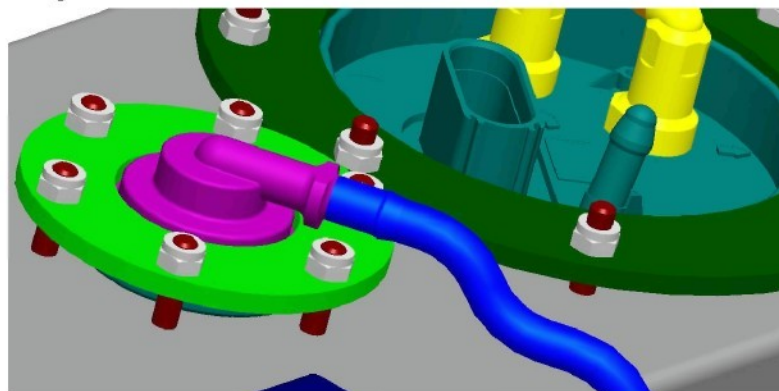
Model benzinové nádrže se zastavěným příslušenstvím



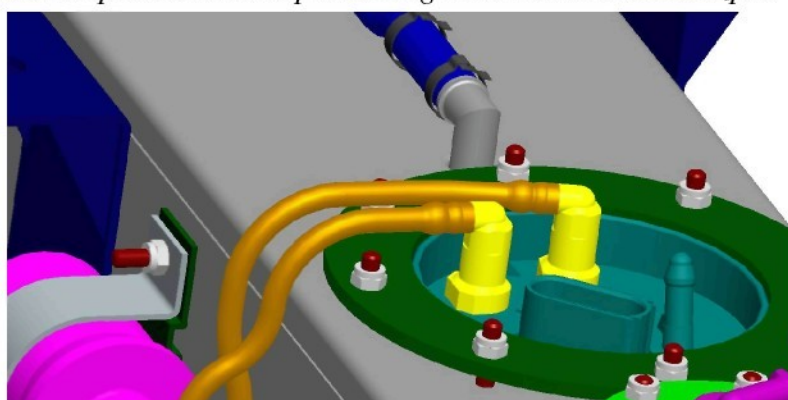


Detaily sestavy:

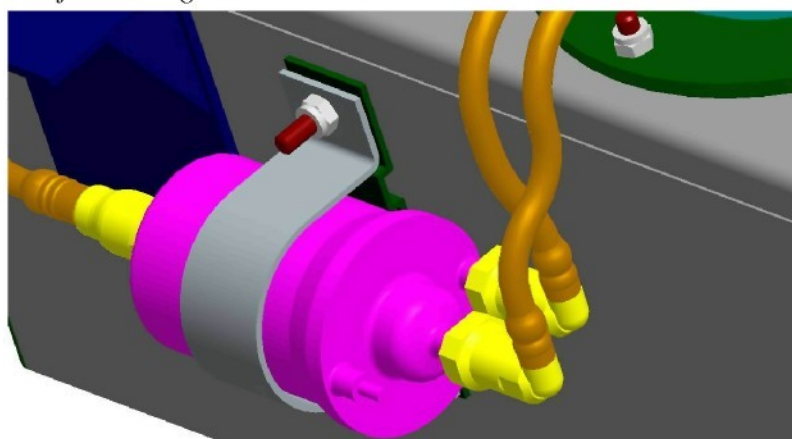
Upevnění gravitačního ventilu a vedení odvětrání:



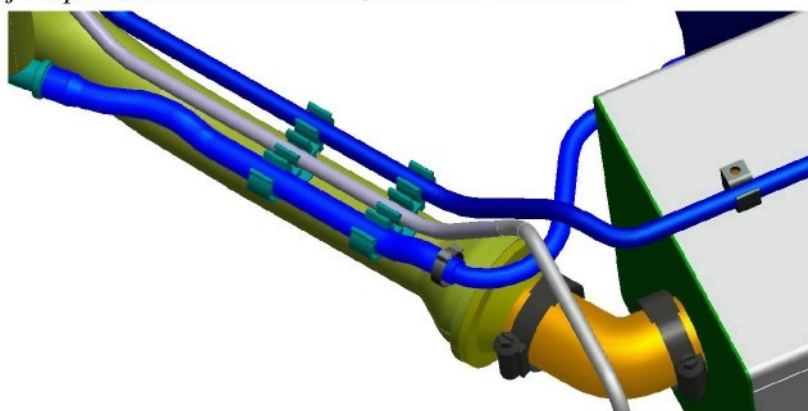
Upevnění čerpadla a vedení paliva ke gravitačnímu ventilu a zpět:



Uchycení filtru s regulátorem tlaku:

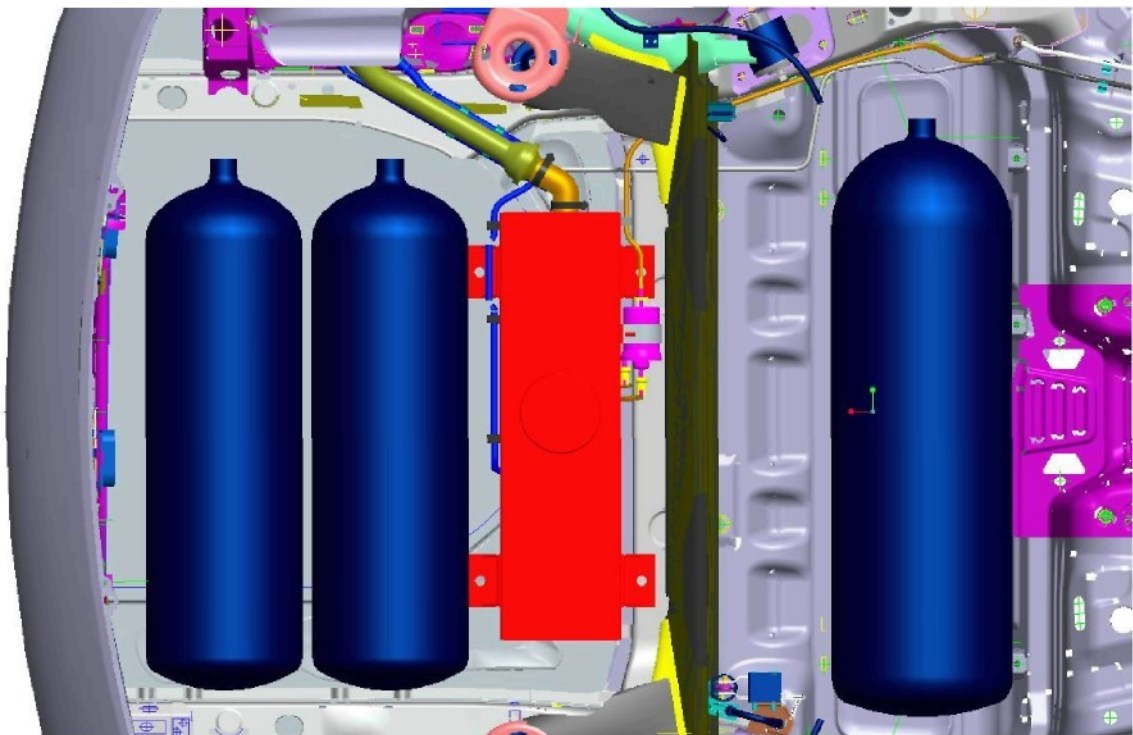
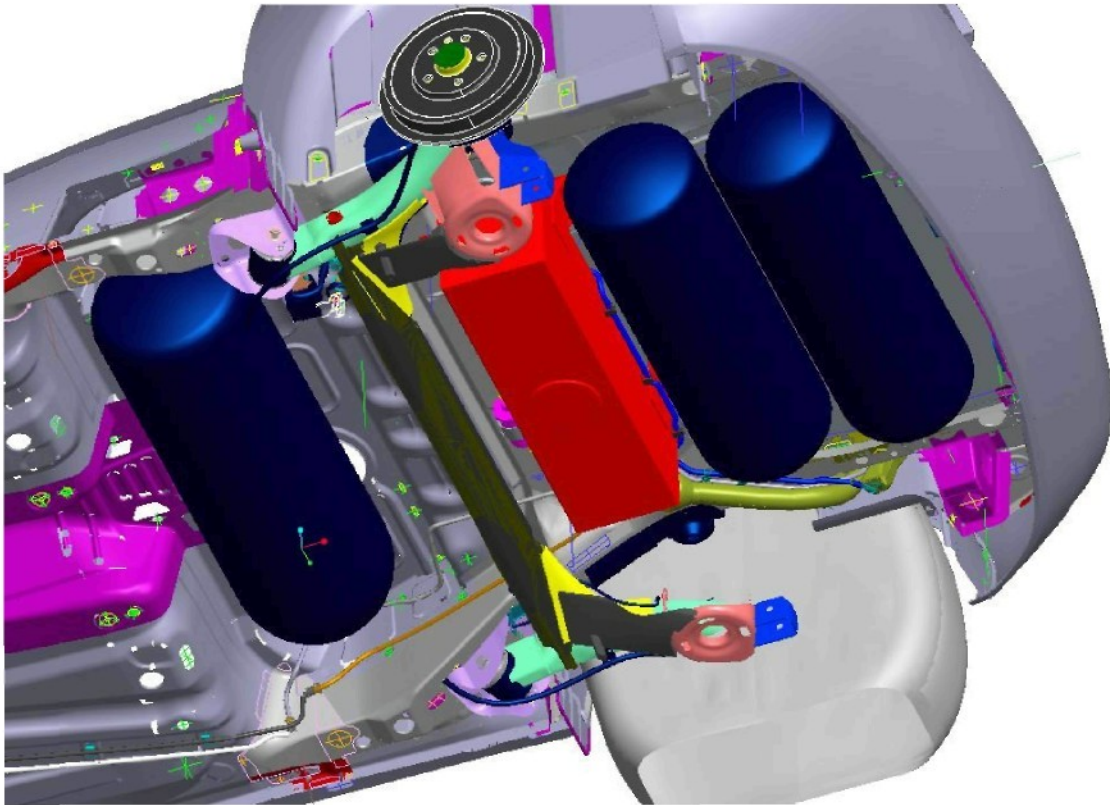


Napojení plnicího hrdla na nádrž a vedení odvětrání:



Příloha P4

Model zástavby palivové soustavy



Příloha P5

Materiál benzinové nádrže

Číslo materiálu **1.4307**, odpovídá dle ČSN **17 287**, odpovídá dle EN ISO **X2CrNi18-9**.

Informace o materiálu z www.ferona.cz

1.4307 (X2CrNi18-9) dle EN 10088-2:42 0928	Ocel Cr-Ni korozivzdorná. Legovaná ušlechtilá ocel, austenitická, běžná. Pro všeobecné použití - například: tenké a tlusté plechy a pásy válcované za tepla nebo za studena, ploché výrobky, volné výkovky pro všeobecné použití, na upevňovací části pro zvýšené a/nebo snížené teploty. Na tlakové nádoby z korozivzdorné oceli. Je odolná vůči mezikrystalové korozi v dodávaném stavu a po zcitlivění. Svařitelnost: vhodná ke svařování všemi obvyklými způsoby. Další vlastnosti: ocel je nemagnetovatelná. Konečný stav dodávky: válcováno za tepla, tepelně zpracováno, mořeno, označení +1D (povrch je bez okují, není tak hladký jako u 2D nebo 2B) válcováno za studena, tepelně zpracováno, mořeno, za studena doválcováno, označení +2B (nejběžnější konečná úprava povrchu, hladší než 2D, zajišťuje hladkost a rovnost, dobrá odolnost proti korozi)
---	--

Další stránky obsahují informace o materiálu firmy Valbruna Nordic.

Standard Cr-Ni Austenitic Stainless Steel

EN - 1.4301/ 1.4307 – ASTM 304 /304 L

PRODEC® / MAXIVAL®

A stainless austenitic steel

Typical analysis %	C 0,03	Cr 18,5	Ni 8,7	Mo -
Delivery condition	Solution annealed			

(Replaces SS 2333 –02, 27)

Mechanical properties

Values for solution annealed condition to EN 10088 - 3

Tensile strength Rm	N/mm ²	520 - 700
Proof strength R _{p0.2}	N/mm ²	min 210
Elongation A ₅	%	min 45
Impact energy KV - 20°C	J/cm ²	Min 100
Hardness	HB	Max 215

Physical properties

Temperature °C	20	100	200	300	400	500
Density Kg/dm ³	7,9					
Modulus of elasticity kN/mm ²	200	194	186	179	172	165
Mean coeff. of thermal expansion 20 ⁰ C –Temp. 10 ⁻⁶ K ⁻¹	-	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0
Specific Thermal Capacity W/m ⁰ C	15					
Electrical Resis- tivity Ω mm ² /m	0,73					
Specific heat J/kg ⁰ C	500					

EN 1.4301/1.4307 PRODEC® or MAXIVAL® is a general purpose austenitic stainless steel with good resistance to atmospheric corrosion and to many organic and inorganic chemicals. It is non-magnetic in the annealed condition but may become slightly magnetic due to the introduction of martensite or ferrite at the cold-working or welding stages.

PRODEC® or MAXIVAL® indicates that the steel has been modified in order to obtain good machinability.

Design features

- ⇒ Good corrosion resistance
- ⇒ Very good machinability
- ⇒ Excellent weldability
- ⇒ Excellent impact strength

Corrosion resistance

EN 1.4301/ 1.4307 has good resistance to atmospheric corrosion with some restrictions particularly regarding marine and coastal environments.

Also the grade has a good resistance to many (mildly corrosive) organic and inorganic chemicals.

Austenitic stainless steels are sensitive to intergranular corrosion due to grain boundary precipitation of chromium carbides, which can occur in the temperature range 550 - 850°C. It is not a common problem for modern stainless steels since the carbon content is generally kept at a low level. Steels with low carbon content (0,02%) have good resistance to intergranular corrosion.

The resistance to pitting and crevice corrosion is moderate. These types of corrosion typically occur in acidic, neutral or slightly alkaline solutions and in media with a low chloride content.

The grade EN 1.4301/1.4307 is susceptible to stress corrosion cracking. Critical service conditions, i. e. applications subjected to combinations of tensile stresses, temperatures above about 50°C and solutions containing chlorides, should be avoided.

Heat treatment

Solution annealing

1050 - 1100° C. Holding time at solution annealing temperature approx. 30 min., followed by rapid cooling in water.

Hardening

These grades cannot be hardened by heat treatment. But they can be hardened by cold working.

Machining

Austenitic stainless steel are more difficult to machine than ordinary carbon steels. They require higher cutting forces than carbon steels, show resistance to chip breaking and a high tendency to built-up edge formation. Generally the machinability decreases with higher contents of alloying elements.

The best machining results are obtained by using high-power equipment, sharp tooling and a rigid set-up.

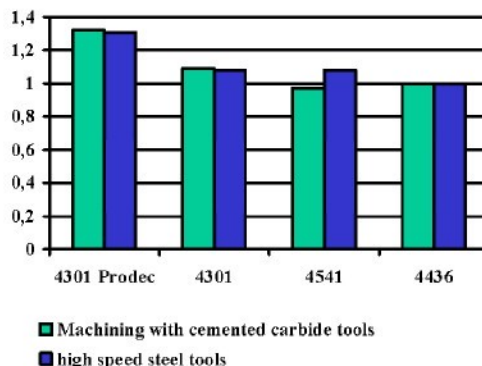
Also the machining properties can be improved through modifications in the metallurgical practice. This is the case in Avesta Polarit PRODEC® versions and applied under license also by Acciaierie Valbruna or the MAXIVAL®

EN 1.4301/ 1.4307 PRODEC® or MAXIVAL® as such is not a "stainless free cutting steel" but a high class norm steel. The machinability has been improved through modifications in the metallurgical practice. It is an "easy to machine steel", considered for parts where extensive machining is required, and still basically the same corrosion properties are maintained.

The machinability of EN 1.4301 PRODEC in relation to other stainless steels is indicated by the machinability index given in the diagram below. This index, which rises with increased machinability, is based on a compound evaluation of test data from several different machining operations. It gives an indication of the machinability of different stainless steel grades in relation to that of grade (EN 1.4436). It should be noted that it does not describe the relative difficulty of machining with cemented carbide and high speed steel tools.

For more information, contact Valbruna Nordic.

Machinability index



Welding

These grades can be readily welded by a full range of conventional welding methods.

Surface finish

EN 1.4301/1.4307 is available with ground, peeled and machined surface.

Stock standard

Please refer to our stock standard leaflet.

Technical support

VALBRUNA NORDIC AB will be helpful in giving further advice and recommendations concerning choice of materials, cutting data, welding, heat treatment, etc.

MATERIAL STANDARDS

EN 10088-3	Stainless steels-Semi-finished products, bars, rods, sections for general purposes
EN 10028-7	Flat products for pressure purposes-Stainless steels
EN 10272	Stainless steel bars for pressure purposes
ASTM A 276/ ASME SA-276	Stainless steel bars for general purposes
ASTM A 479/ ASME SA-479	Stainless steel bars for pressure boilers/pressure vessels

Příloha P6

Výběr z normy EHK 34

EHK 34 – Jednotná ustanovení pro homologaci vozidel z hlediska nebezpečí požáru

Požadavky na nádrže pro kapalná paliva

- Nádrže musí být vyrobeny tak, aby odolávaly korozi.
- Nádrže vybavené vším příslušenstvím, které je k nim normálně namontováno, musí vyhovět zkouškám těsnosti provedeným při relativním vnitřním přetlaku, který je dvojnásobný pracovnímu tlaku, v žádném případě však při přetlaku nižším než 0,3 baru. Vozidlové nádrže vyrobené z plastových materiálů jsou považovány za vyhovující, jestliže byly podrobeny zkoušce popsané výše.
- Přetlak, nebo tlak přesahující tlak pracovní, musí být automaticky kompenzován vhodným zařízením (odvětrávacími otvory, pojistnými ventily atd.).
- Odvětrávací otvory musí být konstruovány způsobem, který brání jakémukoliv nebezpečí požáru. Zejména nesmí být možné, aby při plnění nádrže (nádrží) mohlo dojít k únikům paliva na výfukový systém. Unikající palivo musí být sváděno na zem.
- Nádrž (nádrže) nesmějí být umístěny nebo tvarovány tak, aby vytvářely povrchovou plochu (podlahu, stěnu, přepážku) prostoru pro cestující nebo jiného prostoru s ním spojeného.
- Prostor pro cestující musí být od nádrže (nádrží) oddělen přepážkou. V přepážce mohou být otvory (např. pro vedení kabelu), za předpokladu, že jsou upraveny tak, aby palivo nemohlo volně téci z nádrže (nádrží) do prostoru pro cestující nebo do jiného prostoru s ním spojeného při podmínkách normálního užití.
- Každá nádrž musí být bezpečně upevněna a umístěna tak, aby bylo zajištěno, že palivo unikající z nádrže nebo jejího příslušenství vyteče na zem a ne do prostoru pro cestující při podmínkách normálního užití.
- Plnicí otvor nesmí být umístěn v prostoru pro cestující, v zavazadlovém prostoru nebo v motorovém prostoru.
- Palivo nesmí unikat víčkem nádrže ani zařízením pro kompenzaci přetlaku při předpokládaném provozu vozidla. Při úplném převrácení vozidla je odkapávání paliva přípustné, jestliže nepřevyší hodnotu 30 g/min; tento požadavek musí být ověřen zkouškou.
- Víčko plnicího hrdla nádrže musí být upevněno k plnicímu otvoru. Tyto požadavky budou považovány za splněné, jestliže jsou provedena opatření k zamezení úniku odpařovaných emisí a úniku paliva způsobeného ztrátou víčka palivového hrdla.

To může být dosaženo jednou z následujících možností:

- neodnímatelné víčko palivového hrdla automaticky otvírané a uzavírané,

- konstrukční opatření k zamezení úniku odpařovaných emisí a úniku paliva v případě ztráty víčka palivového hrdla,
 - jakékoliv jiné opatření, které má stejný účinek. Příklady mohou zahrnovat, ne však bez omezení, přivázané víčko nádrže, víčko nádrže na řetízku nebo použití stejného klíče pro víčko plnicího hrdla a pro zapalování. V takovém případě může být klíč z víčka plnicího hrdla odejmut jen v případě jeho zamčení. Užití přivázaného víčka nádrže nebo víčka nádrže na řetízku není však dostačující u vozidel jiných kategorií než M1 a N1.
- Těsnění mezi víčkem a plnicím otvorem musí být na svém místě bezpečně zadrženo. Víčko musí být při uzavření bezpečně blokováno proti těsnění a plnicímu otvoru.
 - Nádrže musí být montovány takovým způsobem, aby byly chráněny před následky čelního a zadního nárazu na vozidlo, v blízkosti nádrže nesmějí být žádné vyčnívající části, ostré hrany atd.
 - Palivová nádrž a její doplňkové části musí být konstruovány a namontovány na vozidle takovým způsobem, aby bylo vyloučeno jakékoliv riziko vznícení způsobené statickou elektřinou. Je-li to nezbytné, musí být učiněno(a) opatření pro odstranění náboje.
 - Palivová (Palivové) nádrž (nádrže) musí být vyrobena (vyrobeny) z ohnivzdorného kovového materiálu. Může (Mohou) být vyrobena (vyrobeny) z plastového materiálu za předpokladu splnění všech výše uvedených požadavků.

Zkoušky nádrží pro kapalná paliva

Hydraulická zkouška

Nádrž musí být podrobena zkoušce s hydraulickým vnitřním tlakem, která musí být provedena na samostatné nádrži s veškerým příslušenstvím. Nádrž musí být zcela naplněna nehořlavou kapalinou (např. vodou). Po uzavření všech vývodů je přes spojovací potrubí, kterým je palivo dodáváno k motoru, postupně zvyšován tlak v nádrži až na relativní vnitřní tlak, který je dvojnásobný vzhledem k pracovnímu tlaku a v žádném případě na tlak nižší než přetlak 0,3 bar, který musí být udržován po dobu jedné minuty. Během této zkoušky nesmí nádrž prasknout ani z ní nesmí unikat palivo, může se však projevit trvalá deformace.

Zkouška obrácením nádrže

Nádrž s veškerým příslušenstvím je namontována do zkušebního přípravku způsobem, který odpovídá jejímu umístění na vozidle, pro něž je určena. To se také týká systému pro kompenzaci vnitřního přetlaku. Zkušební přípravek se otáčí kolem osy, která je rovnoběžná s podélnou osou vozidla. Zkouška se provádí s nádrží naplněnou do

90 % svého objemu a také 30 % svého objemu nehořlavou kapalinou o hustotě a viskozitě blízké hodnotám, které má běžně užívané palivo (muže být použita voda). Nádrž se musí otočit ze své základní polohy o 90° doprava. V této poloze musí nádrž zůstat nejméně pět minut. Potom se nádrž musí otočit o dalších 90° ve stejném směru. V této poloze, kdy je úplně obrácena, musí nádrž zůstat nejméně dalších pět minut. Nádrž se musí otočit zpět do své původní polohy. Zkušební kapalina, která nepřetekla z odvzdušňovacího systému zpět do nádrže, musí být odsáta a pokud je to nezbytné, doplněna. Nádrž se musí otočit o 90° v opačném směru a v této poloze je ponechána nejméně pět minut. Ve stejném směru se musí nádrž otočit o dalších 90°. V poloze, kdy je nádrž úplně obrácena, je ponechána nejméně pět minut. Poté se musí otočit zpět do výchozí polohy. Doba pro každé po sobě následující pootočení o 90° musí být v časovém intervalu od 1 do 3 minut.

Příloha P7

Fyzikálně-chemické vlastnosti zemního plynu

při teplotě 0 °C a tlaku 101 325 Pa.

Skupenství	plynné	-
Barva	bezbarvý	-
Chuť	bez chuti	-
Zápach	bez zápachu *)	-
Spalné teplo	39,81	MJ/m ³
Výhřevnost	35,9	MJ/m ³
Wobbeho číslo	55,59	MJ/m ³
Měrná hmotnost	0,73	kg/m ³
Nejvyšší spalovací rychlost se vzduchem	37,8	cm/s
Stechiometrický objem vzduchu ke spalování	9,51	m ³
Stechiometrický objem vlhkých spalin	10,51	m ³ /m ³
Teoretické složení spalin	9,53	% CO ₂
	18,95	% H ₂ O
	71,52	% N ₂
Maximální podíl CO ₂ v suchých spalinách	11,75	%
Adiabatická spalovací teplota	2055	°C
Zápalná teplota směsi se vzduchem	650	°C
Meze výbušnosti ve vzduchu - dolní mez	4,9	%
Meze výbušnosti ve vzduchu - horní mez	15	%
Rozpustnost ve vodě (20°C)	0,0338 - 0,0858	m ³ /m ³

*) *Odorizuje se, tj. přidávají se k němu zapáchavé organické látky, které signalizují přítomnost zemního plynu ve vzduchu.*

Příloha P8

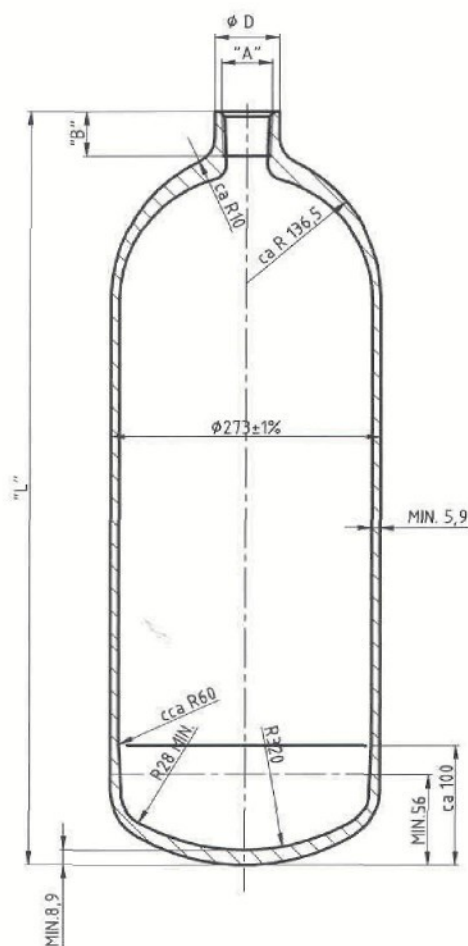
Výkresová dokumentace tlakových nádrží firmy Vítkovice Cylinders

Výkres č. LA4-0297

" A " 3/4 - 14 NGT W 28.8 x 1/14" keg DIN 477 25E EN 629-1 25T-BS 341: Part 1: 1991 25.8 NF E 29-674 28.3 NF E 29-676						MATERIAL : 34CrMo4 EN 10083 Rm = 1020 - 1150 N/mm² Re ≥ 900 N/mm² A₅ ≥ 14% (rectangular specimen) A₅ ≥ 16% (round specimen) KCV=J/cm² (-50°C) podélně /long. ≥ 50 [J/cm²] EW 40																									
						CHEMICAL ANALYSIS (%) <table border="1"> <tr><td>C</td><td>0,30-0,37</td></tr> <tr><td>Si</td><td>0,15-0,40</td></tr> <tr><td>Mn</td><td>0,60-0,90</td></tr> <tr><td>Cr</td><td>0,90-1,20</td></tr> <tr><td>Mo</td><td>0,15-0,30</td></tr> <tr><td>Ni</td><td>max. 0,40</td></tr> <tr><td>V</td><td>max. 0,10</td></tr> <tr><td>P</td><td>max. 0,030</td></tr> <tr><td>S</td><td>max. 0,030</td></tr> <tr><td>P+S</td><td>max. 0,060</td></tr> </table>				C	0,30-0,37	Si	0,15-0,40	Mn	0,60-0,90	Cr	0,90-1,20	Mo	0,15-0,30	Ni	max. 0,40	V	max. 0,10	P	max. 0,030	S	max. 0,030	P+S	max. 0,060		
						C	0,30-0,37																								
Si	0,15-0,40																														
Mn	0,60-0,90																														
Cr	0,90-1,20																														
Mo	0,15-0,30																														
Ni	max. 0,40																														
V	max. 0,10																														
P	max. 0,030																														
S	max. 0,030																														
P+S	max. 0,060																														
CALCULATION ACC. TO ISO 4705 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Kód/Code</th> <th>Objem/Volume +5%(-) -0</th> <th>"L" ca (mm)</th> <th>Hmotnost/Weight ca (kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td rowspan="3">EU09</td><td>25</td><td>775</td><td>31</td></tr> <tr><td>28</td><td>850</td><td>33,5</td></tr> <tr><td>29</td><td>875</td><td>34,5</td></tr> <tr><td rowspan="2">EU10</td><td>30</td><td>900</td><td>35</td></tr> <tr><td>34</td><td>1005</td><td>38,5</td></tr> <tr><td rowspan="2">EU11</td><td>35</td><td>1030</td><td>39,5</td></tr> <tr><td>39</td><td>1130</td><td>43</td></tr> </tbody> </table>				Kód/Code	Objem/Volume +5%(-) -0	"L" ca (mm)	Hmotnost/Weight ca (kg)	EU09	25	775	31	28	850	33,5	29	875	34,5	EU10	30	900	35	34	1005	38,5	EU11	35	1030	39,5	39	1130	43
Kód/Code	Objem/Volume +5%(-) -0	"L" ca (mm)	Hmotnost/Weight ca (kg)																												
EU09	25	775	31																												
	28	850	33,5																												
	29	875	34,5																												
EU10	30	900	35																												
	34	1005	38,5																												
EU11	35	1030	39,5																												
	39	1130	43																												
PLNÍČÍ TLAK : 200 bar FILLING PRESSURE :						ZKUŠEBNÍ TLAK : 300 bar TEST PRESSURE :																									
Značka změny /mark of change						TEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ/HEAT TREATED: KALENÍ/QUENCHING POPOUŠTĚNÍ/TEMPERING																									
Popis změny /description of change						VÍTKOVICE Lahvárna a.s. 706 00, OSTRAVA-VÍTKOVICE, Ruská 83 Výkres je naším duševním a průmyslovým vlastnictvím																									
Datum /date						Název/Name Seamless steel cylinder for NATURAL GAS																									
Vypracoval /designed by						Rev. 1																									
Kontroloval /checked by						Formát/size A4																									
Schválil /approved by						LA4-0297																									
List č./Počet listů Page no./of : 1/2						Rev. 1																									

Výkres č. W-2578

"A"	"B"	" ϕ D min."
3/4 - 14 NGT CGA V-1	min.18	36
1"-11 1/2- NGT CGA V-1	min.22	42
W 28.8 x 1/14" keg DIN 477	min.22	41
25E EN 629-1	min.22	41



MATERIAL : 34CrMo4
EN 10083

$R_m = 985-1100 \text{ N/mm}^2$

$R_e \geq 885 \text{ N/mm}^2$

$A_5 \geq 14\%$

$KCV = J/cm^2 (-50^\circ C)$
podél./long. $\geq 50 \text{ EW40} [J/cm^2]$

CHEMICAL ANALYSIS (%)

C	0,30-0,37
Si	0,15-0,35
Mn	0,60-0,90
Cr	0,90-1,20
Mo	0,15-0,30
Ni	max.0,40
V	max.0,10
P	max. 0,015
S	max. 0,010
P+S	max. 0,025

CALCULATION ACC.TO ISO 4705

Rodina lahví/Cylinders family

Kód/Code	Objem/Volume +5%(l) -0	"L" (mm)	Hmotnost/Weight ca (kg)
EU 02	V min. 35	800	42
	V max. 85	1740	85
příklady zástupců/ typical representants			
	Objem/Volume +5%(l) -0	"L" (mm)	Hmotnost/Weight ca (kg)
EU 02	38	850	43,5
EU 03	41	900	46
EU 06	55	1180	58

PLNÍČÍ TLAK :
FILLING PRESSURE : **200 bar**

ZKUŠEBNÍ TLAK :
TEST PRESSURE : **300 bar**

TEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ/HEAT TREATED:
KALENÍ/QUENCHING
POPOUŠTĚNÍ/TEMPERING

Značka změny /mark of change	Popis změny /description of change	Datum /date	Vypracoval /designed by	Kontroloval /checked by	Schválil /approved by
		13.10.03	P. JANOWSKI		

VÍTKOVICE Lahvárna a.s.

706 00, OSTRAVA-VÍTKOVICE, Ruská 83
Výkres je naším duševním a průmyslovým vlastnictvím

Název/Name

Seamless steel cylinder for natural gas

List č./Počet listů
Page no./of : 1/3

Polotovár/semi-product

Formát/size
A4

W-2578

Rev.
0