



Středoškolská technika 2013

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

PODVOZEK MALÉHO NÁKLADNÍHO AUTOMOBILU TATRA

Václav Průcha, Ladislav Luštinec

**Střední průmyslová škola,
Praha 10, Na Třebešíně 2299,
příspěvková organizace zřízená HMP**

www.trebesin.cz

www.trebesintechnologytour.cz

MATURITNÍ PRÁCE Z CDM

Podvozek malého nákladního automobilu TATRA



Jméno a příjmení: **Václav Průcha, Ladislav Luštinec**

Studijní obor: **Technické lyceum 78-42-M/01**

Třída: **4. F**

Školní rok: **2012/2013**

Vedoucí práce: **Ing. Martin Nermut**

Poděkování

Rádi bychom poděkovali panu Ing. Radomíru Smolkovi, řediteli technického vývoje Tatra a.s., za umožnění tvorby tohoto projektu, investovaný čas a energii a pevně doufáme, že námi vytvořený model bude užitečný pro vývoj nových, lepších automobilů Tatra.

Dále bychom rádi poděkovali panu Ing. Ondřeji Skácelovi za jeho značné úsilí, velké množství času stráveného nejen v archivu a také velkou vstřícnost při našich častých dotazech. Bez jeho přínosu bychom nebyli schopni projekt realizovat.

A především bychom chtěli poděkovat vedoucímu naší práce, panu učiteli Ing. Martinu Nermutovi, za nespočet hodin strávených nad různorodou problematikou tohoto projektu a to většinou ve svém volném čase, za ochotu se kterou i o svátcích a víkendech odpovídal na naše prosby o pomoc a rady a za to, že umožnil vznik této práce a vše vyjednal.

Obsah

Poděkování	3
Obsah.....	4
1 Úvod	6
1.1 Cíle práce	6
1.2 Proč.....	7
1.3 Jak	7
2 Hlavní část	8
2.1 Historie Tatry	8
2.1.1 Založení.....	8
2.1.2 První automobil	8
2.1.3 Název Tatra.....	8
2.1.4 Tatra – koncept	9
2.1.5 Další vývoj automobilky.....	9
2.1.6 Tatra dnes.....	10
2.2 Tatra 805.....	11
2.2.1 Výroba	11
2.2.2 Využití	12
2.2.3 Konstrukce.....	14
2.3 Rozsah práce.....	16
2.4 Tatra koncept.....	16
2.5 Vlastní zájem.....	16
2.6 Zájem Tatry	16
2.7 Požadavky Tatry.....	17
2.8 Použitý software - Solidworks	17
2.8.1 EPDM.....	17
2.8.2 SolidWorks.....	18
2.9 Vlastní modelování	20
2.9.1 Postup.....	20
2.9.2 Materiály součástí	20
2.9.3 Nulový bod	20

2.9.4	Výkyvné polonápravy	21
2.9.5	Diferenciál s uzávěrkou	22
2.9.6	Brzdy.....	22
2.9.7	Talířové kolo	24
2.9.8	Torzní tyče	24
2.9.9	Kolová redukce	25
2.9.10	Kloub řízení.....	26
2.9.11	Pneumatiky.....	26
2.9.12	Pohonné ústrojí.....	27
2.9.13	Celková sestava	27
2.10	Podklady.....	27
2.11	Problémy.....	28
2.11.1	Modelování.....	28
2.11.2	Správa dat - EPDM.....	29
2.11.3	Číslování.....	29
2.11.4	Hadwarová náročnost	30
2.12	Renderování	31
3	Závěr.....	32
3.1	Průběh	32
3.2	Časová náročnost.....	32
3.3	Zhodnocení (míra splnění cílů)	32
3.4	Nabyté zkušenosti.....	33
3.4.1	Čtení výkresů	33
3.4.2	Číslování.....	33
3.4.3	Modelování.....	33
3.5	Budoucnost.....	33
3.6	Čerpané prameny	34

1 Úvod

Modelování v CAD systémech je v poslední dekádě velmi dynamicky se rozvíjející segment výroby. Při tvorbě velkých projektů, na kterých pracují celé týmy pracovníků a modelářů, je pro efektivní rozdělení a kontrolu práce nutností použití systému pro správu dat. V naší práci se pokusíme nasimulovat podmínky takového projektu. Práci jsme tvořili ve dvojčlenném týmu. Podklady nám byly poskytnuty v podobě částečné výkresové dokumentace z archivu Tatra a.s.. Modelování bude probíhat v Solidworks 2012 s podporou EPDM.

1.1 Cíle práce

Hlavním cílem našeho maturitního projektu je vytvořit 3D model podvozku malého nákladního vozidla T-805 pomocí 3D CAD modelovacího systému Solidworks 2012. Model bude sloužit k prezentaci klasické koncepce podvozku užitkových vozidel Tatra.

3D modelování má v dnešní době velký potenciál. Lze vytvořit velmi přesné modely budoucích výrobků a simulovat na nich různé zkoušky od aerodynamických až po mechanické zkoušky namáhání. Také lze snadno vytvořit 2D výkresovou dokumentaci z daného modelu či sestavy. To dokáže ušetřit nemalé náklady, snížit cenu a tím zvýšit konkurenceschopnost produktu.

Důležitým prvkem je rozvoj našich dovedností (konstrukce, ovládání 3D systému...), naučit se týmové spolupráci, k čemuž nám výrazně pomohl program Enterprise Product Data Manager (EPDM). Tento software umožňuje efektivní spolupráci konstruktérů na návrzích výrobků. PDM aplikace zajišťují komplexní správu verzí dat a procesů projektování a zvyšují kvalitu

a produktivitu práce. Dalším cílem je využít a propojit ve škole nabyté teoretické základy s praxí.

1.2 Proč

Toto téma pro naši maturitní práci jsme si vybrali, protože nás baví jak modelování, tak technika, zvláště pak terénní automobily. Na Tatra a.s. padla volba po konzultaci s panem Ing. Nermutem, který následně vyjednal spolupráci. O tom, že to bude zrovna model T-805, pak rozhodl vlastní, níže specifikovaný zájem Tatra a.s.. Veškeré podklady a výsledky byly a jsou chráněny smlouvou o utajení dat uzavřenou mezi Tatra a.s. a SPŠ Na Třebešíně 2299. K výběru tématu rovněž přispěla naše účast na exkurzi ve firmě v rámci Třebešín Technology Tour.

1.3 Jak

Modelování probíhalo na základě 2D výkresové dokumentace z firemního archivu Tatry Kopřivnice. Bohužel byla neúplná a neuspořádaná, což způsobilo mnoho obtíží, které jsme v průběhu naší práce museli vyřešit. Řada výkresů chyběla, čitelnost některých kót byla špatná, a potýkali jsme se také s rozdílností verzí podvozku, pro něž byly různé verze dílů a ty k sobě ne vždy „pasovaly“. Problémem byly také ve výkresech uvedené materiály. Většina jich dnes již neexistuje, a tak jsme museli často improvizovat. Obdobný problém s normami jsme měli u všech normovaných šroubů, podložek, matek, ložisek a dalších dílů. Problémem byla také orientace v dostupných zhruba 230 výkresech. K některým dílům chyběly vlastní výkresy a byly vyobrazeny pouze ve výkresech velkých sestav bez kót. K dalším dokonce chyběly výkresy úplně a byli jsme odkázáni pouze na fotografie, nákresy v dílenské příručce apod. Modelování těchto součástí bylo tedy obtížné a zdlouhavé a 100% věrohodnost rozhodně nelze očekávat. Snažili jsme se však o co nejlepší a nejměrohodnější výsledek a maximální funkčnost. S těmito díly nám také pomohly rozsáhlé galerie např. paní Zuzany Hanulíkové a dalších, které dokumentují renovace podvozků T-805.

2 Hlavní část

2.1 Historie Tatry

Historie této nejstarší automobilky ve střední Evropě a druhé nejstarší na světě by vydala na několik knih, proto zde uvedeme jen nejdůležitější milníky.

2.1.1 Založení

Počátky existence automobilky sahají do roku 1805, kdy Ignác Schustala založil v obci Nesselsdorf (dnešní Kopřivnice) malou rodinnou firmu na výrobu kočárů. V roce 1890 se podnik změnil na akciovou společnost pod názvem Nesselsdorfer Wagenbau-Fabriks-Gesellschaft. Toho se zakladatel nedožil, zemřel na infarkt. V tomto období zde pod vedením Hugo Fischera von Röslerstamm kvetla výroba železničních vagonů. S novým výrobním programem ale nesouhlasili synové původního majitele, a proto na protest prodali své podíly a založili podnik Vagónka Studénka.

2.1.2 První automobil

Hugo Fischer von Röslerstamm se také zasloužil o uskutečnění výroby prvního automobilu se spalovacím motorem ve střední Evropě. Díky továrníku baronu Theodoru von Liebieg dodal Benz do Kopřivnice jeden z prvních vyrobených spalovacích motorů. A tak byl v roce 1897 vyroben vůz Präsident. O rok později vznikl v Kopřivnici také první nákladní automobil.

2.1.3 Název Tatra

Po úspěšných zkouškách osobních automobilů NW typ U ve Vysokých Tatrách na Slovensku v zimě 1918/1919 bylo rozhodnuto o změně názvu vozidel. Poprvé se označení Tatra objevilo na vozidle TL 4. Původní název se ale používal až do roku 1921, kdy se vedení automobilky přestěhovalo z Vídně do Prahy.



obr. 1 – Tatra 11 (1)

2.1.4 Tatra – koncept

Po návratu geniálního konstruktéra Hanse Ledwinky do Kopřivnice začaly práce na přípravě výroby lidového automobilu. V dubnu 1923 byla představena Tatra 11. Zde byla poprvé použita konstrukce s centrální nosnou rourou a nezávisle výkyvnými polonápravami (tzv. páteřový rám nebo Tatra - koncept) a také vzduchem chlazený motor.

2.1.5 Další vývoj automobilky

V roce 1926 byla Kopřivnická vozovka, a.s., začleněna do koncernu Ringhoffer. O deset let později, po dalším sblížení s pražským magnátem, vznikla firma Ringhoffer TATRA, a. s., která byla o dva roky později přejmenována na Ringhoffer TATRA Werke A G.

V roce 1942 byla zahájena výroba úspěšného nákladního automobilu Tatra 111. “Stojedenáctka“ vznikla původně pro německou armádu, později sloužila při budování socialistických staveb nejen v Československu, ale díky spolehlivosti i v drsných podmínkách v Sovětském svazu na Sibiři. O oblíbenosti tohoto typu svědčí také to, že mu byl v Magadanu (přístavní město na ruském Dálném východě) vybudován pomník.

V roce 1946 vznikla Tatra národní podnik. Od té doby zde vzniklo v obrovských sériích několik typů vozů, s nimiž se na našich silnicích setkáváme i dnes. Například Tatra 138 a její nástupce 148, Tatra 813 8x8 Kolos a její verze 6x6 a 4x4 (dnes je vídáváme hlavně jako účastníky truck – trialových soutěží). V roce 1982 byl představen další typ T815. Ten se s úpravami vyrábí dodnes.

Tatra se kromě vývoje a výroby nákladních automobilů zabývala také konstrukcí jiných dopravních prostředků. V dalších závodech firmy vznikaly autobusy (např. autobus pro provoz v náročných podmínkách T 500HB), trolejbusy, tramvaje (např. T3, nebo T6A5, obě důvěrně známé z pražských ulic) a letadla (např. rekordní T101, které provedlo nepřerušovaný let Praha - Chartúm).

2.1.6 Tatra dnes

V současnosti Tatra a.s. vyrábí pouze nákladní vozidla, a to v šesti modelových řadách. Civilní produkci reprezentují vozidla řad TERRN°1, JAMAL a T 810. Speciální a vojenskou produkci představují řady ARMAX, FORCE, T 815-7 a T 810. Jednotlivé řady jsou dostupné na různých podvozcích (4x4, 6x6, 8x8, pro vojenské speciály také 10x10 a 12x12) a s několika verzemi kabin. Všechna vozidla jsou díky výtečným vlastnostem při jízdě nejen v těžkém terénu, ale i na silnici, často využívána vojsky, hasičskými sbory a také v těžařských společnostech a ve stavebnictví.

Tatra TERRN°1

Tato řada vozů je nástupcem řady T815–2 EURO II. Vůz je klasické konstrukce s páteřovým rámem se vzduchem chlazeným motorem. Novinkou je použití kombinované odpružení King Frame, které se skládá z listových nebo vinutých a vysokotlakých vzduchových pružin.

Tatra T810

Toto vozidlo se od ostatní produkce výrazně liší. Koncepti tohoto automobilu vyvinula společnost ROSS (Roudnické strojírna a slévárny) jako náhradu za dosluhující Pragu V3S pro armádu. Společnost ale zkrachovala a veškerou dokumentaci odkoupila Tatra a. s., která po vyřešení řady problémů dodala armádě 588 vozů. Konstrukce se nakonec od původní Ross výrazně liší - byly použity portálové nápravy vyvinuté v Tatře TATRA-Rigid a převodovky ZF. Nyní je T810 dostupná i v civilní verzi T810 C.

Tatra 815 – 7

Podvozek vychází z tradiční „tatrovácké“ koncepce. Nezávisle výkyvné polonápravy jsou pneumaticky odpruženy, což umožňuje měnit světlou výšku. Díky tomu a nízké kabině je možné vozy přepravovat např. letounem C-130 Herkules. Kabinu je možné pancéřovat, přidat průlezy, střelecké věžičky nebo pro hasičské sbory vyvýšenou laminátovou střechu. T815 – 7 slouží i v civilním sektoru např. jako autojeřáby.

Tatra 158 Phoenix

Tento automobil je určen zejména pro civilní sektor. Podvozek je klasický páteřový rám. Pohon zajišťuje motor Paccar MX s manuální nebo automatickou převodovkou ZF. Pro snížení nákladů a tím zvýšení konkurenceschopnosti je zde použita unifikovaná koncernová

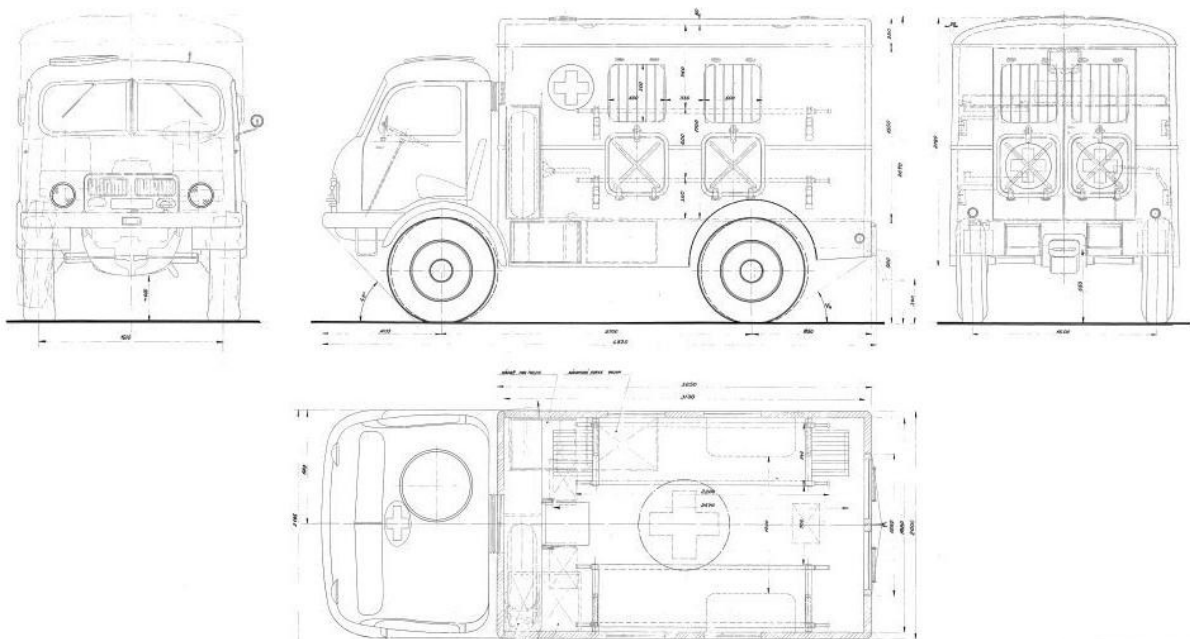
kabina DAF CF, která je dodávaná ve dvou verzích – „denní“ a prodloužená s jedním nebo dvěma lůžky.

2.2 Tatra 805

Tatra 805 byla dvounápravový terénní automobil určený pro dopravu nákladu do hmotnosti 1,5 t v terénu a 2,25 t v silničním provozu a dvou členů posádky. Byla vyvinuta především pro potřeby armády. Ta potřebovala automobil schopný jízdy v těžkém terénu a s vysokou tažnou silou. Podvozek T 805 konstrukčně navazoval na předešlé prototypy speciálních terénních automobilů T 803 a T 804.

2.2.1 Výroba

Výroba začala v roce 1952 a brzy byla Ministerstvem průmyslu převedena do AZNP v Mladé Boleslavi. Zde tato vozidla vyráběli s velkou nechtí a s trvalými problémy týkajícími se kvality (důvodem bylo také to, že nedávno předtím zde byla zrušena výroba stejně velkého nákladního automobilu Škoda 150). Nakonec došlo k rozhodnutí převést osmsetpětku do ZVIL Plzeň (Závody V. I. Lenina, dříve Škodovy závody). Střídání několika odlišně zaměřených a od sebe značně vzdálených výrobců se jednak dost prodražilo, a navíc negativně podepisovalo na kvalitě (a také způsobilo značný nepořádek ve značení výkresů). Celkově bylo vyrobeno asi 13000 kusů T805, z toho více než 7000 v Kopřivnici. Výroba skončila v roce 1959.



obr. 2 – celkový výkres T805 (2)

11

2.2.2 Využití

Většina vozů různých verzí byla využívána v armádě. Nejrozšířenější verzí byl valník a vozidla s různými skříňovými nástavbami (radiovůz, sanitka nebo speciální vozidlo pro hasiče) a také odlehčená, výsadkářská verze s plátěnou střechou. V civilním sektoru byly T 805 využívány také jako zametací vozy a skříňové verze využívala filmová, rozhlasová a televizní studia. Na konci životnosti byla vozidla vyřazená z armády používána např. na rozvoz uhlí nebo u sborů dobrovolných hasičů. Také je nutné připomenout cestovatele Jiřího Hanzelku a Miroslava Zikmunda, jež v letech 1959 - 1964 se dvěma vozy T805 procestovali Asii a Oceánií. V současné době jsou tyto Tatry častými účastníky srazů vojenské techniky, některé jsou přestavěny na soutěže truck-trial a některé bohužel i na malotraktory.



obr. 3 – valník (3)



obr. 4 - výsadkářská verze (4)



obr. 5 – skříň (5)



obr. 6 - hasičská verze (6)



obr. 7 – vysokozdvizná plošina (7)



obr. 8 – cisterna (8)

Tatry 805 ve službách cestovatelů

Výprava Hanzelky a Zikmunda

Na svou první výpravu po Africe a Americe se vydali v osobní Tatře 87, která však kvůli rozsáhlému nákladu byla značně přetížena. Při následující výpravě použili Tatra 805. Šlo o dva vozy se sériovými podvozků a speciálními nástavbami navrženými dle požadavků H+Z.

Karoserie byly rozděleny na tři části. První byla trambusová kabina se dvěma sedadly. Posuvnými dveřmi se dalo projít do druhé, obývací části. Třetí oddíl byl pracovní a jeho část se dala proměnit v temnou komoru potřebnou pro zpracovávání pořízených materiálů. Vozy byly nastříkány stříbrnou barvou s červenými (Zikmundův) a modrými (Hanzelkův) doplňky. Za každým vozem byl tažen malý jednonápravový přívěs.

Bohatá výstroj a výbava ale způsobila příliš velkou hmotnost obou vozů. Po odlehčení v Indii vozy vážily 5200 a 4900 kg, ale maximální povolená hmotnost pro jízdu v terénu byla pouze 4700 kg. Cestovatelé se celou cestu také potýkali s celou řadou problémů (např. roztržené skříně převodovek nebo kmitání řízení). Po mnoha letech to Ing. Hanzelka



obr. 9 – expediční T-805 Hanzelky a Zikmunda (9)

komentoval slovy: „Byly to křápy k pohledání“ a Ing. Zikmund tvrdil: „Nebýt toho, že jsme s sebou měli mechaniky z Tatry, tak bychom snad dodnes nedojeli“. Přes všechny problémy vozy prokázaly výjimečné vlastnosti v těžkém terénu.

Celá výprava trvala pět a půl roku a obě „Kačeny“ při ní ujely přes 76 tisíc kilometrů. Z jejich cest vznikla celá řada reportáží, rozhlasových relací a celovečerních dokumentárních filmů. Velký úspěch slavily také jejich knihy (např. Obrácený půlměsíc, Tisíc a dvě noci, Světadíl pod Himalájem,...)

2.2.3 Konstrukce

Podvozek

Základním prvkem konstrukce byl páteřový rám (tzv. TATRA koncept). Tvořila jej centrální roura spojená se skříněmi převodovek a rozvodovek. Samozřejmostí byly nezávisle výkyvné polonápravy. Vůz měl poháněná všechna kola, pohon přední nápravy byl vypínatelný. Novinkou bylo použití kolových redukcí (u portálových náprav). Ty měly za úkol jednak zvýšit světlou výšku na 400mm a tím průchodnost vozidla v terénu, jednak odlehčit namáhání hnacích hřídelů i soukolí diferenciálů. Přínosem byla úspora váhy i menší nároky na použití kvalitních materiálů, cenou za tohle řešení ovšem byla dražší a složitější konstrukce obou náprav. O odpružení se staraly torzní tyče, které doplňovaly hydraulické pákové tlumiče. Jízda s Tatrou byla na svou dobu docela pohodlná, ale odpružení torzními tyčemi způsobovalo typické naklánění v zatáčkách, díky kterému dostala přezdívku „Kačena“. Diferenciály s čelními ozubenými koly bylo možné pro jízdu v těžkém terénu uzavřít. Na páteřový rám byl přišroubován pomocný rám, na kterém byla vpředu pružně uložena kabina a zadní část sloužila jako podlaha nákladového prostoru.

Pohonné ústrojí

K pohonu byl použit vzduchem chlazený osmiválcový zážehový motor o zdvihovém objemu 2 545 cm³. Jednalo se upravený motor z osobního automobilu T603. Rozdílné bylo použití pouze jednoho karburátoru a snížení výkonu na 75 koní (55,2 kW). Díky typickému hvízdavému zvuk ventilátorů se typu T805 říkalo také "kvíčala". Točivý moment se od motoru přenášel přes čtyřstupňovou převodovku (4 + zpětný chod) a redukční dvoustupňovou převodovku. Obě převodovky byly bez synchronizace.

Brzdy

- Provozní – kapalinová, působící na bubny všech kol, bez posilovače
- Parkovací – mechanická, působící na bubny zadních kol

Kabina

Celokovová, svařovaná karoserie byla trambusového typu (umístěna nad přední nápravou, mezi sedadly byl umístěn motor) s dveřmi otevíratelnými proti směru jízdy. Z důvodu vojenského využití byla použita vyklápěcí přední okna a kruhový průlez ve střeše nad sedadlem spolujezdce. Motor byl zakrytován zvukově a tepelně izolovaným odnímatelným plechovým tunelem. **(10)**

2.3 Rozsah práce

Tato práce se v první řadě zaměřuje na tvorbu 3D CAD modelu podvozku T 805, který je v současnosti v tomto rozsahu jediným svého druhu. Dále se práce zabývá strukturou a značením technické dokumentace použité při 3D modelování podvozku.

2.4 Tatra koncept

Tatra-koncept je vynálezem Hanse Ledwinky, technického ředitele společnosti Tatra s přestávkami v letech 1905 až 1945. Jedná se o speciální druh tzv. páteřového automobilového rámu s nezávislým zavěšením kol. Základem tohoto rámu je nosná roura chránící uvnitř uložený hnací hřídel, na kterou jsou připojovány nápravové rozvodové skříně tak, aby celek tvořil samonosnou konstrukci podvozku. Poprvé byl použit u osobního vozidla T11 v roce 1923 (bez pohonu přední nápravy) jako jednoduchá levná varianta nejlepšího nezávislého zavěšení kol, zabezpečujícího prakticky stálý kontakt všech kol s vozovkou. V dnešní době se v konstrukci osobních vozů používá nezávislé zavěšení již téměř výhradně na lichoběžníkových ramenech. Větší význam má tento rám proto při konstrukci nákladních vozidel v provedení do těžkého terénu; zde nezávislé zavěšení kol u jiných výrobců dodnes teprve postupně proniká. **(11)**

2.5 Vlastní zájem

Když pomineme, že se nám terénní automobily prostě líbí a máme k nim vřelý vztah, tak jsme se chtěli zdokonalit v modelování s ohledem na budoucí studium, ale i zaměstnání. Také to pro nás byla velká výzva, zda něco takového vůbec dokážeme. Vyzkoušeli jsme si zde též práci v (malém) týmu, což je pro praxi rovněž velmi důležité.

2.6 Zájem Tatry

TATRA využije 3D model podvozku vozidla typu T 805 pro provádění srovnávacích studií a analýz v případě nových vývojových projektů vozidel TATRA hmotnostní kategorie do 12 tun, u nichž je požadována vyšší světlá výška pod skříněmi rozvodovek při zachování typické „tatrovácké“ koncepce podvozku s centrální nosnou rourou a výkyvnými

polonápravami. 3D model podvozku T 805 umožní snazší orientaci v konstrukčním řešení původního vozidla.

2.7 Požadavky Tatry

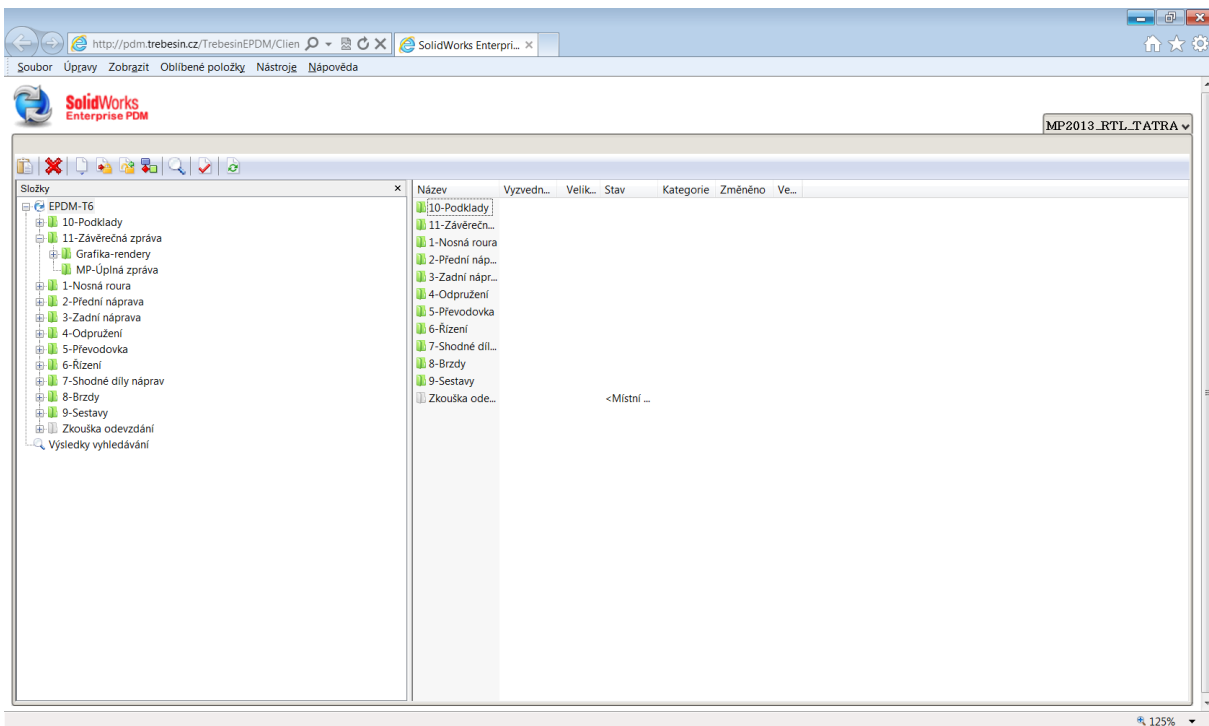
Hlavním požadavkem Tatra a.s., byla vysoká přesnost některých dílů, aby bylo možné model využít k zamýšleným účelům – viz kapitola 2.6.

2.8 Použitý software - Solidworks

2.8.1 EPDM

Pro řízení a správu dat jsme použili software SolidWorks **Enterprise PDM**. Tento a jemu podobné systémy umožňují efektivní rozdělování a kontrolu práce a přesnou správu verzí jednotlivých dílů a sestav. Systém pracuje na databázovém principu, v úschovně jsou uschovány a aktualizovány všechny podstatné atributy každého dokumentu.

Umožňuje doslova celosvětovou spolupráci mnohačlenných týmů i na velmi rozsáhlých projektech především v technické oblasti.



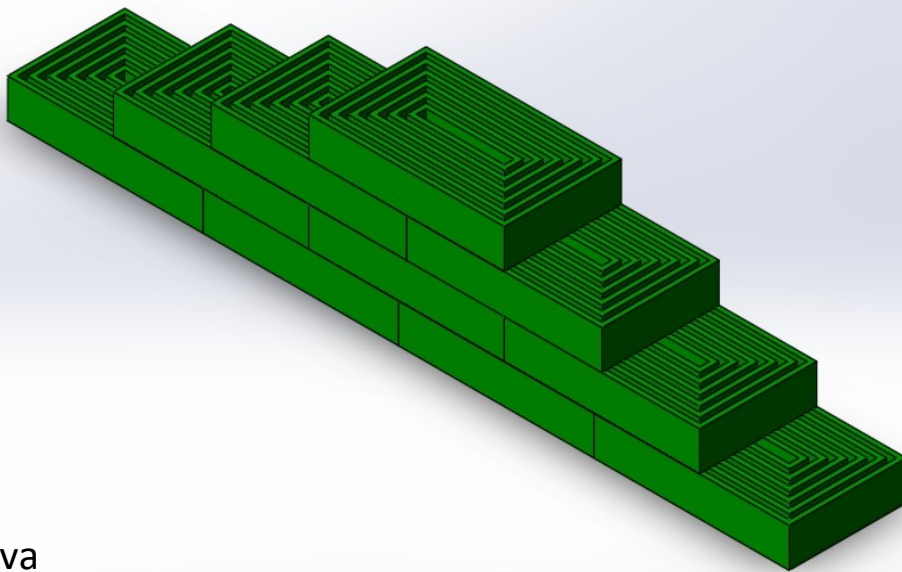
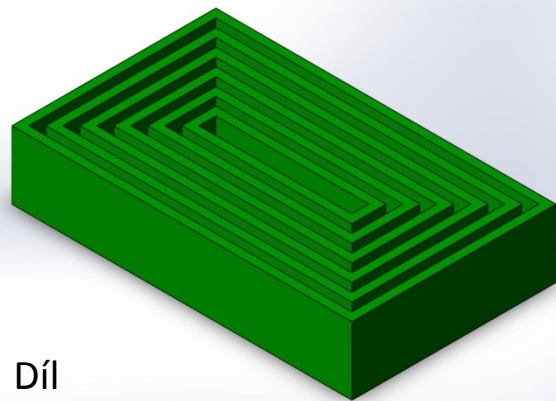
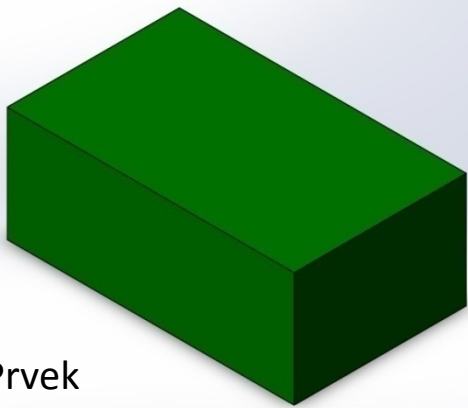
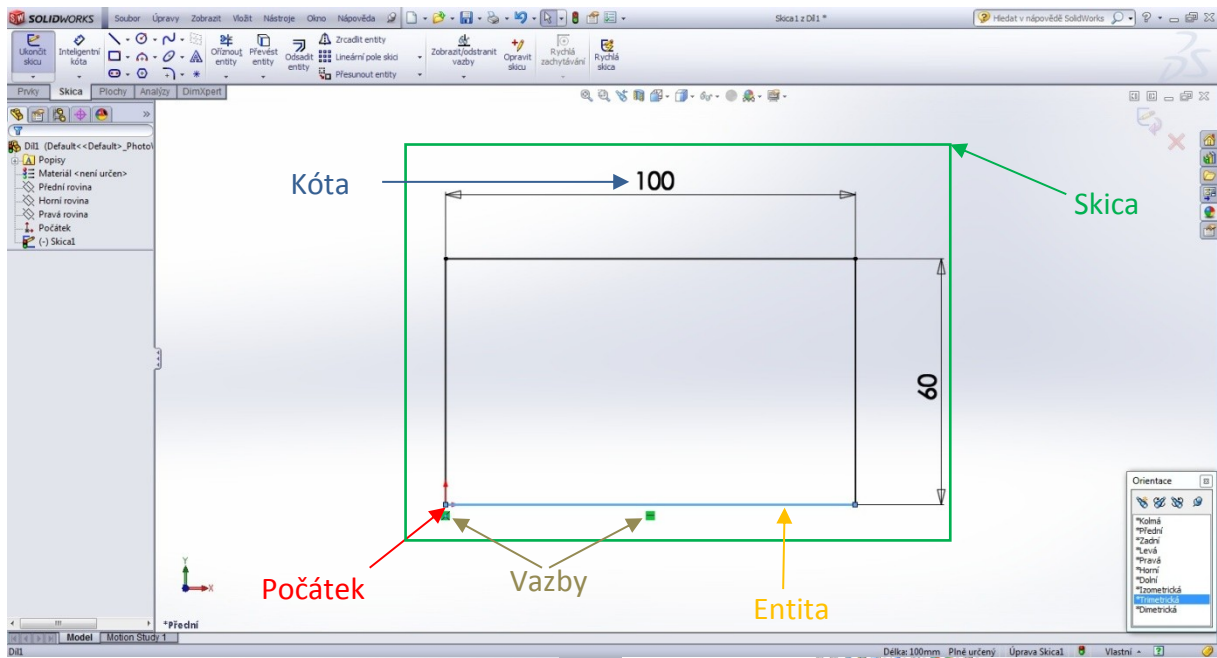
obr. 10 – pracovní plocha EPDM

2.8.2 SolidWorks

Modelování probíhalo v 3D CAD softwaru **SolidWorks 2012** Student Design Kit. Tato „okleštěná“ výuková verze vynikajícího nejen strojírenského CAD systému, kterou jsme měli k dispozici k vypracování modelů, bohužel neobsahuje všechny potřebné doplňky. Nejvíce jsme pocítili absenci Toolboxu, který slouží pro snadnou konfiguraci normovaných dílů, a doplňku Photoworks, který se využívá pro tvorbu renderů, tj. grafických vizualizací. Tyto problémy jsme řešili ve škole, kde máme přístup k verzi obsahující výše zmíněné doplňky.

Pro ilustraci zde popíšeme vznik dílu a následně i sestavy:

Každá sestava se skládá z dílů, případně z podsestav. Díl se skládá z prvků, prvek vzniká na základě skic a skica je tvořena entitami. Entity jsou tedy atomickými prvky sestav. Pro tvorbu „správných“ a dále dobře editovatelných a konfigurovatelných prvků, dílů, a tím i sestav je důležitá tvorba plně definovaných skic. Toho dosáhneme geometrickým „zavazbením“ entit vzhledem k nulovému bodu (počátku), a to buď kótami anebo pomocí vztahů (vodorovná, svislá, kolmá, rovnoběžná...). Tím dosáhneme pevné, přesně dané polohy každé entity, kterou lze snadno a přesně změnit úpravou daných kót a vazeb. Tento princip je základem tzv. adaptivity modelů vytvořených ve 3D CAD.



obr. 11 – popis vzniku sestavy

2.9 Vlastní modelování

2.9.1 Postup

Na počátku práce jsme se dohodli, jak budeme postupovat. Nevěděli jsme, zda bude dostatek času na vytyčené (nemalé) cíle, a také jsme měli k dispozici pouze část výkresové dokumentace. Začali jsme tedy od zadní nápravy, pro niž jsme měli většinu podkladů, a postupovali směrem k přední nápravě. Nejprve jsme vytvořili skelet a následně jej doplňovali díly samotného pohonného ústrojí.

2.9.2 Materiály součástí

Většina na výkresech uvedených materiálů již dnes neexistuje. Část z nich byla nahrazena, zbytek zanikl úplně. Protože přesné dodržení materiálů v našem modelu nehraje zcela zásadní roli, rozhodli jsme se pro značné zjednodušení.

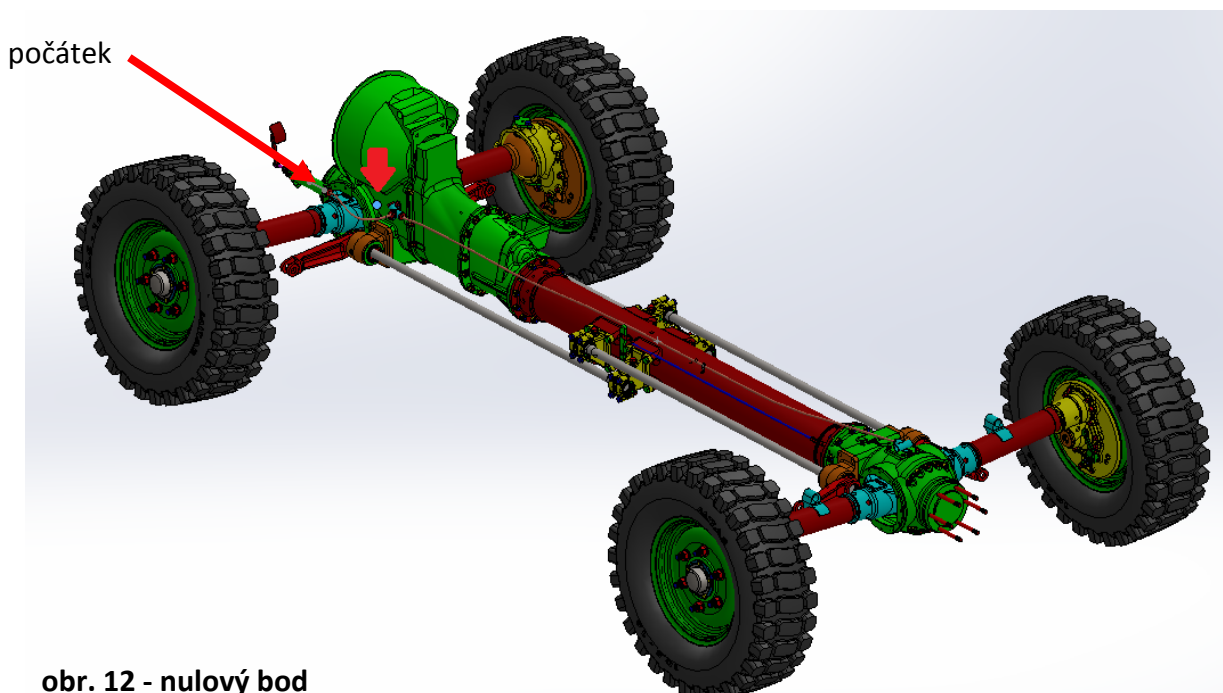
Použili jsme tedy 2 konkrétní materiály (nepočítáme-li pryž a další doplňkové materiály), jeden na velké odlitky a druhý na vše ostatní.

Pro velké odlitky je v modelu použito oceli ČSN 42 2650, kterou jsme do SolidWorks nakonfigurovali podle materiálového listu. Tato ocel nahrazuje materiálovou normu z roku 1971, která nahrazovala normu přibližně z roku 1950 a kterou použili v Tatře pro výrobu originálních odlitek.

Na ostatní díly jsme použili zušlechtěnou konstrukční ocel AISI 4130 (ČSN 15 130), která vlastnostmi odpovídá většině tehdy použitých ocelí k tváření a obrábění.

2.9.3 Nulový bod

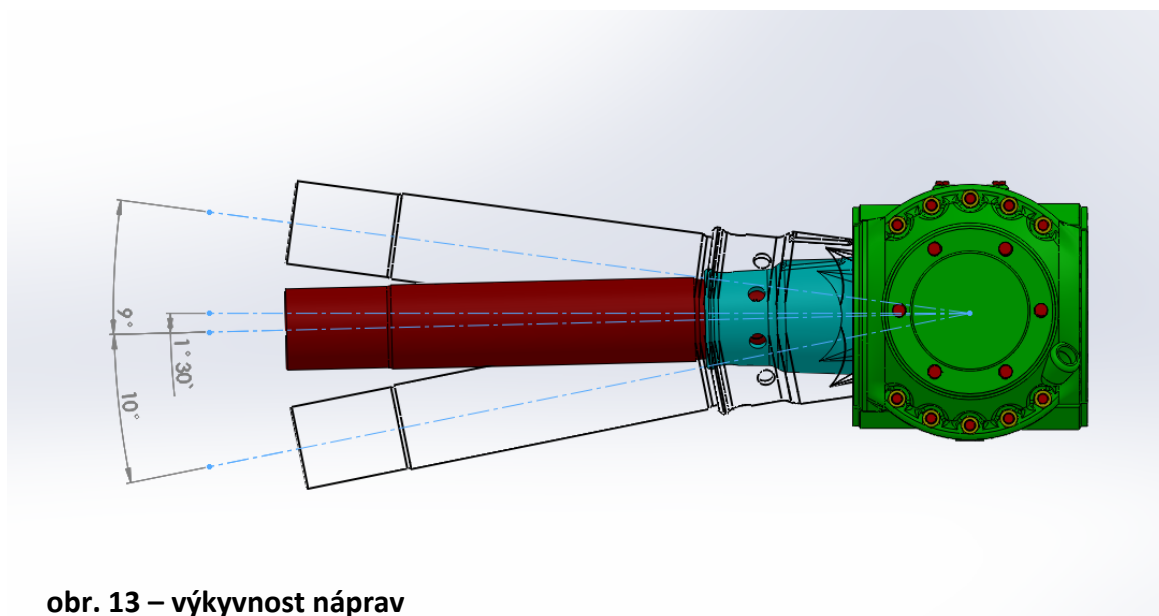
Nulový bod závěrečné sestavy jsme (shodně s konstrukční praxí Tatra a.s.) vložili do průsečíku osy centrální roury a osy levé přední nápravy.



obr. 12 - nulový bod

2.9.4 Výkyvné polonápravy

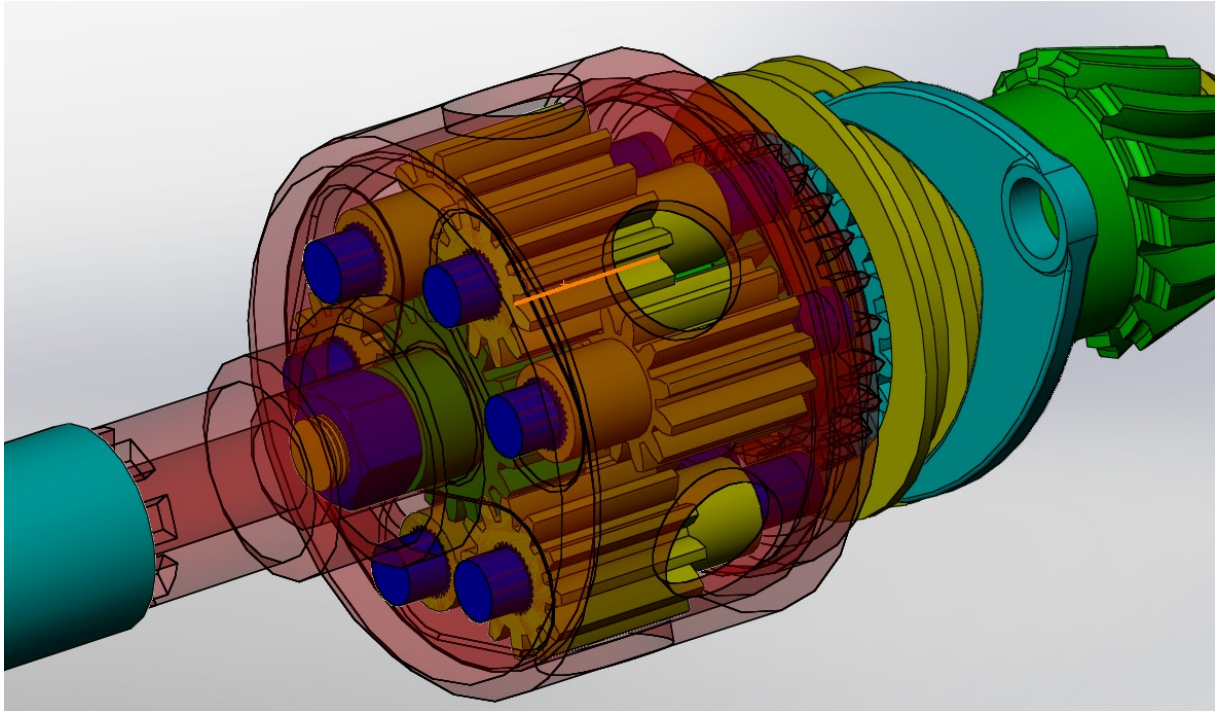
Díky konstrukci s páteřovým rámem jsou všechny polonápravy nezávisle výkyvné. V klidu jsou osy polonáprav u plně zatíženého vozidla skloněny dolů pod úhlem $1^{\circ}30'$, u nezatíženého přední o 4° a zadní o 6° od vodorovné roviny. Maximální úhel vyklonění je 9° nahoru a 10° dolů. To umožňuje jízdu i ve velmi složitém terénu bez kroucení rámu a namáhání nástaveb, což má pozitivní vliv na životnost celého vozidla.



obr. 13 – výkyvnost náprav

2.9.5 Diferenciál s uzávěrkou

Podvozek T805 je vybaven dvěma čelními diferenciály s uzávěrkou, jeden pro přední, druhý pro zadní nápravu. Obě uzávěrky se ovládají společně jednou pákou.



obr. 14 – diferenciál s uzávěrkou

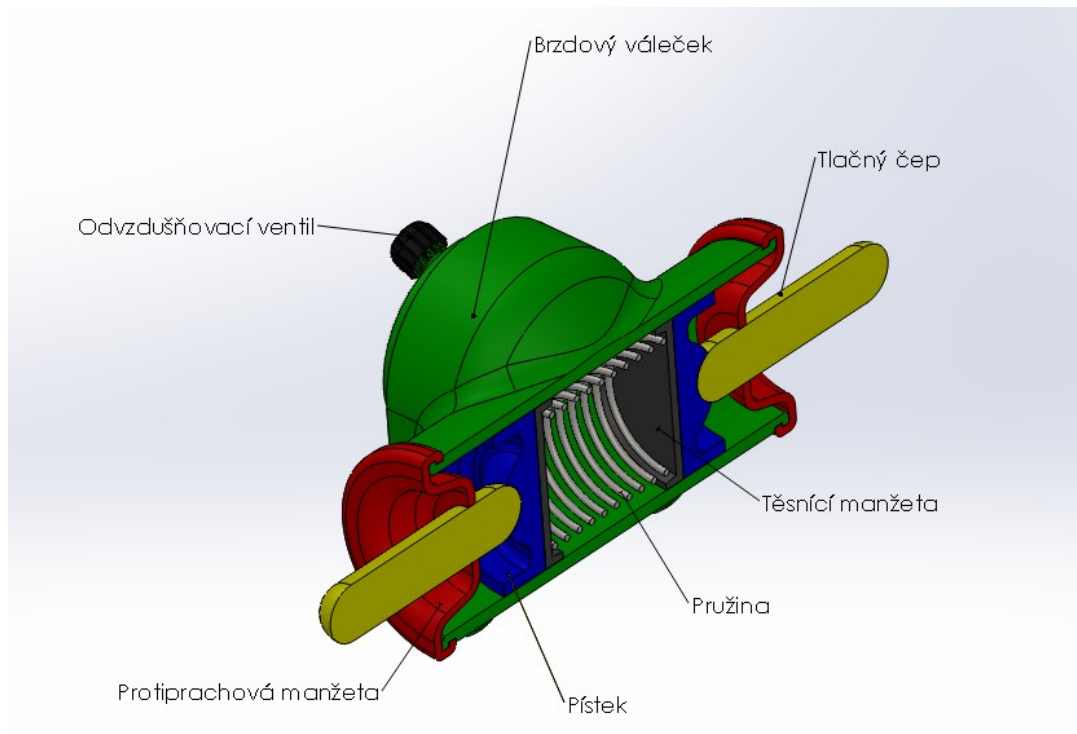
2.9.6 Brzdy

- Provozní

Vozidlo má na všech kolech čelistové (bubnové) brzdy. Z důvodů absence posilovače byl jejich brzdný účinek na plně naložený automobil při jízdě z kopce nedostatečný. Ačkoli dnes jsou preferovány brzdy kotoučové, mají čelistové brzdy několik výhod – většina součástí je umístěna uvnitř bubnu a je tak chráněna proti nečistotám, jednoduché přizpůsobení pro funkci parkovací brzdy a poměrně vysoká životnost brzdového obložení.

Základním hydraulickým prvkem je hlavní brzdový válec, který je ovládán pedálem. V brzdovém válci po sešlápnutí pedálu vzniká tlak, ten je přenášen potrubím k jednotlivým brzdovým válečkům u každého kola. Tlak působí na pístky, které přes

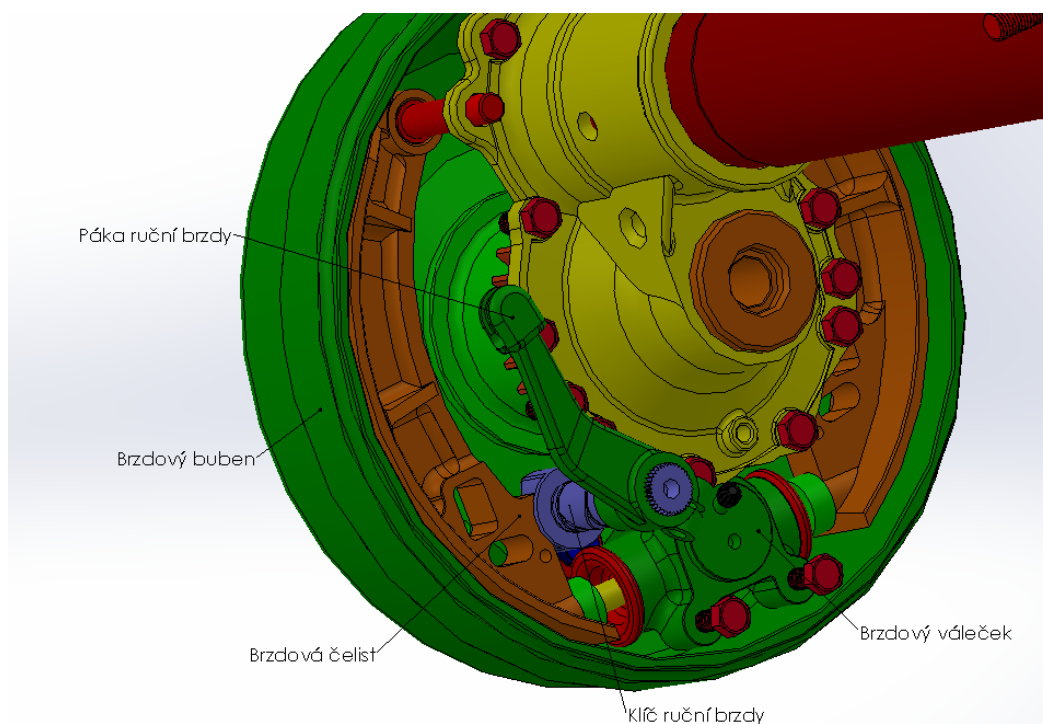
tlačné čepy (tlačítka) rozevírají brzdové čelisti. Ty třením o brzdový buben vytvářejí potřebnou brzdou sílu.



obr. 15 – brzdový váleček

- Parkovací

Parkovací brzda působí pouze na zadní kola. Páka ruční brzdy je s ovládací pákou v kabině spojena lankou.

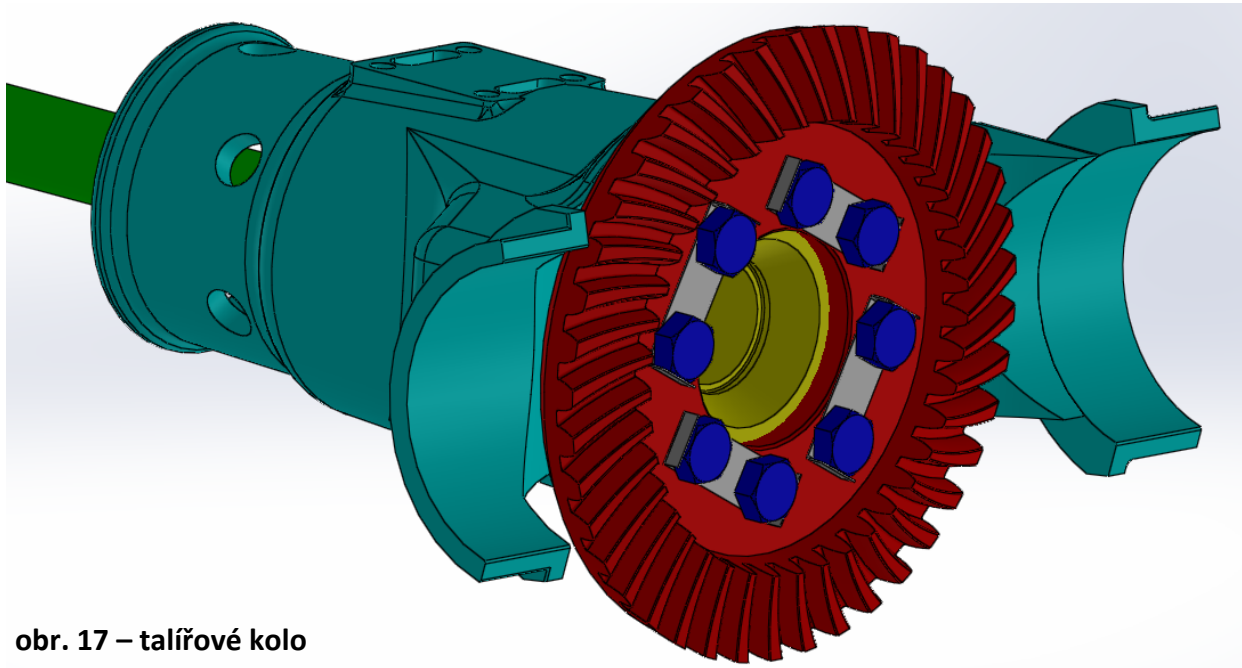


2.9.7 Talířové kolo

V nápravových rozvodkách Tatra 805 jsou použita kuželová kola s ozubením typu Gleason. Řídící přímkou je zde kruhový oblouk. Výhodou použití těchto ozubených kol je nižší hlučnost, vyšší účinnost (nižší tření), rovnoměrné zatěžování po celé délce zubů a tím větší životnost soukolí. Nevýhodou je pak časová a finanční náročnost výroby, z důvodu použití speciálních strojů a nástrojů. Materiálem kol je mangan chromová ocel ČSN 14 220.3, cementovaná a kalená na tvrdost nad 60HRC.

Pro výrobu tohoto soukolí se používají speciální stroje od firmy GLEASON. Nástroji pro výrobu jsou frézovací hlavy, vybavené vyměnitelnými břitovými destičkami. Frézování je prováděno tzv. odvalovacím způsobem.

Talířové kolo zabírá s pastorkem v poměru 42:13, převodový poměr je tedy 3,154. **(12)**



obr. 17 – talířové kolo

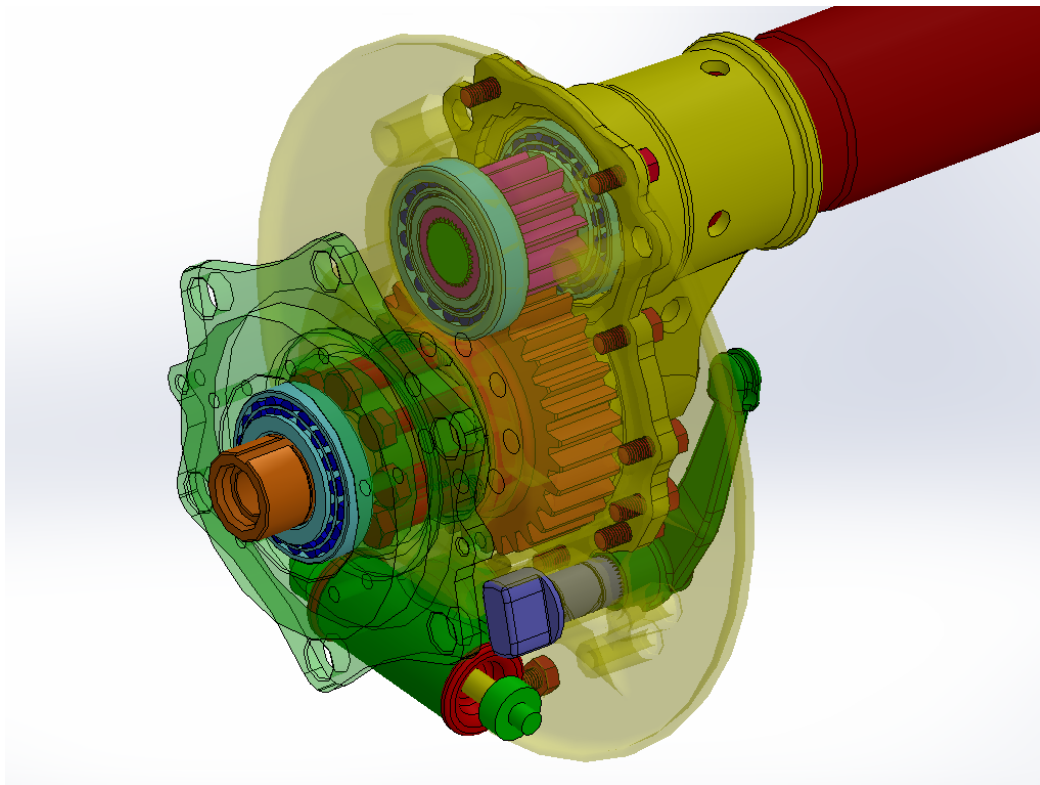
2.9.8 Torzní tyče

Zkrutné neboli torzní tyče umožňují nezávislé odpružení všech náprav. Jsou umístěny těsně podél centrální roury nad sebou, aby mohly být delší a tím zajistit měkčí odpružení (tuhost roste při zvětšování průměru a zkracování tyče). Přepětí torzních tyčí lze měnit utahováním či povolováním šroubu umístěného na konzolách připevněných k centrální rourě (seřízení je nutné také při pravidelných servisních prohlídkách, protože sklon polonáprav se může měnit vlivem nestejně únavy jednotlivých torzních tyčí). U T805 se používaly dva průměry - 41mm pro maximální užitečnou hmotnost 1500kg a 44mm pro 2250kg. Výhodou

je jednoduchá konstrukce, vysoká odolnost, malé prostorové nároky, snadná údržba a jednoduché nastavení světlé výšky vozidla.

2.9.9 Kolová redukce

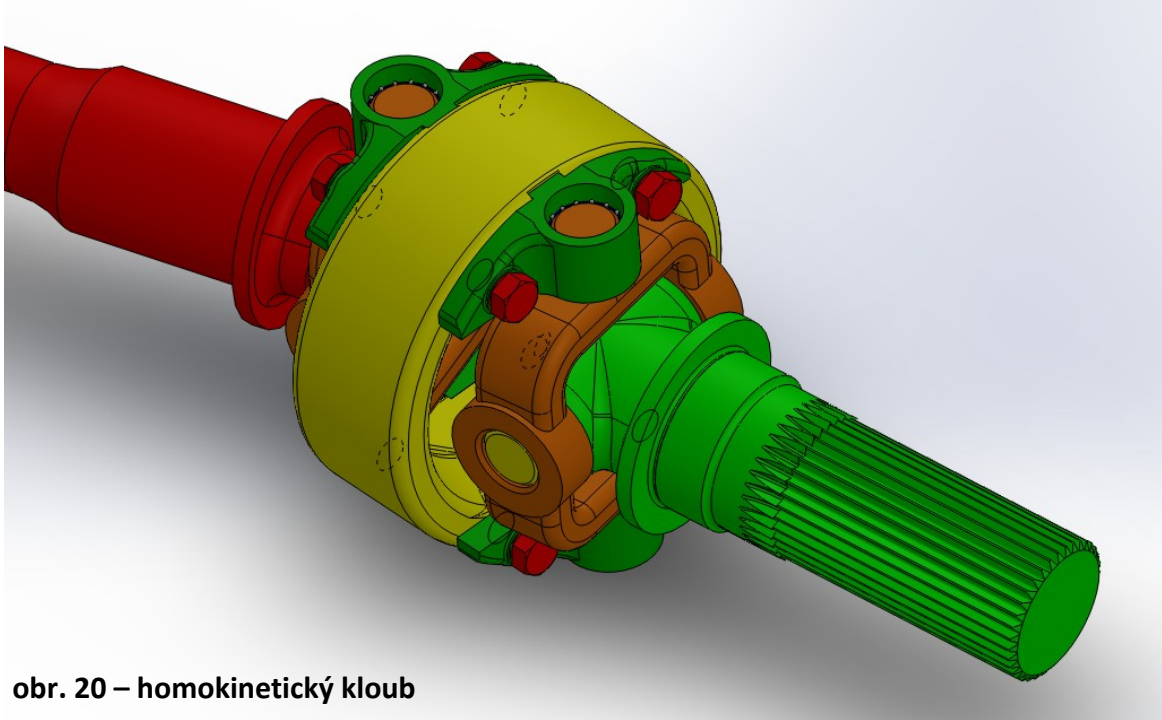
Použitím kolové redukce se dostala osa kol pod osu nápravy, čímž se světlá výška zvětšila na 400mm a zlepšila se průchodnost terénem. Toto specifikum typu T805t mělo ale za následek větší konstrukční složitost a tím zvýšení ceny vozu. Byly používány různé převodové poměry a ozubení přímé i šikmé. V našem případě je redukce tvořena dvěma čelními ozubenými koly s přímými zuby. Pastorek má 14 a druhé kolo 33 zubů, převodový poměr je 1:2,36.



obr. 19 – kolová redukce

2.9.10 Kloub řízení

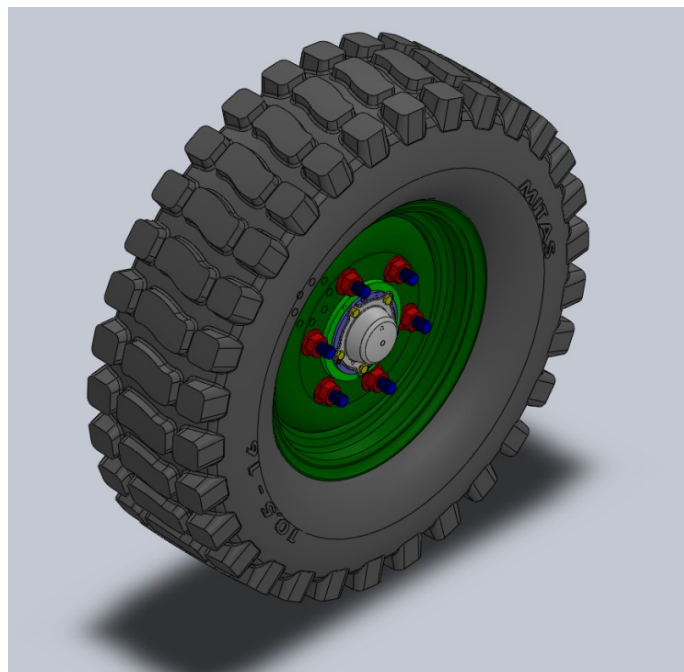
Homokinetický stejnoběžný kloub umožňoval bezproblémový pohon přední, točné nápravy. Je konstrukčně značně složitý, a tedy i jeho výroba byla finančně náročná.



obr. 20 – homokinetický kloub

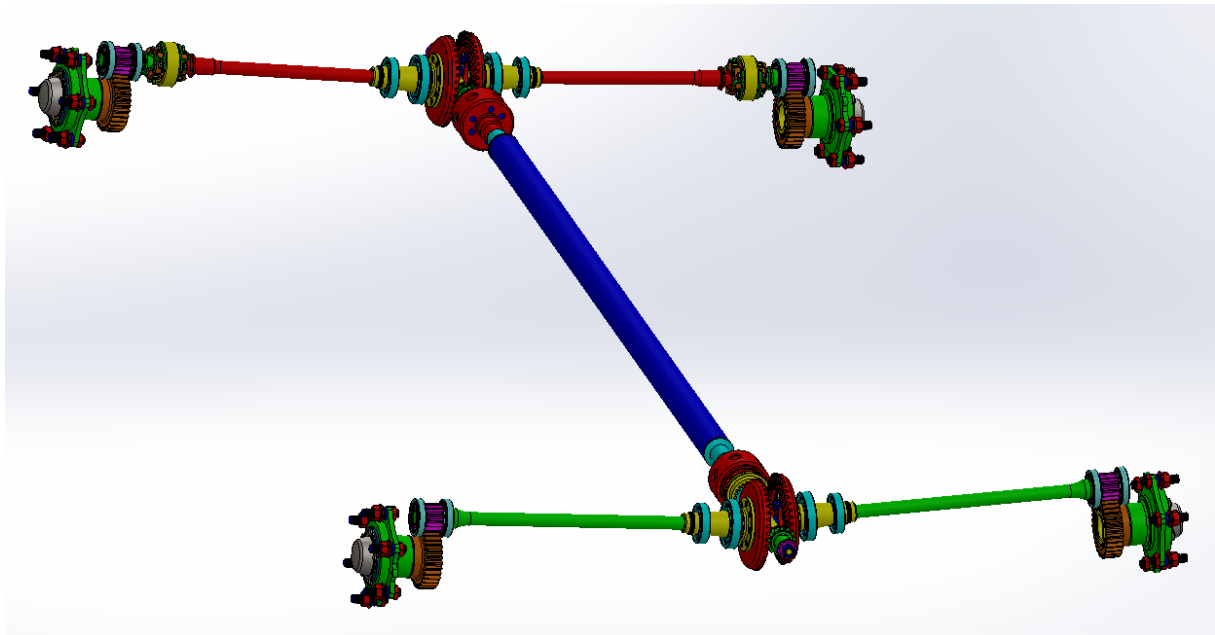
2.9.11 Pneumatiky

Standardně se používaly pneumatiky Mitas o rozměrech 10,5 x 16 palců a terénním vzorkem. Nástupce této pneumatiky se prodává dodnes. V katalogu stejného výrobce je najdeme pod obchodním označením „IM-01“.



obr. 21 – Pneumatika IM-01

2.9.12 Pohonné ústrojí



obr. 22 – pohonné ústrojí

2.9.13 Celková sestava

- Počet dílů
 - Celkový: 883
 - Originálních: 160
- Počet vazeb ve vrcholové sestavě: 482
- Hmotnost: 757 kg
- Datová velikost: 16 MB (po uložení v režimu velkých sestav)

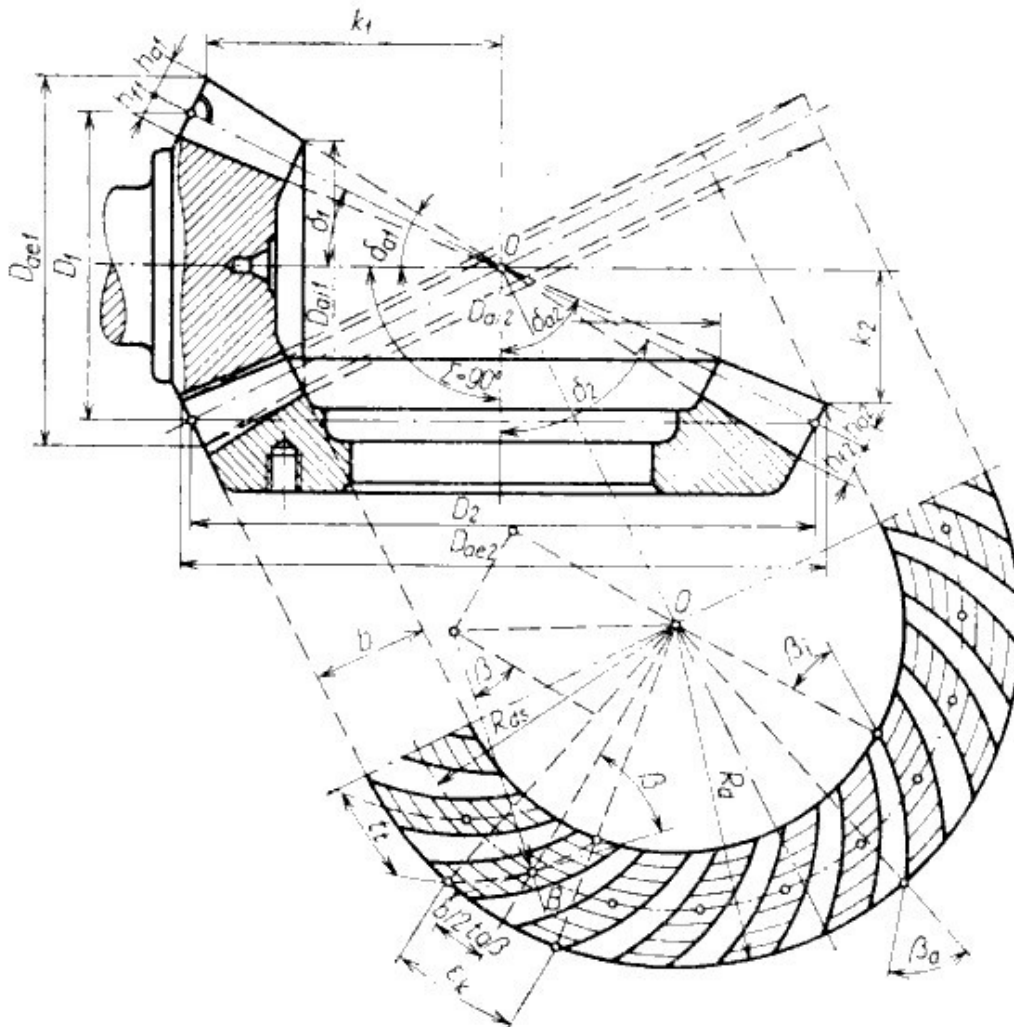
2.10 Podklady

Hlavními podklady pro naši práci byly výkresy z archivu kopřivnické Tatra a.s., dále jsme čerpali z dílenské příručky a nepřeberného množství fotek, článků a jiných dat na internetu. I přes tuto širokou škálu zdrojů nebylo snadné vytvořit výsledný produkt na 100 % odpovídající vzoru. To bylo způsobeno neuspořádaností zpracovávané masy dat a hlavně faktem, že tento vůz je již více než 60 let starý.

2.11 Problémy

2.11.1 Modelování

Při realizování tohoto projektu jsme se setkali s modely, jejichž složitost byla naprosto nesrovnatelná s dosavadními školními úlohami. Nejtěžší a největší byly modely odlitků skříní náprav, spojovací skříně, redukční skříně a klouby řízení. Obtížná byla také tvorba ozubených kol, zvláště pak talířových kol v nápravách. Jsou to talířová kuželová ozubená kola typu Gleason (viz obr. 23). Jejich přesné vymodelování je mimo naše současné schopnosti a dovednosti, a tak jsme byli nuceni částečně je zjednodušit.



obr. 23 – výkres kuželového ozubeného kola Gleason (13)

Převodová skříň

Model převodové skříně bohužel neodpovídá realitě. Nebyli jsme schopni vytvořit přesný model, protože jsme neměli k dispozici dostačující podklady k jeho tvorbě. Model je vytvořen podle fotografií, celkových rozměrů podvozku a sousedních dílů.

2.11.2 Správa dat - EPDM

Prvním problémem bylo vlastní zprovoznění systému a jeho nastavení, abychom k němu měli přístup z domovů. Dále pro nás byla hlavním problémem prostá nezkušenost s prací se systémem pro správu dat. Vše jsme se museli teprve učit a ne vždy to šlo hladce. Nejednou se nám stalo, že vytvořená práce nebyla uložena – a tedy došlo k její ztrátě.

2.11.3 Číslování

Protože některé díly na T-805 byly z důvodu centralizace výroby za bývalého režimu vyráběny v mladoboleslavské továrně AZNP, byly i všechny výkresy těchto dílů číslovány dle zdejší normy. Všechny ostatní výkresy byly číslovány dle tehdejší „tatrovácké“ normy. A ani v Tatře již dnes ne zcela rozumějí tehdejšímu číslování. I proto jsme se rozhodli vytvořit vlastní systém číslování dílů a sestav. Tento systém vznikl i s ohledem na snazší orientaci v souborech spravovaných systémem EPDM.

Zde je vlastní systém:

— · — · — — — —

A.BC.DDD-E

A) číslice – rozdělení částí podvozku na celky

- 1 nosná roura + skříň Z a P osy
- 2 přední náprava
- 3 zadní náprava
- 4 odpružení
- 5 převodovka
- 6 řízení

7 díly shodné pro obě nápravy

8 brzdy

B) pohyblivost součástí

1 – statická

2 – dynamická

C) díl – sestava

1 – díl

2 – sestava

D) pořadové číslo výkresu/sestavy (001,002,...999)

čísla 500 až 599 – ozubená kola

čísla 600 až 699 – ložiska

čísla 700 až 799 – šrouby

čísla 800 až 899 – matky

čísla 900 až 999 – podložky

pozn. 0 až 250 – rezervováno pro Láďu

251 až 499 – rezervováno pro Vaška

E) doplňkové číslo určující stranovou orientaci dílu (v případě umístění dílu v ose roury, nebo symetričnosti se neuvádí)

1 – levá strana

2 – pravá strana

2.11.4 Hadwarová náročnost

Tento problém vyvstal až v poslední části projektu, kdy byla nevyhnutelná práce s celkovou sestavou a hardwarové vybavení, které máme k dispozici, na práci s takto rozsáhlým a velkým modelem prostě nestačí. To se projevilo neúměrně dlouhou dobou trvání prakticky jakéhokoliv úkonu a častými kolapsy programu. Tento fakt nám bohužel otrávil několik pracovních dnů a je to pro nás zkušenost do budoucna.

konfigurace pracovních strojů: 1. CPU Intel Core Duo 2,53 GHz; RAM 2 GB; OS W7 32-bit

2. CPU Intel Celeron 1,6 GHz; RAM 1 GB; OS W Vista 32-bit

2.12 Renderování

Pro vizualizaci modelu jsme se rozhodli použít několik výrazných, kontrastních barev, aby vynikly jednotlivé díly.

Jako povrch součástí jsme zvolili kartáčovanou nerezovou ocel, a to proto, že autentické povrchy použitých materiálů nevypadaly efektně a podle našich představ.

Problémem byla také velikost celého modelu. Při renderování celkové sestavy byla kvalita výsledné vizualizace i přes nastavení na nejvyšší možnou kvalita nepříliš uspokojivá. Také doba potřebná k vypočítání vizualizace byla značná (cca 60 minut), a to i přes použití nejvýkonnějších počítačů dostupných v našem vzdělávacím ústavu s konfigurací:

CPU Intel Core i5 3,1 GHz; RAM 8 GB; OS W 7 Pro 64-bit

3 Závěr

3.1 Průběh

Práce na projektu probíhaly bez zásadních problémů. Začali jsme konzultací o postupu v Tatře v Kopřivnici, kde jsme dojednali strukturu datové přípravy. Fyzická tvorba modelů pak byla započata v listopadu, a to podle výše zmíněného postupu. V prosinci jsme zahájili práci na této zprávě.

Počáteční absenci EPDM jsme kompenzovali využitím internetové aplikace pro tvorbu a sdílení dokumentů Google Disk. Zde jsme vytvořili tabulky se seznamem výkresů, již vytvořených dílů či výkresů, které bylo ještě třeba získat.

Většina modelů byla hotova ke konci ledna 2013, dále jsme se soustředili na opravování četných chyb bránících funkčnosti a na tvorbu dílů, k nimž chyběla výkresová dokumentace; řešili jsme kompletaci do celkové sestavy.

3.2 Časová náročnost

Bohužel neznáme přesný počet vynaložených hodin, odhadujeme však, že se jejich množství nachází v intervalu od 300 do 400 pracovních hodin na každého z nás.

3.3 Zhodnocení (míra splnění cílů)

Hlavním cílem bylo vymodelovat podvozek T 805, a to se nám podařilo. Dokonce jsme oproti původním plánům a předpokladům vymodelovali celou brzdovou soustavu včetně ruční brzdy. Na podvozku nechybí funkční uzávěrka diferenciálu, plně funkční jsou také klouby řízení, výkyvné polonápravy či pohonné ústrojí. Bohužel jsme nebyli schopni vytvořit všechny díly s maximální přesností, a to z popsanych v kapitole „Problémy“.

3.4 Nabyté zkušenosti

3.4.1 Čtení výkresů

Velmi cennou zkušeností do budoucna je pro nás velmi výrazné zdokonalení schopnosti číst technické výkresy. Před tímto projektem jsme neměli možnost shlédnout výkresy obdobné složitosti, a to nám ze začátku také činilo obtíže. Postupně tento problém prakticky zmizel.

3.4.2 Číslování

Při tvorbě systému číslování jsme postrádali zkušenosti a dnes bychom postupovali nejspíše trochu jinak. Domníváme se však, že systém je funkční a svůj účel splnil dobře.

Konkrétně se ukázala téměř zbytečná doplňková číslice určující osovou orientaci dílu, či sestavy, a to proto, že kromě jednoho či dvou dílů jsou všechny shodné pro obě strany.

Také číslice udávající, zda se jedná o díl nebo sestavu a číslice říkající, zda je součást pohyblivá, nejsou v naší práci příliš potřebné.

Naopak doplnění číslic do číslování by bylo podřízeno případné podnikové metodice, či potřebám.

3.4.3 Modelování

Samozřejmě nám práce na tomto projektu přinesla značné zdokonalení našich znalostí a dovedností při práci s 3D CAD modelovacím softwarem. Dovolujeme si tvrdit, že až na poloprofesionální úroveň.

3.5 Budoucnost

Máme v plánu pokračovat v práci na modelu i po odevzdání této práce. Chtěli bychom dodělat díly řízení, což se nám z časových důvodů nepovedlo.

Další budoucnost modelu se nebude odehrávat pouze za zdmi areálu Kopřivnické Tatry. Model bude přihlášen do celoroční soutěže „Modelování v 3D SolidWorks“ v roce 2013, pořádané firmou Solidvision s.r.o.

3.6 Čerpané prameny

1. obr. 1 – Tatra 11 - <http://www.jirikalab.estranky.cz/img/picture/3743/Tatra-11-%281923---1927%29.jpg>
2. obr. 2 - celkový výkres T805 – archiv Tatra Kopřivnice
3. obr. 3 – valník - http://www.tatraportal.com/popisky/t805/t805_23.jpg
4. obr. 4 – výsadkářská verze - http://www.tatraportal.com/popisky/t805/t805_21.jpg
5. obr. 5 – skříň – http://www.tatraportal.com/popisky/t805/t805_05.jpg
6. obr. 6 – hasičská verze – <https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRzUarzQLsooRuDUGdxA8kScDnGEDyhQN1RIyIO8P4LiQkkSvacWQ>
7. obr. 7 – vysokozdvížná plošina - <http://www.tatraprehled.com/805/pics/805cplo.jpg>
8. obr. 8 – cisterna - http://www.tatraportal.com/popisky/t805/t805_14.jpg
9. obr. 9 – expediční T 805 Hanzelky a Zikmunda - http://www.tatraportal.com/popisky/t805/t805_10.jpg
10. – 2.2.3 Konstrukce - Tatra 805. [online]. [cit. 2013-01-03]. Dostupné z: http://www.tatraportal.sk/?ukaz=popisky/t805_skHOŠŤÁLEK, Petr. Tatra 805. [online]. [cit. 2013-01-03]. Dostupné z: http://www.motomuseum.cz/index.php?grhead=2&nav=01&id_group=25&t=_art_print&id_art=736
11. – 2.4 Tatra koncept - Koncepce Tatra. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2013-02-23]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Koncepce_Tatra
12. – 2.9.7 - NEPAUER, Jan. VÝROBA KUŽELOVÝCH OZUBENÝCH KOL. Brno, 2010. Dostupné z: http://www.kst.tul.cz/podklady/casti_fs/podklady/Kuzelova%20soukoli%20se%20siky%20zakrivenymi%20zuby.pdf. Bakalářská práce. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ. Vedoucí práce Ing. Oskar Zemčík, Ph.D. PRÁŠIL, CSC, Doc. Ing. Ludvík. *Kuželová kola se šikmými a zakřivenými zuby*. 2010, Liberec. Skripta. Technická univerzita v Liberci.
13. obr. 22 – výkres kuželového oz. kola Gleason <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bc/Sprocket34.jpg>