



Středoškolská technika 2015

**Setkání a prezentace prací středoškolských
studentů na ČVUT**

Pohon nápravy nákladního automobilu TATRA 158 Phoenix

Miloslav ŠEFR, Michal KUNEŠ

Střední průmyslová škola, Praha 10, Na Třebešíně 2299

Obsah

Proč jsme si vybrali Tatra	5
Cíle	5
O společnosti Tatra Trucks a. s.	5
Dceřiné společnosti	6
Další společnosti spolupracující s Tatrou	8
Porovnání originální kabiny od firmy DAF Truck a kabiny modelu T-158 Phoenix.....	9
Kabina DAF Truck s lůžkem	9
Totožná kabina na modelu T-158 Phoenix	9
Historie automobilky	11
První automobil.....	11
Vznik myšlenky tatrovácké koncepce	12
Tatra 11.....	14
Milníky společnosti Tatra	14
Něco o Tatře T-158 Phoenix	25
Přenos točivého momentu na hnanou nápravu	32
Řešení poháněných náprav u Tater	33
Přesazení os poháněných náprav u Tater	33
Přenos točivého momentu v naší sestavě (popis zavěšení kola)	35
Kardanův závěs (Kardan, Křížový kloub)	36
Diferenciál	37
Výpočet evolventního drážkování	38
Zadané hodnoty:	38
Výpočet modulu.....	38

Výpočet průměru roztečné kružnice	38
Výpočet obvodové síly na jeden zub	39
Kontrola na otláčení.....	39
Schéma úběru třísek u unašeče.....	39
Unašeč (Driver).....	40
Soustružení (upnutí mezi hroty).....	40
Soustružení (upnuto v univerzálním sklíčidle za průměr 81 mm).....	41
Vrtání	42
Soustružení po vrtání (obrobek upnut v univerzálním sklíčidle za průměr 81mm) ..	43
Soustružení (upnuto za průměr 65 mm)	44
Obrázení	45
Určení nástroje pro obrábění unašeče	48
Polotovár před operací	48
Polotovár po dokončení operace.....	48
Parametry pro obrábění	49
Zařazení materiálu do skupiny.....	49
Zařazení operace do dané skupiny	50
Způsob upnutí	50
Trvanlivost břítu	51
Výrobní sortiment	51
Volba nože	52
Volba břitové destičky	53
Řezné podmínky	53
Tloušťka destičky	54
Vyložení držáku.....	55

Programy, ve kterých jsme pracovali a správa dat.....	55
3D tisk.....	57
Druhy tisku.....	58
Naše výtisky.....	58
Příprava modelů z CAD systému na 3D tisk.....	59
Kompletace dílů.....	59
Zhodnocení naší práce.....	60
Citace:.....	61
Odkazy:.....	62
Loga:.....	65
Obsah přílohy:.....	Chyba! Záložka není definována.

Proč jsme si vybrali Tatra

Tento projekt jsme si vybrali, protože jsme chtěli spolupracovat s firmou Tatra Trucks a.s., z důvodu jejich zajímavému konstrukčnímu řešení podvozku a jednotlivých součástí. Jedním z dalších důvodů výběru bylo dobré jméno firmy u nás i v zahraničí.

Naším cílem bylo pracovat na projektu, který je již odzkoušený a můžeme ho vidět i v provozu. Hlavním naším cílem byla práce na podvozku. Na podvozek jsme se zaměřili z důvodu jeho konstrukce, možnosti kombinací a jeho výjimečnosti.

Cíle

Naším cílem této práce dle zadání byl import získaných 3D modelů (zavěšení kola) do námi použitého CAD systému (SolidWorks) a tvorba výkresové dokumentace k našim dílům.

Dále technologický postup opracování zadaných součástí, kterými byly odlitek náboje kola a výkovek unašeče kola, vypočítat potřebné hodnoty (šroubový spoj, drážkování unašeče) a vytisknout část zasláné nápravy na 3D tiskárně v měřítku 1:2.

O společnosti Tatra Trucks a. s.

Kopřivnická automobilka Tatra Trucks a.s., která je známá pod značkou TATRA, patří k jedné z nejstarších automobilek nejen u nás, ale i ve světě. Díky nepřetržité činnosti trvající více než 116 let významně ovlivnila automobilový průmysl nejen u nás, ale i v zahraničí. Hlavním výrobním programem jsou nákladní vozidla a automobily pro kombinovanou přepravu po silnici a v terénu, a výjimečně off-road vozidla.

Tatra Trucks a.s. úzce spolupracuje nejen se společnostmi skupiny Excaliburgroup, ale také s firmou DAF Trucks a ZF Friedrichshafen.



Obr. 1 – Továrna Tatra Truck a.s.

Dceřiné společnosti



Tafonco a.s. je komerční slévárna, která spolupracuje s firmami ze strojírenského, stavebního a automobilového průmyslu. Firma má dlouholetou historii, která začala výrobou odlitků v roce 1860 pro výrobu osobních a nákladních automobilů Tatra.

Tafonco a.s. nabízí odlitky z tvárné a šedé litiny, z oceli, slitin hliníku a dále komplexní služby, jako je opracování odlitků, tepelné zpracování a lakování.



Taforge a.s. je komerční slévárna, která pomocí zápusťkového kování vyrábí požadující výkovky různých rozměrů a tvarů na přání zákazníka. Slévárna dodává své výrobky i na světové trhy. Od založení roku 1853 je spojena s výrobou pro osobní a nákladní automobily Tatra.

Mezi jejich další poskytované služby patří konstrukce výkovků a výlisků, simulace tváření procesů, konstrukce a výroba kovacího nářadí, dělení hutních polotovarů, tepelné zpracování kovů, otryskávání ocelovými broky a moření v kyselině sírové, rovnání na hydraulických lisech, a také kalibrování za studena.

Další společnosti spolupracující s Tatrou



A PACCAR COMPANY

DAF Trucks N. V. je dceřiná společnost v 100% vlastnictví obchodní společnosti PACCAR Inc. Zaměřuje se na vývoj, prodej, výrobu, marketing středních a těžkých užitkových vozidel. Dále také na prodej a marketing lehkých nákladních vozidel vyrobených společnostmi Leyland Trucks Ltd. (také dceřiná společnost ve 100% vlastnictví společnosti PACCAR Inc.). Společnost DAF Trucks také vyrábí i součásti pro třetí strany.

Společnost pracuje na principu „Výroby na zakázku“ (všechna vozidla jsou vyrobena individuálně na přání zákazníků, ale výroba začíná až po obdržení objednávky).

Upravené kabiny řady CF EURO 6 jsou použity na Tatře 158 Phoenix.



Obr. 2 - kabiny řady CF EURO 6

Porovnání originální kabiny od firmy DAF Truck a kabiny modelu T-158 Phoenix

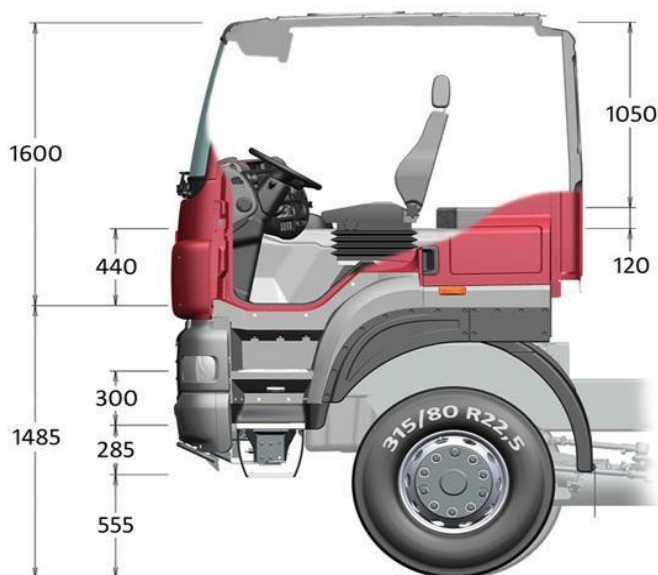
Kabina DAF Truck s lůžkem



MX-13

Obr. 3 – Kabina DAF Truck s lůžkem

Totožná kabina na modelu T-158 Phoenix



Obr. 4 – Kabina modelu T-158 Phoenix

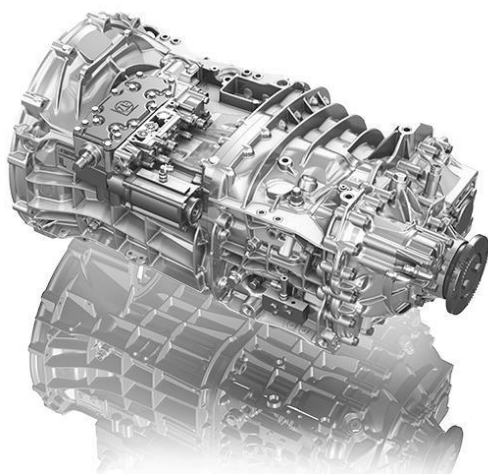


ZF Friedrichshafen AG

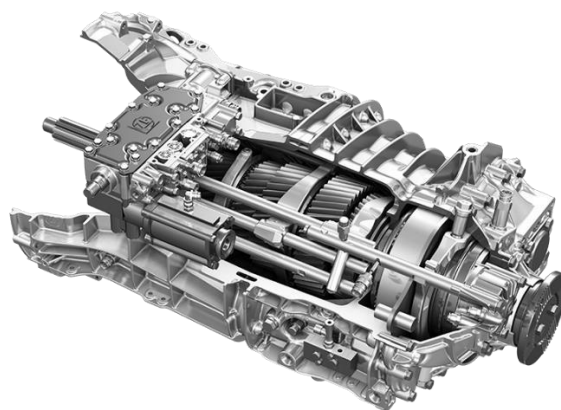
ZF Friedrichshafen AG, také známá jako ZF Group nebo zkráceně pouze ZF, je německá společnost, která je celosvětovým dodavatelem podvozkových systémů a hnacích ústrojí pro osobní a užitková vozidla. Přesněji firma vyrábí automatické a manuální převodovky, podvozkové komponenty, stabilizátory, ramena poloos, spojky a konvertory točivého momentu. Firma ZF disponuje 120 závody ve 27 zemích a celkově zaměstnává zhruba 70 000 lidí.

Tatra u modelu T-158 Phoenix dává na výběr, buď převodovku Ecosplit, nebo AS Tronic.

Ecosplit (manuální, 16-stupňová)

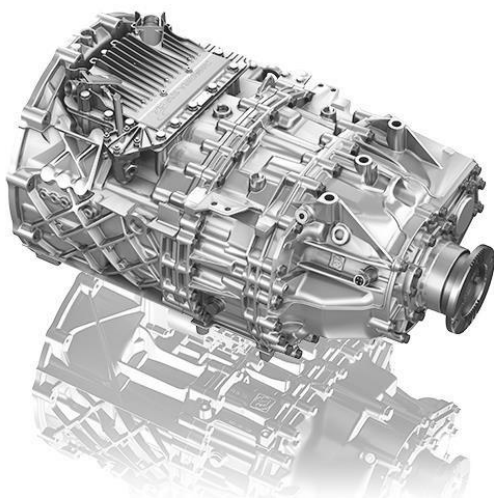


Obr. 5 - Ecosplit

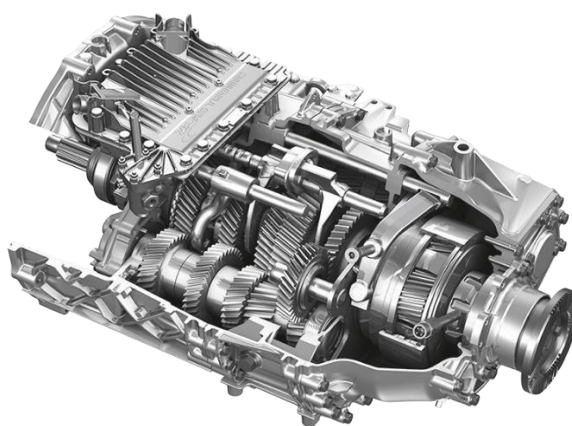


Obr. 6 - Ecosplit

AS Tronic (automatická, 16-stupňová)



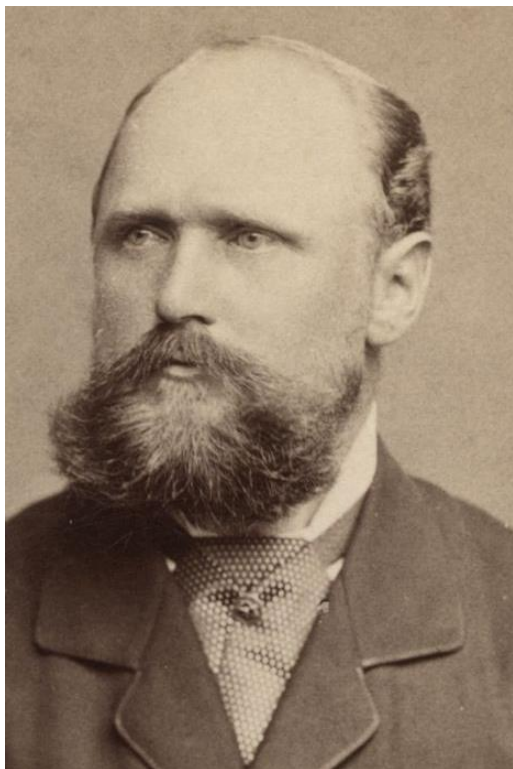
Obr. 7 – AS Tronic



Obr. 8 – AS Tronic

Historie automobilky

Základy společnosti byly položeny roku **1850** v Kopřivnici, která se dříve jmenovala Nesselsdorf. Založil ji podnikatel **Ignác Šustala**, vyrábějící drožky a povozy, který později pojmenoval společnost Ignatz Schustala & Comp (založena roku 1858).



Obr. 9 – Ignác Šustala (1822-1891) továrník

Roku **1891** tamní bankéři, bratři Guttmanové, kapitalizovali společnost Ignáce Šustala a přejmenovali ji na Nesselsdorfer Wagenbau Fabriks Gesellschaft, volně přeloženo Kopřivnická tovární společnost stavby vozů (kočárků).

Ignác Šustala se realizace této finanční operace nedožil, zemřel na infarkt.

V nové společnosti jeho místo zaujal **Hugo Fischer von Röslerstamm**. Hugo Fischer von Röslerstamm byl původně inspektorem železniční dráhy, a proto pod jeho vedením vzkvétala výroba železničních vagónů.

Synové Ignáce Šustaly, kteří v podniku zastávali významné postavení, se rozvoje výrobního programu směrem k novým vymoženostem techniky nezúčastnili. Na protest prodali své podíly ve společnosti a založili si v letech 1895 a 1896 podnik s pozdějším názvem **Vagónka Studénka**.

První automobil

Inženýr Fischer z Röslerstammů se zasloužil o uskutečnění stavby prvního automobilu se spalovacím motorem v Rakousku-Uhersku a ve střední Evropě.

Při poklesu zájmu o kočáry a bryčky ho napadlo (možná i díky fotografii z časopisu La Locomotion Automobile) vyrobit automobil, a přitom brát díly od jiných výrobců. Na scénu

vstoupil Liberecký továrník baron Theodor von Liebieg. Karl Benz (vynálezce automobilu se spalovacím motorem) byl jeho přítel, díky kterému získal do Kopřivnice jeden z prvních dvouválcových motorů vyrobených v roce 1897 a zavázal se k pravidelným dodávkám dalších motorů pro první série kopřivnických automobilů.

Vznik myšlenky tatrovácké koncepce

V roce **1897** byl v Kopřivnici vyroben první vůz **Präsident** a o rok později, tedy roku **1898**, byl vyroben **první nákladní automobil z Kopřivnice**.



Obr. 10 – Automobil NW Präsident



Obr. 11 – Automobil NW Právník

Záhy byl vyroben plněpohonný tahač – typ R (Jaguar).



Obr. 12– Plněpohonný tahač – typ R (Jaguar)

Sériová výroba nákladních vozidel byla rozběhnuta v polovině druhého desetiletí dvacátého století. Po určité konsolidaci vedení, vzhledem k novému uspořádání střední Evropy a vzniku samostatného Československa (1918), připravil konstruktér **Hans Ledwinka** to, čemu říkáme **tatrovácká koncepce**.

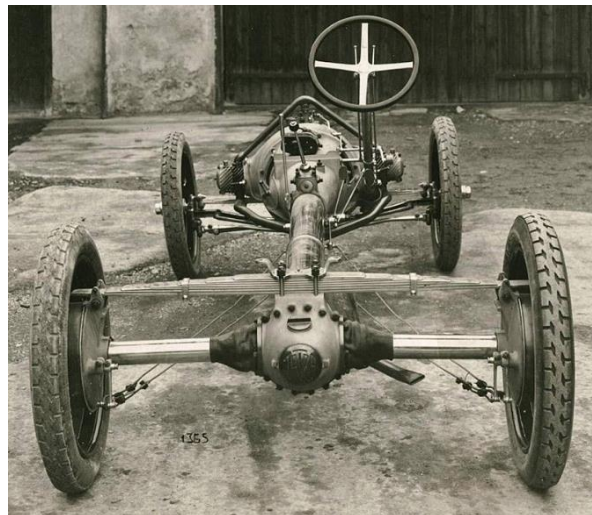
Tatrovácká koncepce byla představena v roce **1923** na vozidle **Tatra 11**. Podvozek je tvořen **centrální nosnou rourou**, na jejímž předním konci byl umístěn motor, převodovka a nezávisle uložené výkyvné poloosy. Tato koncepce se prosadila v lehkém provedení u speciálních vozidel, a poté, i pro nejtěžší výrobky do terénu. V roce 1924 byla tatrovácká koncepce poprvé použita u nákladního vozu typu Tatra 24.

Tatra 11

Tatra 11 byl malý a levný automobil, který se vyznačoval jednoduchostí a odolností. Prvotní reakce od odborné veřejnosti nebyly zrovna příznivé, ale praxe nakonec prokázala kvalitu vozu a přednosti použitého technického řešení.



Obr. 13 – Tatra 11



Obr. 14 – podvozek Tatra 11

Páteřový rám zajišťoval při malé hmotnosti extrémně velkou tuhost v krutu. Karosérie byla připevněna na nosnou rouru příčnými nosníky, takže netrpěla namáháním v krutu, jako u vozů s žebřinovým rámem. Díky zadním výkyvným polonápravám s nezávislým odpružením byla jízda v terénu mnohem komfortnější. Vozidlo bylo poháněno benzinovým čtyřdobým dvouválcovým motorem boxer, který byl netradičně chlazený vzduchem.

Milníky společnosti Tatra

Rok **1850**

Započala výroba kočárků v Kopřivnici.

Rok **1882**

Započala výroba nákladních železničních vagónů.

Rok **1897**

První osobní automobil Präsident.

Rok **1898**

První nákladní automobil.

Rok **1906**

Zážehový motor vlastní konstrukce.

Rok **1907**

První omnibus - typ L.

Rok **1914**

První sériová nákladní vozidla NW-TL2 a NW-TL4.

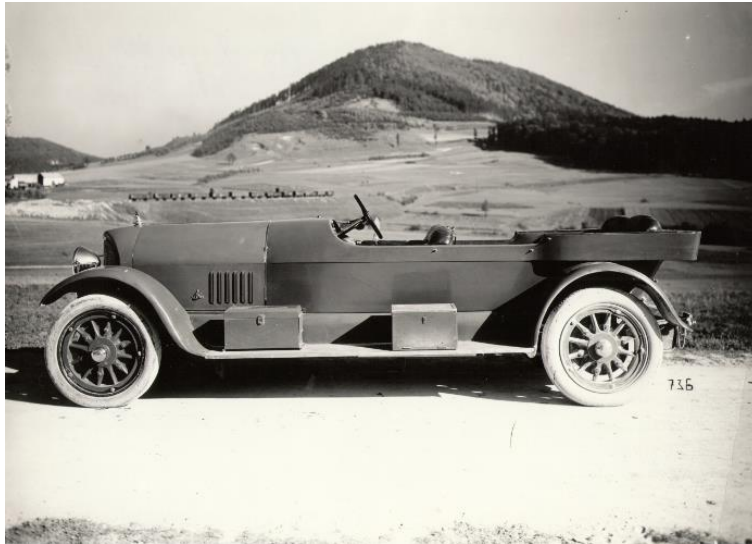


Obr. 15 - NW-TL2 (r. 1914)

Rok

1915

První osobní automobil s brzdami na všech čtyřech kolech.



Obr. 16 - Typ U (brzdy na všech kolech - r. 1915)

Rok **1919**

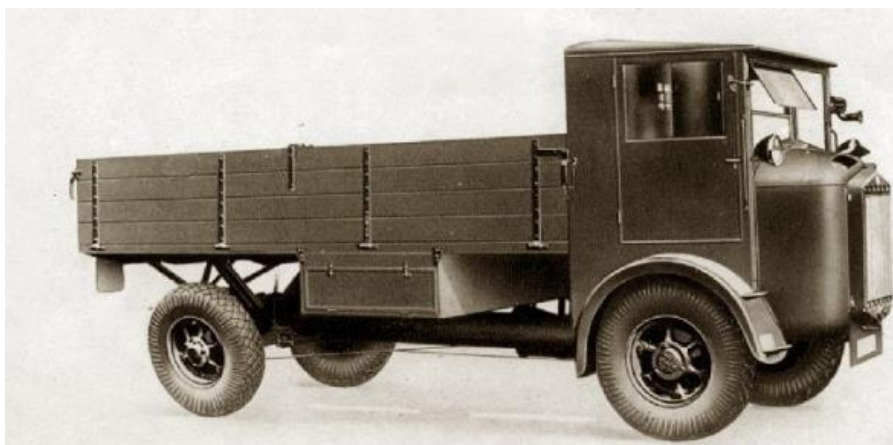
Poprvé název Tatra na nákladním voze.

Rok **1923**

Tatrovácká koncepce automobilu (automobil Tatra 11).

Rok **1924**

Tatrovácká koncepce našla uplatnění u těžkého nákladního vozu T 24.

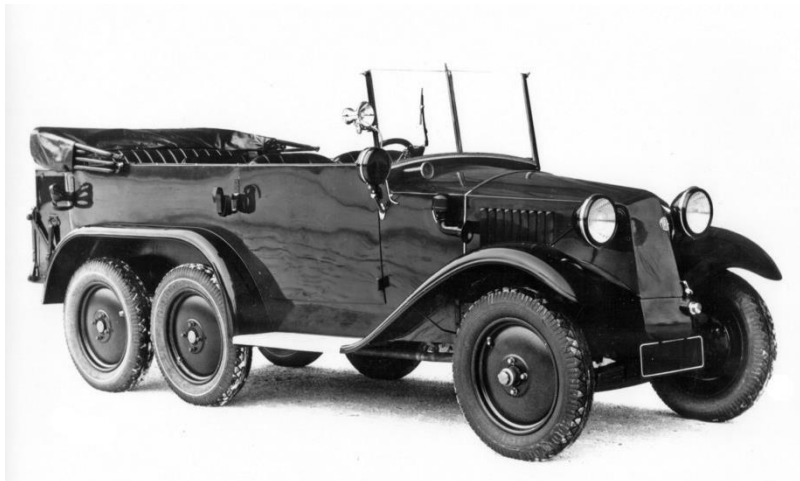


Obr. 17 – nákladní vůz T 24

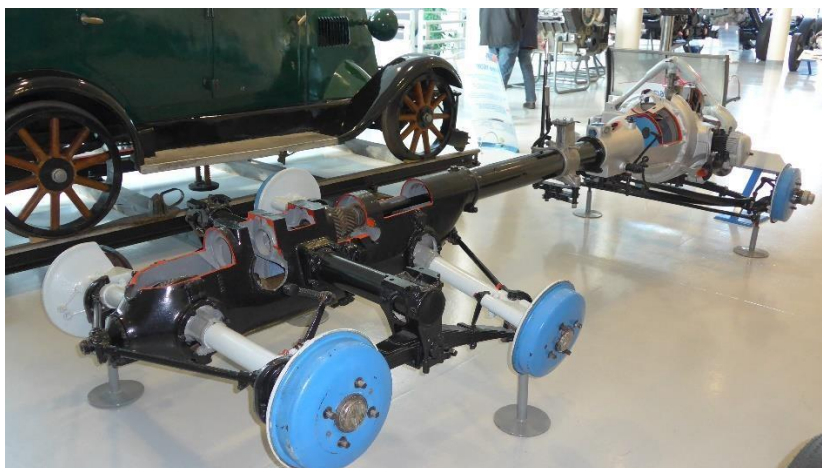
Rok

1927

Zahájení výroby vozu Tatra 26/30.



Obr. 18 - Tatra 26/30



Obr. 19 - podvozek Tatra 26/30



Obr. 20 - podvozek Tatra 26/30

Rok

1930

Zahájení výroby středně těžkého nákladního vozu Tatra 27.



Obr. 21 - Tatra 27

Rok **1934**

První sériově vyráběný vůz T 77, ve vagónce TATRA Studénka vzniklo leteckého oddělení.



Obr. 22 - Tatra 77 (r. 1934)

Rok **1935**

První trolejbus T 86.



Rok

Obr. 23 - trolejbus T 86

1942

Zahájena výroba Tatry 111.

- Svou spolehlivostí a dobrými jízdními vlastnosti v terénu získala Tatra 111 velkou oblibu. Byla dovážena i na Sibiř.
- Tento vůz má mnoho modifikací a dokonce i své pomníky. Pomník v Česku je v Muzeu Tatry 111 Milana Horáky v Dobříči. Druhý pomník je na Sibiři.



Obr. 24 - Tatra 111

Rok **1947**

Prototyp osobního vozu T 600 TATRAplan.



Obr. 25 - T 600 TATRAplan

Rok **1951**

Zrušení železniční výroby a specializace pouze na automobilovou výrobu.

Rok

1956

Započala výroba osobního automobilu T 603.



Obr. 26 - T 603

Rok **1959**

Sériová výroba T 138.

- Těžký nákladní automobil s nosností 12 tun, kromě provedení 6x6 byl také v provedení 4x4.
- Měl mnoho modifikací jak pro armádu, tak pro civilní využití.



Obr. 27 - T 138

1968

Sériová výroba T 813.

- Vyráběna hlavně pro vojenské účely.

Rok

- Exportována do mnoha zemí např. SSSR, Indie, atd.



Obr. 28 - T 813



Obr. 29 - T 813

Rok **1970**

Zahájena sériová výroba T 148.

- Byla modernizovanou verzí Tatra 138, u které byly odstraněny některé příčiny poruch a upraven výkon motoru.



Obr. 30 - T 148

1971

Rozhodnutí RVHP o specializaci Tatry na výrobu těžkých nákladních vozidel.

Rok

Rok **1983**

Zahájení sériové výroby T 815.

- V plánu bylo vyrobit dva typy, ale vzhledem k množství komponentů byla vyrobena pouze jedna sjednocená verze, a to Tatra 815.



Obr. 31 - T 815

Rok **1997**

T 815-2 přijímá název TERRN°1. Konec výroby osobních automobilů.

Sériová výroba kombinovaného systému odpružení kol zadních náprav **KING FRAME**.

Zahájena výroba kapotového provedení vozidel T 163 (JAMAL).



Obr. 32 - T 163 (JAMAL)

Rok **1999**

Řada speciálních vozidel ARMAX a vozidel FORCE.



Obr. 33 - Tatra ARMAX

Rok **2006**

T 810 pro AČR.

Rok **2007**

T 815-7 ve standardní nabídce společnosti TATRA a.s.



Obr. 34 - T 815-7

Rok **2010**

Civilní aplikace T 810 a T 815-7.

Rok **2011**

Modelová řada **TATRA PHOENIX**, započala spolupráce s DAF TRUCKS N.V.



Obr. 35 - T 158 Phoenix



Obr. 36 - T 158 Phoenix

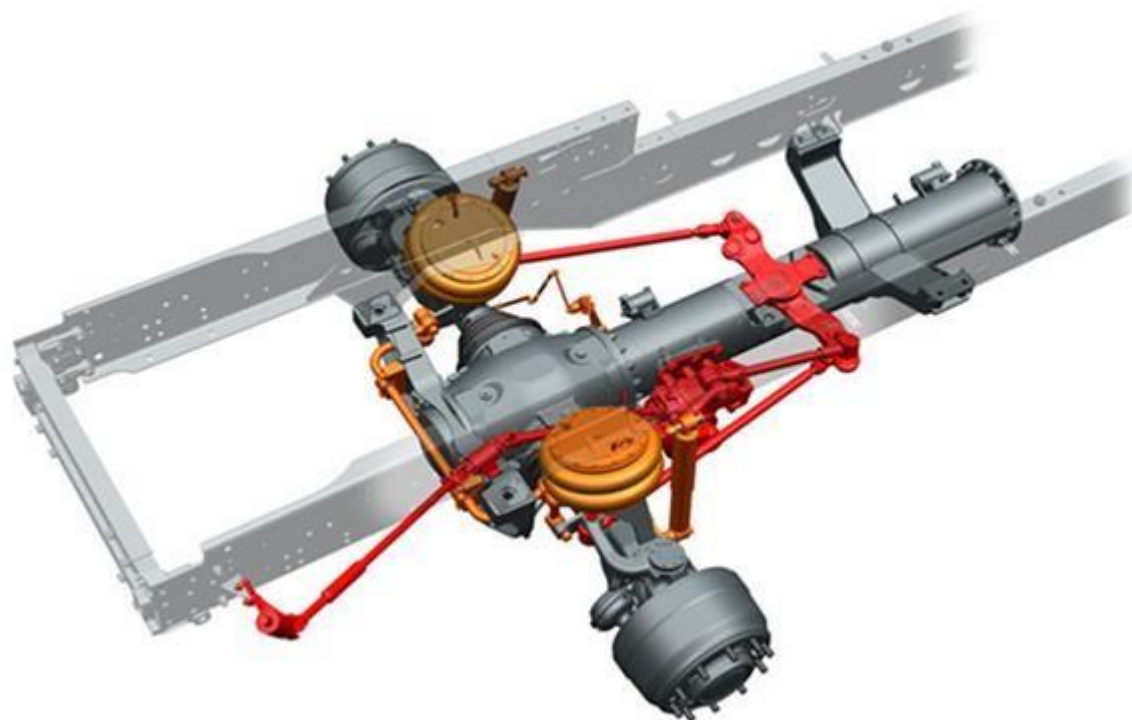


Obr. 37 – T 158 Phoenix

Tento typ Tatry je výsledkem spolupráce kopřivnické automobilky s firmou DAF Trucks z Nizozemska. Firma DAF do společného projektu dodala kabiny a motory. Od Tatry zůstal podvozek, nápravy a sestupná (přídavná) převodovka. Hlavní převodovky pocházejí od německé firmy ZF. K této spolupráci vedly českou automobilku ekonomické důvody.

Základem Phoenixu je opět unikátní tatrovácká koncepce s centrální rourou, výkyvnými polonápravami a závěry nápravových diferenciálů. Toto řešení, které vyniká vysokou odolností v krutu, ohybu, dlouhou životností, jízdním komfortem a průchodností náročným terénem. Bylo však významně upraveno. Změny se nejvíce dotkly přední části podvozku. Zatímco doposud Tatra používala mechanické odpružení přední nápravy torzními tyčemi nebo listovými pery, T 158 Phoenix už má podobně jako T 815-7 výhradně vzduchové pérování, doplněné teleskopickými tlumiči a zkrutným stabilizátorem.

Nové je také řízení.

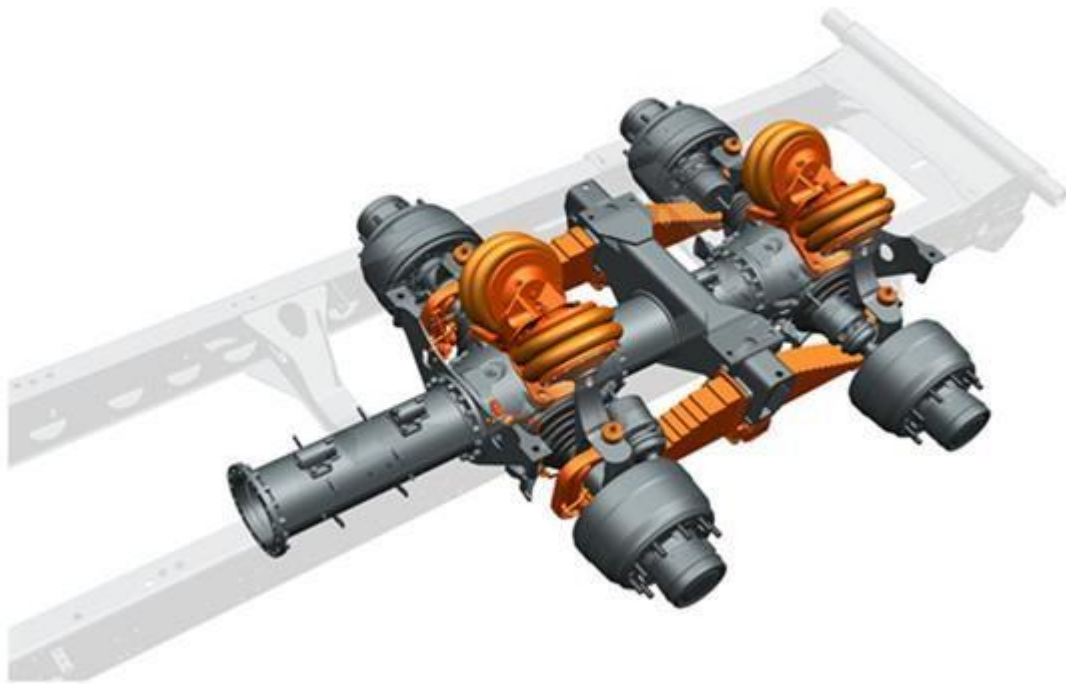


Obr. 38 – T 158 Phoenix, přední náprava



Obr. 39 - T 158 Phoenix, přední náprava

Pérování zadní nápravy má dvě řešení: listovými pružinami, nebo systémem kombinovaného pérování **King Frame** (kombinace vzduchových vaků a mechanického pérování).



Obr. 40 – T 158 Phoenix, zadní náprava – King Flame

Toto provedení má 2 varianty: lehkou (vzduchové vaky a vinuté pružiny), nebo těžkou (vzduchové vaky a listové pružiny).

Samotné nápravy mohou být: bez redukcí v kolech se stálým převodem, nebo s redukcemi. Významné změny se odehrály v hnacím řetězci. Jeho základem je kapalinou chlazený vznětový řadový šestiválec PACCAR MX o objemu 12,9 litrů, nabízený ve čtyřech výkonových variantách.

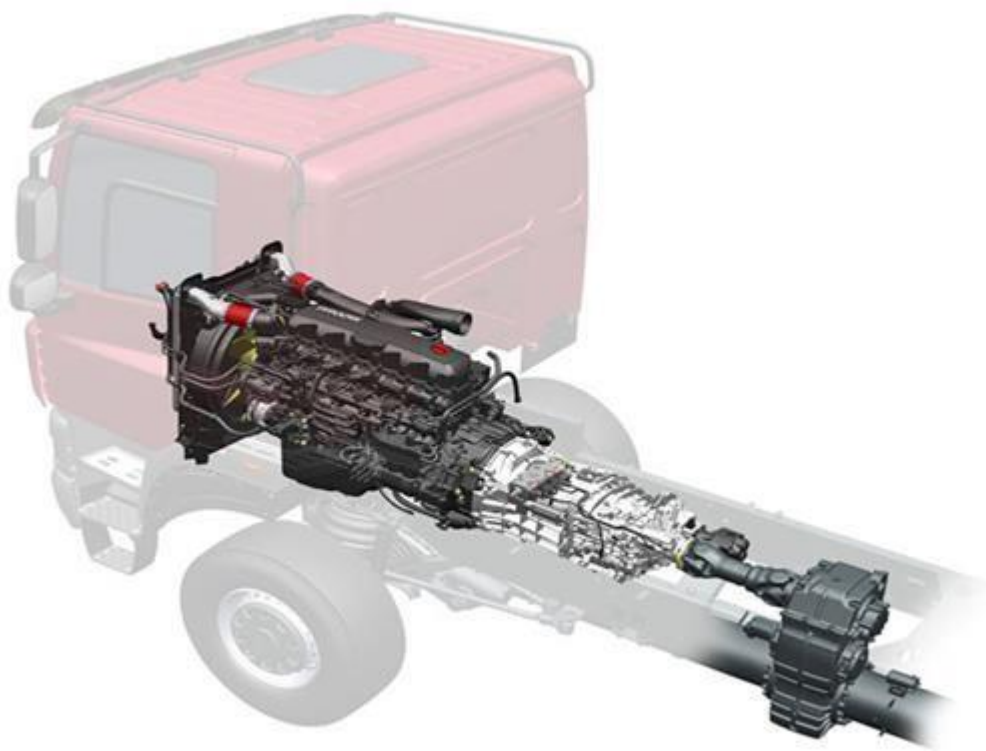


02-phoenix 57286

Obr. 41 – T 158 Phoenix, motor PACCAR

Díky úpravě výfukových plynů SCR, která umožňuje snížit emise výfukových plynů, se vstřikováním AdBlue (čirá bezbarvá kapalina snižující množství škodlivin ve výfukových plynech) plní emisní normy EU4 a EU5. Pro méně náročné trhy jsou i verze plnicí emisní normu EU3. Dodávají se výhradně šestnáctistupňové převodovky, na přání u vybraných verzí ji lze nahradit i automatickou. Na rozdíl od klasické koncepce Tatra je však u typu T-158 Phoenix převodovka spojena přímo s motorem. Z hlavní převodovky pak vystupuje hřídel do sestupné převodovky (konstrukce Tatra), která může být jednostupňová nebo dvoustupňová.

Jelikož motory PACCAR MX dosahují vyšších maximálních točivých momentů než motory Tatra, musela být upravena sestupná převodovka i další členy hnacího řetězce, a to s ohledem na vyšší zatížení.



Obr. 42 – T 158 Phoenix, motor-převodovka-sestupná převodovka



Obr. 43 – T 158 Phoenix, spojení převodovky se sestupnou převodovkou a pomocný rám

Tatra 158 Phoenix používá dvou a třímístné kabiny od firmy DAF v krátké i prodloužené verzi, které mohou být vybaveny maximálně dvěma lůžky. Právě instalace kabiny dala

konstruktérům hodně práce. Jelikož je motor vzhledem k tatrovácké koncepci podvozku uložen výše oproti rámové konstrukci s tuhými nápravami, je také kabina o 130 mm výše než bývá obvykle.



Obr. 44 - T 158 Phoenix, Kabina

Až doposud byla hlavním a jediným nosným prvkem centrální páteřová roura, avšak u Tatry 158 Phoenix její roli částečně přebírá přední část pomocného rámu.



Obr. 45 – T-158 Phoenix, centrální roura



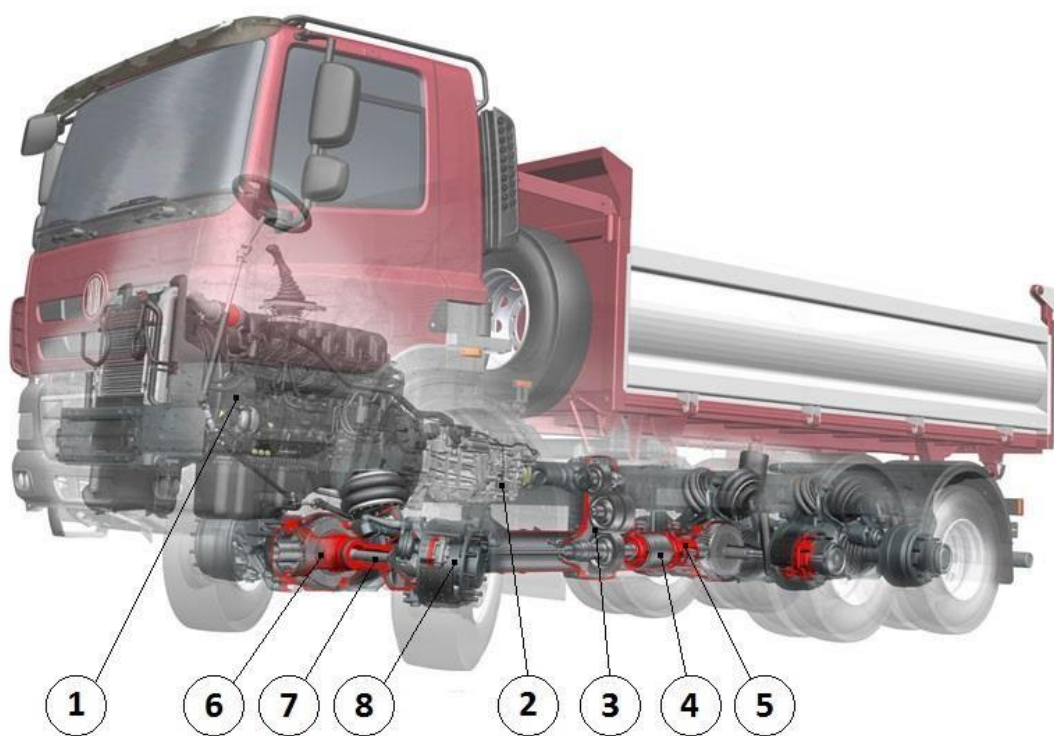
Obr. 46 - T 158 Phoenix, centrální roura

Tatra T-158 Phoenix je navržena ve třech základních konfiguracích, 4x4, 6x6 a 8x8, respektive nově 8x6, a to jako jednostranný a třístranný sklápěč, podvozek pro nástavby, tahač a bezrámový podvozek. Na přání lze však objednat i speciální provedení 10x10, 10x8 nebo 10x6 s řiditelnou zadní (pátou) nápravou.

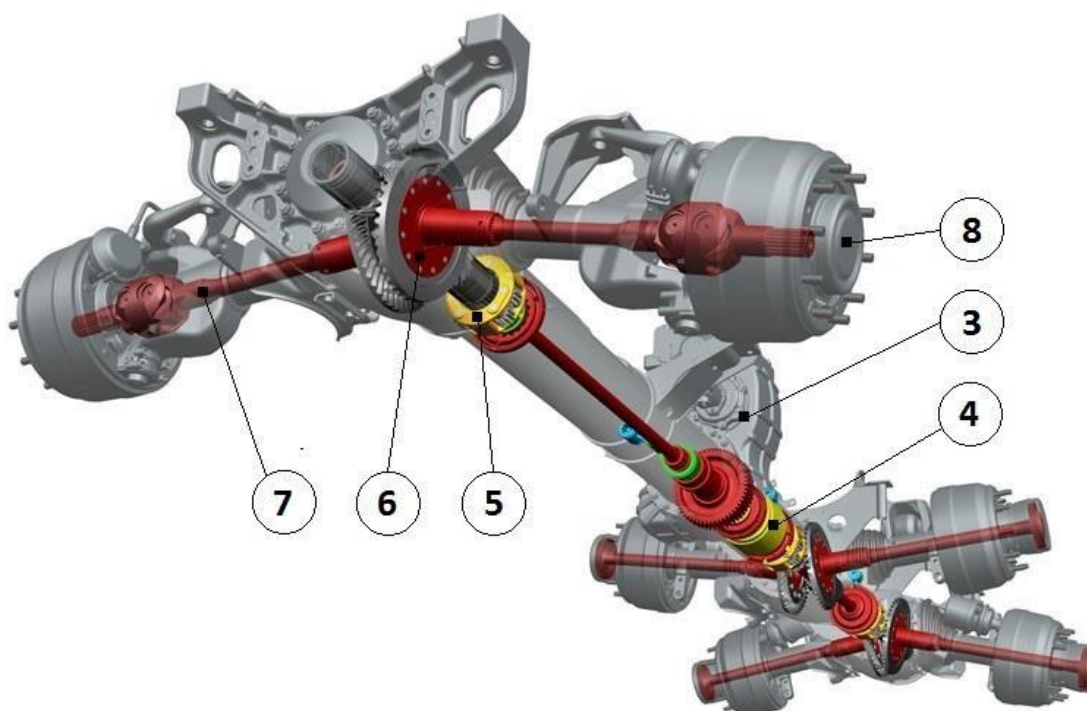
Základní cena nejběžnějšího provedení 6x6 ve verzi sklápěč začíná na částce kolem 2,7 milionů korun. Výroba Tatra 158 Phoenix byla zahájena v říjnu 2011, ale naplno se rozjela v lednu roku 2012.

Přenos točivého momentu na hnanou nápravu

- 1) Motor
- 2) Převodovka
- 3) Sestupná převodovka
- 4) Mezinápravový diferenciál
- 5) Diferenciál s čelními koly
- 6) Rozvodovka (Talířová ozubená kola, pastorky)
- 7) Hřídele s kardanovým kloubem
- 8) Zavěšení kola



Obr. 47 – popis přenosu točivého momentu



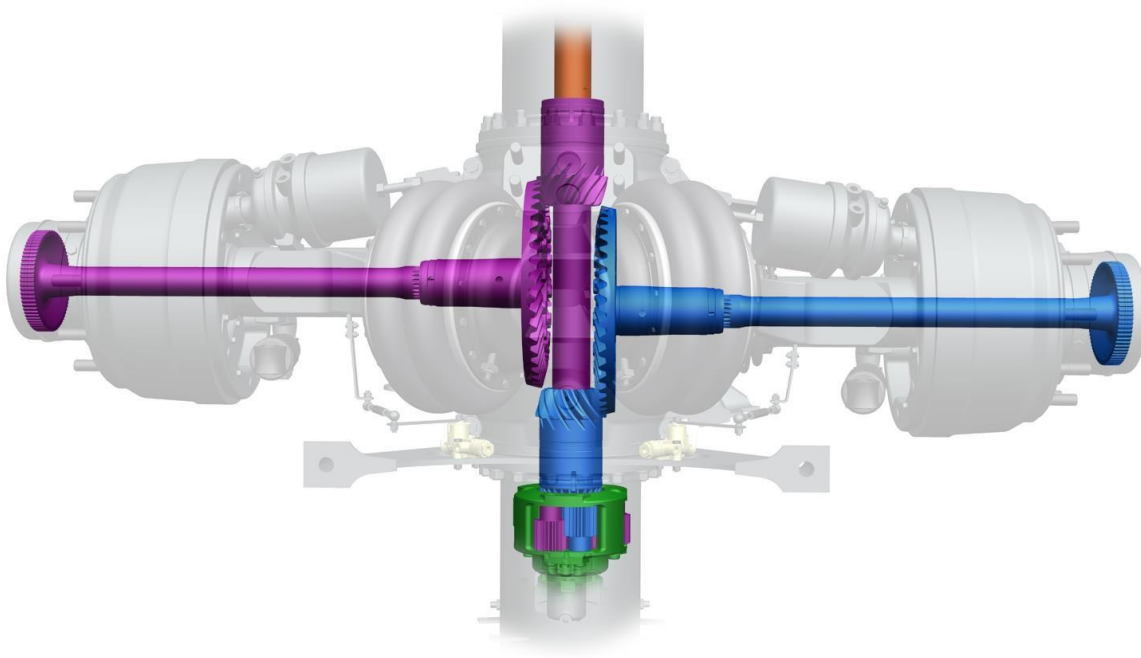
Obr. 48 – popis přenosu točivého momentu

- 3) Sestupná převodovka
- 4) Mezinápravový diferenciál
- 5) Diferenciál s čelními koly
- 6) Rozvodovka (Talířová ozubená kola, pastorky)
- 7) Hřídele s kardanovým kloubem
- 8) Zavěšení kola

Řešení poháněných náprav u Tater

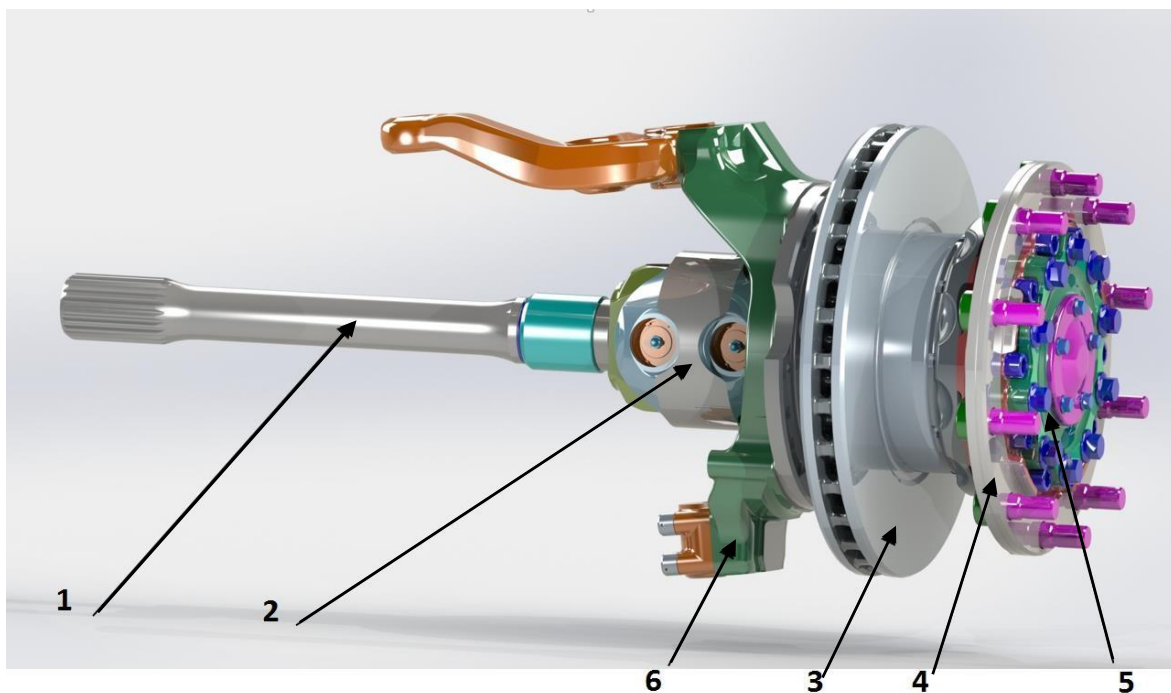
Přesazení os poháněných náprav u Tater

U koncepce Tatry jsou přesazeny poháněné polonápravy, vždy to jsou levé oproti pravým. Toto řešení je použito z důvodu shodného ozubení dvou kuželových pastorků a talířových kol rozvodovek. Přesazení polonáprav má zanedbatelný vliv na jízdní vlastnosti.



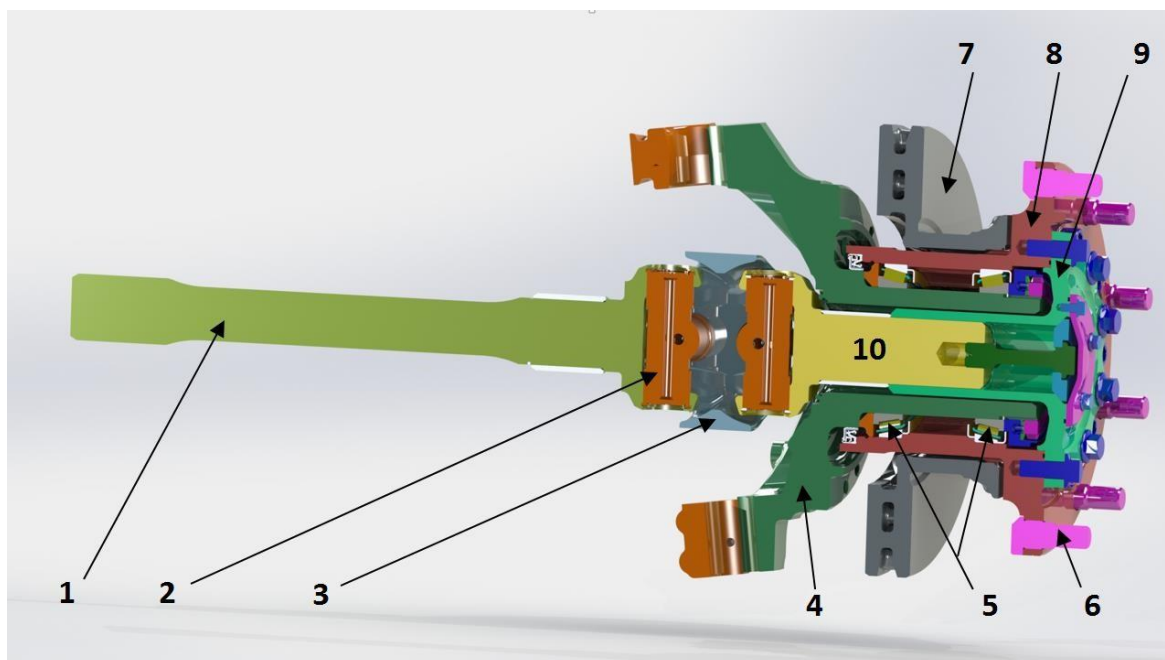
Obr. 49 - Vyosení náprav u Tatra konceptu

Přenos točivého momentu v naší sestavě (popis zavěšení kola)



Obr. 50 – popis zavěšení kola

- 1) Hřídel
- 2) Kardanův závěs
- 3) Brzdový disk (kotouč)
- 4) Náboj kola
- 5) Unašeč kola
- 6) Těhlice (Otočný čep)



Obr. 51 - popis zavěšení kola v řezu

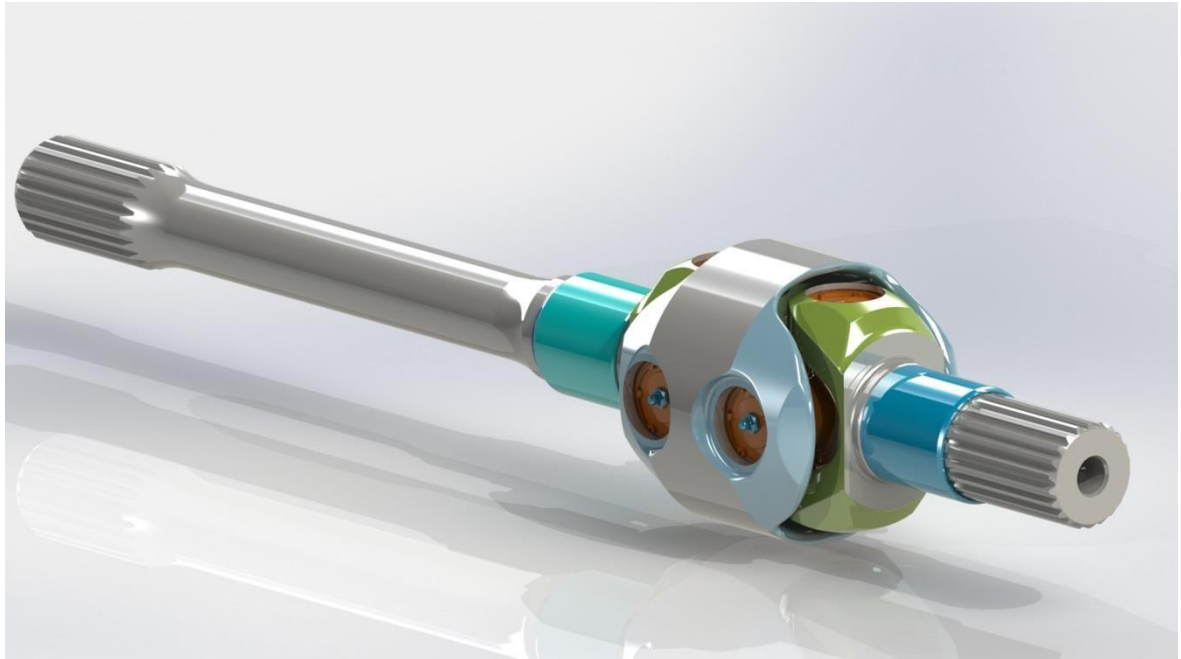
- 1) Hřídel
- 2) Kardanův kříž
- 3) Klec kardanu
- 4) Těhlice (Otočný čep)
- 5) Kuželíková ložiska
- 6) Kolový šroub
- 7) Brzdový disk (kotouč)
- 8) Náboj kola
- 9) Unašeč kola
- 10) Hřídel

Kardanův závěs (Kardan, Křížový kloub)

Používá se jako spojka pro přenos kroutícího momentu, hlavně tam, kde osy hnacího a hnaného hřídele jsou různoběžné. Skládá se ze dvou navzájem kolmo umístěných vidlic spojených „ježkem“. Při chodu je zachován směr otáčení, ale díky konstrukci kloubu se hnací hřídel otáčí konstantní rychlostí a úhlová rychlost hnaného hřídele kolísá tím více, čím více se osy hřídelů odchylují.

Nejčastější použití je v pohonech, kde je potřeba počítat s většími pohyby součástí.

Využívá se například u pohonu kola u vozidel.



Obr. 52 – Kardanův závěs

Diferenciál

Umožňuje rozdělit pohon na dva výstupní hřídele. Dovoluje rozdílné otáčky na obou výstupech a upravuje rozdělení točivého momentu, v tomto případě na kolech. To je potřebné například v zatáčkách, kde se jedno kolo točí rychleji a druhé pomaleji, protože každé z nich opisuje jinou dráhu.

Rozeznáváme diferenciály otevřené a diferenciály s nějakým druhem závěrky.

Otevřený diferenciál

Nikdy neposkytne jednomu výstupu větší moment než druhému, bez ohledu na rozdíl jejich otáček, prokluz nebo zatížení kol. Vždy dělí moment na dvě stejně velké části.

Diferenciál se závěrkou

Závěrka vypomáhá vyrovnávat otáčky a převádí část momentu z jednoho výstupu na druhý. Přenosem nadbytku momentu z protáčejiícího se kola zvýší tah druhého kola. Moment se zde rozděluje naprosto nekontrolovaně v závislosti na odporech jednotlivých kol.



Obr. 53 - Diferenciál s čelními koly

Výpočet evolventního drážkování

Zadané hodnoty:

Materiál : 15 230.7 (32CrMo12)

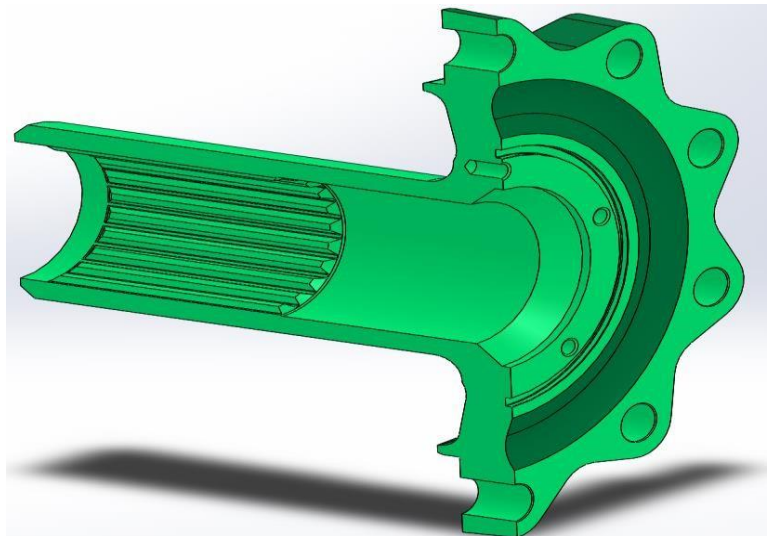
$D = 64$ [mm] $D_a = 59$ [mm] $z = 22$

$L = 80$ [mm]

$M_k = 23120$ [Nm]

$P_0 = 900$ [MPa]

Obr. 54 - Unašeč kola



Výpočet modulu

$$2m = \frac{D - D_a}{z} = \frac{64 - 59}{22} \Rightarrow m = \frac{5}{22} = 2,5 \text{ [mm]}$$

Výpočet průměru roztečné kružnice

$$d = m * z = 2,5 * 22 = 55 \text{ [mm]}$$

Výpočet obvodové síly na jeden zub

$$F = \frac{2M_k}{0,5 * z * d} = \frac{2 * 23120 * 1000}{0,5 * 22 * 55} = 76430 \text{ [N]}$$

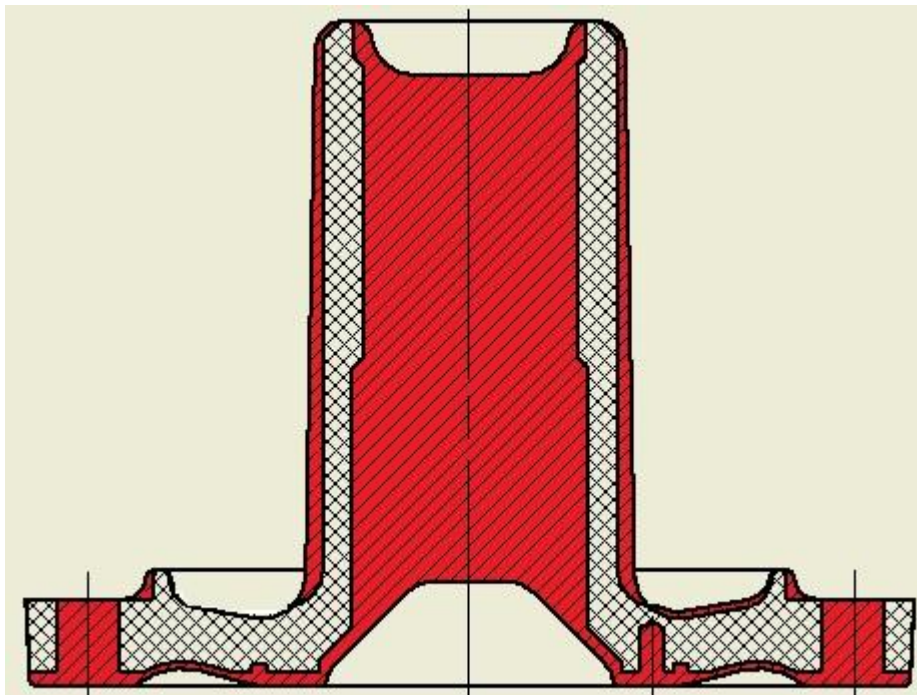
Kontrola na otláčení

$$P = \frac{F}{h * l} = \frac{2F}{(D - D_a) * l} = \frac{2 * 76430}{(64 - 59) * 80} = 383 \text{ [Mpa]}$$

$$P \leq P_D \quad 383 \text{ Mpa} \leq 900 \text{ Mpa}$$

Výpočty jsem zjistil, že drážkování je vhodně navrženo a je přibližně dvakrát předimenzováno.

Schéma úběru třísek u unašeče

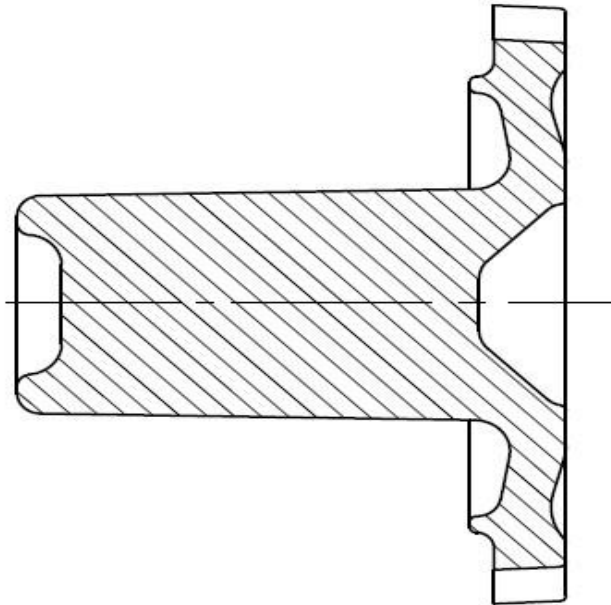


Obr. 55 Schéma úběru třísek

Červeně jsou označeny plochy, které se budou odebírat.

Unašec (Driver)

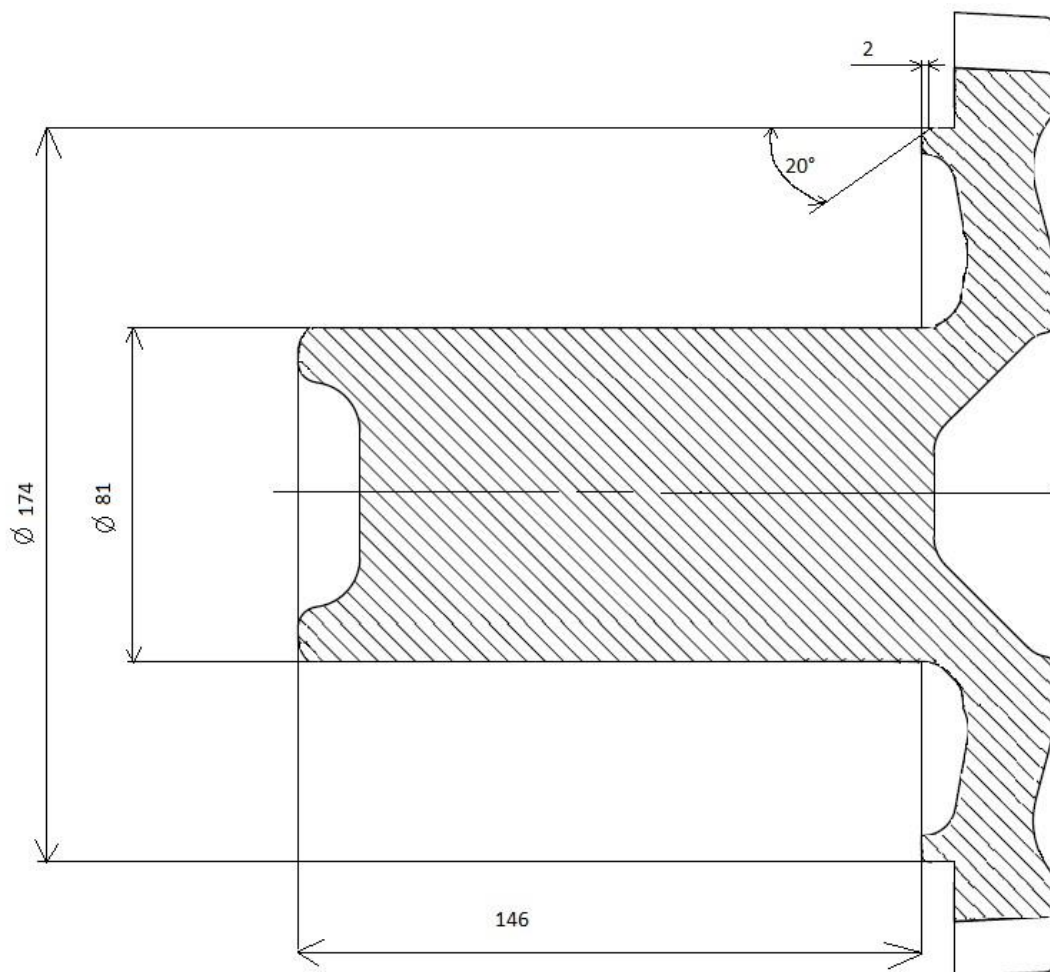
Pro výrobu této součásti bude soustružit, vrtat a obrážet.



Obr. 56 Polotovar před obráběním

Soustružení (upnutí mezi hroty)

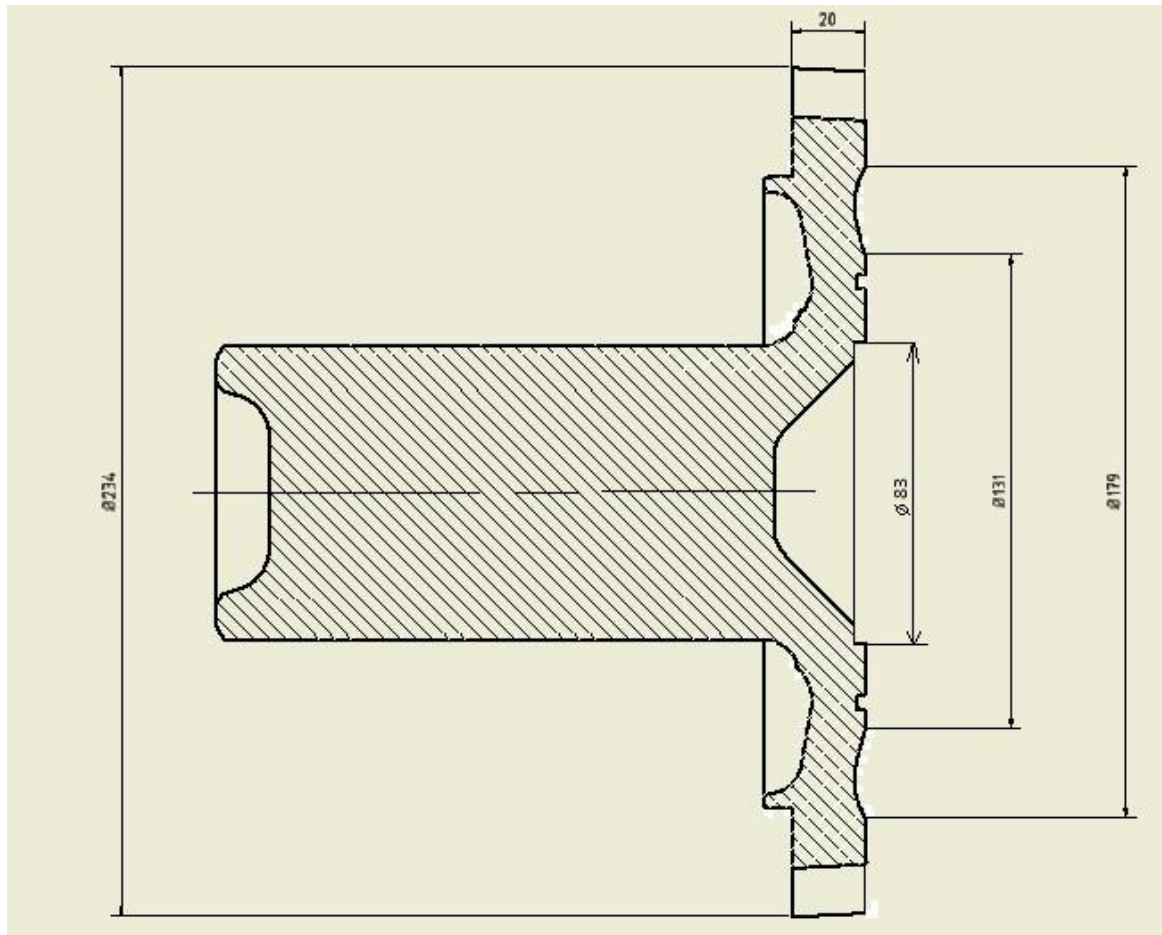
- 1) Upneme polotovar
- 2) Soustružíme z průměru 85,274 mm na průměr 81 mm v délce 161mm (Upnutý budeme mít nůž s kruhovou břitovou destičkou)
- 3) Obrábíme na průměru 178 mm na průměr 174 mm a šířku 4,3 mm v délce 8 mm
- 4) Zkosíme hranu na průměru 174 mm
- 5) Obrábíme na průměru 234 mm do průměru 174 mm, z šířky 24 mm na šířku 22 mm (otočíme nožovou hlavu a použijeme nůž s čtvercovou břitovou destičkou)
- 6) Na průměru 174 mm uděláme zkosení 2mm pod úhlem 20°



Obr. 57 Operace 1

Soustružení (upnuto v univerzálním sklíčidle za průměr 81 mm)

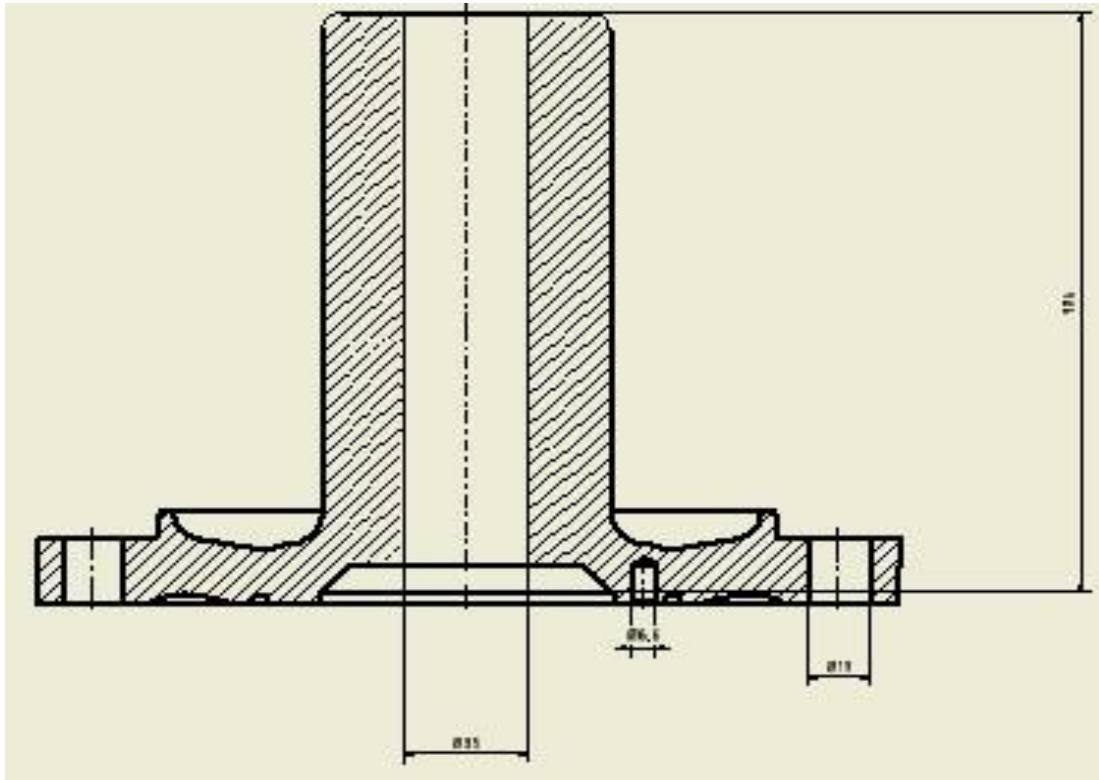
- 1) Obrábíme na průměru 121 mm z šířky 24 mm na šířku 20 mm a to na celém čele, tak aby mělo šířku 20 mm a bylo rovné
- 2) Prohloubíme zaoblení do hloubky 3 mm mezi průměry 179mm a 130mm
- 3) Vyhnutým ubíracím nožem uděláme drážku mezi průměry 111,6 mm a 120,4 mm do hloubky 2,3 mm
- 4) Na průměru 83 mm uděláme zahloubení do hloubky 3 mm v celém tomto průměru



Obr. 58 Operace 2

Vrtání

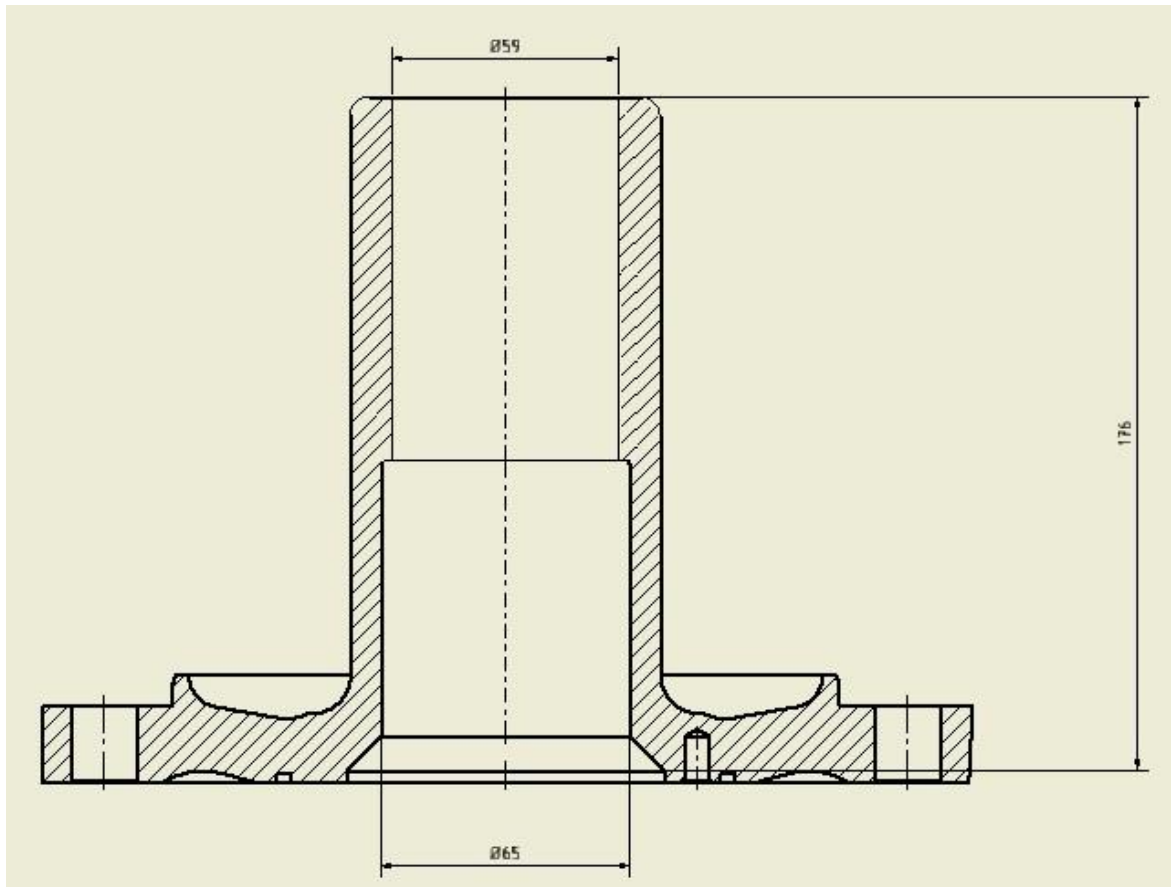
- 1) Navrtávacím vrtákem navrtáme všechny díry na součásti (viz. výrobní výkres)
- 2) Upneme vrták o průměru 6,6 mm a vyvrtáme s ním 5 děr na čele polotovaru do hloubky 12 mm (podle výrobního výkresu)
- 3) Stejným vrtákem předvrtáme 10 děr, které se nachází v „zubech“ na skrz tj. 20 mm (viz. výrobním výkresu)
- 4) Vrtákem o průměru 17 mm těchto 10 děr převrtáme
- 5) Nyní vrtákem o průměru 10 mm vyvrtáme díru v ose obrobku v délce 176 mm (skrz celou součást)
- 6) Teď uděláme to samé jako v operaci č. 5 Vrtání, ale s vrtákem průměru 20 mm 7)
 Uděláme to samé jako v operaci č. 5 Vrtání, ale s vrtákem o průměru 35 mm



Obr. 59 Operace 3

Soustružení po vrtání (obrobek upnut v univerzálním sklíčidle za průměr 81mm)

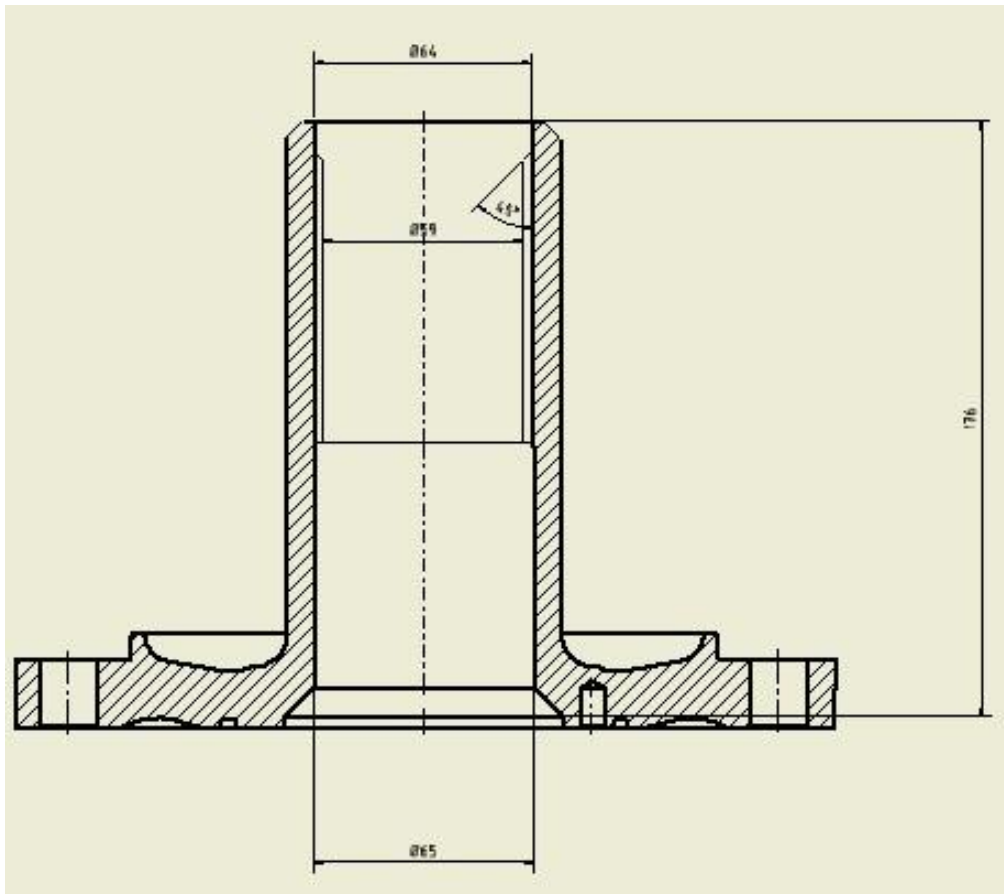
- 1) Vnitřní ubíracím nožem soustružíme díru v ose obrobku až na průměr 59 mm v celé délce
- 2) Vyměníme nůž a uděláme zkosení na průměru 83 mm z průměru 59 mm na průměr 65 mm (směrem dovnitř)
- 3) Vnitřní ubíracím nožem budeme soustružit otvor z průměru 59 mm na průměr 65mm, ale pouze do vzdálenosti 88,5 mm



Obr. 60 Operace 4

Soustružení (upnuto za průměr 65 mm)

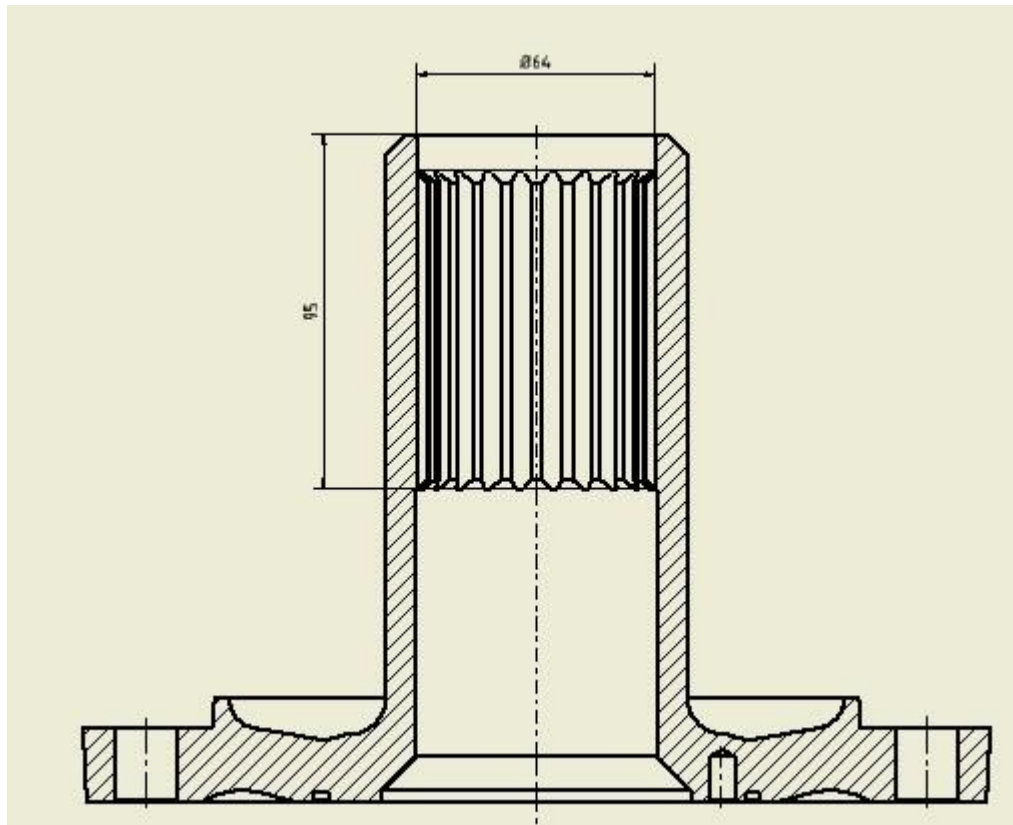
- 1) Soustružíme z průměru 59 mm na průměr 64 mm do vzdálenosti 9,5 mm
- 2) Zkosíme hranu (45°) na průměru 59 mm (ve vnitř obrobku)
- 3) Zkosíme hranu na průměru 81 mm pod úhlem 45°



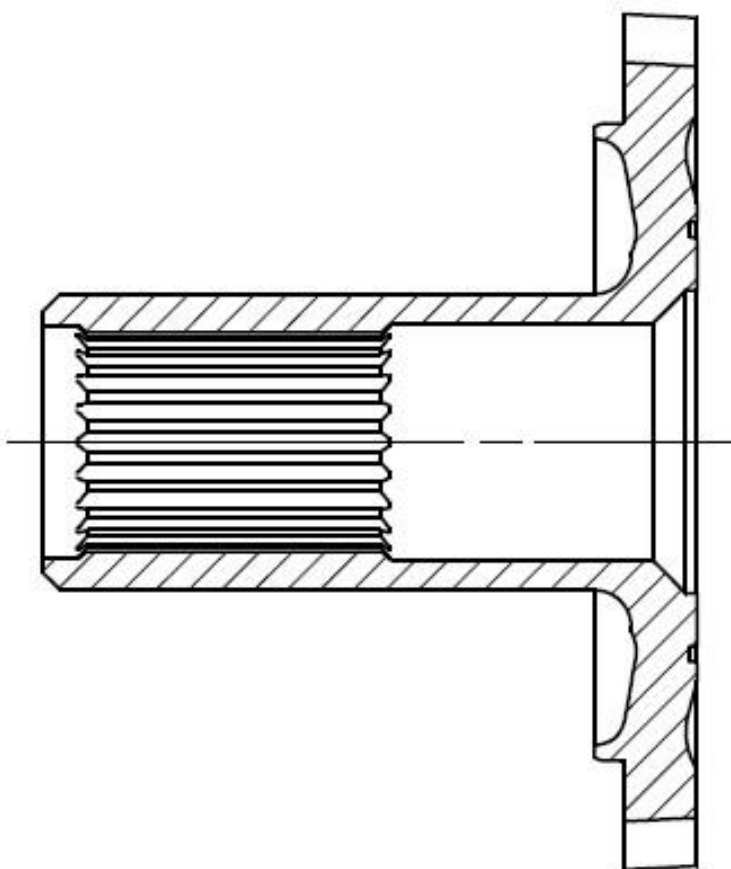
Obr. 61 Operace 5

Obrázení

- 1) Na průměru 59 mm vyrobíme drážkování (22 drážek) do vzdálenosti 95 mm od okraje



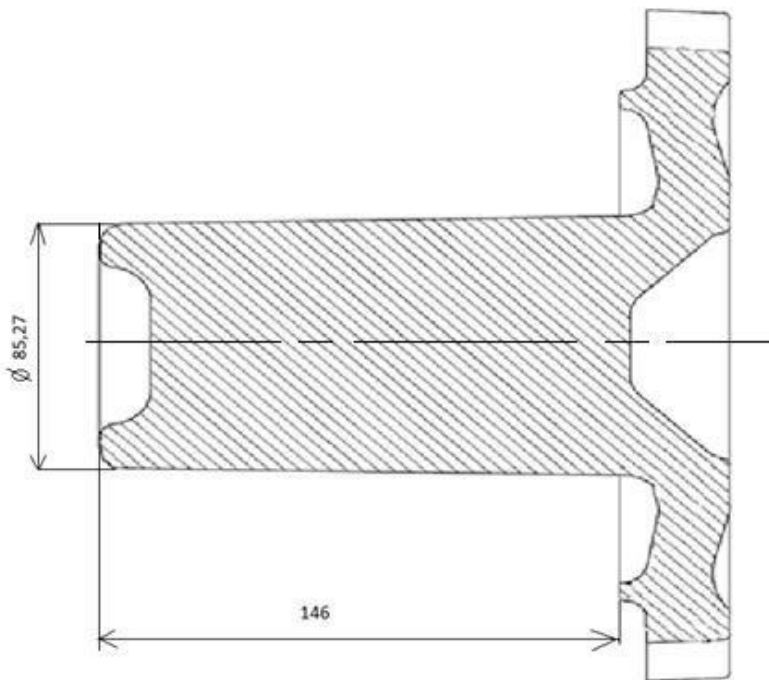
Obr. 62 Operace 6



Obr. 63 Finální výrobek

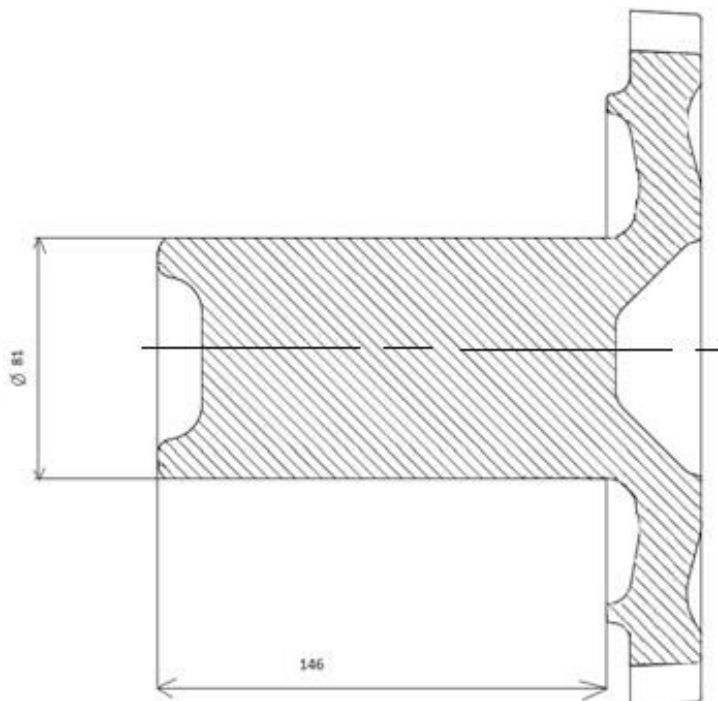
Určení nástroje pro obrábění unašeče

Polotovar před operací



Obr. 64 polotovar před operace

Polotovar po dokončení operace



Obr. 65 Polotovar po dokončení operace

Parametry pro obrábění

Materiál obrobku : ČSN 15 230.7 (32CrMo12)

Max. tříška: 2 mm

Min. posuv: 1mm.ot⁻¹

Trvanlivost břitu: min. 20 min

Zařazení materiálu do skupiny

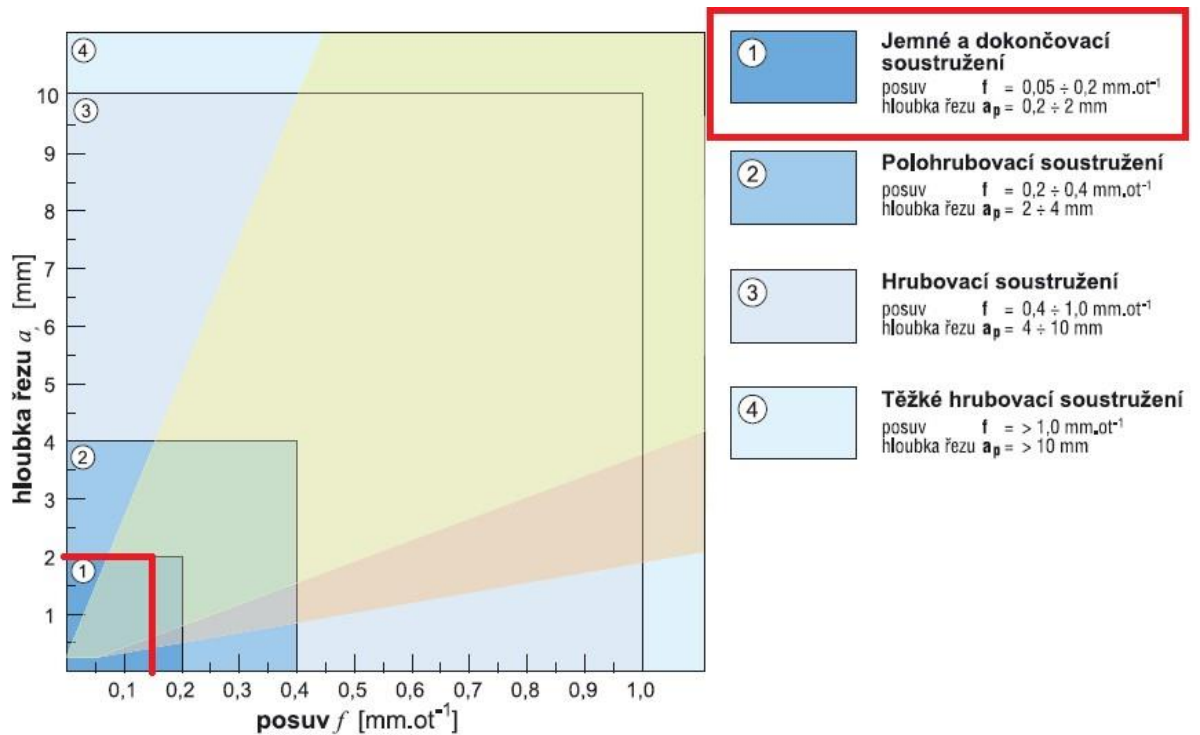
P

- uhlíkové (nelegované) oceli třídy 10, 11, 12
- legované oceli tříd 13, 14, 15, 16
- feritické oceli (třídy 17...)
- nástrojové oceli uhlíkové (191..., 192..., 193...)
- nástrojové legované oceli (193... až 198...)
- uhlíková ocelolitina skupiny 26 (4226...)
- nízko a středně legované ocelolity skupiny 27 (4227...)
- feritické a martenzitické korozivzdorné oceli (lité 4229...)

Obr. 66 Skupina materiálu

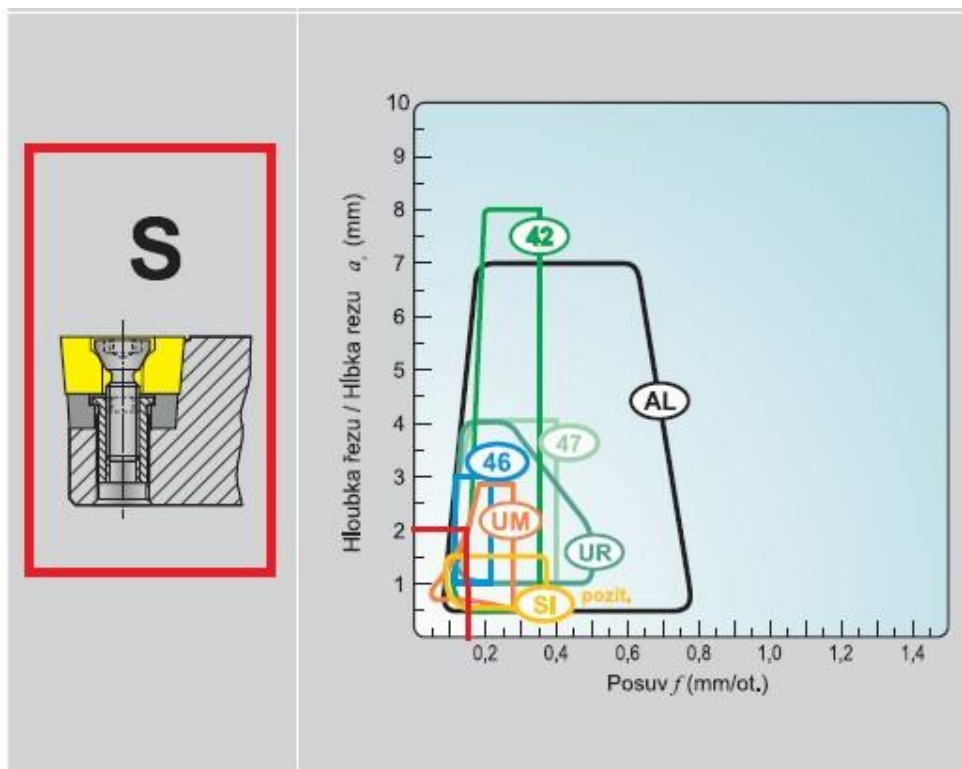
Moje skupina je označena oranžově. Ve zbytku práce jsou mé hodnoty označeny červeně.

Zařazení operace do dané skupiny



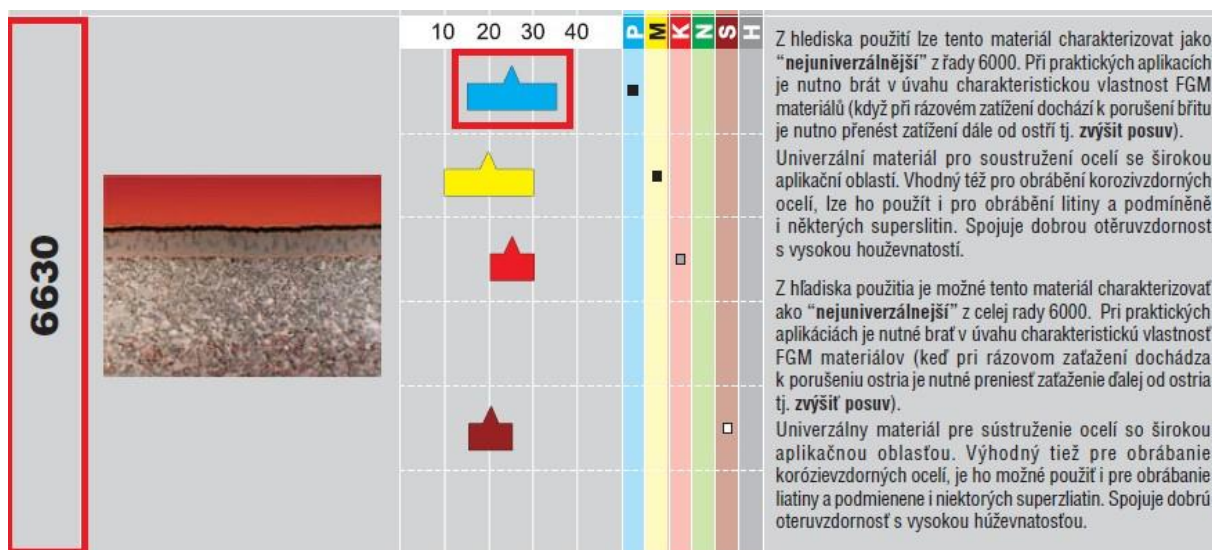
Obr. 67 Volba operace

Způsob upnutí



Obr. 68 způsob upnutí

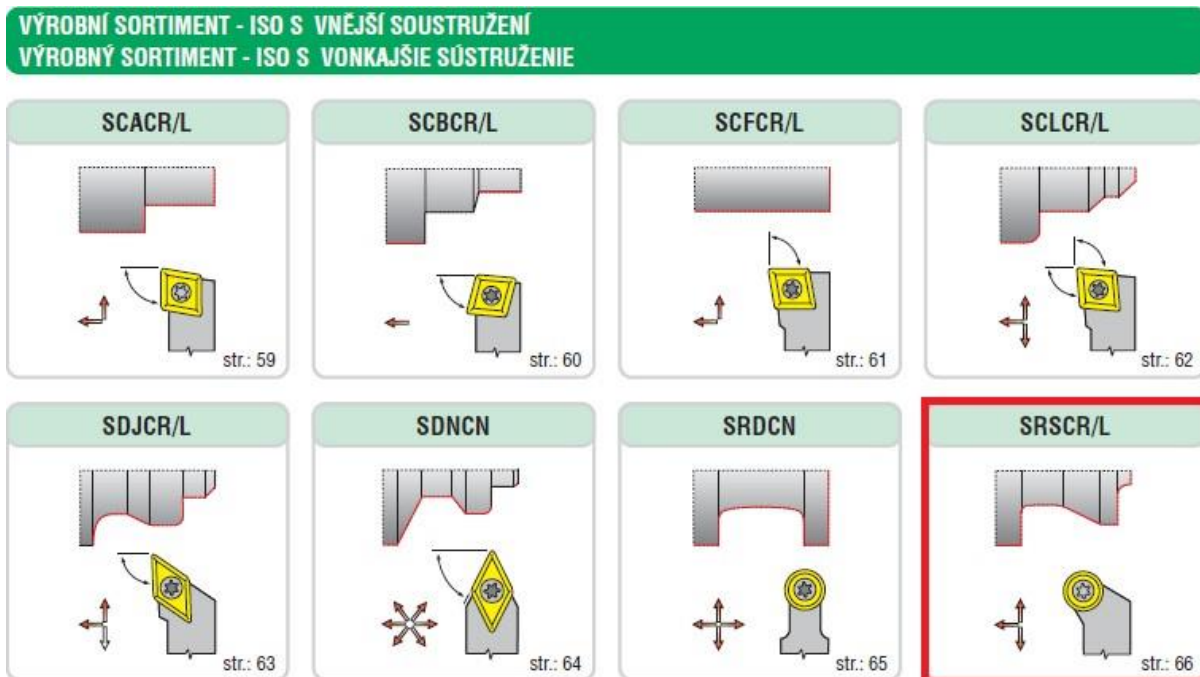
Trvanlivost břítu



Obr. 69 Volba trvanlivosti břítu

Trvanlivost břítu je 15 až 35 minut.

Výrobní sortiment

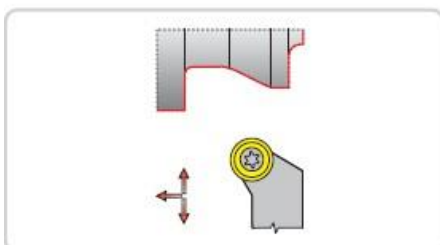
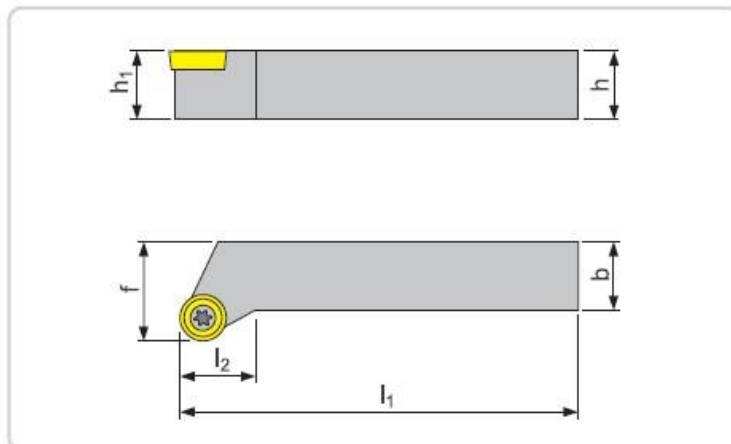


Obr. 70 Volba tvaru nože

Volba nože

SRSCR/L

VNĚJŠÍ SOUSTRUŽENÍ - ISO S
VONKAJŠIE SÚSTRUŽENIE - ISO S



γ_0° - úhel čela / úhol čela
 λ_s° - úhel sklonu ostří / úhol sklonu reznej hrany

Strana: 127-128



NŮŽ PRO VNĚJŠÍ SOUSTRUŽENÍ / NŮŽ PRE VONKAJŠIE SÚSTRUŽENIE

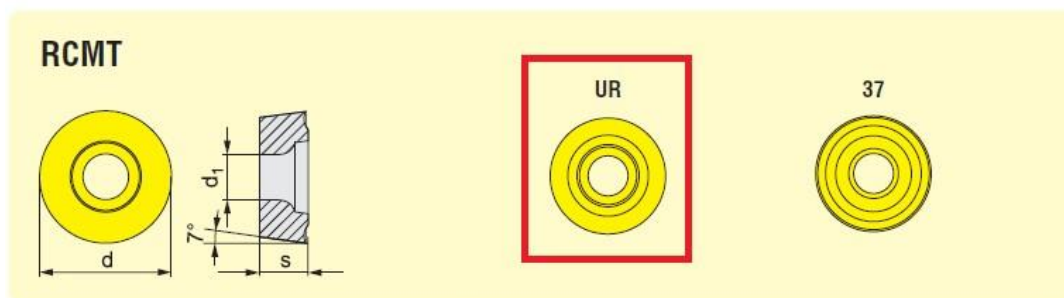
ISO	R/L	Rozměry / Rozmery [mm]							λ_s°	γ_0°	🔧	ND ND	VBD VRD
		$h=h_1$	b	f	l_1	$l_{2\max}$							
SRSCR/L 1212 F 06	●/○	12	12	16	80	12			0	0	0,10	SO1	RC.. 0602 MO
SRSCR/L 1616 H 06	●/○	16	16	20	100	12			0	0	0,22	SO1	RC.. 0602 MO
SRSCR/L 2020 K 08	●/○	20	20	25	125	20			0	0	0,45	SO3	RC.. 0803 MO
SRSCR/L 2020 K 10-M-A	●/○	20	20	25	125	20			0	0	0,45	SR10	RC.. 10T3 MO
SRSCR/L 2525 M 10-M-A	●/○	25	25	32	170	20			0	0	0,75	SR10	RC.. 10T3 MO

Obr. 71 vybraný nůž

Nůž s vyměnitelnou břitovou destičkou ISO SRSCR/L 2020 K 10-M-A.

Volba břitové destičky

VYMĚNITELNÉ BŘITOVÉ DESTIČKY PRO SOUSTRUŽENÍ
VYMĚNITELNÉ REZNÉ DOŠTIČKY PRE SÚSTRUŽENIE



ISO	ANSI	MATERIÁL						ROZMĚRY / ROZMERY		
		6620	6630	6640	8016	8030	8040	d [mm]	s [mm]	d ₁ [mm]
RCMT 0602MOE-UR	RCMT -E-UR		●			●		6,0	2,38	2,8
RCMT 0803MOE-UR	RCMT -2E-UR		●			●		8,0	3,18	3,4
RCMT 10T3MOE-UR	RCMT -E-UR		●			●		10,0	3,97	4,4
RCMT 1204MOE-UR	RCMT -3E-UR		●			●		12,0	4,76	4,4
RCMT 1606MOS-37	RCMT -4S-37		●					16,0	6,35	5,5

Obr. 72 Volba VBD

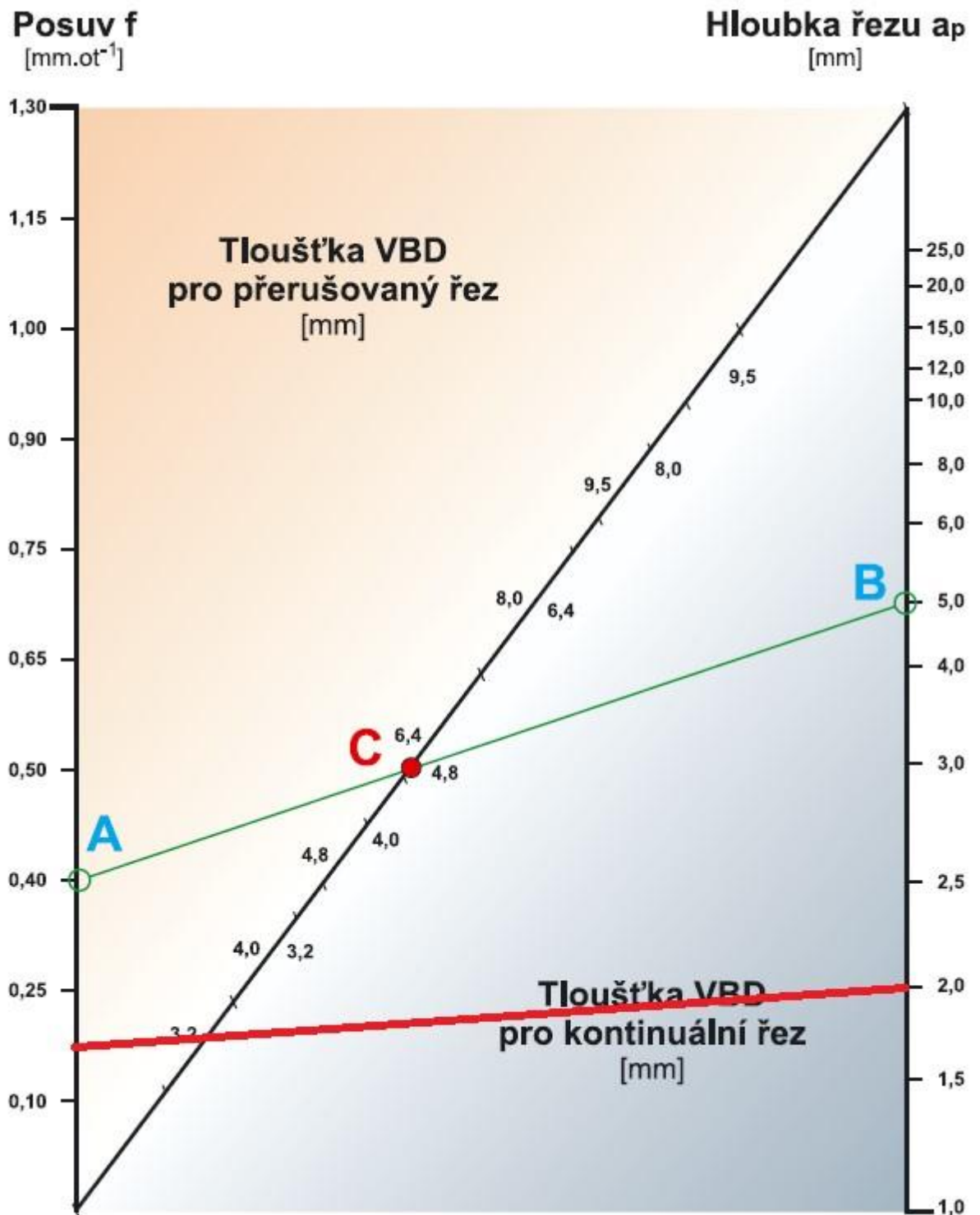
Řezné podmínky

Materiál		6620				6630				6640				P				
Tvar VBD	Rozmezí posuvů a hloubky řezu		S... C... W..	T... D... K..	V... (L...)	R...	S... C... W..	T... D... K..	V... (L...)	R...	S... C... W..	T... D... K..	V... (L...)	R...	HB = 180			
	stupeň	Posuv f [mm.ot ⁻¹]													Hloubka řezu a _p [mm]	14b	9b ± 16b	
Jemné a dokončovací soustružení	I	0,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	KOREKČNÍ SOUČINITEL k _r			
	II	0,10	355	335	315	390	-	-	-	-	250	235	220	275	Kůra výkovku a odlitku	0,70-0,80		
	III	0,20	320	300	280	350	290	275	255	320	210	195	185	230	Vnitřní soustružení	0,75-0,85		
Polohrubovací soustružení	I	0,20	305	285	270	335	275	260	240	300	195	185	170	215	Přerušovaný řez	0,80-0,90		
	II	0,30	245	230	215	270	235	220	205	260	170	160	150	185	Dobry stav stroje	1,05-1,20		
	III	0,40	215	200	190	235	210	195	185	230	155	145	135	170	Špatny stav stroje	0,85-0,95		
Hrubovací soustružení	I	0,40	200	190	175	220	195	185	170	215	145	135	130	160	KOREKCE NA TRVANLIVOST k _{r1}			
	II	0,60	165	155	145	180	165	155	-	180	125	120	-	140	T _{min}	k _{r1}	T _{min}	k _{r1}
	III	0,80	145	135	130	160	145	135	-	160	115	110	-	125	10	1,10	30	0,84
Těžké hrubovací soustružení	I	0,80	-	-	-	-	110	105	-	-	90	85	-	-	15	1,00	45	0,76
	II	1,00	-	-	-	-	100	95	-	-	80	75	-	-	20	0,93	60	0,71
	III	1,30	-	-	-	-	90	85	-	-	75	70	-	-	KOREKCE NA TRVANLIVOST PRO TĚŽKÉ HRUBOVÁNÍ			
Upichování obvodové zářpy a koprování (CTP)		0,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T _{min}	k _{r1}	T _{min}	k _{r1}
		0,15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	1,10	60	0,93
		0,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	1,00	-	-
		0,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	KOREKCE NA TVRDOT OBROBKU			
														HB	k _{HB}	HB	k _{HB}	
														120	1,18	220	0,90	
														140	1,12	240	0,86	
														160	1,05	260	0,82	
														180	1,00	280	0,80	
														200	0,95	300	0,77	

Obr. 73 Určení řezných podmínek

Pro danou operaci bude řezná rychlost $v=320 \text{ m.min}^{-1}$.

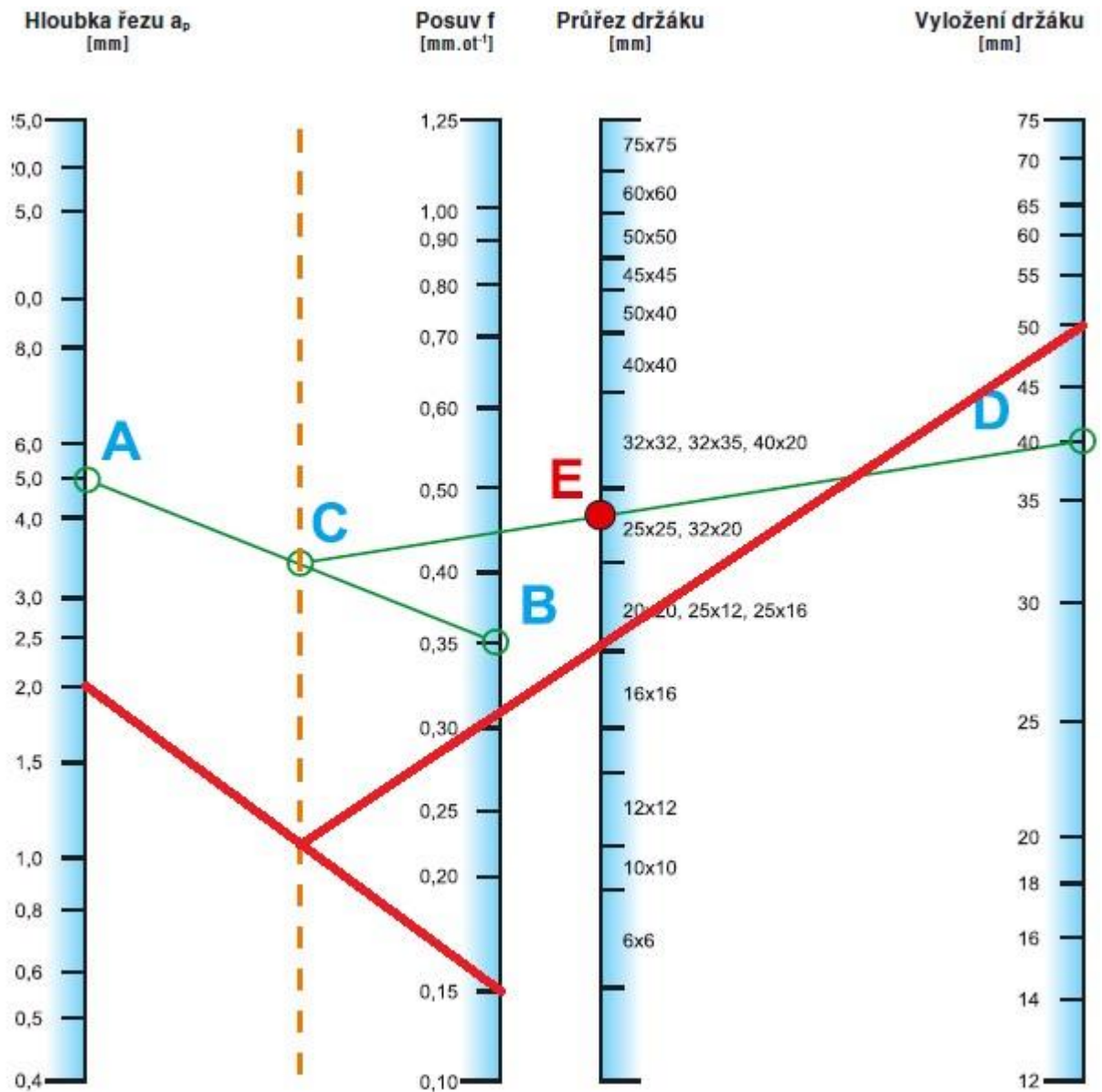
Tloušťka destičky



Obr. 74 Kontrola tloušťky VBD

Min. tloušťka destičky je 3,2 mm.

Vyložení držáku



Obr. 75 Volba držáku

Volíme držák 20x20.

Programy, ve kterých jsme pracovali a správa dat

Od firmy nám byly zaslány ve výměnném formátu modely, které jsme potřebovali importovat do námi používaných programů. Pro zpracování modelů jsme si vybrali dva programy, které používáme i ve školní výuce, a těmi jsou Inventor a SolidWorks.

SolidWorks jsme využívali na otevření a rozpoznání zaslanych modelů, k jejich úpravě a k renderování.

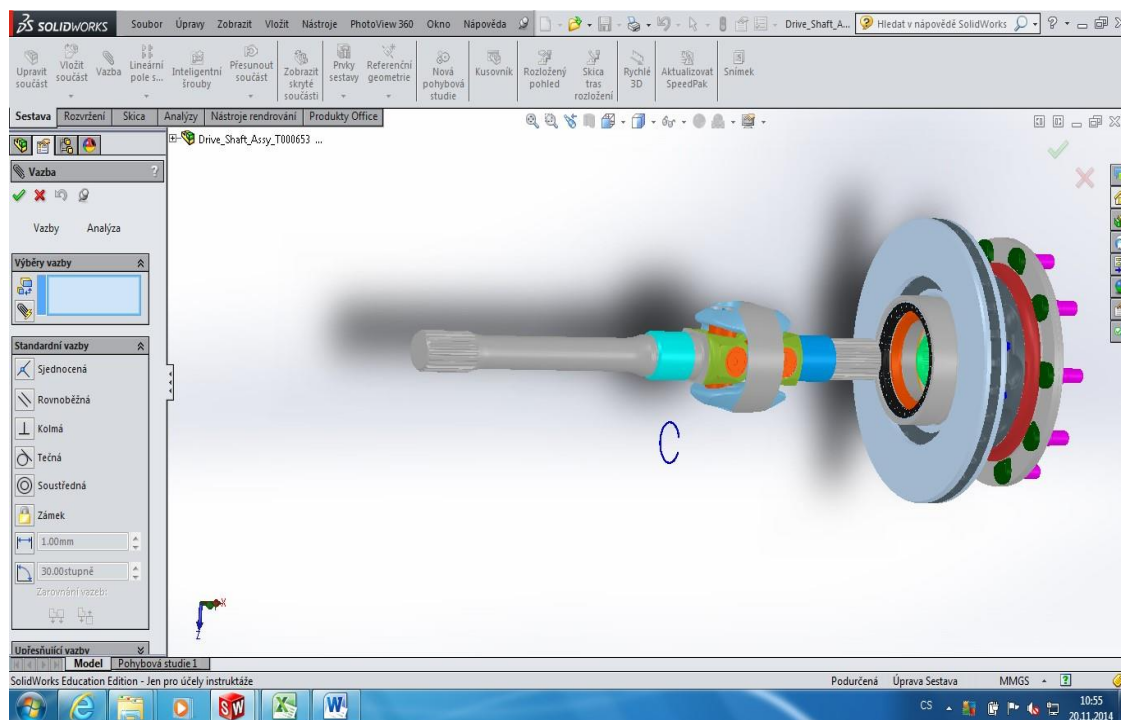
Inventor jsme používali převážně na výkresy a jako „testovací“ program v případě potřeby.

Námi upravená data jsme ukládali jak na svých počítačích, tak i v cloudové úschovně

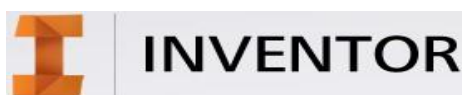
Onedrive, což je internetové úložiště pro data od společnosti Microsoft, s nimiž pracujeme i v hodinách při tvorbě projektů v našem zaměření.



Jedná se o parametrický modelář z kategorie CAD systémů, který slouží ke tvorbě virtuálních prototypů a technické dokumentace. Umožňuje 3D tvorbu jednotlivých dílů, sestav, výkresů, plechových součástí, vizualizaci výstupů, export dat do externích formátů atd. Byl vyvinut společností SolidWorks Corporation.

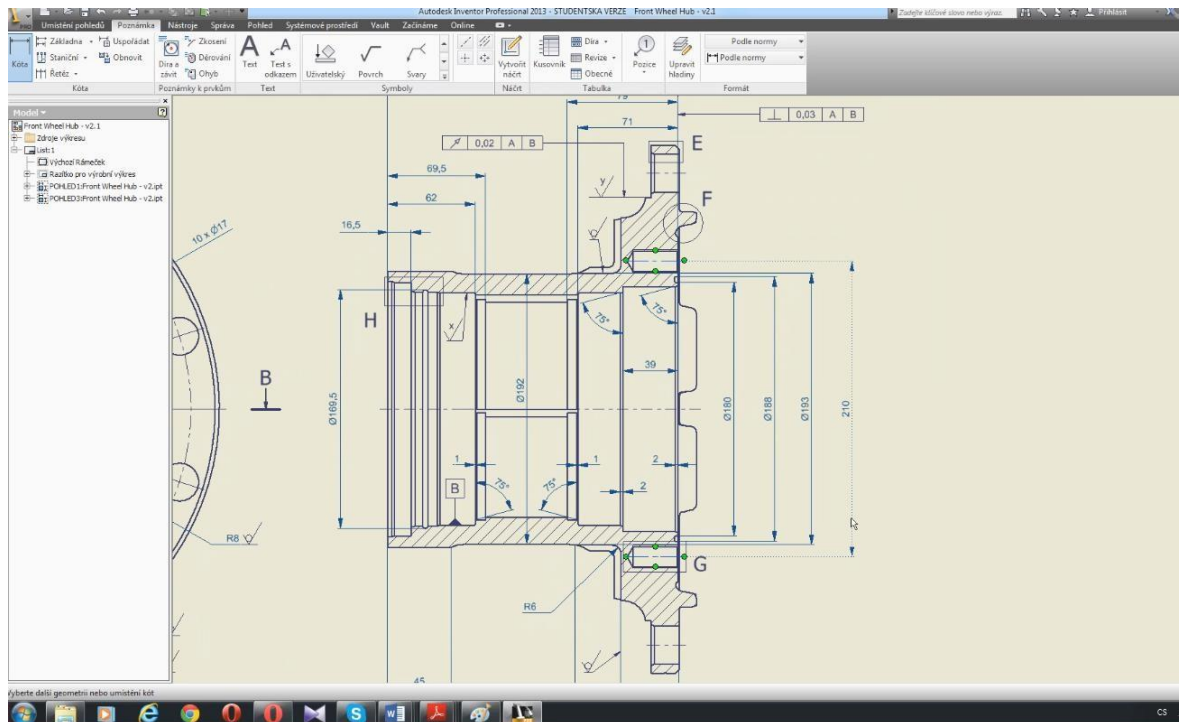


Obr. 76 - Náhled práce v SolidWorks



Tento program pomáhá vytvářet sestavy, ale i jednotlivé součásti ve 3D. Inventor umožňuje provádět simulace jednotlivých dílů i sestav. Dále se v něm také mohou vytvářet výkresy těchto dílů i sestav.

Je určen převážně pro strojírenské navrhování. Tento program vyvinula společnost Autodesk.



Obr. 77 - Náhled práce v Inventoru

3D tisk

Je to tisk, při kterém se z 3D modelu, vytvořeném na počítači, zhotoví většinou plastový model pomocí aditivní metody, při které se materiál přidává vrstvením (obvykle nataveného) na sebe po jednotlivých „patrech“. Díky tomu se zvládají různě tvarované a složité součásti.



Obr. 78 – 3D tiskárna

Druhy tisku

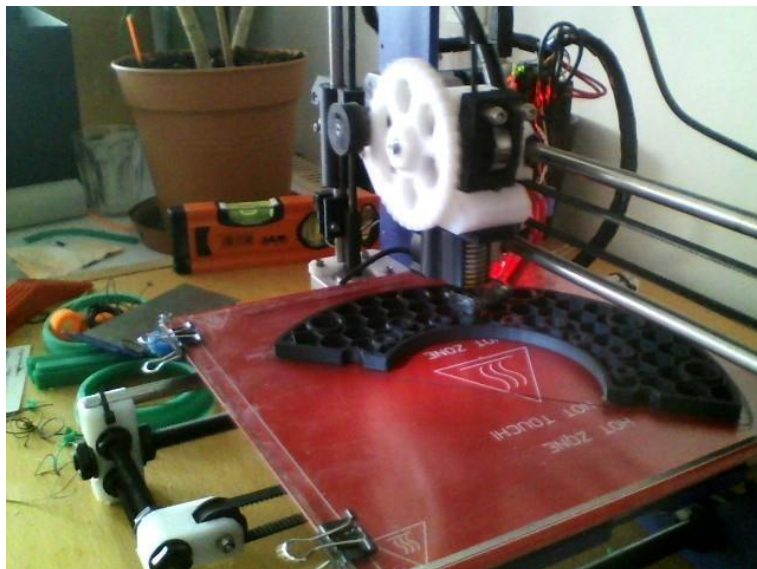
V 3D tisku existuje mnoho typů tiskáren, které pracují na různých principech.

Zde jsou nějaké příklady:

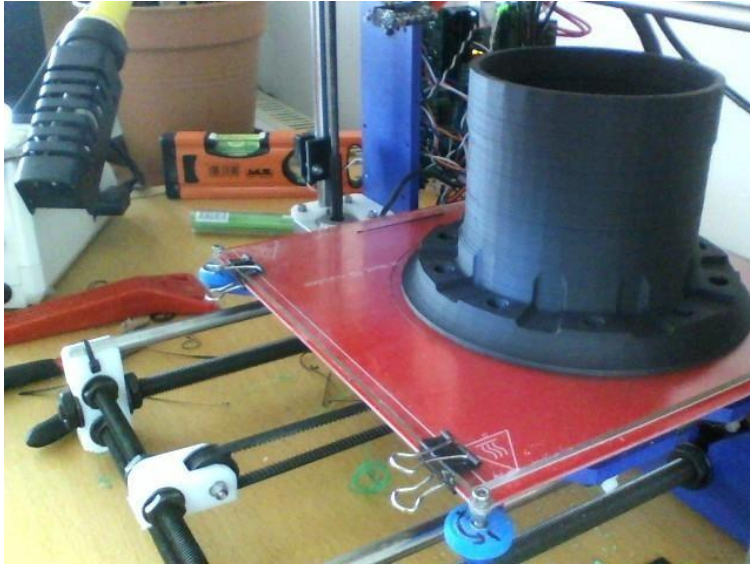
- **SLS** (Selective laser sintering): zapékání práškového materiálu za pomoci laserového paprsku
- **SLA** (stereolitografie): vytvrzování tekutého kompozitu laserovým paprskem
- **ZCORP**: v tenké vrstvě nanesený prášek spojovaný pojivem, které je vytlačováno z hlavy
- **LOM** (Laminated object manufacturing): každá vrstva je vyříznuta z plastu a přilepena k předchozí vrstvě
- **FDM** (Fused deposition modeling): nanášení roztaveného materiálu v tenké vrstvě
- **Polyjet Matrix**: z hlav je vytlačován fotopolymer a vytvrzován pomocí UV lampy

Naše výtisky

Pro naše výtisky jsme použili metodu FDM, kdy se plast taví v hlavě tiskárny a nanáší se ve vrstvách, a tím se vytváří výtisk.



Obr. 79 - 3D tisk našich dílů



Obr. 80 - 3D tisk našich dílů

Příprava modelů z CAD systému na 3D tisk

U modelů se musí změnit souřadný systém a následně model převést do univerzálního formátu STL, který je načten v programu, jehož využívají 3D tiskárny k převodu modelu z formátu STL do G-kódu. G-kód je soubor, který „přečte“ 3D tiskárna a jsou v něm všechny potřebné příkazy a hodnoty pro tisk.

Kompletace dílů

Vzhledem k nemožnosti tisknutí celých součástí na 3D tiskárnách, které máme ve škole, jsme museli některé díly rozdělit na několik částí a následně je slepit. Problémem byly příliš velké rozměry dílů, protože se nevešly na desku tiskárny nebo z důvodu složitosti, kdy jiná možnost vytisknutí nebyla možná.

Většina dílů se po vytisknutí musela opracovat, vzhledem k nepřesnosti nebo špatné struktuře povrchu.



Obr. 81 - Opracování a lepení dílů

Zhodnocení naší práce

Tato práce pro nás byla přínosná v mnoha ohledech. Například jsme si rozšířili své znalosti o výpočtu šroubů a evolventního drážkování. Získali jsme nové poznatky ohledně konstrukce podvozků od firmy Tatra a dozvěděli jsme se, jak se vytváří výkresová dokumentace, která se používá ve firmách, a mnoho dalších věcí.

Práci v týmu jsme zvládali bez problémů a nakonec jsme vždy po vzájemných konzultacích došli k dohodě. Cíle, které nám byly zadány na začátku, jsme si poté rozšířili o 3D tisk. Splnili jsme většinu zadání, až na výkresy složitých součástí, se kterými nemáme zatím tolik zkušeností. Proto jsou okótovány tak, jak nejlépe jsme dovedli.

Na naší práci je stále možno pracovat a rozšiřovat ji. Například by se ještě mohla provést početní kontrola hřídelů, které přenášejí točivý moment z čelních ozubených kol na kardanův kloub a dále ke kolu. Stejně tak by se mohla provést kontrola všech šroubů, a téměř každého dílu v naší sestavě.

3D tisk, který jsme provedli nad rámec naší práce, jsme s pomocí profesorů a 3D tiskáren zvládli vcelku dobře a mohli jsme názorně ukázat jednotlivé díly a celou sestavu.

Citace:

- 1) ŠTENGL, Michal. Evoluce ale též revoluce. *Automobil*. 2011, roč. 55, č. 12, s. 4.
- 2) Selektivní katalytická redukce. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2014 [cit. 2014-11-23].
Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Selektivn%C3%AD_katalytick%C3%A1_redukce
- 3) AdBlue. *Kontakt* [online]. 2010 [cit. 2014-11-23].
Dostupné z: <http://www.kontaktoil.cz/AdBlue/Otazky-a-odpovedi>
- 4) Kardanův závěs. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): WikimediaFoundation, 2001- [cit. 2014-11-24].
Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Kardan%C5%AFv_z%C3%A1v%C4%9Bs
- 5) *Tatra* [online]. 2014 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://www.tatra.cz>
- 6) SPOLEČNOST DAF. *DAF: A PACCAR COMPANY* [online]. 2015 [cit. 2015-03-22].
Dostupné z: <http://www.daftrucks.cz/about/daf-trucks-nv>
- 7) ZF ovládlo téměř všechny stánky ve Frankfurtu. *Autojob* [online]. 13.9.2007 [cit. 2014-11-27]. Dostupné z: <http://autojob.cz/auto-magazin/clanek/109-zf-ovladlo><http://autojob.cz/auto-magazin/clanek/109-zf-ovladlo-temer-vsechny-stanky-ve-frankfurtu.htm>
- 8) Diferenciál, jak vlastně funguje?. *AUTOREVUE.CZ* [online]. 2014 [cit. 2014-12-01].
Dostupné z: http://www.autorevue.cz/diferencial-jak-vlastne-funguje_4#9
- Historie výroby. *TATRA* [online]. 2014 [cit. 2014-12-22].
Dostupné z: <http://www.tatra.cz/o-spolecnosti/historie-tatry/historie-vyroby/> **10)**
- Co je 3D tisk. *Josef Průša* [online]. 2014 [cit. 2015-01-04].
Dostupné z: <http://josefprusa.cz/o-3d-tisku/>
- 11) Technologie 3D tisku. *Pkmodel* [online]. 2006 [cit. 2015-01-04].
Dostupné z: <http://www.pkmodel.cz/3dtisk.html>
- 12) SolidWorks. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): WikimediaFoundation, 2001-2014 [cit. 2015-01-13].
Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/SolidWorks>

13) Historie a milníky. *TATRA* [online]. 2014 [cit. 2015-02-01].

Dostupné z: <http://www.tatra.cz/o-spolecnosti/historie-tatry/historie-a-milniky/>

Odkazy:

1) **Obr. 2** - kabiny řady CF EURO 6: KE STAŽENÍ. *DAF: A PACCAR COMPANY* [online]. 2015 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: [http://www.daftrucks.cz/cs-cz/news-](http://www.daftrucks.cz/cs-cz/news-and)

[andhttp://www.daftrucks.cz/cs-cz/news-and-media/downloadsmedia/downloads](http://www.daftrucks.cz/cs-cz/news-and-media/downloadsmedia/downloads)

2) **Obr. 3** – Kabina DAF Truck s lůžkem: KE STAŽENÍ. *DAF: A PACCAR COMPANY* [online]. 2015 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: [http://www.daftrucks.cz/cs-](http://www.daftrucks.cz/cs-cz/news)

[cz/newshttp://www.daftrucks.cz/cs-cz/news-and-media/downloadsand-media/downloads](http://www.daftrucks.cz/cs-cz/news-and-media/downloadsand-media/downloads)

3) **Obr. 4** – Kabina modelu T-158 Phoenix: ŠTENGL, Michal. *Automobil revue. Tatra 158 Phoenix – Evoluce, ale též revoluce* [online]. 2012 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z:

[http://www.automobilrevue.cz/rubriky/truck-bus/predstavujeme/tatra-](http://www.automobilrevue.cz/rubriky/truck-bus/predstavujeme/tatra-158)

[158http://www.automobilrevue.cz/rubriky/truck-bus/predstavujeme/tatra-158-](http://www.automobilrevue.cz/rubriky/truck-bus/predstavujeme/tatra-158-phoenix-evoluce-ale-tez-revoluce_40556.html)

[phoenix-evoluce-ale-tez-revoluce_40556.html](http://www.automobilrevue.cz/rubriky/truck-bus/predstavujeme/tatra-158-phoenix-evoluce-ale-tez-revoluce_40556.html)
[phoenix-evoluce-ale-tez-revoluce_40556.html](http://www.automobilrevue.cz/rubriky/truck-bus/predstavujeme/tatra-158-phoenix-evoluce-ale-tez-revoluce_40556.html)

4) **Obr. 5 - Ecosplit**

Obr. 6 - Ecosplit:

Ecosplit. *ZF* [online]. 2014 [cit. 2014-11-27]. Dostupné z:

http://www.zf.com/corporate/en/products/product_range/commercial_vehicles/trucks_ecosplit.shtml

5) **Obr. 7 – AS Tronic**

Obr. 8 – AS Tronic: AS

Tronic. *ZF* [online]. 2014 [cit. 2014-11-27]. Dostupné z:

http://www.zf.com/corporate/en/products/product_range/commercial_vehicles/trucks_astronic.shtml

6) **Obr. 9** – Ignác Šustala (1822-1891) továrník: Kopřivničtí rodáci. *Kopřivnice: oficiální web města* [online]. 2014 [cit. 2014-12-22]. Dostupné z:

<http://www.koprivnice.cz/index.php?id=rodaci-koprivnice>

7) **Obr. 10** – Automobil NW Präsident: Automobil NW Präsident. *NTM: Národní technické muzeum* [online]. 2000-2014 [cit. 2014-12-22].

Dostupné z: http://www.ntm.cz/exponat/automobil_prasident

- 8) Obr. 12**– Plněpohonný tahač – typ R (Jaguar): 1908. *TATRA* [online]. 2014 [cit. 2014-12-22]. Dostupné z: <http://www.tatra.cz/o-spolecnosti/historiehttp://www.tatra.cz/o-spolecnosti/historie-tatry/historie-a-milniky/1900-1919/1908/tatry/historie-a-milniky/1900-1919/1908/>
- 9) Obr. 13** – Tatra 11 Obr. 14 – podvozek
Tatra 11: Revoluční tatrovce ve tvaru žehličky je 90 let. Nebudila důvěru.
Http://auto.idnes.cz [online]. 30.4.2013 [cit. 2015-01-04].
Dostupné z: http://auto.idnes.cz/tatra-11-clj-/auto_ojetiny.aspx?c=A130424_234559_auto_ojetiny_fdv
- 10) Obr. 15** - NW-TL2 (r. 1914), **Obr. 16** - Typ U (brzdy na všech kolech - r. 1915): Historie TATRY - Sériová výroba nákladních vozidel. *Truck v Praxi* [online]. 200920012 [cit. 2015-02-03].
Dostupné z: <http://www.truck.vpraxi.cz/historie-tatry1.html>
- 11) Obr. 17** – nákladní vůz T 24: Tatra 23 - 24. *Nákladní auta minulosti* [online]. 2014 [cit. 2015-02-03]. Dostupné z: <http://rudlaa.blog.cz/1406/tatra-23-24> **12)**
- Obr. 18** - Tatra 26/30: *Autoviva* [online]. 2012 [cit. 2015-03-20].
Dostupné z: http://www.autoviva.com/26_30/version/47637
- 13) Obr. 21** - Tatra 27: Tatra – Tatra 27. *Automobil revue* [online]. 2011 [cit. 2015-0203].
Dostupné z: [http://www.automobilrevue.cz/rubriky/automobily/historie/tatra-tatra-27_40689.html](http://www.automobilrevue.cz/rubriky/automobily/historie/tatra-tatra27_40689.html)27_40689.html
- 14) Obr. 22** - Tatra 77 (r. 1934): Historie TATRY - Sériová výroba nákladních vozidel. *Truck v Praxi* [online]. 2009-20012 [cit. 2015-02-03]. Dostupné z: <http://www.truck.vpraxi.cz/historie-tatry1.html>
- 15) Obr. 23** - trolejbus T 86: *Trolejbus.cz* [online]. 27.10.2007 [cit. 2015-03-16].
Dostupné z: <http://www.trolejbus.cz/park86.htm>
- 16) Obr. 24** - Tatra 111: Tatra 111 (1942-1962). *Tatratech* [online]. 2004 [cit. 2015-0203].
Dostupné z: <http://tatratech.wz.cz/>
- 17) Obr. 25** - T 600 TATRAplan: Tatra T600 Tatraplan 1949. *Cars++* [online]. 2014 [cit.

2015-02-03]. Dostupné z:

http://www.carsplusplus.com/specs1949/tatra_t600_tatraplan.php

18) Obr. 26 - T 603: Tatra T603 zvítězila v anketě o nové Tatry. *Zavolantem.cz* [online].

2007-2013 [cit. 2015-02-03]. Dostupné z:

<http://www.zavolantem.cz/veterani/tatra-t603-zvitezila-v-ankete-o-nove-tatry>

19) Obr. 27 - T 138: Tatra 138 (1956-1972). *Tatratech* [online]. 2004 [cit. 2015-02-04].

Dostupné z: <http://tatratech.wz.cz/>

20) Obr. 28 - T 813: Tatra 813 (1967-1982). *Tatratech* [online]. 2004 [cit. 2015-02-04].

Dostupné z: <http://tatratech.wz.cz/historie/t813.html>

21) Obr. 29 - T 813: Tatra 813. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2015-03-21].

Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Tatra_813

22) Obr. 30 - T 148: Tatra 148 (1969-1982). *Tatratech* [online]. 2004 [cit. 2015-02-04].

Dostupné z: <http://tatratech.wz.cz/historie/t148.htm>

23) Obr. 31 - T 815: TATRA 815. *Tatratech* [online]. 2004 [cit. 2015-02-04]. Dostupné z:

<http://tatratech.wz.cz/typy/t815.html>

24) Obr. 32 - T 163 (JAMAL): T-163 JAMAL. *ServiscentrumVysočina* [online]. 2014 [cit.

2015-02-04]. Dostupné z: <http://www.scv-tatra.cz/x286-t-163-jamal>

25) Obr. 33 - Tatra ARMAX: Tatra Armax 6x6. *Pinterest* [online]. 2014 [cit. 2015-02-

04]. Dostupné z: <https://www.pinterest.com/pin/525443481494673628/>

26) Obr. 34 - T 815-7: Hasiči dostanou novou cisternu. *Hzscr* [online]. 2015 [cit. 2015-02-04].

Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/hasici-dostanou-novou-cisternu.aspx>

27) Obr. 35 - T 158 Phoenix, **Obr. 36** - T 158 Phoenix, **Obr. 38** – T 158 Phoenix, přední náprava, **Obr. 40** – T 158 Phoenix, zadní náprava – King Flame, **Obr. 41** – T 158 Phoenix, motor PACCAR, **Obr. 42** – T 158 Phoenix, motor-převodovka-sestupná převodovka: ŠTENGL, Michal. *Automobil revue. Tatra 158 Phoenix – Evoluce, ale též revoluce* [online]. 2012 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z:

[http://www.automobilrevue.cz/rubriky/truck-bus/predstavujeme/tatra-](http://www.automobilrevue.cz/rubriky/truck-bus/predstavujeme/tatra-158)

[158](http://www.automobilrevue.cz/rubriky/truck-bus/predstavujeme/tatra-158-)

[phoenix-evoluce-ale-tez-revoluce 40556.html](http://www.automobilrevue.cz/rubriky/truck-bus/predstavujeme/tatra-158-phoenix-evoluce-ale-tez-revoluce-40556.html)
[phoenix-evoluce-ale-tez-revoluce 40556.html](http://www.automobilrevue.cz/rubriky/truck-bus/predstavujeme/tatra-158-phoenix-evoluce-ale-tez-revoluce-40556.html)

- 28) Obr. 45** – T-158 Phoenix, centrální roura: TATRA PHOENIX. *Truck v Praxi* [online]. 2009-2012 [cit. 2014-11-24]. Dostupné z: <http://truck.vpraxi.cz/tatra-phoenix.html>
- 29) Obr. 47** – popis , **Obr. 48** – : ŠTENGL, Michal. *Automobil revue. Tatra 158 Phoenix – Evoluce, ale též revoluce* [online]. 2012 [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: [http://www.automobilrevue.cz/rubriky/truck-bus/predstavujeme/tatra-158-phoenix-evoluce-ale-tez-revoluce 40556.html](http://www.automobilrevue.cz/rubriky/truck-bus/predstavujeme/tatra-158-phoenix-evoluce-ale-tez-revoluce-40556.html)
[phoenix-evoluce-ale-tez-revoluce 40556.html](http://www.automobilrevue.cz/rubriky/truck-bus/predstavujeme/tatra-158-phoenix-evoluce-ale-tez-revoluce-40556.html)
- 30) Obr. 53** - Diferenciál s čelními koly_Skarab [online]. 2015 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://www.skarab.cz/cs/katalog/112/?p=9>
- 31) Obr. 78** – 3D tiskárna: 3D tiskárna Prusa i3. *Prusa Research* [online]. 2015 [cit. 2015-03-26]. Dostupné z: <http://shop.prusa3d.com/cs/3d-tiskarny/21-prusa-i3-3d-printer.html>

Loga:

- 1) *Solidworks* [online]. 2014 [cit. 2015-01-13]. Dostupné z: <http://www.solidworks.cz/>
- 2) 3D CAD Software pro strojírenské navrhování. *Autodesk* [online]. 2014 [cit. 2015-01-13]. Dostupné z: http://www.autodesk.cz/products/inventor/overview?gclid=CL_Q9MP5kcMCFScXwwod5jgAqw
- 3) *Tatra* [online]. 2014 [cit. 2015-03-04]. Dostupné z: <http://www.tatra.cz>
- 4) *Průmyslovka Třebešín* [online]. 2015 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <http://www.trebesin.cz/>
- 5) *ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE* [online]. 2012-2015 [cit. 2015-03-15]. Dostupné z: <http://www.cvut.cz/>