



Středoškolská technika 2017

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

MOTOR BOXER

Josef Rymeš, Jan Špaček, Ondřej Vavera

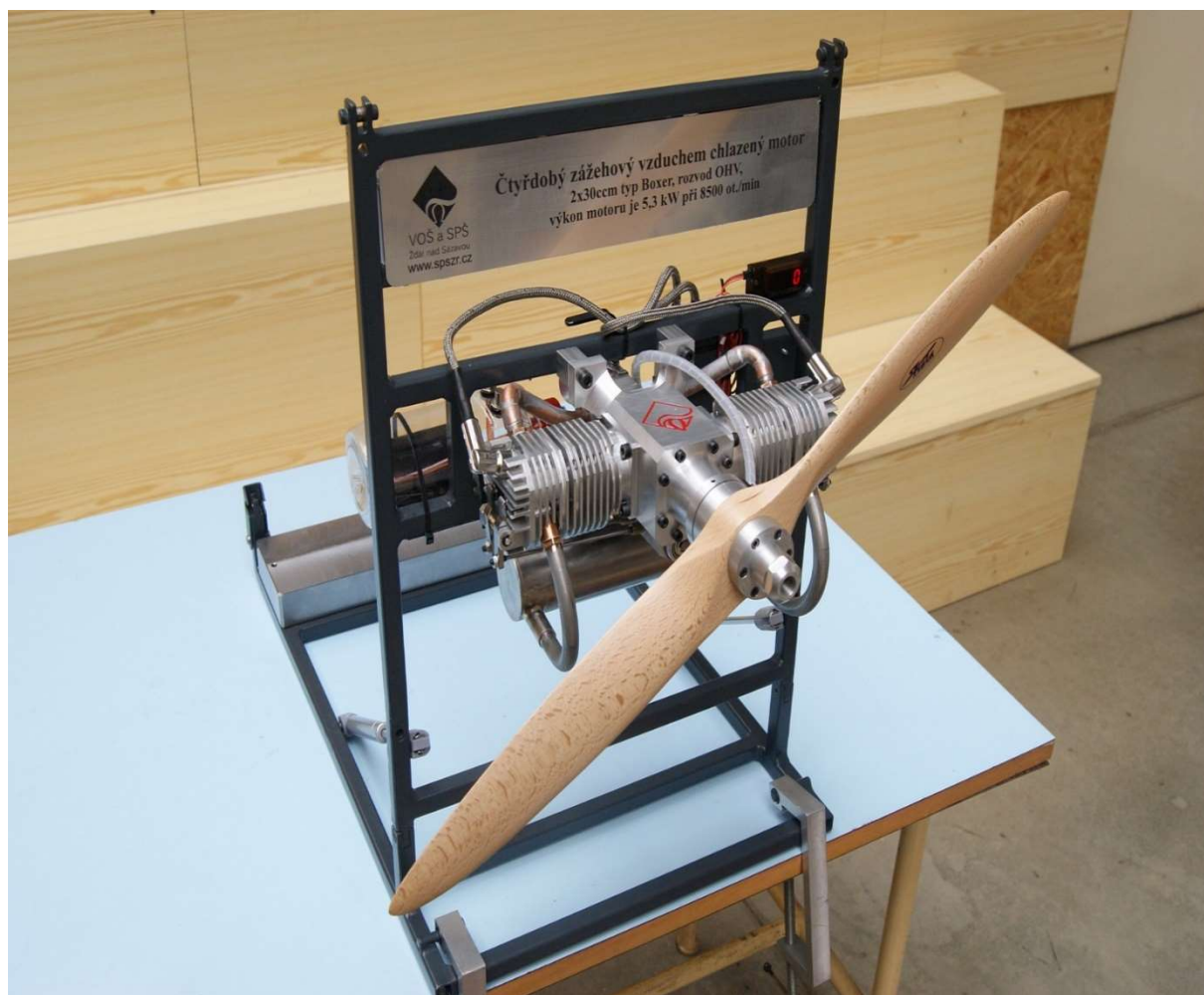
Vyšší odborná a střední průmyslová škola Žďár nad Sázavou
Studentská 1, Žďár nad Sázavou

Anotace

Motor Boxer je velmi konstrukčně zajímavý motor. Už samotné seznamování se s projektem sestrojení tohoto motoru nás velmi zaujalo. V rámci přípravy jsme se dověděli, kdo motor Boxer vynalezl, kde všude byl využit a že je stále využíván v různých automobilkách a jeho vývoj zdaleka není u konce.

Klíčová slova: motor, píst, válec, hřídel

Vedoucí práce: František Mička

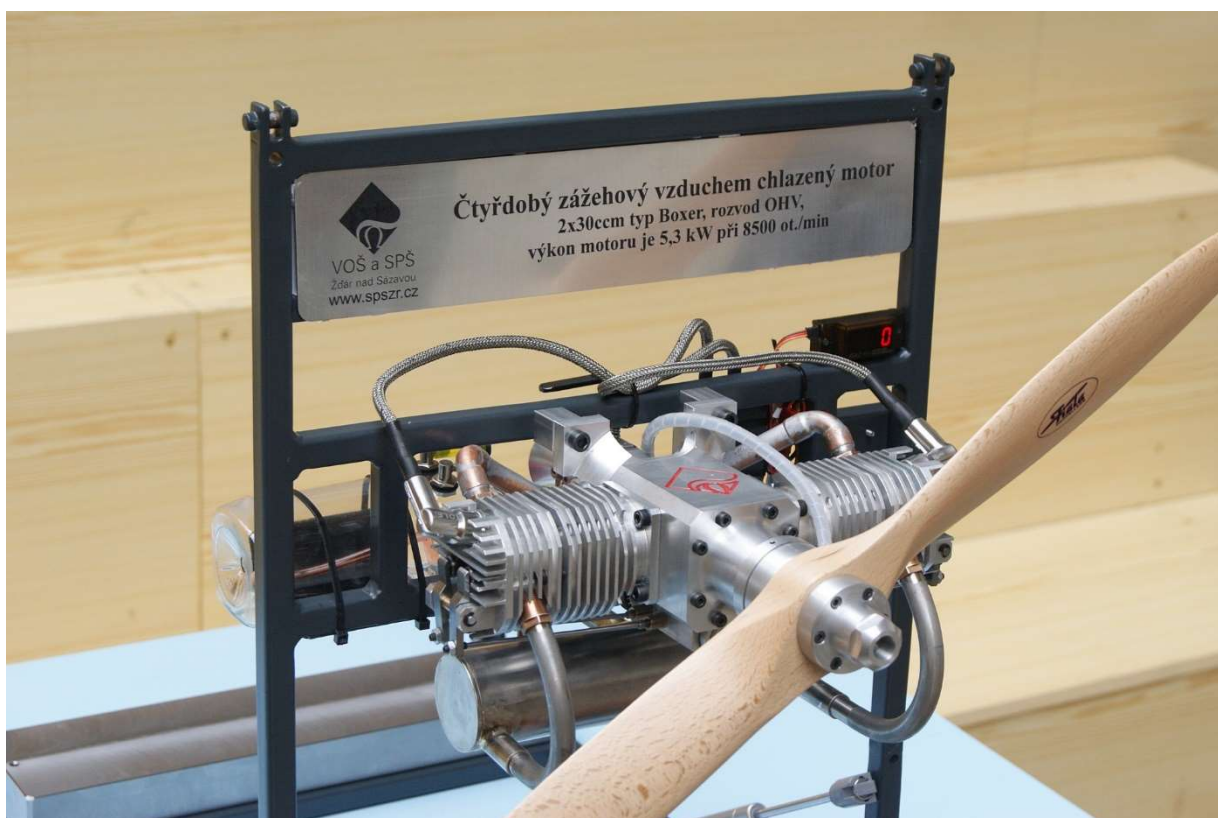


Obsah

Úvod	4
1. Teoretická část	5
1.1. Karl Benz – vynálezce motoru Boxer.....	5
1.2. Motor Boxer – popis	5
1.3. Motor Boxer – výhody	6
1.4. Motor Boxer – využití	7
2. Praktická část	9
2.1. Sestrojení našeho motoru Boxer.....	9
2.2. Využití našeho motoru Boxer.....	10
Zdroje	11

Úvod

Motor Boxer znamenal ve své době revoluci ve stavbě motorů. Jeho proporce a styl řešení pístů a středové hřídele, změnil dosavadní využití motorů. Motor našel uplatnění jak v automobilové výrobě, tak při výrobě motocyklů a letadel. I my jsme se rozhodli, že takový motor zkusíme zkonstruovat.



1. Teoretická část

1.1. Karl Benz – vynálezce motoru Boxer

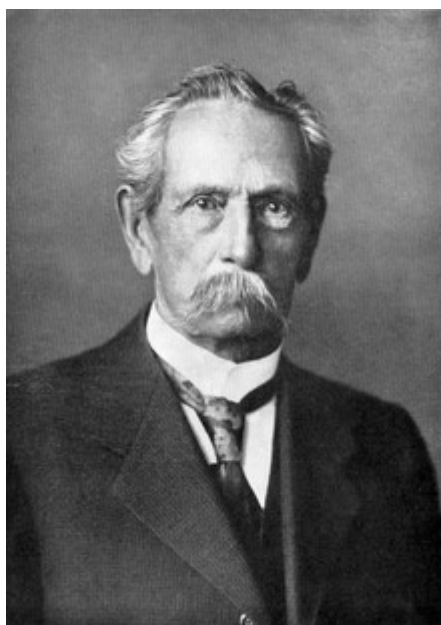
Karl Friedrich Michael Benz byl německý automobilový konstruktér. Jako první vyrobil benzínový automobil na světě – Benz Patent-Motorwagen Nummer 1.

Benz se narodil v roce 1844. V mládí pracoval jako mechanik, a i během zaměstnání studoval. V roce 1871 založil se společníkem svou první firmu s materiály pro stavbu strojů a zařízení. Karla však zajímaly motory a tak se pustil do stavby dvoudobého motoru. První patent obdržel roku 1879. O několik let později založil firmu Benz & Cie. na výrobu průmyslových motorů, ze které později vznikla firma Mercedes-Benz. Karl Benz se začal zabývat myšlenkou vytvořit prakticky využitelný automobil, a proto navrhl čtyřdobý motor podle Ottova patentu s podvozkem tříkolového vozu. Benz Velo, se stal prvním hromadně vyráběným automobilem, ale to už firma začala vyrábět i čtyřkolové automobily.

Motor typu Boxer vynalezl v roce 1896 a nazval jej „Contra-Motor“. Poprvé byl použit ve voze „Dos à Dos“ Benzovy firmy.

Benz vynalezl i jiné přístroje, např. domácí telefon, lis na stlačování balíku tabáku apod.

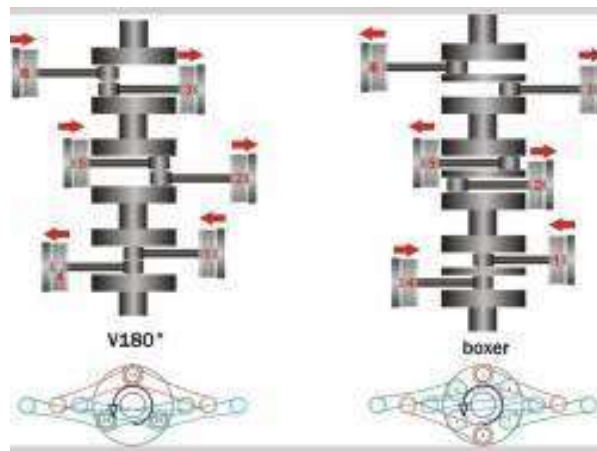
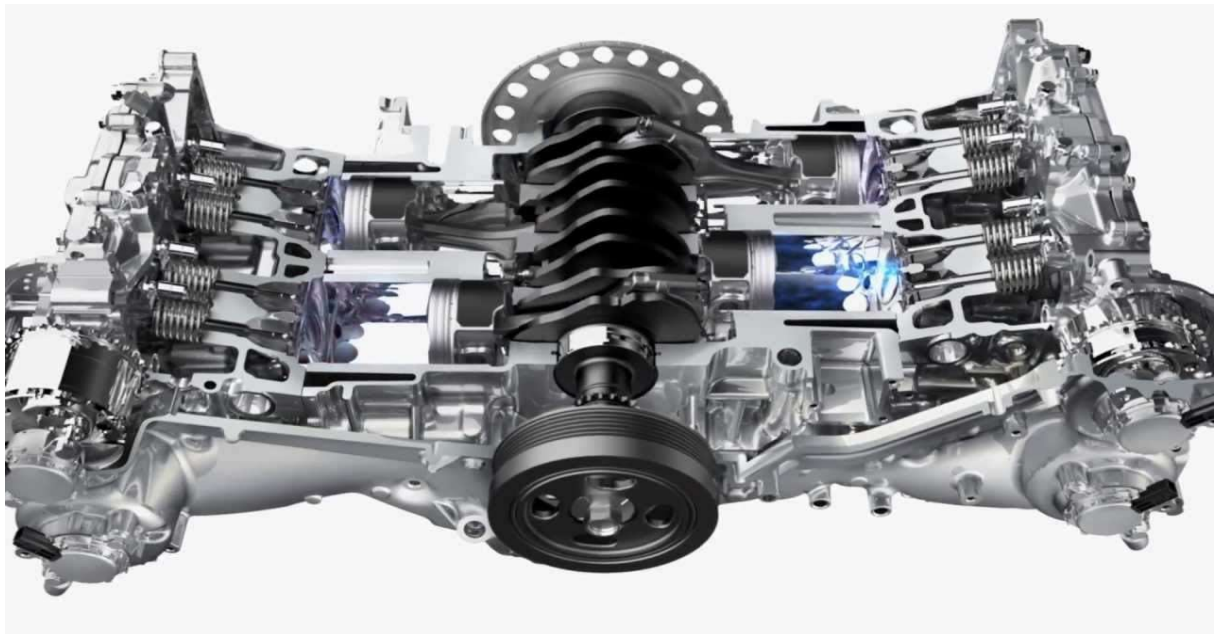
Zemřel v roce 1929. V roce 1955 byl oceněn Medailí Rudolfa Diesela a v roce 1984 byl za své zásluhy uveden do Automobilové síně slávy.



1.2. Motor Boxer – popis

Boxer je typ motoru, v němž se pohybují písty horizontálně proti sobě. Radíme ho mezi motory s protiběžnými písty, jehož řady válců jsou umístěny proti sobě a osy válců spolu svírají úhel 180 stupňů. Právě kvůli pohybu pístů se používá označení motor s protiběžnými písty neboli boxer. Boxer má navíc protiběžné písty připojené k samostatným ojnicím čepům klikové hřídele. Klikovou hřídel má tento typ motoru jednu a písty jsou na ni umístěny od sebe v horizontální rovině.

Motor je nízký, čímž umožňuje snížit těžiště strojů, v nichž je umístěn. Protiběžný pohyb dvojice pístů způsobuje, že se vzájemně téměř vyruší dynamický vliv jejich oscilujících hmot. Tento motor může mít proto poměrně malé vibrace i při dvouválcovém.



1.3. Motor Boxer – výhody

Specialita motoru Boxer spočívá hlavně v prostorovém řešení.

Plochý druh konstrukce umožňuje snížit těžiště strojů a dovoluje i symetrický pohon všech kol. Díky horizontálnímu uspořádání pístů má motor malou výškou ale i délku, což jsou přínosy pro rozložení hmotnosti uvnitř automobilu.

Malá výška zajišťuje nízké těžiště, *malá délka* přispívá k optimálnímu rozložení hmotnosti mezi nápravami. Oba tyto faktory mají významný vliv na dynamický projev automobilu.

Motory Boxer mají i další výhody, jako je přirozené vyvážení a minimální vibrace. To platí zejména pro šestiválce, které se svým projevem vyrovnají pověstným řadovým šestiválcům a vidlicovým dvanáctiválcům.

Písty umístěné proti sobě se pohybují opačným směrem a vzájemně se tak jejich pohyby ruší. Výsledkem je ideální vyvážení setrvačných momentů.

Boxer motory mají oproti řadovým i vidlicovým motorům výhodu nižšího těžiště, vozy jimi vybavené jsou tak stabilnější a lépe ovladatelné. Díky své konfiguraci jsou však poměrně široké, naopak ale zase ploché. Právě díky této tvarové charakteristice se jim mylně říká „ploché“, což je nesprávné a zavádějící. Právě díky těmto parametrům jsou náročnější na prostor, ovšem Subaru je příkladem, že to zase tak zásadní překážka být nemusí. Boxery postrádají i některé komponenty běžné u ostatních motorů, proto bývají hlučnější. Naopak se ovšem vyznačují velmi klidným a kultivovaným chodem. Pouze šesti a víceválcové boxery, řadové šestiválce, vidlicové dvanáctiválce a šestnáctiválce se můžou chlubit přirozenou dynamickou vyvážeností, mnozí tyto pohonné jednotky tedy považují za nejkultivovanější vůbec.

1.4. Motor Boxer – využití

Motocykly

Využívá se například u cestovních motocyklů značky BMW, od kterých byly odvozeny motocykly Ural a Dněpr.

Automobily

Automobilka *Tatra* byla ve 20. a 30. letech jedním z průkopníků použití boxerů u automobilů. Osazovala některé osobní vozy plochými dvouválci Boxer (Tatra 11, 12) nebo čtyřválci (30, 54, 75, Tatra 600). Do svých sportovních vozů montuje motory boxer firma *Porsche*. Z dalších známých automobilek lze jmenovat *Volkswagen* Brouk nebo řadu automobilů *Alfa Romeo* – Alfasud, 33, Arna, 145 a 146. Motor Boxer využili i automobilky Ford, Mercedes, Chevrolet či Ferrari. I *Subaru* motory typu Boxer hojně využívá. V roce 2008 představilo Subaru první diesellový boxer s přímým vstřikováním paliva a turbodmychadlem.

Letadla

V leteckém průmyslu se používají tyto motory především v lehkých sportovních letadlech. Typickými představiteli jsou například letadla od amerického *Continentalu* nebo *Lycomingu* či rakouského *Rotaxu*.

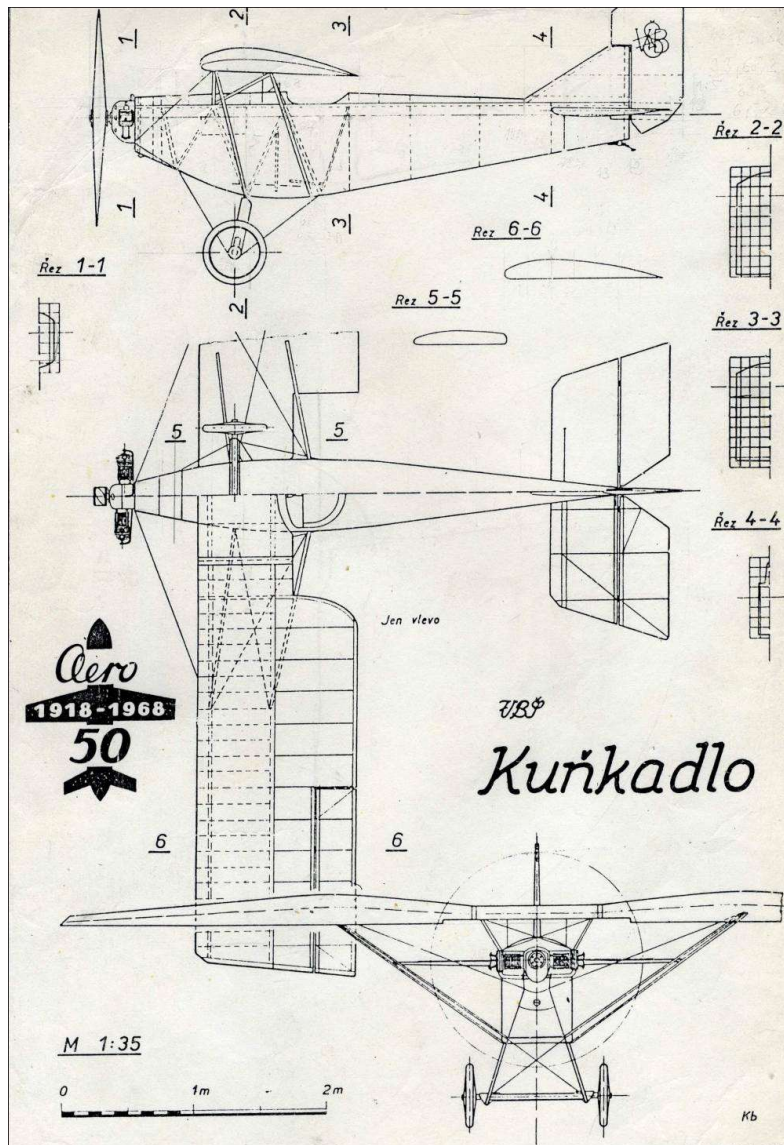
Motor Boxer byl využit i v československém lehkém jednomístném sportovním letounu - *VBŠ Kuňkadlo*, který byl postaven bratry Vladimírem (pozdějším zkušebním pilotem) a Bohuslavem (pozdějším konstruktérem leteckých motorů Walter) Šimůnkovými v letech 1924 až 1926.

Stroj byl navržen jako jednomístný celodřevěný hornoplošník s nekrytým pilotním prostorem. Plány byly překontrolovány ing. Hajnem.

Letadélko poprvé vzlétlo na jaře 1926, ale byly objeveny některé nedostatky. Mimo jiné byly i problémy s nepravidelným chodem motoru, který vydával podivné kuňkavé zvuky (proto název *Kuňkadlo*).

Bratři Šimůnkové provedli rekonstrukci letounu, při níž odstranili jeho nedostatky, použili motor typu Boxer. Šimůnkové pak s letounem pravidelně létali a vystupovali na různých

leteckých přehlídkách. Kuňkadlo bylo vyřazeno v roce 1929 a bylo uloženo v ČKD Praga ve Vysočanech. Dnes je k vidění v Národním technickém muzeu v Praze.



2. Praktická část

2.1. Sestrojení našeho motoru Boxer

Proč jsme začali motor Boxer vyrábět?

Motor Boxer je velmi konstrukčně zajímavý motor. Už samotné seznamování se s projektem sestavení tohoto motoru nás velmi zaujalo. V rámci přípravy jsme se dověděli, kdo motor Boxer vynalezl, kde všude byl využit a že je stále využíván v různých automobilech a jeho vývoj zdaleka není u konce.

Plány pro samotné sestavení motoru Boxer jsme si našli a objednali na internetových stránkách Shop CAD + Modelltechnik Jung. Tyto plány jsme si upravili pro naše potřeby a s celým projektem jsme se poradili s našimi učiteli odborného výcviku.

Motor jsme vyráběli na naší škole v rámci praktického vyučování. Pro výrobu součástek jsme využili soustruhy, frézky, CNC stroje, které máme v naší škole k dispozici. S celou výrobou nám pomáhali učitelé odborného výcviku: František Mička, Milan Zach, Petr Šorf, Zdeněk Ganzwohl, Miroslav Havlíček a Mgr. Jan Hudec.

Co bylo na výrobě nejnáročnější?

Větší problémy nastaly při výrobě sacího potrubí. To jsme se snažili sestavit z jednoho kusu. Přesné na ohýbání bylo náročné.

Jaký materiál byl použit při výrobě motoru?

Motor je z velké části sestaven z hliníku, který má malou váhu a je snadno opracovatelný.

Parametry našeho motoru:

- Zdvihový objem: 2 x 30 ccm
- Zapalování: DLE
- Karburátor: walbro
- Svíčky: NGK
- Palivo: benzín 100 oktanů x olej 1:33
- Počet otáček: 8 500 ot. / min při 5,3 kW

2.2. Využití našeho motoru Boxer

- Využití našeho čtyřválcového motoru Boxer: **Názorná učební pomůcka.**
- Motor prvotně poslouží jako názorná ukázka principu plochého dvouválcového motoru v předmětech **fyziky, strojírenské technologie, technické mechaniky a strojírenství**, zejména pro obor vzdělání mechanik seřizovač, nástrojař nebo obráběč kovů, ale i pro další obory na naší škole.
- Druhotné využití motoru plánujeme do mini chopperu, který bychom rádi v budoucnu na naší škole sestrojili.

Zdroje

- http://auto.idnes.cz/boxer-motor-od-subaru-slavi-jubileum-dsz-/automoto.aspx?c=A160513_090449_automoto_hig
- <http://www.tipcars.com/magazin-motory-motory-a-zase-jen-motory-dvoutakty-ctyrtakty-radove-vidlicove-boxery-wankely-2-dil-7613.html>
- [https://cs.wikipedia.org/wiki/Boxer_\(motor\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Boxer_(motor))<http://www.autoznalosti.cz/index.php/motor/19-diesel-boxer-od-subaru.html>
- https://cs.wikipedia.org/wiki/VB%C5%A0_Ku%C5%88kadlo
- <http://kovo-air.cz/kunkadlo.php>
- http://www.cad-jung-shop.de/epages/62479729.sf/en_GB/?ObjectPath=/Shops/62479729/Products/00-Z0012-0