



FACULTY institute
OF MECHANICAL of solid mechanics,
ENGINEERING mechatronics and biomechanics

Průmyslový projekt

Závěrečná zpráva

Autor: Bořek Ščerba

Akademický rok: 2019/2020

Předmět: OPPR

Obsah

1. Úvod	3
2. O společnosti Garrett Motion Inc.....	3
2.1 Historie společnosti.....	3
2.2 Působnost společnosti.....	4
2.3 Produkty	5
2.3.1 Princip Turbodmychadla	5
2.4 Garrett a studenti.....	6
3. Mé působení ve firmě	6
3.1 Příjímání řízení a počátky ve firmě	6
3.2 Náplň práce	7
3.3 Moje úkoly během působení ve firmě	8
3.4 Pracovní doba, mzda a další aspekty.....	8
4. Závěr (klady a zápory)	9
5. Zdroje.....	9

1. Úvod

Cílem této práce je krátce představit společnost Garrett Motion Inc. (dále jen Garrett) a mé působení v rámci této firmy na studentské pozici od června 2019.

2. O společnosti Garrett Motion Inc.

Garrett (logo na obr.1) je americká firma primárně zaměřená na vývoj a výrobu turbodmychadel, které jsou používány jak v osobních automobilech, tak v nákladních, zemědělských, stavebních a průmyslových vozech. Firma se rovněž v oddělení Motorsport zabývá vývojem turbodmychadel pro různé automobilové závody a soutěže. [1]



Obrázek 1 – logo společnosti

2.1 Historie společnosti [1]

Počátky sahají do 40. let dvacátého století, kdy John Cliffor Garrett založil v Los Angeles společnost, která produkovala mimo jiné i turbodmychadla pro letadla během Druhé světové války.

V šedesátých letech začal výzkum turbodmychadel pro dieselové spalovací motory. Jedním z prvních osobních automobilů s přeplňovaným motorem byl Chevrolet Corvair Monza (obr.2) v roce 1962.

V roce 1978 bylo pouze 8 modelů přeplňovaných osobních aut a 7 těchto modelů bylo vybaveno turbodmychadly Garrett.

V roce 1999 se společnost sloučila s Honeywell International Inc. a přijala jméno Honeywell.

Po roce 2000 byly Garrett turbodmychadla naistalována v modelech aut Chevrolet, Mercedes, Volkswagen, BMW, Ford, Jaguár a dalších.



Obrázek 2 – Jeden z prvních přeplňovaných osobních automobilů [1]

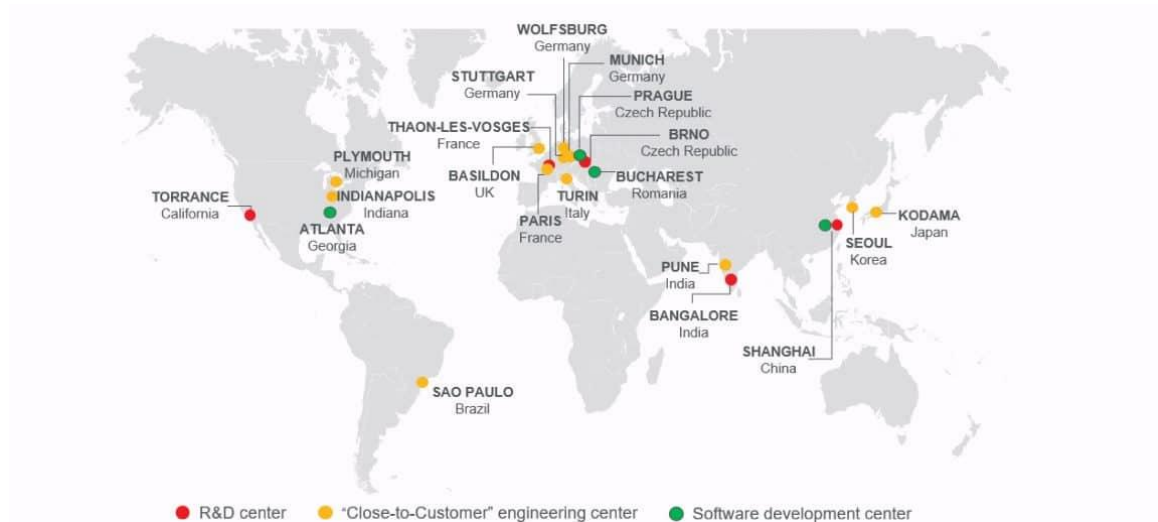
V roce 2011 vyvinul Garrett tehdy nejmenší turbodmychadlo na světě stejně jako turbodmychadlo pro 100 litrový motor důlního nákladáku Catterpillar.

1.října 2018 se stal Garrett Motion Inc. nezávislou, veřejně obchodovanou společností na americké NYSE (New York Stock Exchange).

2.2 Působnost společnosti

Sídlo společnosti je ve Švýcarsku ve městě Rolle. [1]

Firma má 13 výrobních závodů a 17 vývojových center (obr.3) na všech kontinentech kromě Austrálie a Afriky. [2]



Obrázek 3 – Garrett vývojová centra [2]

Jedno z největších vývojových center se nachází v Brně ve Slatině (obr.4). V kancelářích a testovacích prostorách (v Labu) pracuje několik stovek zaměstnanců.



Obrázek 4– Garrett v Brně [3]

Kompresorové (sací) kolo je umístěno na stejné hřídeli s turbínovým kolem, které je poháněno proudem spalin z motoru. Tím dochází k využití jinak nevyužité energie výfukových plynů a zvyšuje se tím účinnost motoru. Celý tento popsany princip je znázorněn na obr. 5. [5]

2.4 Garrett a studenti

Garrett je velice prostudentskou firmou. V rámci svého působení ve firmě se setkávám se spoustou různých studentských pozic, ať už těch obsazených nebo průběžně otevíraných. Jsou to nejčastěji:

- Student Test Engineer – což obnáší práci v Labu, kde student obsluhuje testovací zařízení a podílí se na přípravě a průběhu různorodých testů turbodmychadel nebo jejich součástí. Jedná se například o vibrační testy na „shakeru“ nebo na motoru, o zátěžové testy turbínových skříní, rotorů atd.
- Design Engineer – tato pozice by měla být ekvivalentní s pozicí konstruktéra. Obnáší vývoj modelů a tvorbu technické dokumentace v programu Catia.
- Application Engineer – člověk na této pozici zajišťuje spojení mezi zákaznickým týmem a jednotlivými týmy v Garrettu při vývoji turbodmychadla.

To ovšem není zdaleka vše. Setkal jsem se se studentskými pozicemi v oblasti informatiky a vývoje softwaru, výpočtů a simulace proudění, elektrotechniky, pro ekonomické oddělení, lidské zdroje apod.

Garrett se pravidelně účastní pracovních veletrhů, např. Dne firem na Fakultě strojního inženýrství, pořádá workshopy pro studenty nebo dny otevřených dveří do Labu. Rovněž studentům nabízí téma a vedení závěrečné práce.

3. Mé působení ve firmě

O Firmě jsem se dozvěděl díky svému spolužákovi, který odjížděl v rámci programu Erasmus do zahraničí a hledal za sebe náhradu na pozici FEA Student Engineer.

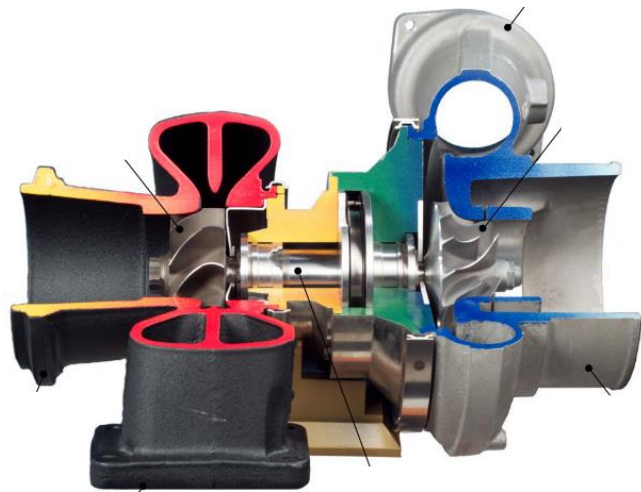
3.1 Přijímací řízení a počátky ve firmě

Po splnění všech náležitostí, které si vyžádalo personální (HR) oddělení, jsem byl pozván na přijímací pohovor.

První část pohovoru se týkala dořešení formálních záležitostí a krátkého rozhovoru v anglickém jazyce s paní z HR oddělení. Ve druhé části jsem se již setkal se svým potenciálním team-leaderem a manažerem, kteří začali klást záladné otázky. Nejprve padly otázky týkající se bakalářské práce, dosavadního studia a životopisu.

Následovala rozsáhlá část ohledně samotného turbodmychadla, které bylo přede mne položeno na stůl (podobné jako na obr.6). Jednalo se o popis jeho částí a funkce. Padla otázka ohledně toho, jaké materiály bych použil na jednotlivé součásti a proč.

Následně jsem měl popsat jaké problémy se mohou na turbodmychadle vyskytovat, čímž jsme se dostali, více či méně do hloubky, k teorii týkající se nízko- a vysokocyklové únavy, trhlin, nerovnoměrného teplotního namáhání a termomechanické únavy.



Obrázek 6 – Řez turbodmychadlem [6 - upraveno]

Podrobně se probrala podstata modální analýzy a význam vlastních frekvencí a vlastních tvarů a teoretická část se zakončila debatou o konvergenci výpočtů. Tímto končila „výslechová“ část a dále se už jen debatovalo o detailnější náplni práce, o týmu, o firmě apod.

Celkově pohovor trval hodinu a půl. Probíhal v přátelské atmosféře a nároky zřejmě nebyly vysoké, jelikož jsem byl přijat i když jsem na některé z otázek neuměl odpovědět.

Po nástupu do firmy jsem musel absolvovat spoustu různých školení, nejprve spíše obecných, např. školení o bezpečnosti, IT školení, školení proti rasismu a sexuálnímu harašení apod.

Trvalo několik týdnů, než jsem dostal úkol „na ostro“, během kterých jsem přečetl spoustu školicích materiálů, zařizoval práva a přístupy do různých softwarových nástrojů a na cvičných úlohách se seznamoval s procesem, který je v oddělení nastaven.

3.2 Náplň práce

Jsem součástí Structure and Fatigue (SF) týmu, jehož úkolem je podílet se na vývoji nových turbodmychadel a řešení problémů těch stávajících pomocí výpočtů s využitím metody konečných prvků. Používaným nástrojem pro aplikaci této metody je Ansys. Stěžejní prací je zejména hodnocení turbínových skříní (Turbine Housing – obr.7) z hlediska termomechanické únavy a navrhování designových změn tak, aby se předešlo vzniku trhlin a zajistila se bezproblémová funkčnost součásti.

Další důležitou oblastí je hodnocení vlivu vibrací na chování turbodmychadel. Vyšetřují se hodnoty vlastních frekvencí turbodmychadel, které musí ležet nad pracovní frekvencí motoru, a zkoumají se vlastní



Obrázek 7 – Turbínová skříň [7]

tvary, abychom byli schopni efektivně doporučit designovou změnu, která povede k posunu vlastních frekvencí k vyšším hodnotám.

Mimo tyto standartní analýzy je ještě spousta dalších, které odpovídají aktuálním problémům a potřebám. Mohou to být například analýzy týkající se předepnutí šroubů, chování obtokových klapek, chování těsnících kroužků při rychlostech rotoru nad 100 000 RPM (otáček za minutu) apod.

Při své práci nejsem nijak omezen v tom, že bych jako Student Engineer dostával jednoduché nebo rutinní úlohy nebo že bych nedostával zodpovědné úkoly. V tomto jsem omezen pouze tím, co jsem schopen a ochoten se naučit. Jediný rozdíl od pracovníka na plný úvazek je v tom, že nemohu dostávat úkoly, které vyžadují pravidelnou a dlouhodobou komunikaci se zákaznickými týmy. A to z toho důvodu, že kvůli škole bývá docházka studentů většinou nepravidelná.

3.3 Moje úkoly během působení ve firmě

Během svého, relativně krátkého, působení v Garrettu jsem provedl několik modálních analýz různých turbodmychadel – pro motory o objemech od 3 do 15 litrů, pro osobní automobily, nákladní vozidla i traktory, pro Daimler, Volvo nebo John Deere. Analýzy byly jak pro konfiguraci, která se používá při interních testech – tzn. samotné turbodmychadlo, tak pro konfigurace se zákaznickými díly (tzn. různé trubky, výfuky, spojky, katalyzátory apod.).

Mezi těmito úkoly jsem udělal ještě školení ohledně výpočtů termomechanické únavy, díky kterému jsem mohl „přičichnout“ i k této problematice, ačkoliv jsem dělal zatím jen postprocessing k několika výpočtům, které udělal někdo přede mnou.

3.4 Pracovní doba, mzda a další aspekty

Skloubení práce se školou je velice snadné díky volné pracovní době. Mohu být ve firmě každý všední den libovolně mezi šestou hodinou ranní a desátou hodinou večerní. Mimo tento časový interval by moje práce nebyla proplacena, takže tuto možnost nevolím. Minimální počet odpracovaných hodin není stanoven, snad jen po domluvě se svým vedoucím tak, abych stíhal zadanou práci. Maximální počet hodin je omezen pouze smlouvou, kterou mám s firmou podepsanou. Nejčastěji je to u studentů dohoda o provedení činnosti (DPČ), u které nesmí odpracované hodiny za určité období přesáhnout množství hodin odpovídající polovině pracovního fondu. Zpravidla je tímto obdobím kalendářní rok.

Finanční ocenění studentů je spíše průměrné, ovšem za výborné pracovní výkony se dá dosáhnout na různá ocenění, která pěkně oživí výplatní pásku.

Jako benefit dostávají studenti od firmy stravenky Sodexo na elektronickou kartu. Tyto stravenky jsou v hodnotě 90,- Kč za každý den, kdy odpracuji alespoň 3 h. Na stravenky přispívá zaměstnavatel ve výši 45 % z její hodnoty, zbytek je strháván z výplaty zaměstnanci.



Obrázek 8 – Elektronické stravenky [8]

Stravenky lze použít k uhrazení jídla ve firemní kantýně, rovněž provozované firmou Sodexo. Ceny jsou srovnatelné s jídlem v menze VUT, chuťově o něco lepší. Každý den je možné v kantýně snídat, obědvat i svačit. Na oběd je na výběr z pěti menu, dvou polívek a množství salátů. Navíc se dá ještě nakombinovat svoje vlastní jídlo v tzv. foodmarketu, kde si každý může naložit druh a množství dle libosti, což je ovšem kompenzováno zpravidla vyšší cenou.

4. Závěr

Za své, relativně krátké, působení v Garrettu jsem se mnohému naučil. Pronikl jsem hlouběji do práce jak s klasickým prostředím Ansysu, tak s Workbenchem. Viděl jsem některou teorii, se kterou jsem se setkal jen ve školních lavicích, použitou v praxi.

Jako velký přínos vidím i to, že veškeré materiály, které ve firmě používám, jsou v anglickém jazyce. Je to skvělá možnost doplnit slovní zásobu o další pojmy z oboru. Navíc spousta komunikace probíhá v angličtině, což byla a možná ještě pro mě je velká výzva.

Jako velkou nevýhodu vidím dopravu na pracoviště – zejména ze školy. Městskou hromadnou dopravou od FSI až k firmě je to při běžném provozu přibližně hodina.

Celkově hodnotím tuto zkušenost velice kladně.

5. Zdroje

[1] Příspěvatelé Wikipedie. Garrett Advancing Motion [online]. Wikipedia, The Free Encyclopedia; 2019 [cit. 2019-11-28]. Dostupné z:

https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Garrett_Advancing_Motion&oldid=925116846

[2] Garrett: Advancing motion [online]. 2019 [cit. 2019-11-28]. Dostupné z:

<https://www.garrettmotion.com/>

[3] Aktuality. AutoMotive: Magazín pro odborníky v automobilovém průmyslu [online]. 7.6.2019 [cit. 2019-11-28]. Dostupné z: <http://www.automotivemagazin.cz/aktuality/2019-06-07-vyzkumne-a-vyvojove-centrum-spolecnosti-garrett-v-cr-je-dulezitou-soucasti-globalnich-inovaci-v-automobilovem-prumyslu#prettyPhoto>

[4] Konstrukce a servis: Jak funguje. *Turbodmychadla* [online]. 2008 [cit. 2019-11-28]. Dostupné z: <https://turbodmychadla.webnode.cz/jak-funguje/>

[5] Příspěvatelé Wikipedie, Turbodmychadlo [online], Wikipedie: Otevřená encyklopedie, 2019 [cit. 2019-11-28]. Dostupné z:

<https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Turbodmychadlo&oldid=17624522>

[6] How Turbocharging Works. X-Engineer [online]. 2019 [cit. 2019-11-28]. Dostupné z: <https://x-engineer.org/automotive-engineering/internal-combustion-engines/ice-components-systems/turbocharging-works/>

[7] Turbine Housings. *Turbomotiv* [online]. 2019 [cit. 2019-11-28]. Dostupné z:

<https://www.turbomotiv.com/product/garrett-t4-gt30-turbine-housing/>

[8] Sodexo: Služby pro kvalitní život. *To nejlepší z práce* [online]. 2017 [cit. 2019-11-28]. Dostupné z:

<https://tonejlepsizprace.cz/>