

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

Vliv vzduchového filtru na výkon automobilu  
Michal Třešňák

Bakalářská práce

2013

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michal Třešňák**  
Osobní číslo: **D09316**  
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**  
Studijní obor: **Dopravní prostředky: Silniční vozidla**  
Název tématu: **Vliv vzduchového filtru na výkon automobilu.**  
Zadávající katedra: **Katedra dopravních prostředků a diagnostiky**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Pojednání o vzduchových filtrech  
Metody měření výkonu motoru  
Metodika experimentu - podmínky a postup měření  
Vlastní experiment  
Vyhodnocení experimentu  
Závěr

Rozsah grafických prací:  
Rozsah pracovní zprávy:  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**  
Seznam odborné literatury:

**GSCHEIDLE, Rolf, et al. Příručka pro automechanika. Praha : Sobotáles, 2002. ISBN 80-85920-83-2.**

**VLK, František. Příslušenství vozidlových motorů. Brno : Nakladatelství a vydavatelství VLK, 2002. ISBN 80-238-8755-6.**

**VLK, František. Vozidlové spalovací motory. Brno: Nakladatelství a vydavatelství VLK, 2003. ISBN 80-238-8756-4.**


**Trnka, J.; Urban, J. Spalovací motory. Bratislava: Alfa, 1992. ISBN 80-05-01081-8.**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Pokorný**  
Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Datum zadání bakalářské práce: **24. února 2012**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **31. května 2012**

  
prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.  
děkan

L.S.

  
doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 24. února 2012

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č.121/200 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Teplicích dne 17. 5. 2013

Michal Třešňák

## **Poděkování**

Touto cestou bych rád poděkoval za nemalý finanční příspěvek mému otci Radku Třešňákovi, bez kterého bych práci nebyl schopen dodělat. Dále bych rád poděkoval společnosti Jelínek Holding s.r.o. za poskytnutí vzduchového filtru. Také děkuji panu Tomkovi a panu Příbylovi ze střední průmyslové školy Edvarda Beneše a Obchodní akademie v Břeclavi, kteří mi umožnili změřit výkon na válcové zkušebně. Za cenné rady a připomínky, které jsem využil v této práci a také za pomoc při měření, děkuji panu Ing. Janu Pokornému PhD. Na závěr bych rád poděkoval rodině, která mi byla oporou při psaní práce, a Tomáši Vymyslickému, který mi pomohl zařídit a provést měření.

## **ANOTACE**

První část této bakalářské práce podává základní informace o vzduchových filtrech a vysvětluje, proč jsou nezbytnou součástí automobilu.

Ve druhé části se práce věnuje problematice měření výkonu, kde jsou vysvětleny základní informace o metodách měření výkonu a zařízeních, které se pro měření využívají.

Další část pojednává o vlastním experimentu. Popisuje zde, jak bude měření výkonu probíhat a jaké budou podmínky měření, aby bylo možné výsledky porovnat. Dále je zde uveden postup, podle kterého jednotlivá měření proběhla.

V poslední části jsou uvedeny výsledky experimentu, které zahrnují jednotlivé naměřené průběhy s různými vzduchovými filtry. Obsahuje jednotlivé záznamy z měření i jejich vzájemné porovnání, které vyhodnocuje.

Bakalářská práce je zakončena shrnutím podstatných bodů a výsledků experimentu.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

automobily, měření, výkon, vzduchové filtry

## **TITLE**

Air cleaner effect on car power.

## **ANNOTATION**

The first part of this thesis provides basic information about air filters and explains why they are a necessary part of the car.

The second part deals with the issue of power measurement, which explains the basic information about methods of measuring the power of engine and about devices that is used for measurement.

Another section discusses the experiments. Describes here how the power measurement will be performed, and what will be the measurement conditions to be able compare the results. It also shows the process by which the measurements was carried out.

The last part gives the results of the experiment which include individual measured waveforms with different air filters. It contains individual records of measurements and their mutual comparison, which are evaluated.

Bachelor thesis concludes with a summary of key points and results of the experiment.

## **KEYWORDS**

air filters, automobiles, gauging, power,

# OBSAH

1	Vzduchové filtry .....	7
1.1	Požadavky na vzduchové filtry .....	7
1.2	Typy vzduchových filtrů .....	8
1.2.1	Suchý filtr .....	8
1.2.2	Vlhký filtr .....	9
1.2.3	Vzduchový filtr s olejovou náplní .....	10
1.2.4	Odstředivý filtr (cyklon) .....	11
2	Měření výkonu .....	12
2.1	Zařízení pro měření výkonu .....	13
2.2	Metody měření výkonu .....	14
2.2.1	Statická metoda .....	14
2.2.2	Dynamická metoda .....	15
3	Metodika experimentu .....	16
3.1	Použitá vozidla .....	16
3.1.1	Rover 620 SDi .....	16
3.1.2	Peugeot 106 1.0i .....	17
3.2	Použité filtry .....	18
3.2.1	Rover 620 SDi .....	18
3.2.2	Peugeot 106 1.0i .....	20
3.3	Podmínky měření .....	22
3.4	Postup měření .....	22
4	Vlastní měření .....	24
4.1	Technické parametry válcové zkušebny .....	24
4.2	Výsledky měření .....	25
4.2.1	Rover 620 SDi .....	25
4.2.2	Porovnání naměřených průběhů Rover 620 SDi .....	30
4.2.3	Peugeot 106 1.0i .....	32
4.2.4	Porovnání naměřených průběhu Peugeot 106 1.0i .....	37
5	Závěr .....	39
	Použité informační zdroje .....	42
	Seznam obrázků .....	43
	Přílohy .....	44



# 1 VZDUCHOVÉ FILTRY

Vzduchové filtry, nebo také čističe vzduchu, mají za úkol filtrovat nasávaný vzduch a také snižovat hluk motoru, který vzniká při jeho proudění sáním do motoru.

Čištění nasávaného vzduchu je důležité, protože prachové částice obsažené ve vzduchu, o velikosti 0,005 až 0,05 mm, různého původu a různého množství, záleží na zeměpisných a geologických podmínkách, stavu vozovky a na použití vozidla (dálnice, město, stavenišť, ...), mohou vytvořit s motorovým olejem jemnou brusnou pastu, která může při provozu způsobit nemalé poškození motoru. K tomuto poškození může docházet zejména na třecích plochách válců, pístů a také ve vedení ventilů. U přeplňovaných motorů se špatné filtrování vzduchu může projevit také poškozením lopatek turbodmychadla (Obrázek 1<sup>1</sup>), nebo kompresoru. Pokud tedy bude filtrování vzduchu důkladné, podstatně se tím prodlouží životnost motoru.<sup>2</sup>



Obrázek 1 - Poškození lopatek turbodmychadla

## 1.1 Požadavky na vzduchové filtry

- vysoká účinnost filtrace
- nízký odpor při proudění vzduchu
- dlouhá životnost
- tlumit hluk při proudění vzduchu sáním
- co nejnižší cena a malá hmotnost

<sup>1</sup> Poškozené turbodmychadlo. In: [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: [http://www.turba.cz/ew/22bc73a2-b4e3-43b0-814e-ca9fa5e40ceb-cs\\_detail](http://www.turba.cz/ew/22bc73a2-b4e3-43b0-814e-ca9fa5e40ceb-cs_detail)

<sup>2</sup> GSCHEIDLE, Rolf. *Příručka pro automechanika*. Praha: Sobotáles, 2001. ISBN 80-85920-76-X.

Význam účinnosti čištění jsem již vysvětlil hned v druhém odstavci.

Nízký odpor při proudění vzduchu do jisté míry ovlivňuje účinnost plnění a tím pádem také výkon motoru. Aby bylo možné udržovat nízký odpor, tak jsou potřeba velké plochy filtru.

Dlouhá životnost vzduchového filtru je ovlivněna především schopností absorbovat prach. Schopnost absorbovat dostatečné množství prachu je umožněna jeho velkým pouzdrem a plochou filtru.

Schopnost vzduchového filtru tlumit hluk je dána především jeho konstrukcí. Ze svých zkušeností mohu potvrdit, že zaměněním originálního filtru za takzvaný sportovní dojde k subjektivnímu nárůstu hluku od sání. Nejvíce lze zvýšení hluku pozorovat při akceleraci z nízkých otáček s plně sešlápnutým plynovým pedálem.

Co nejnižší cena a malá hmotnost filtru jsou požadavky, které lze považovat za méně důležité. Nízká cena je dobrá, abychom snížili náklady na údržbu vozidla, a malá hmotnost přispívá k nižší váze vozidla, i když jenom nepatrně.<sup>3</sup>

## 1.2 Typy vzduchových filtrů

- suchý filtr
- vlhký filtr
- vzduchový filtr s olejovou náplní
- odstředivý filtr (cyklon)

### 1.2.1 Suchý filtr

Tento čistič zachytává pevné částice ze vzduchu na principu filtrace. Obvykle se jedná o vyměnitelné filtrační vložky ze skládaného papíru (Obrázek 3). Vložky mohou být různých tvarů a velikostí, které závisí na konstrukci automobilu a umístění filtru v motorovém prostoru. Tyto filtry jsou velmi účinné a jejich cena nebývá vysoká. Snadno se udržují a jejich montáž bývá také jednoduchá. Životnost těchto vložek závisí zejména na velikosti papírové plochy a na podmínkách provozu automobilu. Obvykle se uvádí životnost 30 000 až 100 000 km. Pokud dojde k silnému znečištění filtru, tak se musí jeho vložka vyměnit. Tyto filtry jsou dnes běžnou součástí osobních a užitkových automobilů.

---

<sup>3</sup> GSCHEIDLE, Rolf. *Příručka pro automechanika*. Praha: Sobotáles, 2001. ISBN 80-85920-76-X.

Lze se však setkat také s takzvanými sportovními filtry (Obrázek 2<sup>4</sup>), které mají údajně zvyšovat výkon motoru, tím že mají snížený průtokový odpor, přičemž by měly mít stejné filtrační schopnosti. Tyto čističe nepoužívají k filtrování papír, ale ve většině případů bavlnu napuštěnou speciálním olejem. Výrobci těchto filtrů uvádějí, že mají podstatně vyšší životnost než sériově dodávané filtry a označují je jako doživotní. Pokud dojde k znečištění těchto filtrů, tak se nevyměňují, ale pouze se omyjí speciálním čističem, opláchnou se vodou, nechají se volně uschnout a poté se napustí speciálním olejem. Existují jak filtry určené k záměně za originální kus, tak také univerzální.<sup>5</sup>



Obrázek 2 - Sportovní filtry



Obrázek 3 - Papírové filtrační vložky

### 1.2.2 Vlhký filtr

Dnes se používá jen výjimečně, obvykle jen u některých motocyklů, nebo u starších vozidel. Filtrační vložku tvoří jemné pletivo vyrobené z plastu (Obrázek 4<sup>6</sup>), nebo kovu, které se před montáží smočí v oleji. Vzduch, který proudí tímto filtrem, přichází do styku s velkým, olejem namočeným povrchem, na kterém ulpívají prachové částice a tím jsou zachycovány.



Obrázek 4 - Vlhký filtr

<sup>4</sup> Sportovní filtry. In: [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: <http://www.knfilters.com/images/universal.jpg>

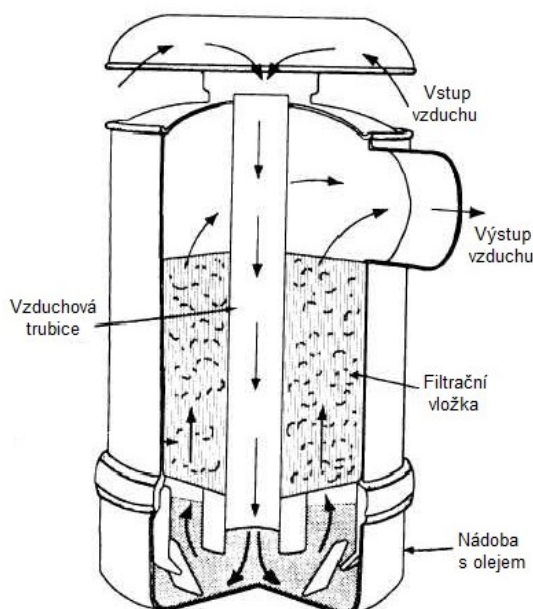
<sup>5</sup> GSCHIEDLE, Rolf. *Příručka pro automechanika*. Praha: Sobotáles, 2001. ISBN 80-85920-76-X.

<sup>6</sup> Vlhký filtr. In: [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: [http://newimg.globalmarket.com/PicLib/125/1825125/prod/12\\_1340243015634\\_1.png](http://newimg.globalmarket.com/PicLib/125/1825125/prod/12_1340243015634_1.png)

Nevýhodou těchto filtrů je krátký údržbový interval (asi 2500 km), po kterém se musí filtrační vložka vyjmout a vyčistit. Další nevýhodou tohoto filtru je, že se do sání dostane olej, který snižuje účinnost proudění vzduchu do motoru.<sup>7</sup>

### 1.2.3 Vzduchový filtr s olejovou náplní

V tomto případě se prakticky jedná o zdokonalenou verzi vlhkého filtru, kde se pod filtrační vložkou z kovového pletiva nachází olejová náplň (Obrázek 5<sup>8</sup>). Proudící vzduch se stýká s hladinou oleje, ze které strhává drobné kapky, které se pak usazují na filtrační vložce. Odtud odkapávají zpět do zásobníku s olejem a berou s sebou nashromážděný prach, čímž dochází k samočištění filtrační vložky. Díky tomuto procesu mají tyto filtry mnohem delší údržbový interval, oproti vlhkým filtrům, který bývá až 100 000 km.<sup>9</sup>



Obrázek 5 - Vzduchový filtr s olejovou náplní

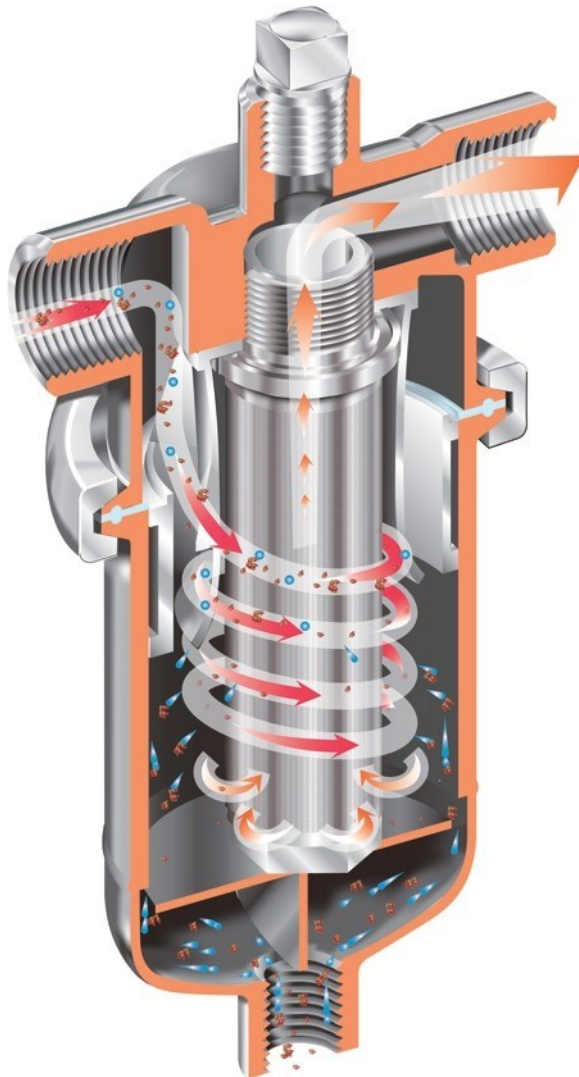
<sup>7</sup> GSCHEIDLE, Rolf. *Příručka pro automechanika*. Praha: Sobotáles, 2001. ISBN 80-85920-76-X.

<sup>8</sup> Vzduchový filtr s olejovou náplní. In: [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: [http://enginemechanics.tpub.com/14081/img/14081\\_40\\_1.jpg](http://enginemechanics.tpub.com/14081/img/14081_40_1.jpg)

<sup>9</sup> GSCHEIDLE, Rolf. *Příručka pro automechanika*. Praha: Sobotáles, 2001. ISBN 80-85920-76-X.

### 1.2.4 Odstředivý filtr (cyklon)

Tyto filtry jsou nepostradatelné zejména pro motory pracující v extrémně prašných podmínkách. Vzduch nasávaný do tělesa filtru získá díky tečnému vstupu rychlou rotaci a pevné částice jsou vlivem odstředivé síly unášeny k vnitřní stěně tělesa filtru. Výstup je vyveden uprostřed v ose tělesa. Tyto čističe (Obrázek 6<sup>10</sup>) bývají ještě doplněny klasickým suchým filtrem, který zachytává drobné částice. Životnost a účinnost je u takto zkombinovaného filtru vyšší.<sup>11</sup>



Obrázek 6 - Odstředivý vzduchový filtr

<sup>10</sup> Odstředivý vzduchový filtr. In: [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: <http://www.controls4steam.co.uk/images/pictures/photos/products/filter-separator.jpg>

<sup>11</sup> GSCHEIDLE, Rolf. *Příručka pro automechanika*. Praha: Sobotáles, 2001. ISBN 80-85920-76-X.

## 2 MĚŘENÍ VÝKONU

Mechanický výkon motoru nelze změřit přímo, a proto se pro zjištění výkonu silničních motorových vozidel využívá především měření výkonu při rotačním pohybu. Základním vztahem pro měření výkonu je tento výraz:

$$P = \frac{M \cdot \omega}{10^3}$$

*Kde:* -  $P$  je výkon [kW]  
-  $M$  je točivý moment [Nm]  
-  $\omega$  je úhlová rychlost [rad·s<sup>-1</sup>]

V praxi se pro zjištění výkonu zpravidla využívá měření točivého momentu a otáček motoru. Výkon se poté určí ze vztahu:

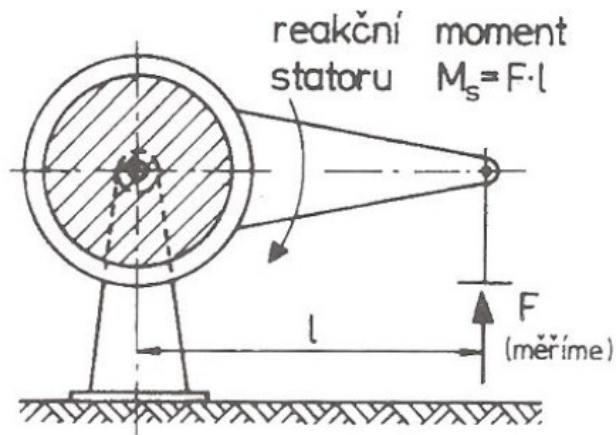
$$P = M \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 10^3} \text{ [kW]}$$

*Kde:* -  $P$  je výkon [kW]  
-  $M$  je točivý moment [Nm]  
-  $n$  jsou otáčky [min<sup>-1</sup>]

Měření momentu probíhá na základě zjišťování deformace nebo síly. Princip měření momentu na základě deformace je následující:

Výstupní hřídel zkoušeného přístroje (motoru) je přes spojku spojena s tenzometrickou přírubou měřicího zařízení, na jejímž obvodu jsou zapojeny tenzometry. Tenzometry zachytí mechanickou deformaci příruby, jejich výstupem je elektrické napětí, ze kterého se určí síla, která působí na povrchu příruby. Poté se jednoduchým způsobem vypočte moment, jako násobek poloměru příruby a zjištěné síly.

Princip měření na základě vyhodnocování síly je znázorněn na obrázku níže:

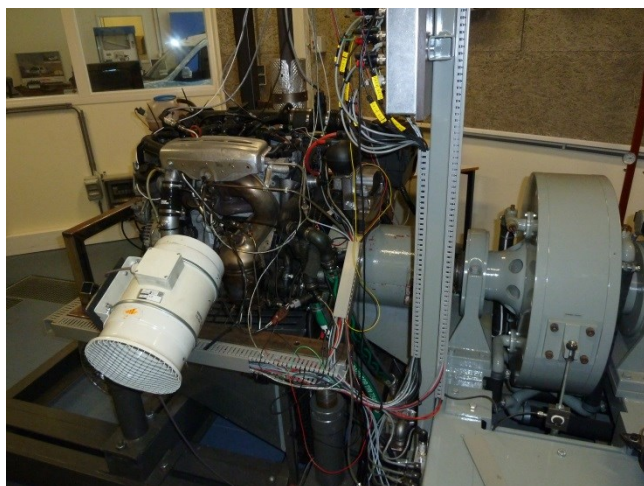


Obrázek 7 - znázornění měření síly

V zásadě se jedná o obdobu zjišťování momentu na základě měření deformace, akorát zde se pro zjištění síly nepoužívají tenzometry na povrchu příruby, ale měříme sílu  $F$ , která vznikne na rameni  $l$  statoru, kde moment pak vypočteme podle vztahu, který je uveden na obrázku.<sup>12</sup>

## 2.1 Zařízení pro měření výkonu<sup>13</sup>

Tyto přístroje se nazývají dynamometry, což jsou vlastně zařízení vytvářející brzdny moment, který zatěžuje zkoušený objekt. Zkoušeným objektem se rozumí buď motor a potom se jedná o motorové dynamometry neboli motorové brzdy (Obrázek 8<sup>14</sup>), nebo může být zkoušeným objektem silniční vozidlo (hnací ústrojí vozidla), pak se jedná o válcové dynamometry neboli válcové zkušebny (Obrázek 9).



Obrázek 8 - Motorová brzda



Obrázek 9 - Válcová zkušebna

<sup>12</sup> Přednášky z předmětu zkoušení silničních vozidel od autora: Ing. Tomáš Zikmund Ph.D.

<sup>13</sup> Přednášky z předmětu zkoušení silničních vozidel od autora: Ing. Tomáš Zikmund Ph.D.

<sup>14</sup> Fotografie poskytnuta Ing. Janem Pokorným Ph.D.

Základní parametry dynamometrů, které uvádí výrobce, jsou:

- maximální a minimální točivý moment s uvedenými průběhy
- maximální a minimální výkon s uvedenými průběhy
- maximální a minimální provozní otáčky dynamometru

Dynamometry můžeme rozdělit podle principu přeměny energie na:

- a) Hydraulické
  - a. s konstantním plněním
  - b. s proměnným plněním
  - c. diskové
- b) hydrostatické
- c) Elektrické
  - a. stejnosměrné
  - b. asynchronní
  - c. synchronní
  - d. vířivý
- d) Třecí
- e) Vzduchové

## 2.2 Metody měření výkonu

Měření výkonu na válcové zkušební lze realizovat dvěma základními metodami. Jedná se o metodu statickou a metodu dynamickou.

### 2.2.1 Statická metoda

Při tomto měření dochází k odečítání parametrů při konstantních otáčkách motoru. Parametry, které jsou zaznamenávány, jsou otáčky dynamometru a hodnota točivého momentu při těchto otáčkách. Z těchto dat se poté vypočte výkon motoru.

Tato metoda je mnohem přesnější než dynamická, ale její nevýhodou je opravdu intenzivní zatěžování zkoušeného motoru, což má za následek vyšší riziko možného poškození motoru během měření.



### 2.2.2 Dynamická metoda

Během tohoto měření je motor krátkodobě zatížen odporem setrvačnicku v měřicím zařízení během jeho roztáčení akcelerací motoru. U tohoto měření je velice důležité znát moment setrvačnosti všech roztáčených dílů (nejen dynama, ale i zkoušeného vozidla/motoru). Na základě průběhu zrychlení z měření a z momentu setrvačnosti roztáčených dílů je vypočítán točivý moment dle vztahu  $M = I \cdot a$  [Nm] a následně i výkon motoru podle vztahu  $P = M \cdot \omega$  [kW].

*Kde: -  $P$  je výkon [W]*

*-  $M$  je točivý moment [Nm]*

*-  $I$  je moment setrvačnosti všech rotačních hmot [kgm<sup>2</sup>]*

*-  $a$  je zrychlení [s<sup>-2</sup>]*

*-  $\omega$  je úhlové zrychlení [rad·s<sup>-1</sup>]*

Nevýhodou tohoto měření je ne zcela přesné stanovení výkonu motoru, protože je obtížné přesně určit moment setrvačnosti všech rotujících hmot, na kterém je celý výpočet založen. Ovšem velikou výhodou oproti statickému měření je fakt, že motor je zatížen krátkodobě a tudíž není tolik namáhán.

### 3 METODIKA EXPERIMENTU

Tato práce se věnuje především otázce, jestli vzduchové filtry nějakým způsobem ovlivní výkon motoru v automobilu, a o jak velikou změnu půjde. Měření proběhlo se dvěma automobily, přičemž každý automobil byl vybaven jiným motorem. Konkrétně se jednalo o jeden přeplňovaný vznětový motor s přímým vstřikem paliva a jeden zážehový atmosférický motor vybavený jednobodovým vstřikováním paliva.

U každého z těchto vozidel proběhlo pět měření, přičemž pokaždé s instalovaným jiným typem vzduchového filtru. Vozidla byla zkoušena s původním originálním filtrem (používaným – zaneseným), s novým originálním filtrem, se sportovní vložkou do airboxu, s univerzálním sportovním filtrem ve tvaru kužele a pro zajímavost byla vozidla změřena i bez vzduchového filtru.

Automobily byly zkoušeny na válcové zkušebně výkonu v dílnách SPŠ EDVARDA BENEŠE A OBCHODNÍ AKADEMIE BŘECLAV v Břeclavi. Jednalo se o válcovou zkušebnu Power Tester 2PT220.

#### 3.1 Použitá vozidla

##### 3.1.1 Rover 620 SDi<sup>15</sup>



Obrázek 10 - Rover 620 SDi

Motor: vznětový přeplňovaný s přímým vstřikem paliva, SOHC

Objem motoru: .....1994 cm<sup>3</sup>.

Počet válců: .....4

Počet ventilů: .....8

Vrtání/ Zdvih: .....84,5/ 88,9 mm

Kompresní poměr: .....19,5:1

Max. výkon: .....77 kW

Při otáčkách: .....4200 min<sup>-1</sup>

Max. točivý moment: .....210 Nm

Při otáčkách: .....2000 min<sup>-1</sup>

<sup>15</sup> **Tech. informace z:** Všeobecně o sérii Rover 600. In: *Rover Club* [online]. 2003 [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.roverclub.cz/?p=2003121710>

### 3.1.2 Peugeot 106 1.0i<sup>16</sup>



Obrázek 11 - Peugeot 106 1.0i

Motor: zážehový bez přepřívání  
s nepřímým jednobodovým vstřik-  
váním Mono-motronic, SOHC

Objem motoru: .....954 cm<sup>3</sup>

Počet válců: .....4

Počet ventilů: .....8

Vrtání/ Zdvih: .....70/ 62 mm

Kompresní poměr: .....9.4:1

Max. výkon: .....37 kW

Při otáčkách: .....6000 min<sup>-1</sup>

Max. točivý moment: ...74 Nm

Při otáčkách: .....3700 min<sup>-1</sup>

<sup>16</sup> **Tech. informace z:** Peugeot 106 Accent 1.0 1996. In: *Cars-data* [online]. [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.cars-data.com/cz/peugeot-106-accent-1.0-specs/34026#sthash.B2LkJYvq.AdrCtD72.dpbs>

## 3.2 Použité filtry

### 3.2.1 Rover 620 SDi

#### 3.2.1.1 Originální vzduchový filtr starý (zanesený)

Použit byl vzduchový filtr značky FILTERON (Obrázek 12), který je určen do airboxu. Jedná se o suchý filtr, u kterého je filtrační vložka vyrobena ze skládaného papíru. Vzduchový filtr tvoří pryžové těsnění, po jeho obvodu, do kterého je vlepena filtrační vložka ze skládaného papíru.



Obrázek 12 - Původní vzduchový filtr

#### Parametry:

Délka .....	267 mm
Šířka .....	117 mm
Výška .....	57 mm
Plocha filtru .....	9729 cm <sup>2</sup>

#### 3.2.1.2 Originální vzduchový filtr nový

Jednalo se o vzduchový filtr od výrobce MANN-FILTER (Obrázek 13), který je určen do airboxu. Opět se jednalo se o suchý čistič vzduchu, kde je filtrační vložka tvořena skládaným papírem. Filtr je tvořen pryžovým těsněním po jeho obvodu, jehož součástí je papírová filtrační vložka.



Obrázek 13 - Originální vzduchový filtr nový

#### Parametry:

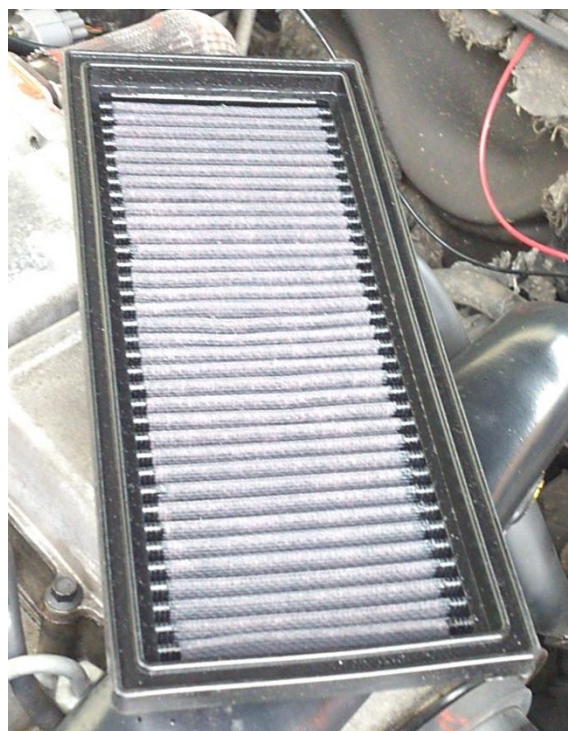
Délka .....	274 mm
Šířka .....	117 mm
Výška .....	58 mm
Plocha filtru .....	8751,36 cm <sup>2</sup>

### 3.2.1.3 Sportovní filtr (vločka) určený do airboxu

Výrobce tohoto filtru je společnost K&N (Obrázek 14). Jedná se o suchý vzduchový filtr s filtrační vložkou ze speciální bavlny. Filtr tvoří pryžové těsnění, do kterého je integrována filtrační vložka tvořená čtyřmi až šesti vrstvami speciální bavlny, která je umístěna mezi dvě hliníkové mřížky<sup>17</sup>. Tento filtr je uváděn jako doživotní filtr, který se po zanesení pouze vyčistí a napustí speciálním olejem.

#### Parametry:

Délka	268 mm
Šířka	116 mm
Výška	37 mm
Plocha filtru	979,2 cm <sup>2</sup>



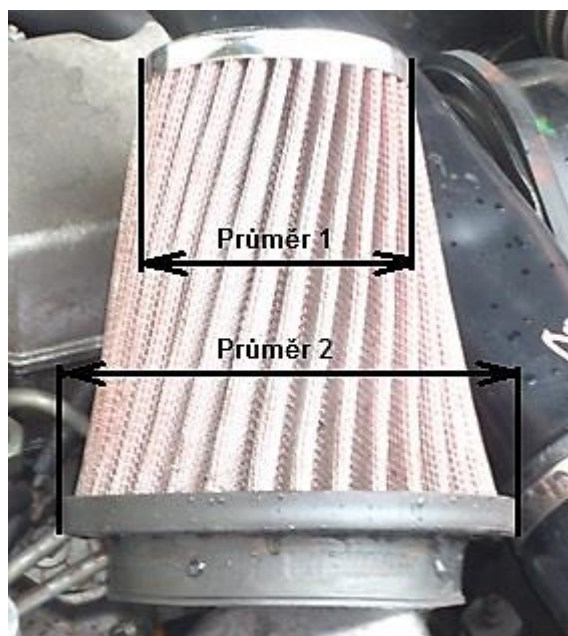
Obrázek 14 - Sportovní filtr K&N

### 3.2.1.4 Univerzální sportovní filtr (kužel)

Jedná se o vzduchový filtr značky JACKY (Obrázek 15). Opět se jedná o vzduchový filtr suchý s bavlněnou filtrační vložkou. Filtr tvoří pryžové těsnění a chromová zátka, mezi které je napevno vložena filtrační vložka ze speciální bavlny zesílená kovovou mřížkou.

#### Parametry:

Průměr 1	75 mm
Průměr 2	120 mm
Výška	150 mm
Plocha filtru	609,28 cm <sup>2</sup>



Obrázek 15 - Univerzální sportovní filtr

<sup>17</sup> K&N Filters: Výměnné vzduchové filtry. [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z: [http://www.knfilters.cz/replacement\\_air\\_filters.htm](http://www.knfilters.cz/replacement_air_filters.htm)

### 3.2.2 Peugeot 106 1.0i

#### 3.2.2.1 Originální vzduchový filtr starý (zanesený)

Použit byl vzduchový filtr značky MANN-FILTER (Obrázek 16), který je určen do airboxu. Jedná se o suchý filtr, u kterého je filtrační vložka vyrobena ze skládaného papíru. Vzduchový filtr tvoří pryžové těsnění na spodní straně a plastové víko na straně horní, mezi které je vlepena filtrační vložka ze skládaného papíru.

#### Parametry:

Délka .....	135 mm
Šířka .....	110 mm
Výška .....	210 mm
Plocha filtru .....	6277,5 cm <sup>2</sup>



Obrázek 16 - Originální vzduchový filtr starý

#### 3.2.2.2 Originální vzduchový filtr nový

Jednalo se o vzduchový filtr od výrobce FRAM (Obrázek 17), který je určen do airboxu. Opět se jednalo se o suchý čistič vzduchu, kde je filtrační vložka tvořena skládaným papírem. Filtr je tvořen plastovou základnou na spodní straně a plastovým víkem na straně horní, mezi které je vlepena papírová filtrační vložka ze skládaného papíru.

#### Parametry:

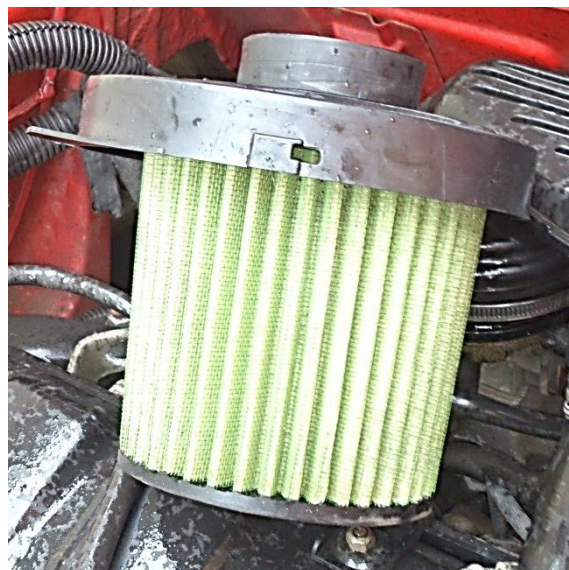
Délka .....	145 mm
Šířka .....	120 mm
Výška .....	215 mm
Plocha filtru .....	4800 cm <sup>2</sup>



Obrázek 17 - Originální vzduchový filtr nový

### 3.2.2.3 Sportovní vzduchový filtr do airboxu

Výrobce tohoto filtru je společnost GREEN (Obrázek 18). Jedná se o suchý vzduchový filtr s filtrační vložkou ze speciální bavlny. Filtr tvoří plastová zátka na spodní straně a plastové víko na straně vrchní, mezi které je integrována filtrační vložka tvořená čtyřmi až šesti vrstvami speciální bavlny, která je umístěna mezi dvě hliníkové mřížky<sup>18</sup>. Tento filtr je uváděn jako doživotní filtr, který se po zanesení pouze vyčistí a napustí speciálním olejem.



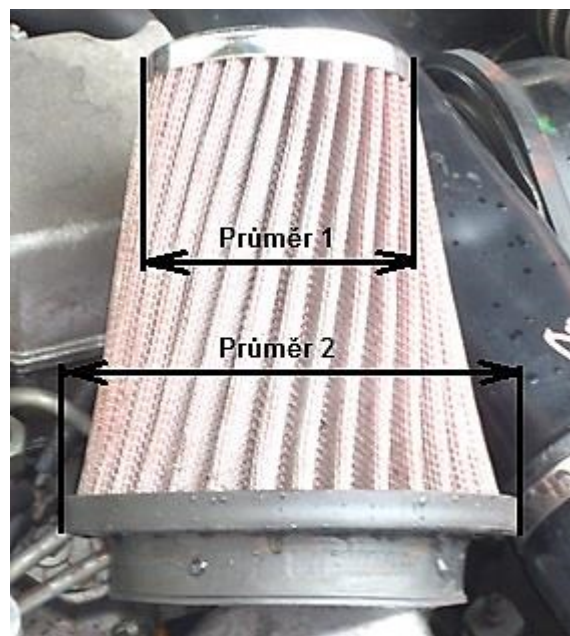
Obrázek 18 - Sportovní filtr GREEN

#### Parametry:

Délka .....	145 mm
Šířka .....	120 mm
Výška .....	210 mm
Plocha filtru .....	2759 cm <sup>2</sup>

### 3.2.2.4 Univerzální sportovní filtr (kužel)

Jedná se o vzduchový filtr značky JACKY (Obrázek 19). Opět se jedná o vzduchový filtr suchý s bavlněnou filtrační vložkou. Filtr tvoří pryžové těsnění a chromová zátka, mezi které je napevno vložena filtrační vložka ze speciální bavlny zesílená kovovou mřížkou.



Obrázek 19 - Univerzální sportovní filtr

#### Parametry:

Průměr 1 .....	75 mm
Průměr 2 .....	120 mm
Výška .....	150 mm
Plocha filtru .....	609,28 cm <sup>2</sup>

<sup>18</sup> K&N Filters: Výměnné vzduchové filtry. [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z: [http://www.knfilters.cz/replacement\\_air\\_filters.htm](http://www.knfilters.cz/replacement_air_filters.htm)

### 3.3 Podmínky měření

Aby bylo měření uskutečnitelné, museli být dodrženy následující podmínky.

- automobil musel být ve velmi dobrém technickém stavu s platnou STK,
- vzorek na pneumatikách musel být alespoň 4 mm,
- v nádrži vozidla muselo být dostatek paliva pro uskutečnění měření,
- všechny provozní kapaliny museli být zkontrolovány, případně doplněny,
- motor v automobilu musel být zahřátý na provozní teplotu,
- u každého vozidla musela proběhnout měření bezprostředně po sobě, aby byly zachovány stejné atmosférické podmínky (teplota, tlak a vlhkost vzduchu) a tím pádem nedošlo k ovlivnění měření.

### 3.4 Postup měření

Všechna měření proběhla dle stejného postupu, aby proběhlá měření měla vypovídající hodnotu. Jednalo se o dynamické měření výkonu. Postup měření byl následující:

Po příjezdu na válcovou zkušebnu byl u každého vozidla zkontrolován jeho technický stav, aby náhodou nedošlo k poškození vozidla během měření.

Poté byly zkontrolovány pneumatiky na vozidle a množství paliva v nádrži, aby nedošlo ke zhasnutí motoru během měření.

S vozidlem se popředu najelo do válcové zkušebny tak, aby byla poháněná kola mezi válci, poté došlo ke spuštění vozidla mezi válce. Poté bylo vozidlo pomocí fixačního systému zajištěno na svém místě proti vybočení, které může nastat v průběhu měření.

Před vozidlo byl nainstalován větrák, který měl za úkol hnát vzduch do chladiče, aby nedošlo k přehřátí motoru během měření. Na koncovku výfuku byl nasazen odsavač výfukových plynů, aby byly dodrženy bezpečnostní předpisy.

V tomto kroku, byly zjištěny důležité konstanty pro měření, kterými byly: celkový převodový poměr mezi otáčkami brzdy a otáčkami motoru, celková účinnost převodů mezi hnacím kolem a motorem, korekční konstanta, moment setrvačnosti motoru a také teplota, vlhkost a tlak vzduchu.

Následuje první měření s původním starým vzduchovým filtrem, které bylo zaznamenáno, a následně byl v rychlosti zkontrolován stav vozidla.



Proběhla výměna starého filtru za nový originální předepsaný výrobcem, po které následovalo druhé měření. Zkontroloval se technický stav vozidla a nový filtr byl vyměněn za sportovní vložku, určenou do airboxu.

Proběhlo další měření, dle stejného postupu, na jehož konci byly výměna sportovní vložky za sportovní univerzální filtr.

Proběhlo měření, byl zkontrolován stav vozidla, vyjmul se sportovní filtr a provedlo se měření bez vzduchového filtru, přičemž bylo zabráněno vstupu cizích předmětů do sání.

Nakonec jsme prodiskutovali proběhlá měření a shrnuli jsme si výsledky, uvolnili jsme vozidlo z měřicí stolice a opustili jsme válcovou zkušebnu.

## 4 VLASTNÍ MĚŘENÍ

### 4.1 Technické parametry válcové zkušebny

Pro účely měření byla použita válcová zkušebna Power Tester 2PT220, jejíž výkonové parametry jsou uvedeny níže a jsou převzaty z manuálu k obsluze.

Výkonové parametry:

a) maximální výkon na hnací nápravě,.....	220 kW/200 km/h
trvale absorbovaný elektrickým dynamometrem	
b) maximální výkon na hnací nápravě,.....	300 kW
při dynamických měřeních výkonu	
Maximální povolená rychlost jízdy.....	200 km/h
Maximální zatížení válců.....	1200 kg
Minimální vnější průměr kola.....	520 mm
Vkles min. kola.....	100 mm
Maximální vnější průměr kola.....	700 mm
Vkles max. kola.....	75 mm
Minimální vnitřní šířka hnací nápravy.....	880 mm
Maximální vnější šířka hnací nápravy.....	2080 mm
Typ zvedače.....	Mechanický s el. pohonem a ručním obousměrným ovládním
Maximální zdvih zvedače.....	cca 85 mm
Maximální zvedací síla zvedače.....	15 kN
Ventilátor chladícího vzduchu.....	Radiální jednostupňový RNH 250, ruční ovládním
Rychlost chladícího vzduchu.....	25 m/s
Maximální elektrický příkon 2PT220.....	3x380V, 50 Hz, 3.5 kW

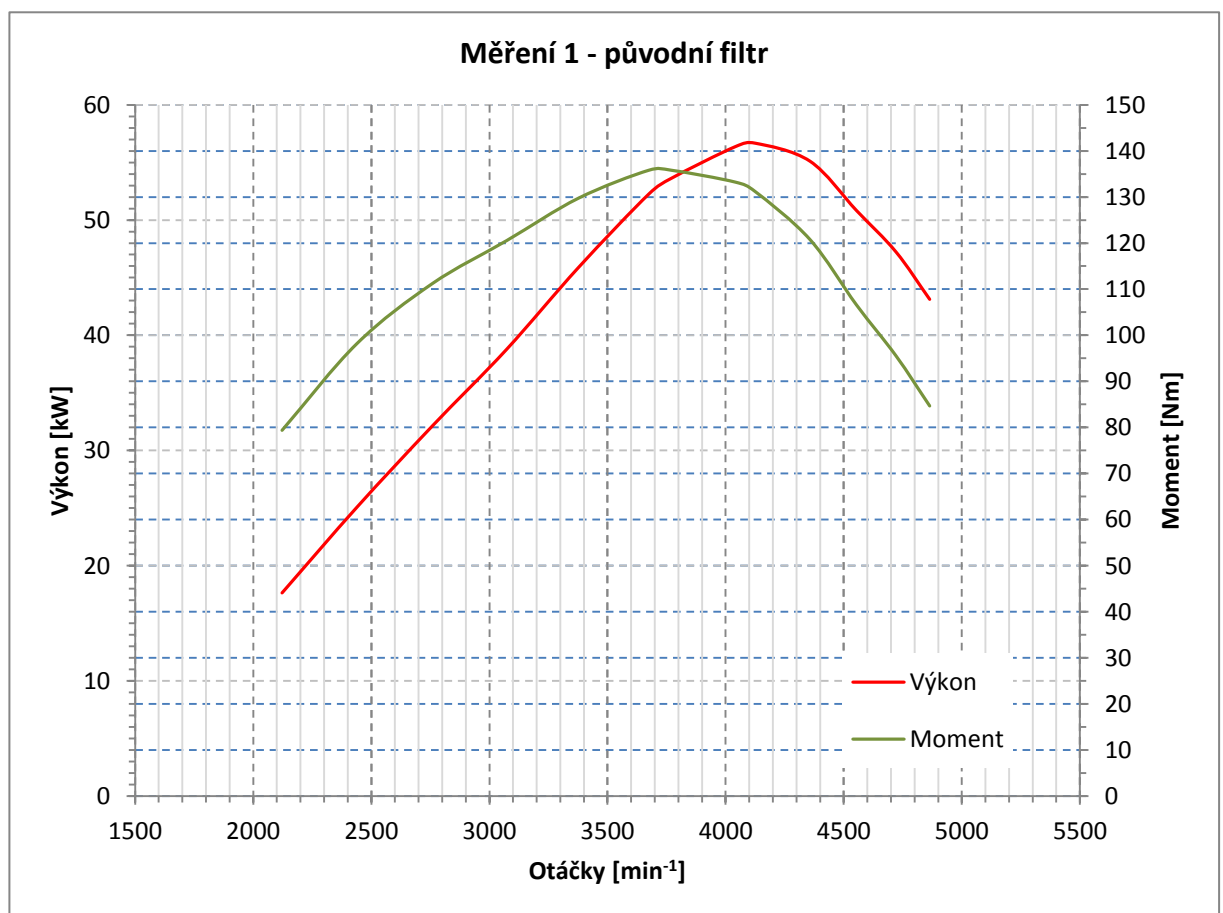
Jedná se o velmi přesné zařízení, které umožňuje měření výkonu a dalších parametrů automobilu. Toto zařízení je vybaveno elektrickým dynamometrem s programovatelným regulátorem, řízeným počítačem. To umožňuje přesné měření výkonu při trvalém zatížení, statické měření, a také umožňuje provádět měření výkonu během zrychlování, dynamické měření. Dynamometr umožňuje provádět i další testy vozidla, například činnost ABS.

## 4.2 Výsledky měření

Během dynamického měření na válcové zkušebně byl zaznamenán nejen výkon motoru, ale i točivý moment. Výsledkem každého měření výkonu byl vytisknutý protokol s grafem, na kterém byl znázorněn průběh točivého momentu a výkonu. Průběhy jsem zpracoval v MS EXCEL 2010 a jsou pro každé vozidlo a každý filtr uvedeny níže.

### 4.2.1 Rover 620 SDi

Měření bylo provedeno dne 29. 4. 2013 Jako první bylo provedeno měření s původním vzduchovým filtrem (Záznam 1 - Původní filtr).

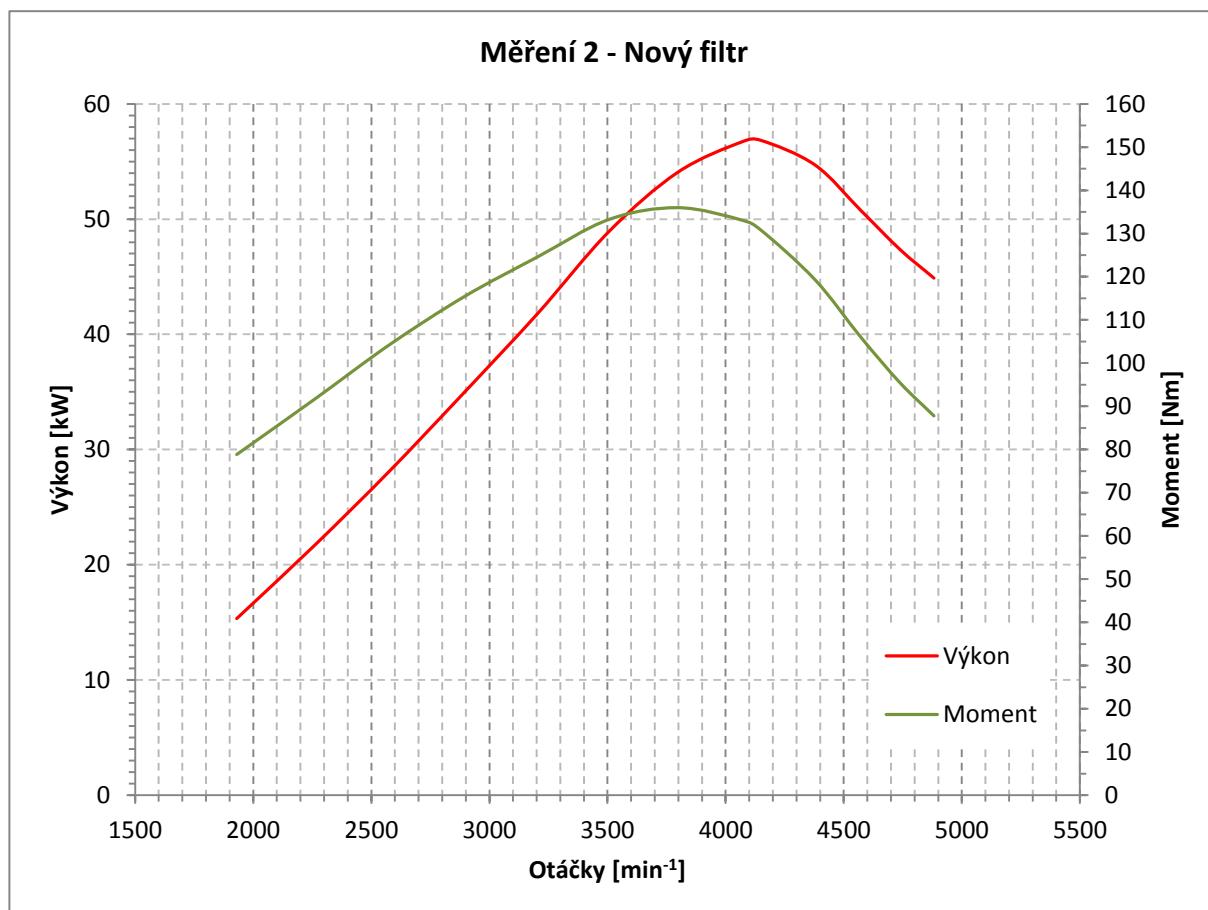


Záznam 1 - Původní filtr

Z grafu lze vyčíst, že testovaný automobil s původním filtrem dosáhl nejvyššího výkonu 56,67 kW při otáčkách 4125 ot./min a nejvyššího točivého momentu 135,81 Nm při 3675 až 3770 ot./min. Průběh točivého momentu je neobvyklý pro vznětové motory, neboť jeho vrchol by měl být při 2000 ot./min. Během měření byly očekávány hodnoty maximálního momentu a výkonu takové, které by se blížily výrobcem udávaným hodnotám (Rover 620

SDi), avšak naměřený výkon je nižší o 20,33 kW a točivý moment je nižší o 74,19 Nm. Takovýto pokles by mohl nasvědčovat stáří vozu a počtu více jak 300 000 najetých kilometrů.

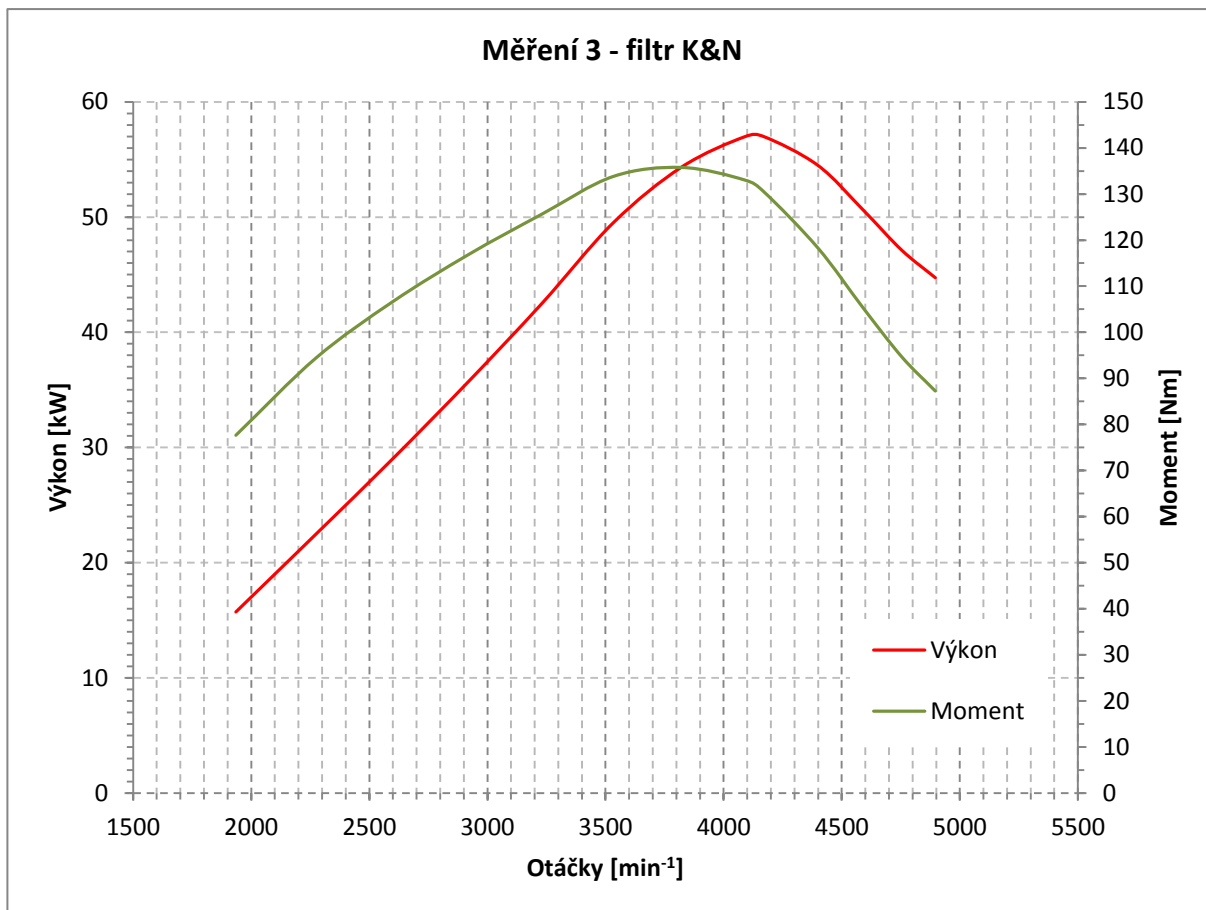
Jako další bylo provedeno měření s novým (originálním) vzduchovým filtrem (Záznam 2 - Nový filtr).



Záznam 2 - Nový filtr

Při tomto měření bylo dosaženo maximálního výkonu 56,83 kW při 4150 ot. /min a maximálního točivého momentu 135,98 Nm při 4798 ot. /min. Pokud tyto výsledky porovnáme s předchozím měřením (Záznam 1 - Původní filtr), zjistíme, že bylo dosaženo vyššího výkonu a většího točivého momentu. Došlo k nárůstu výkonu o 0,16 kW a točivého momentu o 0,17 Nm, což jsou naprosto zanedbatelné hodnoty, které se na jízdě vůbec neprojeví.

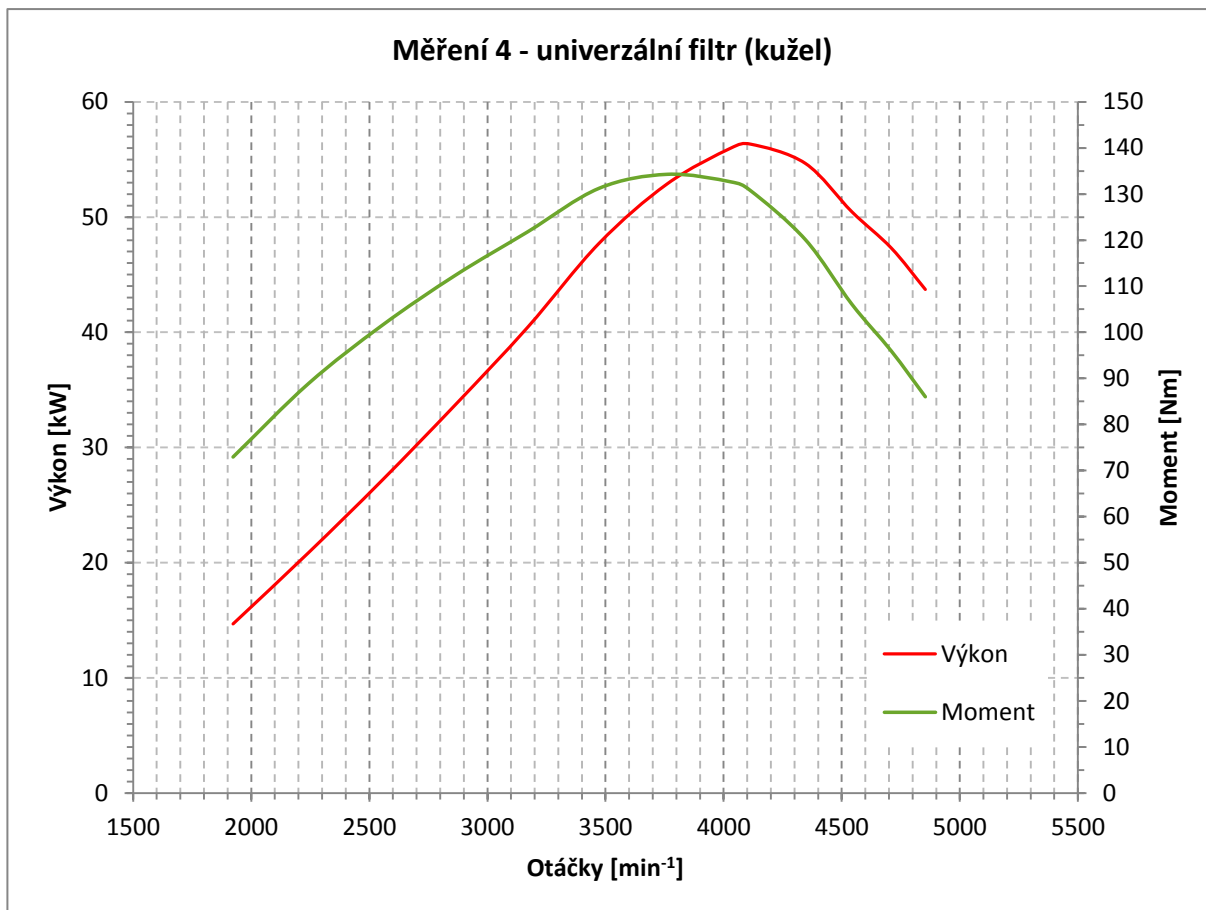
Třetí měření bylo provedeno se sportovní vložkou filtru K&N (Záznam 3 - filtr K&N).



**Záznam 3 - filtr K&N**

Během měření se sportovní vložkou vzduchového filtru K&N bylo naměřeno maximálního výkonu 56,97 kW v rozmezí otáček 4089 ot. /min až 4172 ot. /min a maximálního momentu 135,77 Nm při 3822 ot. /min. Při použití tohoto filtru došlo k nárůstu výkonu o 0,3 kW oproti původnímu filtru, avšak točivý moment poklesl o 0,04 Nm oproti původnímu filtru. Porovnání s ostatními naměřenými průběhy je uvedeno za průběhy měření v na konci kapitoly.

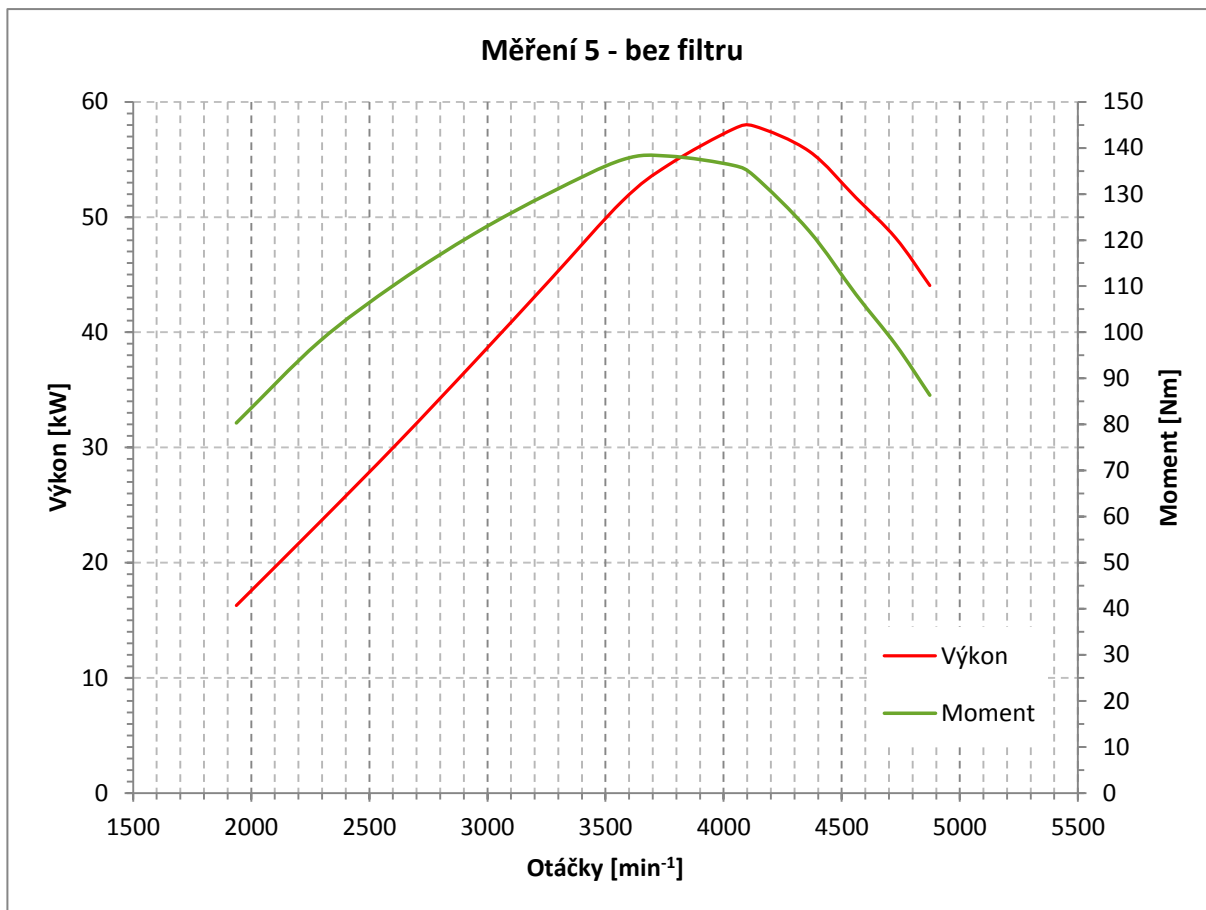
Napočtvrté došlo ke změření výkonu se sportovním univerzálním filtrem ve tvaru kužele (Záznam 4 - univerzální filtr).



**Záznam 4 - univerzální filtr**

Během tohoto měření bylo dosaženo vůbec nejnižších hodnot točivého momentu i výkonu motoru ze všech proběhlých měření u použitého automobilu Rover. Nejvyšší výkon byl 56,33 kW při 4114 ot. /min a nejvyšší točivý moment byl 134,28 Nm při 3761 ot. /min. U tohoto filtru byly očekávány naopak nejvyšší hodnoty, protože tento filtr by měl mít dle tvrzení výrobce těchto filtrů nejnižší odpor proudícímu vzduchu.

Poslední bylo provedeno měření výkonu bez vzduchového filtru (Záznam 5 - bez filtru). Od tohoto měření byl očekáván nejvyšší výkon i točivý moment, protože nasávaný vzduch bude mít nejmenší odpor ze všech měření.

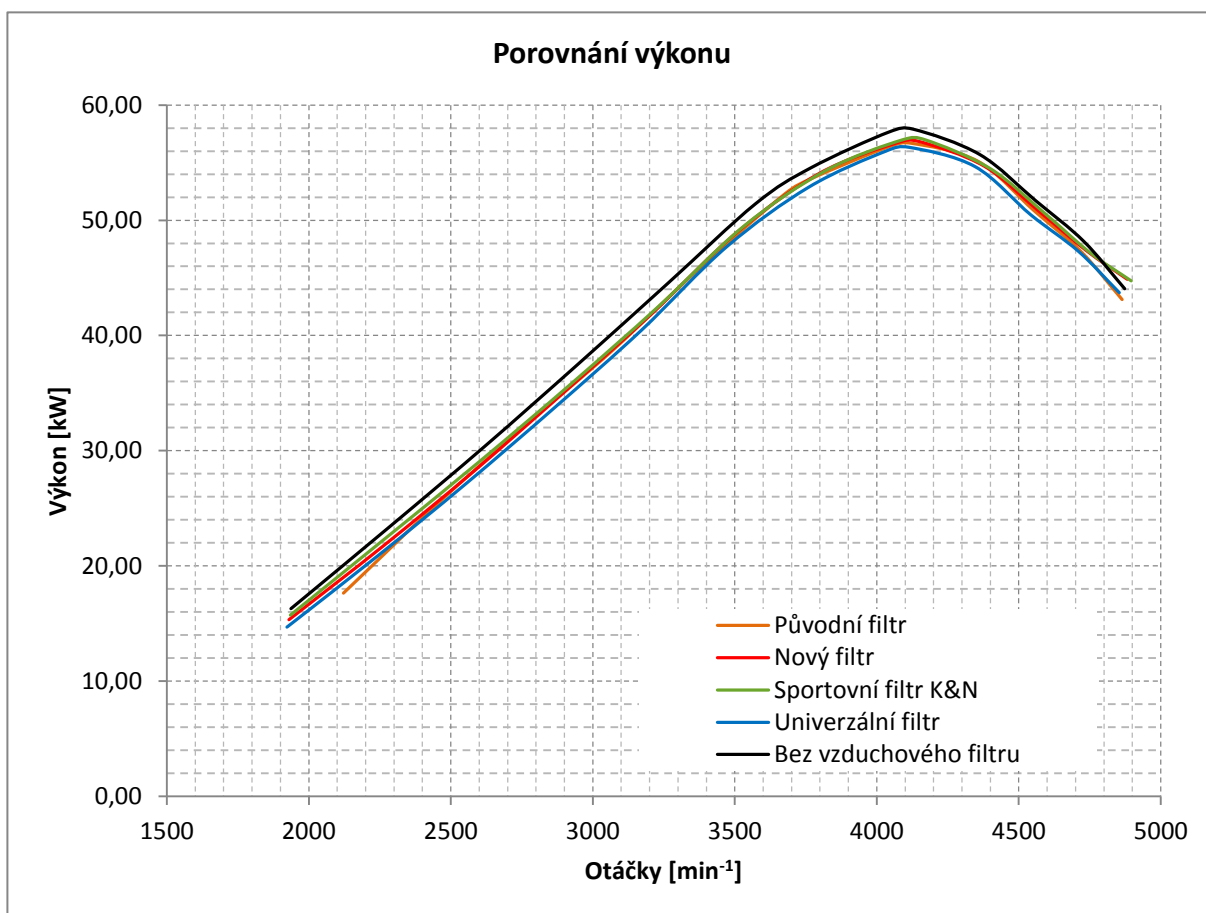


**Záznam 5 - bez filtru**

Při měření výkonu bez vzduchového filtru bylo dosaženo nejvyššího výkonu 57,90 kW při 4129 ot. /min a nejvyššího točivého momentu 138,23 Nm při 3768 ot. /min. Očekávání bylo naplněno, kdy výkon narostl o 1,23 kW oproti původnímu filtru a točivý moment narostl o 2,42 Nm oproti původnímu filtru. Jedná se tedy o nejvyšší naměřený rozdíl ze všech měření automobilu Rover.

Všechna měření jsem porovnal a vložil do společného grafu pro lepší znázornění rozdílů, křivky točivých momentů a výkonů motoru jsou uvedeny v samostatných grafech (Graf 1 - porovnání výkonů, Graf 2 - porovnání momentů).

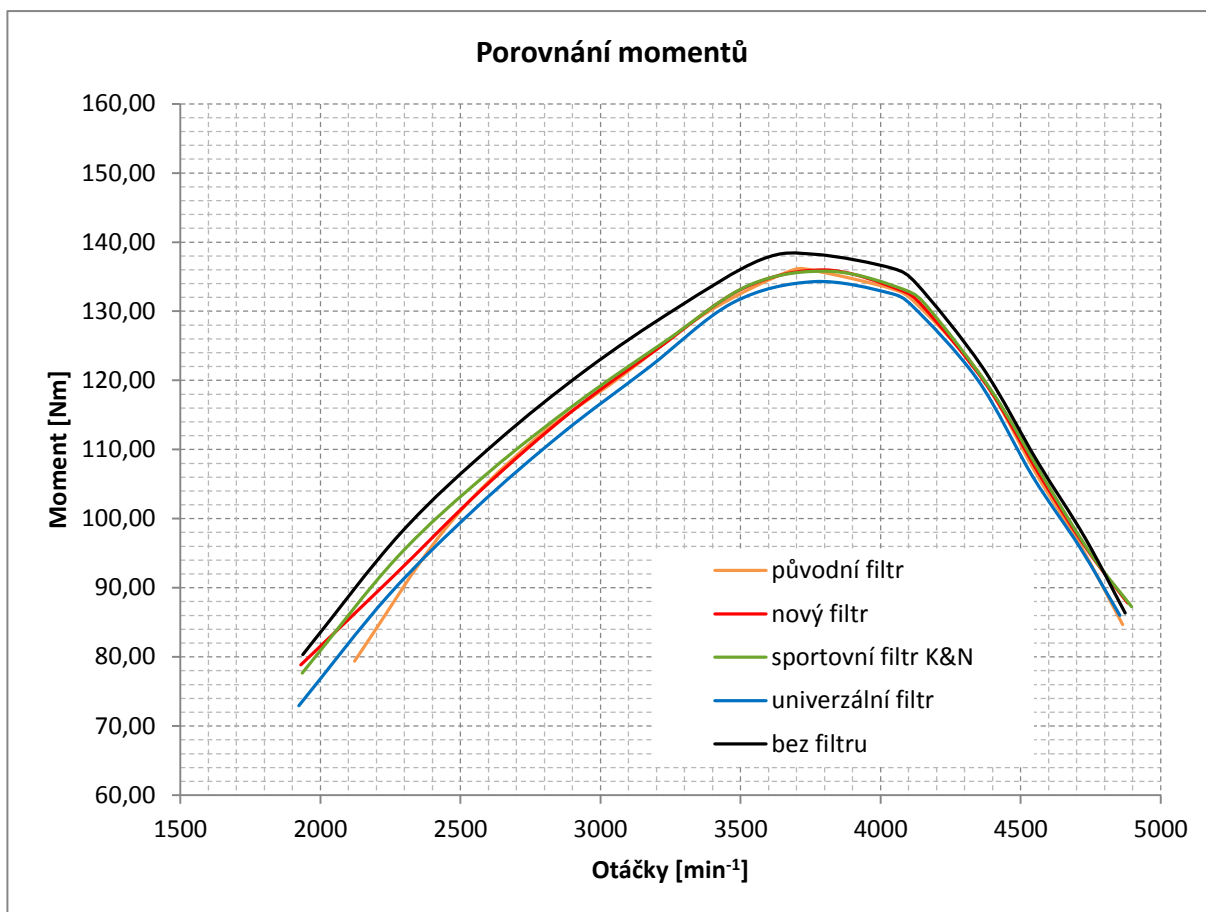
#### 4.2.2 Porovnání naměřených průběhů Rover 620 SDi



Graf 1 - porovnání výkonů

Na tomto grafu je patrné na první pohled, že nejvyššího výkonu bylo dosaženo při měření bez použití vzduchového filtru, kde rozdíl oproti původnímu filtru činil 1,23 kW (1,67 k). Ostatní naměřené průběhy jsou skoro totožné a liší se od sebe jen nepatrně. Největším překvapením je průběh Univerzálního sportovního filtru (kužele), který je nejnižší ze všech měření, protože tento filtr by měl klást nejnižší odpor nasávanému vzduchu. Výrobce udává, že nejvyššího výkonu má být dosaženo při 4200 ot. /min. Tyto průběhy dosahují svého vrcholu kolem 4100 ot. /min., což je skoro stejné jak udává výrobce, ale ani jedna z hodnot maximálního momentu se nepřibližuje výrobcem uváděným 77 kW, ba naopak jsou nižší přibližně o 20 kW. Takový pokles může být způsobený stářím vozidla a vysokým počtem najetých kilometrů, který byl při měření 299 980 km.





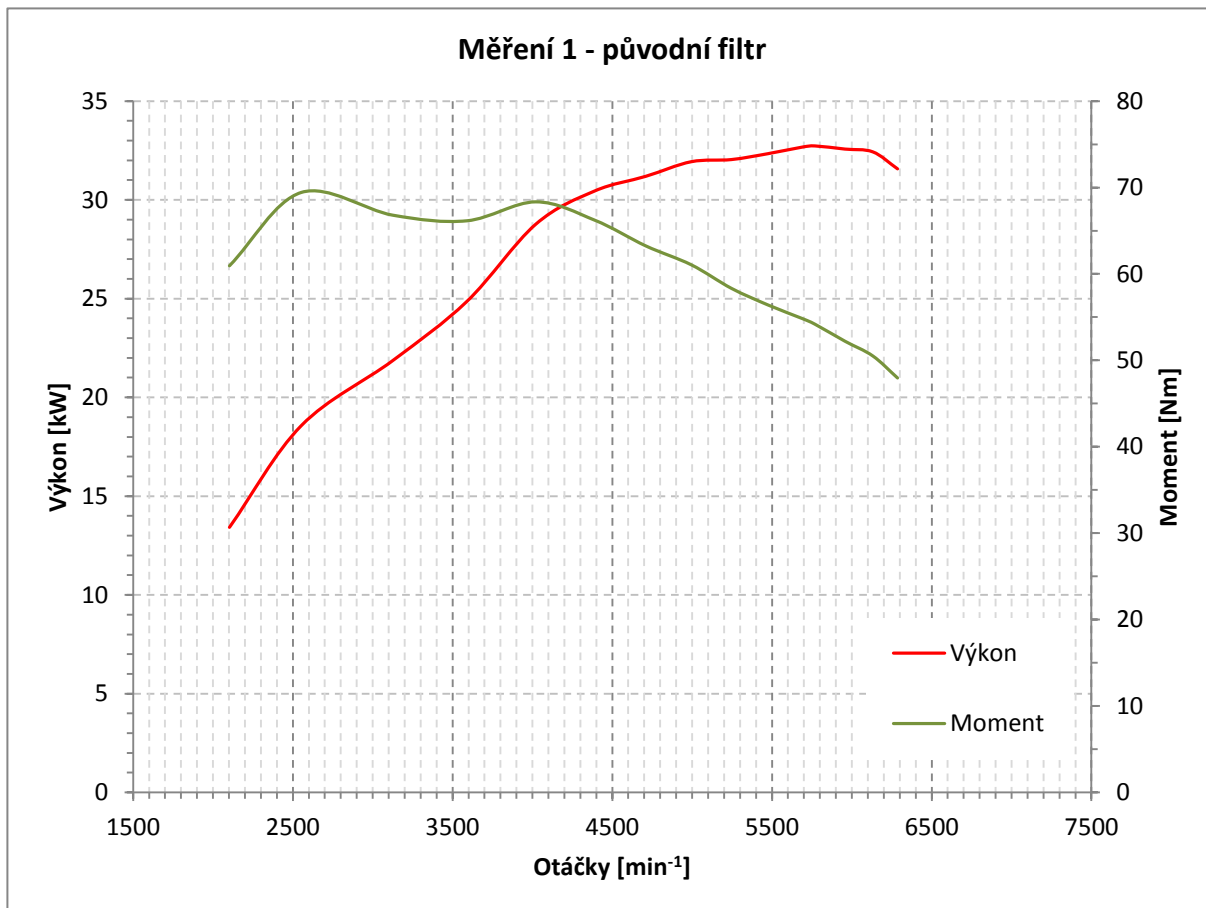
**Graf 2 - porovnání momentů**

Na tomto záznamu je opět nejlepší průběh točivého momentu bez použití vzduchového filtru, kde rozdíl mezi původním filtrem je 2,42 Nm. Křivka točivého momentu s univerzálním sportovním filtrem je opět nejnižší a oproti původnímu filtru rozdíl dosahuje 1,58 Nm. Křivky točivých momentů původního, nového a sportovního filtru K&N jsou přibližně od 2700 ot. /min. stejné a navzájem se kopírují. Výrobce uvádí, že by mělo být dosaženo nejvyššího točivého momentu 210 Nm při 2000 ot. /min. Naměřené průběhy se těmito hodnotám vůbec neblíží, a naměřený rozdíl maxima točivého momentu od výrobcem udávaného je větší jak 70 Nm, což může být opět způsobeno stářím automobilu a vysokým počtem najetých kilometrů.

Z tohoto porovnání je na první pohled jasné, že vzduchový filtr nemá zásadní vliv na výkon motoru. Výsledek je to překvapivé, protože jsem očekával, že sportovní vzduchové filtry budou mít za následek zvýšení výkonu i točivého momentu v důsledku nižšího odporu nasávanému vzduchu.

### 4.2.3 Peugeot 106 1.0i

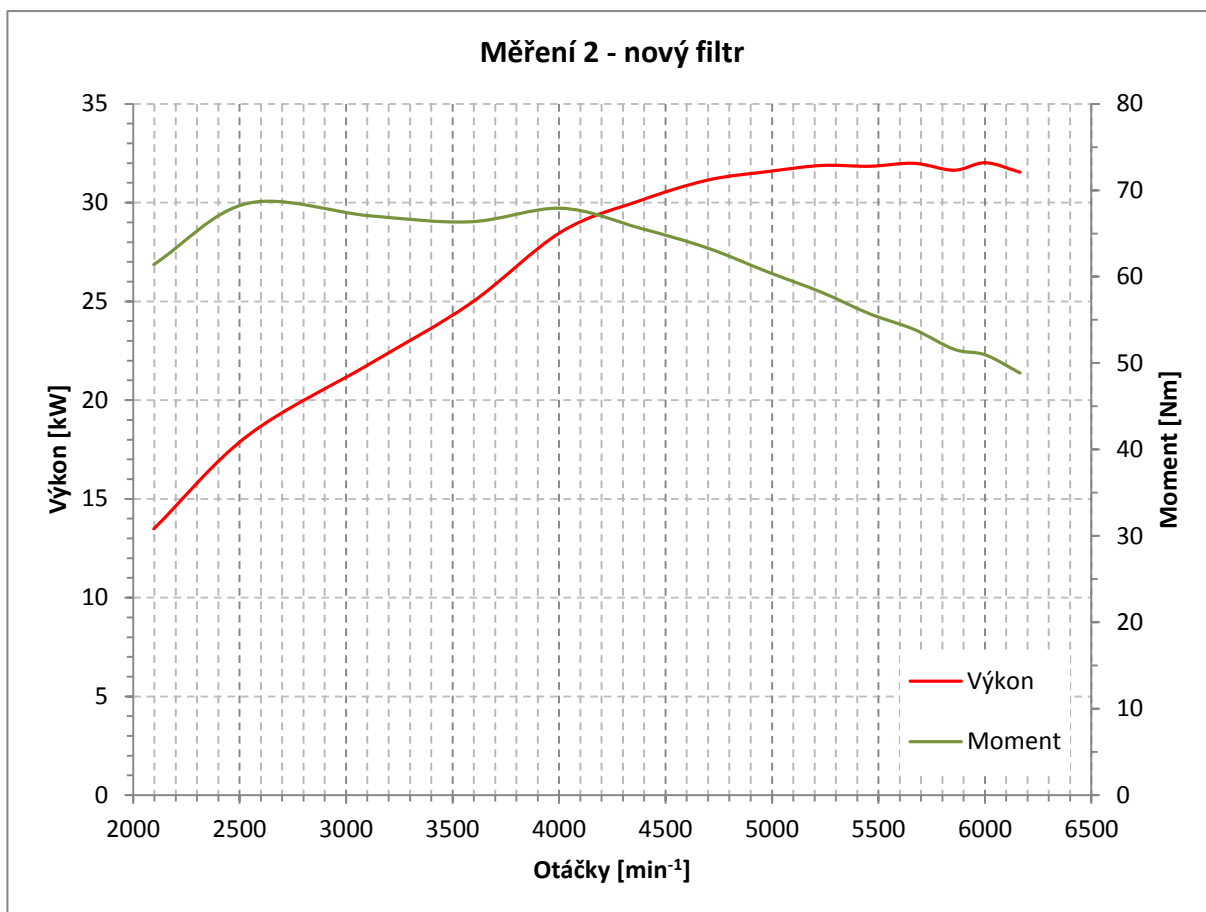
Měření bylo provedeno dne 20.4.2012 Jako první bylo opět provedeno měření s původním vzduchovým filtrem (Záznam 6 - původní filtr).



Záznam 6 - původní filtr

Při tomto měření bylo dosaženo nejvyššího výkonu 32,73 kW při 5769 ot. /min a nejvyššího točivého momentu 69,43 Nm při 2553 ot. /min. za povšimnutí stojí průběh točivého momentu v rozmezí otáček od 2500 min<sup>-1</sup> až 4400 min<sup>-1</sup>, kdy točivý moment nejprve narůstá až do svého maxima, následně klesá až na 66,15 Nm při 3590 ot. /min, poté opět naroste až na 68,34 Nm při 4020 ot. /min a za tímto druhým vrcholem pozvolna klesá.

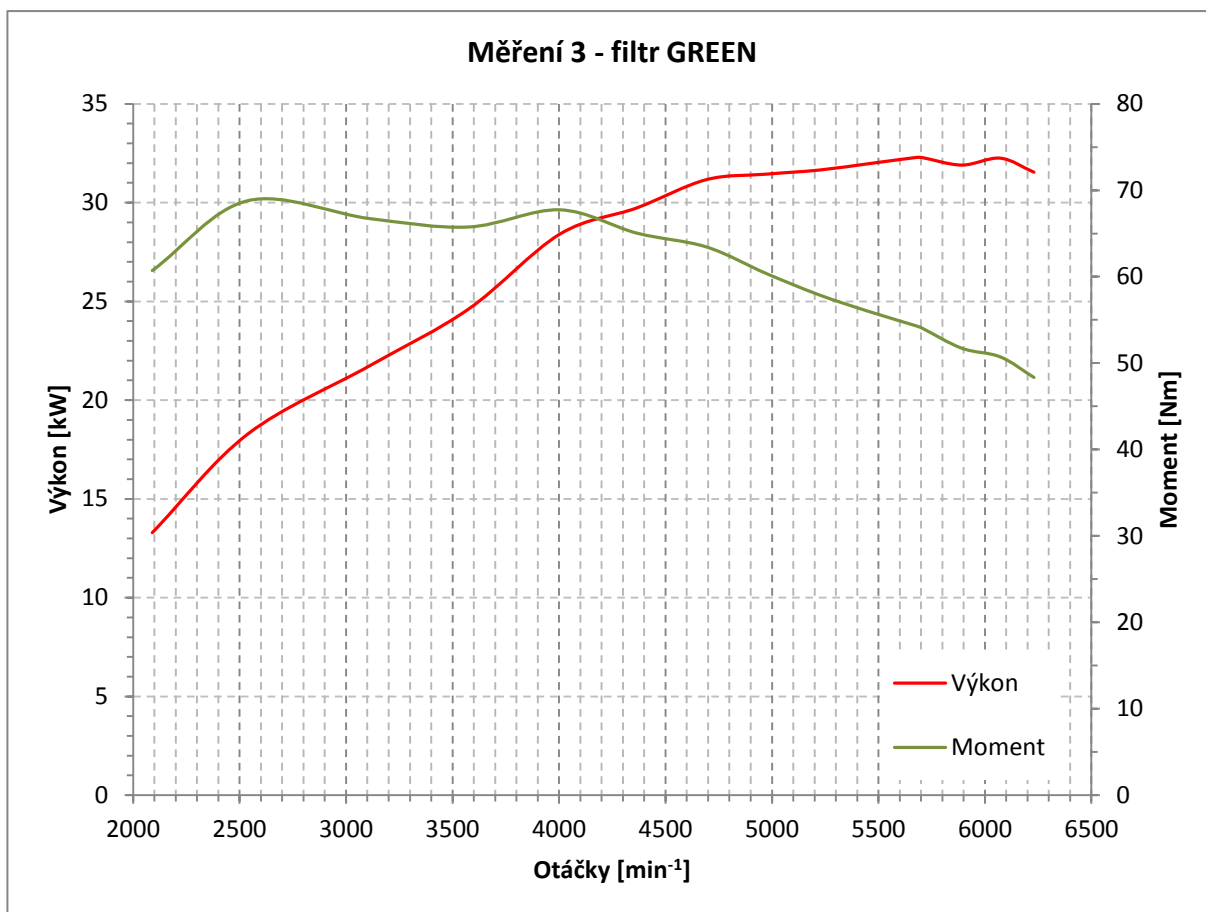
Další měření bylo provedeno s novým (originálním) vzduchovým filtrem (Záznam 7 - nový filtr).



**Záznam 7 - nový filtr**

Během tohoto měření s novým originálním vzduchovým filtrem bylo dosaženo nejvyššího výkonu 32,02 kW při 6002 ot./min. a nejvyššího točivého momentu 68,49 Nm při 2538 ot./min. To znamená oproti původnímu filtru (Záznam 6 - původní filtr) pokles výkonu o 0,71 kW a točivého momentu o 0,94 Nm. Pokles není výrazný, ale překvapivý je, neboť se očekával nárůst výkonu i točivého momentu jako důsledek toho, že nový filtr nebyl zanesený nečistotami a prachem, čímž by měl klást nižší odpor nasávanému vzduchu a napomoci tak lepšímu plnění motoru.

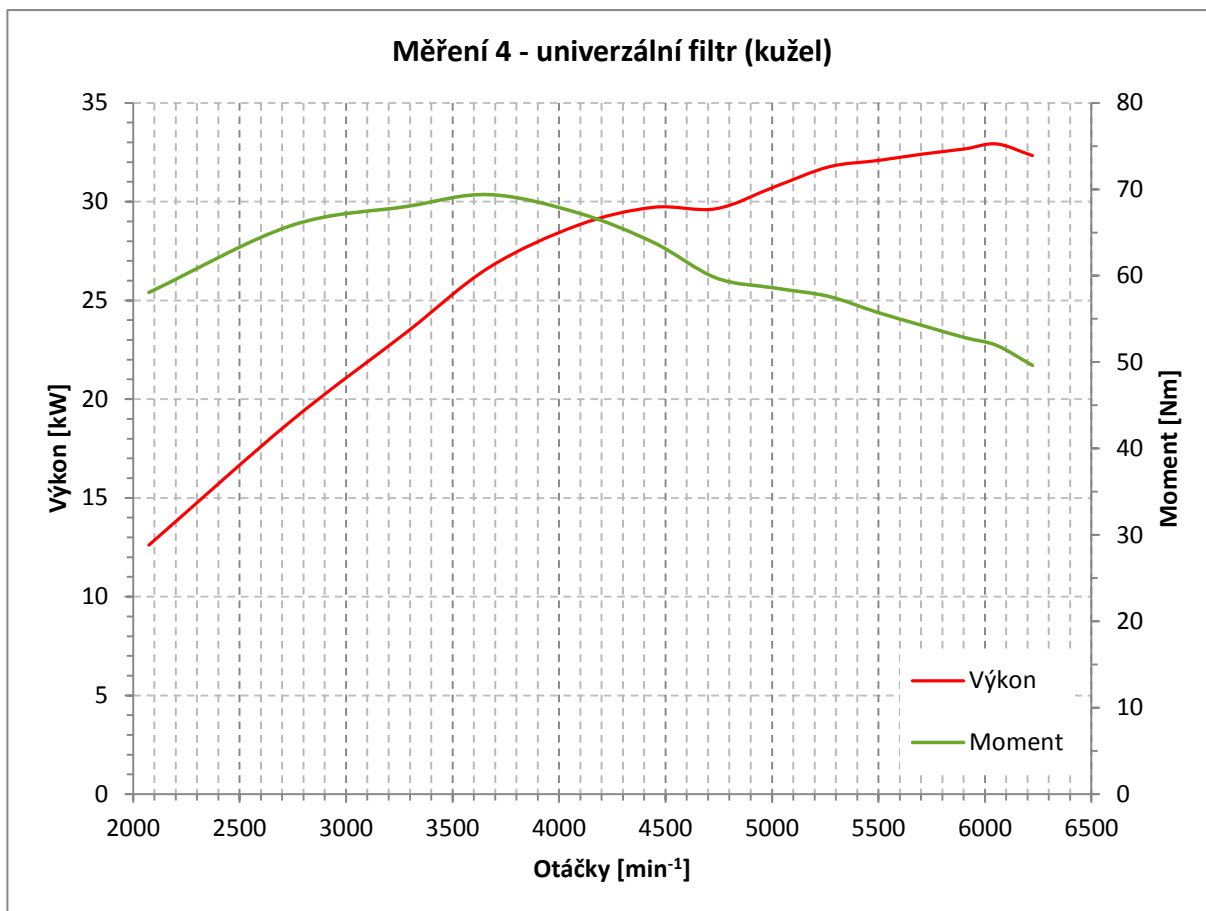
Jako další bylo provedeno měření se sportovní vložkou vzduchového filtru zn. GREEN, zaměnitelnou za originální filtr do airboxu (Záznam 8 - filtr GREEN).



**Záznam 8 - filtr GREEN**

Při použití sportovní vložky (filtru) značky GREEN, určené do airboxu, bylo naměřeno nejvyššího výkonu 32,28 kW při 5705 ot. /min. a nejvyššího točivého momentu 68,79 Nm při 2538 ot. /min. Oproti původnímu použitému filtru (Záznam 6 - původní filtr) se jedná o pokles výkonu o 0,45 kW a pokles točivého momentu o 0,64 Nm. Nejedná se o veliký, ale překvapivý rozdíl, neboť byl na základě předchozího měření s vozidlem Rover (Záznam 3 - filtr K&N) očekáván nárůst výkonu i točivého momentu.

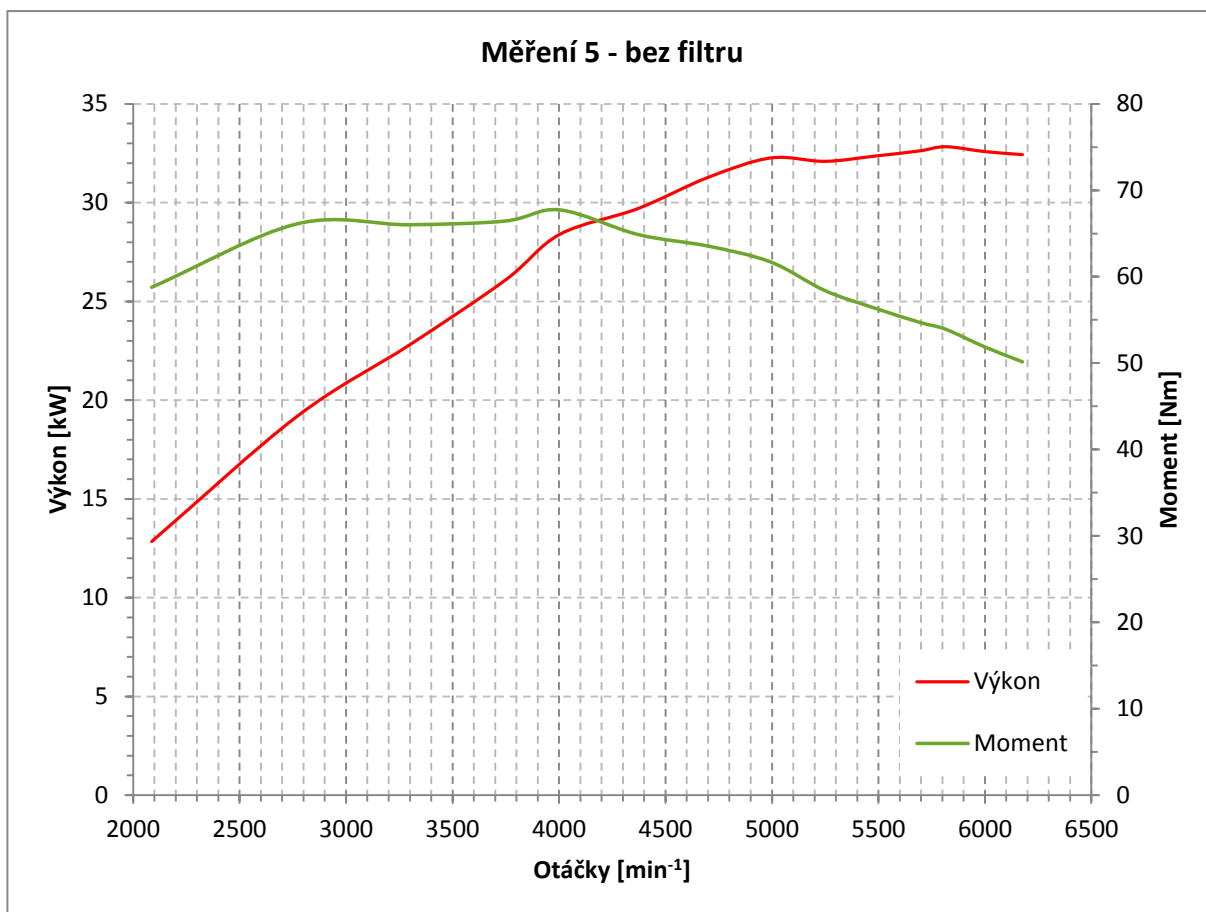
Následovalo měření výkonu za použití univerzálního sportovního filtru ve tvaru kužele (Záznam 9 - univerzální filtr).



**Záznam 9 - univerzální filtr**

Při tomto měření bylo dosaženo nejvyššího výkonu 32,92 kW při 6055 ot. /min., což je nejvyšší naměřený výkon ze všech měření, a nejvyššího točivého momentu 69,38 Nm při 3672 ot. /min. Výkon motoru byl v tomto případě od původního filtru (Záznam 6 - původní filtr) vyšší o 0,19 kW, avšak točivý moment poklesl o 0,05 kW oproti původnímu filtru. Zajímavý je v tomto případě průběh točivého momentu, protože nemá dva vrcholy, jako tomu bylo u předchozích měření, ale jeho křivka plynule narůstá až do svého maxima a poté pozvolna klesá. Jedná se tedy o nejhezčí průběh točivého momentu během měření vozidla Peugeot 106 1.0i.

Jako poslední bylo provedeno měření výkonu bez použití vzduchového filtru (Záznam 10 - bez filtru).

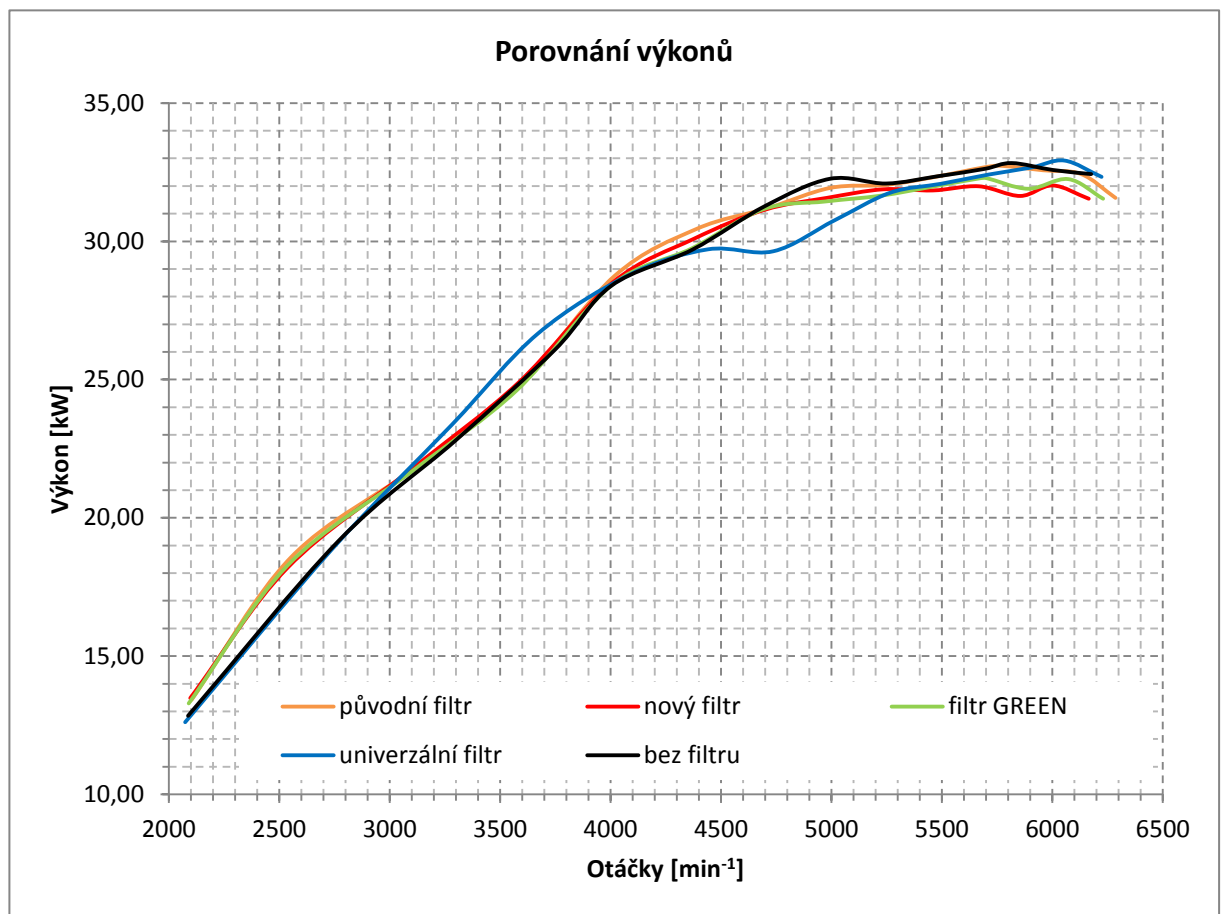


**Záznam 10 - bez filtru**

Při změření výkonu bez použití vzduchového filtru bylo dosaženo nejvyššího výkonu 32,83 kW při 5816 ot. /min. a nejvyššího točivého momentu 67,73 Nm při 4003 ot. /min. Jedná se tedy o nejnižší naměřenou hodnotu točivého momentu ze všech měření automobilu Peugeot 106 1.0i. Křivka točivého momentu vykazuje, jako u předchozích měření vyjma měření s univerzálním filtrem (Záznam 9 - univerzální filtr), dva vrcholy. U tohoto měření bylo očekáváno, že se naměří nejvyšší výkon i točivý moment ze všech měření, protože odpor nasávaného vzduchu je nejnižší.

Jako u výsledků vozidla Rover jsem pro lepší znázornění porovnání vložil křivky výkonů i křivky točivých momentů do společných grafů (Graf 3 - porovnání výkonů, Graf 4 - porovnání momentů).

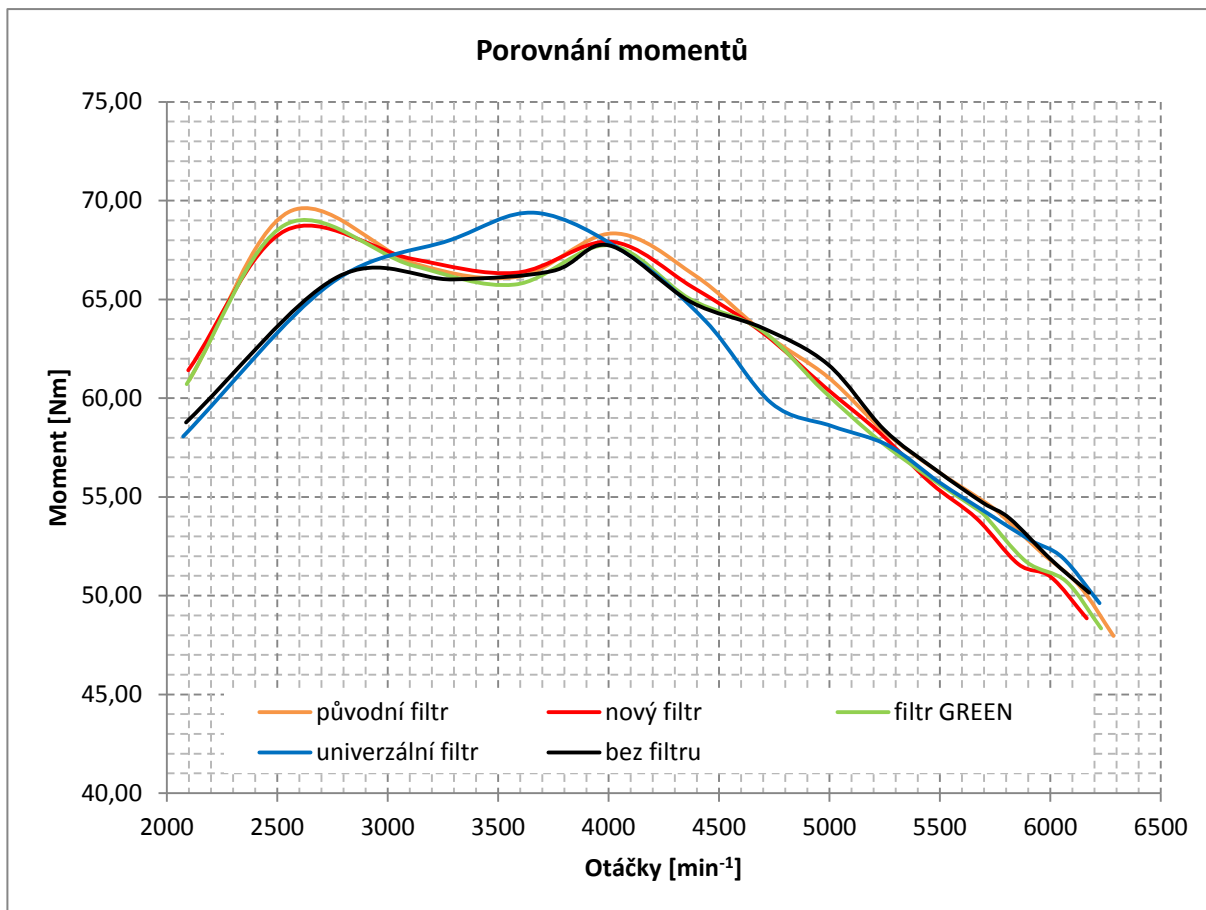
#### 4.2.4 Porovnání naměřených průběhu Peugeot 106 1.0i



Graf 3 - porovnání výkonů

Z tohoto grafu je na první pohled patrné, že se křivky výkonů skoro shodují. Výjimku tvoří křivka výkonu motoru za použití univerzálního sportovního filtru, která nemá, v rozmezí otáček od  $4000 \text{ min}^{-1}$  do  $5000 \text{ min}^{-1}$ , tak plynulý průběh a je zde nejnížší, avšak od počátku do  $4000 \text{ ot. /min.}$  má tato křivka nejhladší průběh a plynule narůstá oproti ostatním.

Na dalším grafu jsou porovnávány křivky točivých momentů.



**Graf 4 - porovnání momentů**

Na tomto grafu jsou uvedeny křivky točivých momentů ze všech měření automobilu Peugeot 106. V tomto grafu je vidět, že tři křivky točivých momentů mají skoro stejný průběh (s původním filtrem, novým filtrem a filtrem GREEN). Křivka točivého momentu z měření bez vzduchového filtru se odlišuje pouze nižší hodnotou točivého momentu v pásmu otáček od 2000 min<sup>-1</sup> do 3000 min<sup>-1</sup>. Průběh točivého momentu s univerzálním sportovním filtrem („kužel“) má nejplynulejší průběh, kdy pozvolna narůstá do svého maxima ve 3672 ot. /min. a v rozmezí 3000 ot. /min. až 4000 ot. /min. je průběh točivého momentu výrazně vyšší než u ostatních použitých filtrů.

Z výsledků mohu určit, že pro automobil Peugeot 106 se zážehovým motorem jsou nejlepší volbou originální filtr a sportovní filtr GREEN. Také bylo zjištěno, že u tohoto automobilu použitý filtr nemá vliv na výkon a točivý moment, ale ovlivňuje průběh výkonu a točivého momentu.



## 5 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo zjistit, zda má vzduchový filtr vliv na výkon motoru u osobních automobilů. A také ověřit tvrzení prodejců autodoplňků, že sportovní filtry zvyšují výkon motoru. Měření byla provedena se dvěma automobily, přičemž jeden z nich byl vybaven přeplňovaným vznětovým motorem a druhý byl vybaven atmosférickým zážehovým motorem. Jmenovitě byla použita tato vozidla: Rover 620 SDi, vybaven vznětovým přeplňovaným motorem, a Peugeot 106 1.0i, vybaven zážehovým atmosférickým motorem.

Při měření výkonu motoru automobilu Rover bylo provedeno nejprve měření s původním vzduchovým filtrem (Obrázek 12), při kterém byl naměřen nejvyšší výkon 56,67 kW a nejvyšší točivý moment 135,81 Nm. Druhé měření bylo provedeno s novým vzduchovým filtrem (Obrázek 13), při kterém bylo dosaženo nejvyššího výkonu 56,83 kW a nejvyššího točivého momentu 135,98 Nm. Třetí měření proběhlo se sportovním vzduchovým filtrem K&N (Obrázek 14), který je určen do airboxu místo originálního, u kterého byl nejvyšší výkon 56,97 kW a nejvyšší točivý moment 135,77 Nm. Čtvrté měření se uskutečnilo s univerzálním sportovním filtrem ve tvaru kužele (Obrázek 15), u kterého byl očekáván nejvyšší výkon a točivý moment ze všech měření se vzduchovými filtry. Naopak při použití tohoto filtru bylo dosaženo nejnižších hodnot ze všech měření automobilu Rover, kde byl naměřen nejvyšší výkon 56,33 kW a nejvyšší točivý moment 134,28 Nm. Jako poslední bylo pro zajímavost provedeno měření bez vzduchového filtru. U tohoto měření byly očekávány nejlepší výsledky, neboť nasávanému vzduchu nekladl odpor vzduchový filtr. Byl naměřen nejvyšší výkon 57,90 kW a nejvyšší točivý moment 138,23 Nm, což jsou nejvyšší hodnoty ze všech měření a tím se potvrdil předpoklad, že naměřený výkon bude u tohoto měření nejvyšší.

Naměřený výkon a točivý moment při měření bez vzduchového filtru byl nejvyšší ze všech měření. Oproti původnímu zanesenému filtru byl naměřen vyšší výkon o 1,23 kW a vyšší točivý moment o 2,42 Nm. Naměřený výkon a točivý moment s novým vzduchovým filtrem byl také vyšší než naměřený výkon s původním zaneseným čističem. Rozdíl však činil pouze 0,16 kW, respektive 0,17 Nm. Očekávány byly větší rozdíly, ale i tak se potvrdil předpoklad, že nový vzduchový filtr klade nižší odpor nasávanému vzduchu.

U automobilu Peugeot proběhla měření ve stejném pořadí, jako u vozu Rover. Nejprve bylo provedeno měření výkonu motoru s původním vzduchovým filtrem (Obrázek 16), kdy bylo dosaženo nejvyššího výkonu 32,73 kW a nejvyššího momentu 69,43 Nm. Jako druhé

bylo provedeno měření s novým vzduchovým filtrem (Obrázek 17), u kterého byl naměřen nejvyšší výkon 32,02 kW a nejvyšší točivý moment 68,49 Nm. Třetí měření bylo provedeno se sportovním filtrem GREEN (Obrázek 18), který je také určen do airboxu a má stejný tvar, jako originální filtr. S tímto filtrem byl naměřen nejvyšší výkon 32,28 kW a nejvyšší moment 68,79 Nm. Při čtvrtém měření byl použit univerzální sportovní filtr ve tvaru kužele (Obrázek 19), stejně jako tomu bylo u vozu Rover, kdy bylo dosaženo maximálního výkonu 32,92 kW a maximálního momentu 69,38 Nm. Poslední měření proběhlo bez vzduchového filtru, přičemž byl naměřen max. výkon 32,83 kW a max. moment 67,73 Nm. Nejvyššího výkonu tedy bylo dosaženo při použití univerzálního sportovního filtru a nejvyššího momentu bylo dosaženo při měření s původním vzduchovým filtrem.

Při měření výkonu bez vzduchového filtru byl naměřen výkon 32,83 kW, který byl druhý nejvyšší ze všech měření, a točivý moment 67,73 Nm, který byl ze všech měření nejnižší. Výkon motoru oproti měření bez čističe vzduchu byl při měření s původním filtrem nižší o 0,1 kW a při měření s novým filtrem nižší o 0,81 kW. Točivý moment motoru při měření bez vzduchového filtru byl nižší oproti původnímu filtru o 1,74 Nm, respektive o 0,76 Nm vůči novému vzduchovému filtru. Zajímavé je dosažení nejvyššího točivého momentu se zašpiněným původním filtrem oproti ostatním filtrům, protože starý filtr by měl klást nejvyšší odpor nasávanému vzduchu a tím snižovat výkon i točivý moment.

Naměřené průběhy točivých momentů a výkonů byly u automobilu Rover plynule narůstající až do svého vrcholu, za kterým pozvolna klesaly. Průběhy z měření, kde byly použity vzduchové filtry, se od sebe skoro liší jen nepatrně a vypadají totožně, z čehož se dá usoudit, že použité vzduchové filtry neměly zásadní vliv na výkon motoru. U automobilu Peugeot byly rozdíly v naměřených hodnotách také malé, ale naměřené průběhy se od sebe více odlišovaly. Nejhladších průběhů bylo dosaženo s univerzálním sportovním filtrem, kde křivka točivého momentu nekolísala a neměla dva vrcholy jako u ostatních filtrů, ale měla vrchol pouze jeden a poté zas pozvolna klesala. Ze záznamů automobilu Peugeot je vidět, že vzduchové filtry nemají vliv na maximální výkon ani na maximální točivý moment, ale spíše mají vliv na průběh těchto křivek točivého momentu a výkonu.

Tvrzení prodejců autodoplňků, že sportovní filtry zvyšují výkon automobilu, se nepotvrdilo, ba naopak vyvrátilo, protože naměřené rozdíly jsou tak malé, že jsou při jízdě nepostřehnutelné.

Pro zpřesnění výsledků by bylo dobré laboratorně proměřit, jak veliký odpor kladou jednotlivé vzduchové filtry nasávanému vzduchu. Takto naměřené výsledky by bylo dobré porovnat s proběhnutými měřeními a zjistit jaký vliv mají na výsledky. Pro přesnější výsledky měření výkonu a točivého momentu by bylo vhodné provést statické měření na válcové zkušebně. Pro příště by bylo vhodné také provést měření hluku, který vzniká při proudění vzduchu přes vzduchový filtr sáním. Také by bylo dobré provést měření na více zkušebnách a porovnat naměřené výsledky z jednotlivých měřících stolic mezi sebou, aby se dala ověřit správnost měření.

## POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

1. GSCHIEDLE, Rolf. *Příručka pro automechanika*. Praha: Sobotáles, 2001. ISBN 80-85920-76-X
2. Přednášky z předmětu zkoušení silničních vozidel od autora: Ing. Tomáš Zikmund Ph.D.
3. **Technické informace z:** Všeobecně o sérii Rover 600. In: *Rover Club* [online]. 2003 [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.roverclub.cz/?p=2003121710>
4. **Technické informace z:** Peugeot 106 Accent 1.0 1996. In: *Cars-data* [online]. [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.cars-data.com/cz/peugeot-106-accent-1.0-specs/34026#sthash.B2LkJYvq.AdrCtD72.dpbs>
5. Poškozené turbodmychadlo. In: [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: [http://www.turba.cz/ew/22bc73a2-b4e3-43b0-814e-ca9fa5e40ceb-cs\\_detail](http://www.turba.cz/ew/22bc73a2-b4e3-43b0-814e-ca9fa5e40ceb-cs_detail)
6. Sportovní filtry. In: [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: <http://www.knfilters.com/images/universal.jpg>
7. Vlhký filtr. In: [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: [http://newimg.globalmarket.com/PicLib/125/1825125/prod/12\\_1340243015634\\_1.png](http://newimg.globalmarket.com/PicLib/125/1825125/prod/12_1340243015634_1.png)
8. Vzduchový filtr s olejovou náplní. In: [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: [http://enginemechanics.tpub.com/14081/img/14081\\_40\\_1.jpg](http://enginemechanics.tpub.com/14081/img/14081_40_1.jpg)
9. Odstředivý vzduchový filtr. In: [online]. [cit. 2013-05-16]. Dostupné z: <http://www.controls4steam.co.uk/images/pictures/photos/products/filter-separator.jpg>
10. K&N Filters: Výměnné vzduchové filtry. [online]. [cit. 2013-05-19]. Dostupné z: [http://www.knfilters.cz/replacement\\_air\\_filters.htm](http://www.knfilters.cz/replacement_air_filters.htm)

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Poškození lopatek turbodmychadla.....	7
Obrázek 2 - Sportovní filtry .....	9
Obrázek 3 - Papírové filtrační vložky .....	9
Obrázek 4 - Vlhký filtr .....	9
Obrázek 5 - Vzduchový filtr s olejovou náplní.....	10
Obrázek 6 - Odstředivý vzduchový filtr.....	11
Obrázek 7 - znázornění měření síly.....	13
Obrázek 8 - Motorová brzda .....	13
Obrázek 9 - Válcová zkušebna.....	13
Obrázek 10 - Rover 620 SDi .....	16
Obrázek 11 - Peugeot 106 1.0i .....	17
Obrázek 12 - Původní vzduchový filtr .....	18
Obrázek 13 - Originální vzduchový filtr nový .....	18
Obrázek 14 - Sportovní filtr K&N .....	19
Obrázek 15 - Univerzální sportovní filtr .....	19
Obrázek 16 - Originální vzduchový filtr starý .....	20
Obrázek 17 - Originální vzduchový filtr nový .....	20
Obrázek 18 - Sportovní filtr GREEN.....	21
Obrázek 19 - Univerzální sportovní filtr .....	21

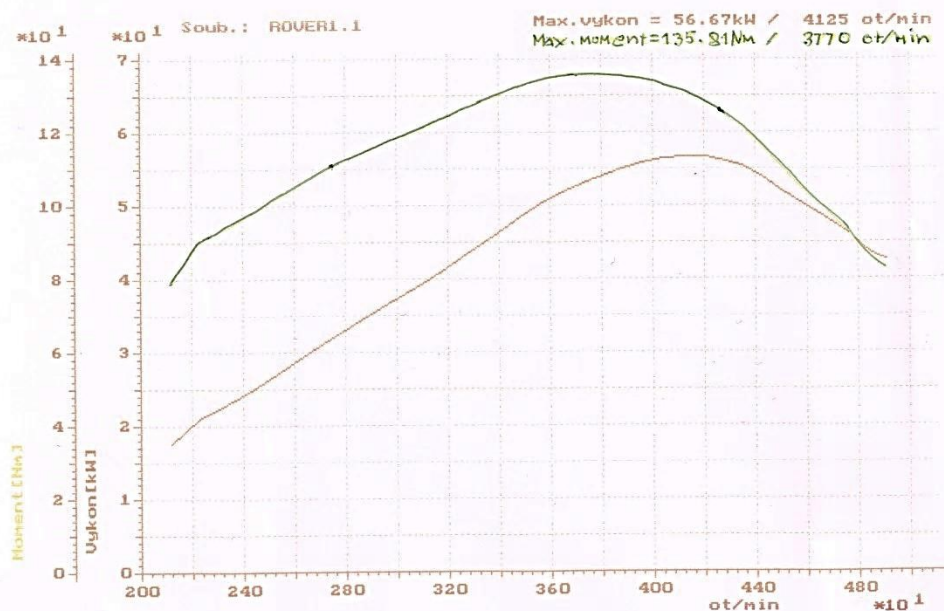
## PŘÍLOHY

<u>Příloha I – záznamy z měření Rover 620 SDi</u>	<u>45</u>
<u>Příloha II – záznamy z měření Peugeot 106 1.0i</u>	<u>50</u>

Dynamická výkonová krivka (Korig.) - hnané kolo

No. 2398

Soubor : ROVER1.1 1. 1.2000 Time 1:12  
 Typ motoru : Rover 1994cm3  
 Popis : Rover 2.0SDI  
 : overeni vykonu seriovy filtr sani puvodni  
 :  
 Prevodovy pomer (ot.brzdy/ot.motoru) : 0.3124  
 Moment setrvacnosti motoru [kgm<sup>2</sup>] : 0.750  
 Teplota vzduchu pri mereni [°C] : 17.0  
 Atmosféricky tlak pri mereni [kPa] : 101.0  
 Vlhkost [%] : 70.0  
 Korekční konstanta [-] : 0.9974  
 Prenos vykonu [Retez/Kolo] : K  
 Meril : M.Tresnak

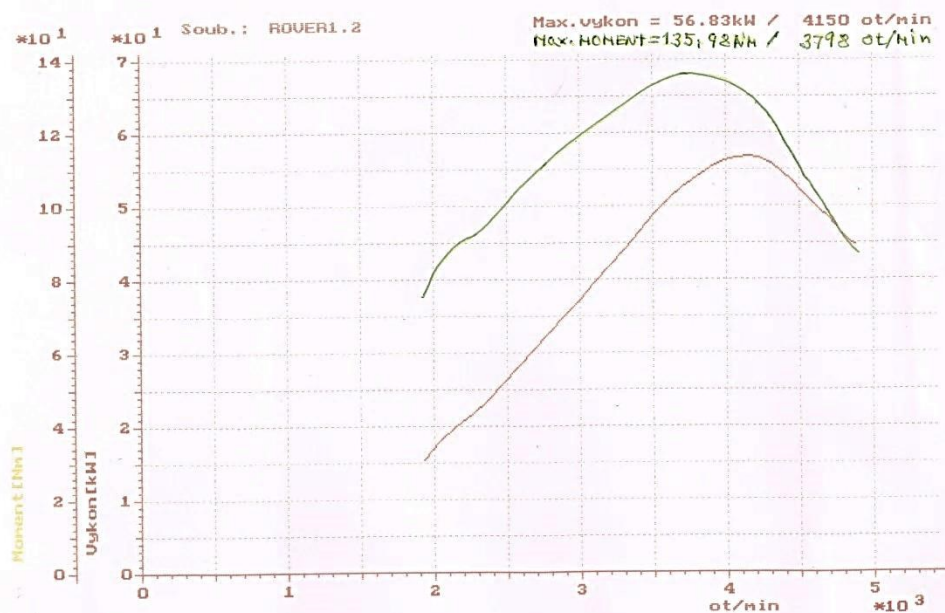


Otá. [rpm]	Vykon [kW]	Vykon [k]	Moment [Nm]
2122	17.64	23.98	79.38
2440	25.10	34.14	98.24
2758	32.12	43.68	111.20
3072	38.76	52.72	120.51
3377	45.88	62.40	129.74
3675	52.26	71.07	135.81
3770	53.62	72.92	135.81
4041	56.37	76.66	133.23
4125	56.67	77.07	131.19
4357	55.11	74.94	120.78
4554	50.83	69.13	106.59
4721	47.24	64.25	95.56
4864	43.12	58.64	84.67

## Dynamická výkonová křivka (Korig.) - hnané kolo

No. 2398

Soubor : ROVER1.2 1. 1.2000 Time 1:19  
 Typ motoru : Rover 1994cm<sup>3</sup>  
 Popis : Rover 2.0SDI  
 : overeni vykonu seriovy filtr sani novy MANN  
 :  
 Prevodovy pomer (ot.brzdy/ot.motoru) : 0.3124  
 Moment setrvacnosti motoru [kgm<sup>2</sup>] : 0.750  
 Teplota vzduchu pri mereni [°C] : 17.0  
 Atmosféricky tlak pri mereni [kPa] : 101.0  
 Vlhkost [%] : 70.0  
 Korekční konstanta [-] : 0.9974  
 Prenos vykonu [Retez/Kolo] : K  
 Meril : M.Tresnak



Otá. [rpm]	Vykon [kW]	Vykon [k]	Moment [Nm]
1930	15.33	20.84	75.85
2258	21.65	29.45	91.57
2577	28.13	38.26	104.26
2894	34.97	47.56	115.41
3204	41.80	56.85	124.59
3507	48.94	66.56	133.27
3798	54.07	73.54	135.98
4067	56.69	77.10	133.12
4150	56.83	77.28	130.76
4379	54.69	74.38	119.27
4573	50.74	69.01	105.96
4739	47.35	64.39	95.42
4882	44.88	61.04	87.79



## Dynamická výkonová krivka (Korig.) - hnané kolo

No. 2398

Soubor : ROVER1.4 1. 1.2000 Time 1:25  
 Typ motoru : Rover 1994cm3  
 Popis : Rover 2.0SDI  
 : overeni vykonu seriovy filtr sani - KN  
 :  
 Prevodovy pomer (ot.brzdy/ot.motoru) : 0.3124  
 Moment setrvacnosti motoru [kgm<sup>2</sup>] : 0.750  
 Teplota vzduchu pri mereni [°C] : 17.0  
 Atmosféricky tlak pri mereni [kPa] : 101.0  
 Vlhkost [%] : 70.0  
 Korekční konstanta [-] : 0.9974  
 Prenos vykonu [Retez/Kolo] : K  
 Meril : M.Tresnak

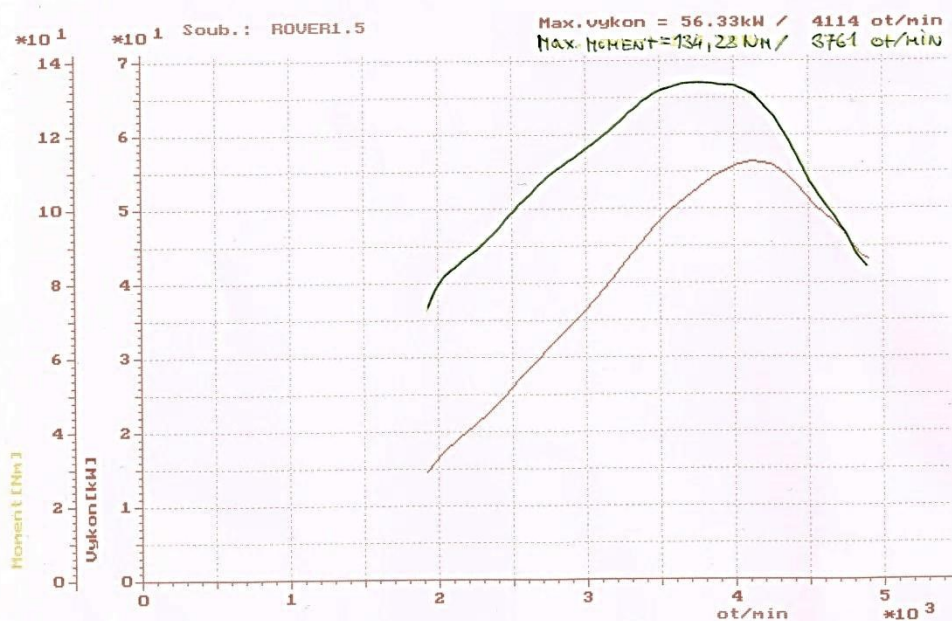


Otá. [rpm]	Vykon [kW]	Vykon [k]	Moment [Nm]
1935	15.73	21.40	77.66
2276	22.52	30.63	94.50
2601	29.06	39.52	106.71
2921	35.75	48.62	116.90
3231	42.51	57.81	125.65
3533	49.51	67.34	133.82
3822	54.34	73.90	135.77
4089	56.97	77.48	133.05
4172	56.97	77.49	130.41
4399	54.49	74.11	118.31
4590	50.63	68.86	105.34
4754	47.13	64.10	94.69
4896	44.74	60.84	87.27

## Dynamická výkonová křivka (Korig.) - hnané kolo

No. 2398

Soubor : ROVER1.5 1. 1.2000 Time 1:43  
 Typ motoru : Rover 1994cm<sup>3</sup>  
 Popis : Rover 2.0SDI  
 : overeni vykonu seriovy filtr sani - kuzel  
 :  
 Prevodovy pomer (ot.brzdy/ot.motoru) : 0.3124  
 Moment setrvacnosti motoru [kgm<sup>2</sup>] : 0.750  
 Teplota vzduchu pri mereni [°C] : 17.0  
 Atmosféricky tlak pri mereni [kPa] : 101.0  
 Vlhkost [%] : 70.0  
 Korekční konstanta [-] : 0.9974  
 Prenos vykonu [Retez/Kolo] : K  
 Meril : M.Tresnak



Otá. [rpm]	Vykon [kW]	Vykon [k]	Moment [Nm]
1923	14.69	19.98	72.94
2243	20.88	28.39	88.90
2554	27.15	36.93	101.50
2866	33.75	45.89	112.43
3171	40.45	55.01	121.82
3472	47.71	64.88	131.23
3761	52.88	71.92	134.28
4030	55.98	76.13	132.65
4114	56.33	76.60	130.74
4346	54.66	74.34	120.11
4543	50.46	68.63	106.09
4710	47.31	64.34	95.93
4854	43.72	59.45	86.01

## Dynamická výkonová křivka (Korig.) - hnané kolo

No. 2398

Soubor : ROVER1.7 1. 1.2000 Time 2:39  
 Typ motoru : Rover 1994cm3  
 Popis : Rover 2.0SDI  
 : overeni vykonu bez filtru  
 :

Prevodovy pomer (ot.brzdy/ot.motoru) : 0.3124  
 Moment setrvacnosti motoru [kgm<sup>2</sup>] : 0.750  
 Teplota vzduchu pri mereni [°C] : 20.0  
 Atmosféricky tlak pri mereni [kPa] : 101.0  
 Vlhkost [%] : 70.0  
 Korekční konstanta [-] : 1.0036  
 Prenos vykonu [Retez/Kolo] : K  
 Meril : M. Tresnak

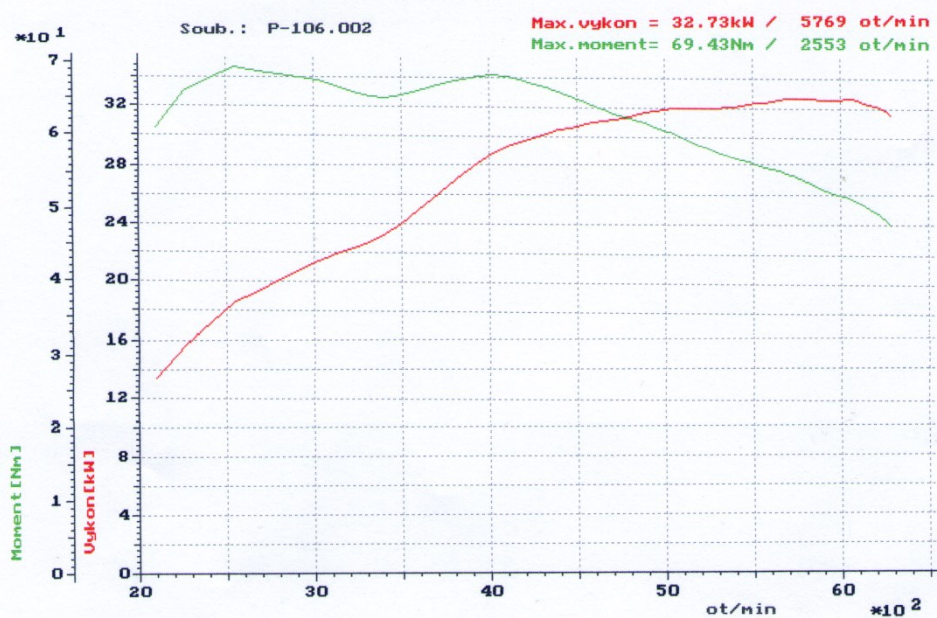


Otá. [rpm]	Vykon [kW]	Vykon [k]	Moment [Nm]
1937	16.29	22.15	80.33
2287	23.45	31.89	97.93
2620	30.39	41.33	110.79
2948	37.51	51.01	121.50
3265	44.54	60.57	130.26
3573	51.43	69.94	137.47
3768	54.55	74.18	138.23
4043	57.66	78.42	136.20
4129	57.90	78.75	133.94
4363	55.70	75.75	121.92
4560	51.69	70.30	108.24
4729	48.17	65.51	97.28
4873	44.06	59.92	86.35

## Dynamická výkonová křivka (Korig.) - motor

No. 2398

Soubor : P-106.002 1. 1.2000 Time 0:19  
 Typ motoru : P 106 954cm<sup>3</sup>  
 Popis : PEUGEOT 106  
 : overeni vykonu -filtr sani stary  
 : Tresnak  
 Prevodovy pomer (ot.brzdy/ot.motoru) : 0.2650  
 Moment setrvacnosti motoru [kgm<sup>2</sup>] : 0.300  
 Teplota vzduchu pri mereni [°C] : 18.0  
 Atmosféricky tlak pri mereni [kPa] : 99.9  
 Vlhkost [%] : 70.0  
 Korekční konstanta [-] : 1.0127  
 Ucinnost mezi hn.kolem a motorem [%] : 95.0  
 Prenos vykonu [Retez/Kolo] : K  
 Meril : Tomek/SOUKUP

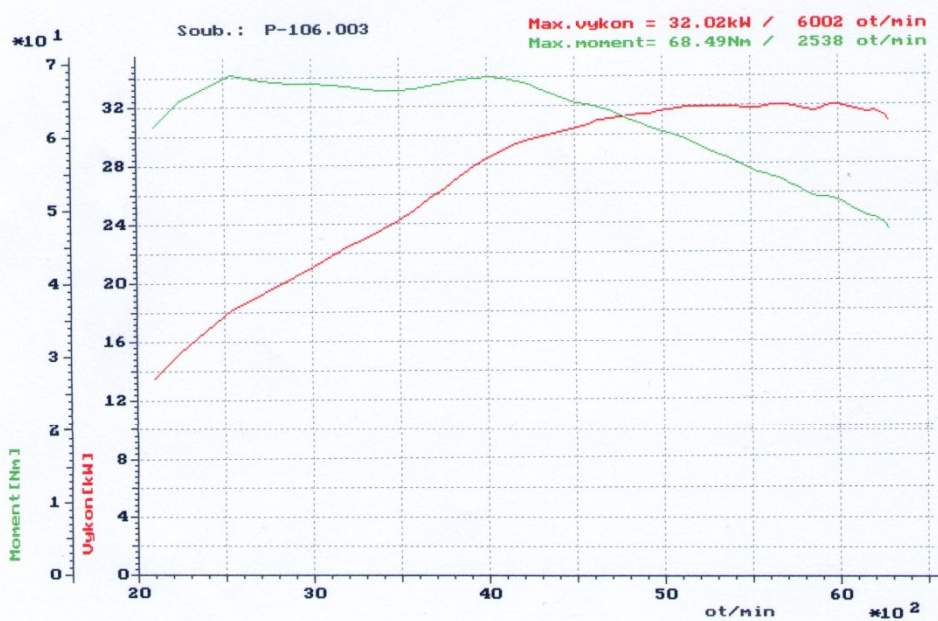


Otá. [rpm]	Vykon [kW]	Vykon [k]	Moment [Nm]
2103	13.42	18.25	60.94
2553	18.57	25.25	69.43
3125	21.86	29.73	66.80
3590	24.86	33.81	66.15
4020	28.76	39.12	68.34
4390	30.45	41.41	66.22
4709	31.19	42.42	63.25
4994	31.93	43.42	61.06
5246	32.04	43.58	58.33
5476	32.34	43.98	56.40
5689	32.67	44.43	54.84
5769	32.73	44.51	54.18
5957	32.57	44.29	52.21
6131	32.43	44.10	50.51
6286	31.57	42.93	47.96

## Dynamická výkonová krivka (Korig.) - motor

No. 2398

Soubor : P-106.003 1. 1.2000 Time 0:38  
 Typ motoru : P 106 954cm3  
 Popis : PEUGEOT 106  
 : overeni vykonu -fitr sani novy  
 : Tresnak  
 Prevodovy pomer (ot.brzdy/ot.motoru) : 0.2650  
 Moment setrvacnosti motoru [kgm<sup>2</sup>] : 0.300  
 Teplota vzduchu pri mereni [°C] : 18.0  
 Atmosféricky tlak pri mereni [kPa] : 99.9  
 Vlhkost [%] : 70.0  
 Korekční konstanta [-] : 1.0127  
 Ucinnost mezi hn.kolem a motorem [%] : 95.0  
 Prenos vykonu [Retez/Kolo] : K  
 Meril : Tomek/SOUKUP

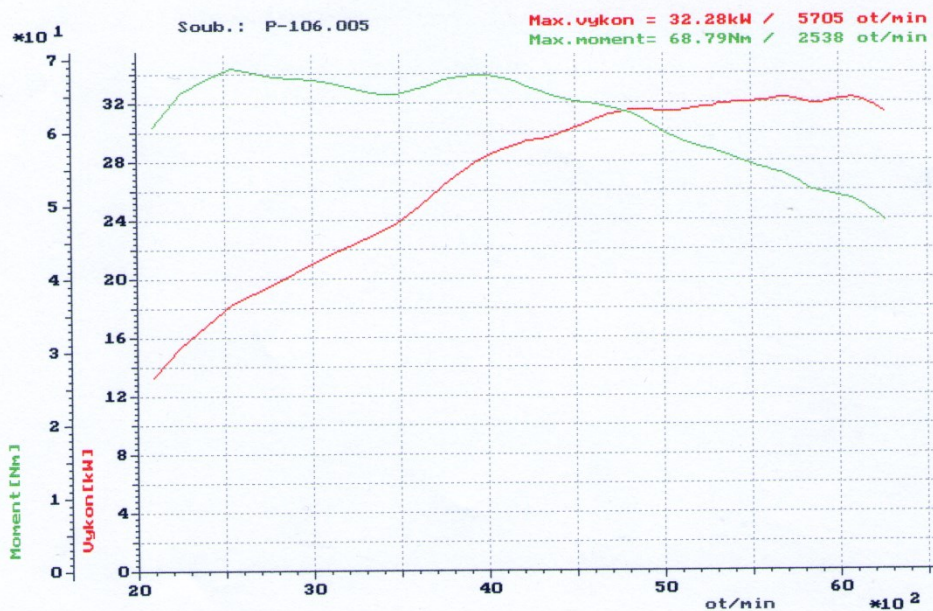


Otá. [rpm]	Vykon [kW]	Vykon [k]	Moment [Nm]
2097	13.48	18.34	61.41
2538	18.20	24.75	68.49
3110	21.83	29.69	67.05
3582	24.88	33.84	66.35
4009	28.51	38.78	67.92
4377	30.09	40.92	65.64
4698	31.14	42.35	63.31
4979	31.57	42.94	60.56
5233	31.88	43.36	58.19
5459	31.84	43.30	55.70
5667	31.99	43.50	53.90
5855	31.64	43.03	51.60
6002	32.02	43.54	50.95
6165	31.54	42.90	48.85

## Dynamická výkonová krivka (Korig.) - motor

No. 2398

Soubor : P-106.005 1. 1.2000 Time 0:46  
 Typ motoru : P 106 954cm<sup>3</sup>  
 Popis : PEUGEOT 106  
 : overeni vykonu -filtr sani novy GREEN  
 : Tresnak  
 Prevodovy pomer (ot.brzdy/ot.motoru) : 0.2650  
 Moment setrvacnosti motoru [kgm<sup>2</sup>] : 0.300  
 Teplota vzduchu pri mereni [°C] : 18.0  
 Atmosféricky tlak pri mereni [kPa] : 99.9  
 Vlhkost [%] : 70.0  
 Korekční konstanta [-] : 1.0127  
 Ucinnost mezi hn.kolem a motorem [%] : 95.0  
 Prenos vykonu [Retez/Kolo] : K  
 Meril : Tomek/SOUKUP

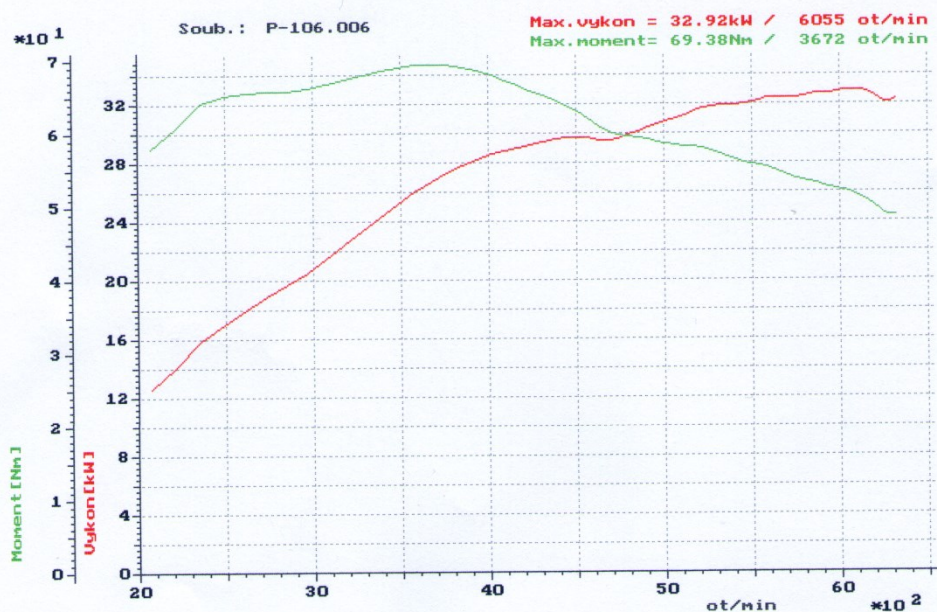


Otá. [rpm]	Vykon [kW]	Vykon [k]	Moment [Nm]
2090	13.29	18.07	60.71
2538	18.28	24.86	68.79
3109	21.73	29.55	66.73
3575	24.61	33.47	65.75
4003	28.40	38.62	67.74
4367	29.74	40.45	65.03
4691	31.16	42.38	63.45
4972	31.44	42.76	60.38
5223	31.65	43.05	57.88
5453	31.97	43.48	55.99
5665	32.27	43.88	54.40
5705	32.28	43.91	54.04
5891	31.90	43.39	51.72
6072	32.25	43.86	50.72
6230	31.54	42.89	48.34

## Dynamická výkonová křivka (Korig.) - motor

No. 2398

Soubor : P-106.006 1. 1.2000 Time 1:10  
 Typ motoru : P 106 954cm<sup>3</sup>  
 Popis : PEUGEOT 106  
 : overení výkonu -filtr sani nový kuzel  
 : Tresnak  
 Prevodový poměr (ot.brzdy/ot.motoru) : 0.2650  
 Moment setrvačnosti motoru [kgm<sup>2</sup>] : 0.300  
 Teplota vzduchu při měření [°C] : 18.0  
 Atmosférický tlak při měření [kPa] : 99.9  
 Vlhkost [%] : 70.0  
 Korekční konstanta [-] : 1.0127  
 Účinnost mezi hn.kolem a motorem [%] : 96.0  
 Přenos výkonu [Retez/Kolo] : K  
 Měří : Tomek/SOUKUP

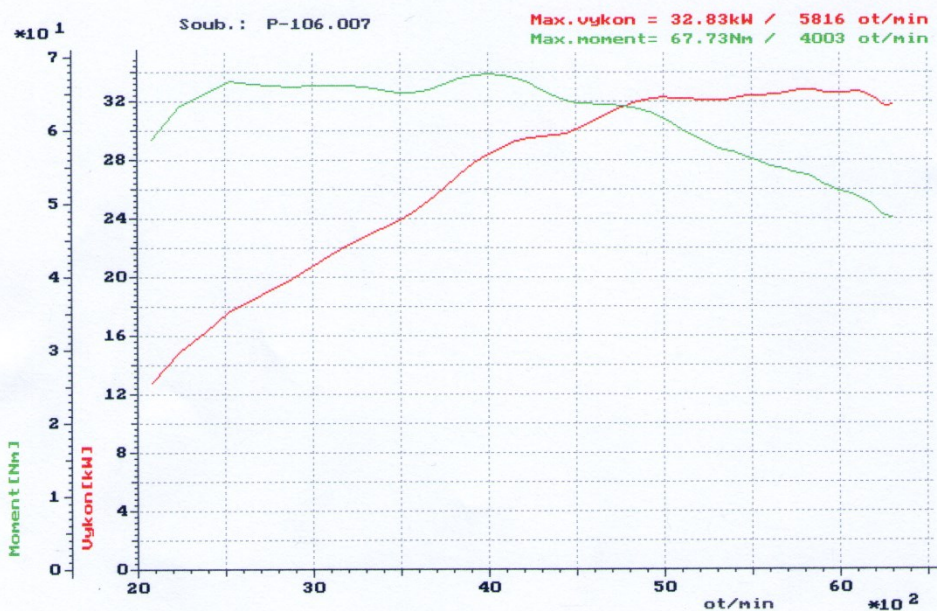


Otá. [rpm]	Výkon [kW]	Výkon [k]	Moment [Nm]
2074	12.61	17.15	58.06
2737	18.85	25.63	65.76
3282	23.37	31.78	68.00
3672	26.67	36.27	69.38
4090	28.81	39.18	67.26
4441	29.71	40.40	63.88
4737	29.64	40.31	59.75
5012	30.75	41.82	58.58
5267	31.76	43.20	57.60
5496	32.08	43.63	55.75
5709	32.41	44.08	54.22
5906	32.67	44.43	52.83
6055	32.92	44.78	51.93
6223	32.33	43.97	49.62

## Dynamická výkonová křivka (Korig.) - motor

No. 2398

Soubor : P-106.007 1. 1.2000 Time 1:13  
 Typ motoru : P 106 954cm<sup>3</sup>  
 Popis : PEUGEOT 106  
 : overeni vykonu - bez filtru sani  
 : Tresnak  
 Prevodovy pomer (ot.brzdy/ot.motoru) : 0.2650  
 Moment setrvacnosti motoru [kgm<sup>2</sup>] : 0.300  
 Teplota vzduchu pri mereni [°C] : 18.0  
 Atmosféricky tlak pri mereni [kPa] : 99.9  
 Vlhkost [%] : 70.0  
 Korekční konstanta [-] : 1.0127  
 Ucinnost mezi hn.kolem a motorem [%] : 96.0  
 Prenos vykonu [Retez/Kolo] : K  
 Meril : Tomek/SOUKUP



Otá. [rpm]	Vykon [kW]	Vykon [k]	Moment [Nm]
2087	12.84	17.47	58.77
2769	19.17	26.07	66.11
3297	22.79	31.00	66.01
3747	26.07	35.45	66.44
4003	28.39	38.61	67.73
4371	29.70	40.39	64.88
4698	31.27	42.52	63.55
4993	32.26	43.88	61.71
5247	32.09	43.64	58.41
5479	32.35	44.00	56.39
5694	32.62	44.36	54.71
5816	32.83	44.65	53.91
6002	32.58	44.31	51.84
6176	32.43	44.10	50.15