



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
LETECKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF AEROSPACE ENGINEERING

## LETECKÉ MOTORY PRO LETOUNY DO 2000 KG

AERO ENGINES FOR AIRCRAFT UP TO 2000 KG

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JIŘÍ LOUTOCKÝ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. JAROSLAV JURAČKA, Ph.D.

BRNO 2008











## **Anotace**

Tato bakalářská práce byla vytvořena jako databáze certifikovaných leteckých motorů pro letouny o váze 450 - 2000 kg. Je rozdělena do několika částí zabývajících se různým pojetím zpracování. V první části jsou uvedeni přední světoví výrobci a popis jimi vyráběných motorů. Druhá část grafickou formou rozděluje všechny nalezené motory vybraných výrobců podle způsobu dopravy paliva do spalovacího prostoru a plnicího tlaku. Třetí část porovnává motory řádově stejného výkonu (kategorie 100, 200 a 300 koňských sil). A to jak formou tabulky, tak graficky. Poslední úsek je věnován výběru nejvhodnějšího motoru podle zvoleného kritéria. Tím byl řádový výkon dle rozdělení v třetí části.

## **Klíčová slova**

motor, letecký, výrobce, databáze, porovnání, výkon, hmotnost, spotřeba paliva

## **Annotation**

This bachelor project was created like database of certified aircraft engines for aircraft with 450 - 2000 kg of weight. It is divide into four parts. Each part contains another conception of comparison. First part comprises of list of worldwide successful manufacturers and their products. Second part ranks engines by type of fuel transfer to combustion chamber and charge pressure. Third part compares engines with similar power in tables and in graphs. (Class 100, 200 and 300 horse power). Last part solves selection of most optimal engine in classes 100, 200 and 300 horse power.

## **Keywords**

engine, aircraft, manufacturer, database, comparison, power, weight, fuel consumption

### ***Bibliografická citace***

LOUTOCKÝ, J. Letecké motory pro letouny do 2000 kg. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 68 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Jaroslav Juračka, Ph.D.

### ***Poděkování***

Za účinnou podporu, cenné rady a připomínky při zpracování diplomové práce tímto děkuji vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Jaroslavu Juračkovi, Ph.D.

Rovněž bych tímto chtěl poděkovat pánům Ing. Dušanu Totkovi a Ing. Zdeňku Hlobilovi, kteří mi vyšli vstříc při shánění jinak nedostupných podkladů a věnovali mi svůj drahocenný čas. Rovněž ostatním, kteří mi byli nápomocni.

Gerlinde Limbach, Niels Mundt, Petr Prokop, Joerg Hornbostel a Sebastian Wentzler.



## ***Čestné prohlášení***

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, pod vedením a dohledem vedoucího diplomové práce pana doc. Ing. Jaroslava Juračky, Ph.D.

V Brně dne 25. května 2008

Jiří Loutocký

## **Obsah**

<b>1 Úvod.....</b>	<b>11</b>
<b>2 Vybraní výrobci.....</b>	<b>12</b>
2.1 Jabiru Aircraft Pty. Ltd. ....	12
2.2 Limbach Flugmotoren GmbH & Co. KG ....	15
2.3 LOM Praha s.p. ....	19
2.4 BRP-Rotax aircraft engines GmbH & Co. KG ....	26
2.5 Teledyne Continental motors, Inc. ....	29
2.6 Textron Lycoming.....	36
2.7 Thielert aircraft engines GmbH.....	46
<b>3 Porovnání výkonů k hmotnostem uvedených motorů.....</b>	<b>47</b>
3.1 Karburátorové motory s atmosférickým plněním.....	47
3.2 Karburátorové přeplňované motory.....	48
3.3 Akrobatické motory.....	48
3.4 Motory s přímým vstřikováním s atmosférickým plněním .....	49
3.5 Motory s přímým vstřikováním přeplňované.....	50
<b>4 Porovnání vybraných motorů řádově stejného výkonu.....</b>	<b>51</b>
4.1 Motory s výkonem řádově 100 koňských sil (~74 kW).....	51
4.2 Motory s výkonem řádově 200 koňských sil (~150 kW).....	55
4.3 Motory s výkonem řádově 300 koňských sil (~225 kW).....	58
<b>5 Výběr nejvhodnějšího motoru na základě zvoleného kritéria...</b>	<b>61</b>
5.1 Postupy a jejich zdůvodnění při výběru nejvhodnějšího motoru....	61
5.2 Výběr motoru s výkonem řádově 100 koňských sil (~74 kW).....	62
5.3 Výběr motoru s výkonem řádově 200 koňských sil (~150 kW).....	63
5.4 Výběr motoru s výkonem řádově 300 koňských sil (~225 kW).....	64
<b>6 Závěr.....</b>	<b>65</b>
<b>7 Výčet použitých zdrojů.....</b>	<b>66</b>
<b>8 Seznam použitých zkratk a symbolů.....</b>	<b>68</b>

## 1 Úvod

Tato práce je závěrečnou prací zakončující bakalářské studium na Fakultě strojího inženýrství Vysokého učení technického v Brně. Proto byla vyvinuta maximální snaha, již dovozovaly okolnosti, pro svědomité vyhotovení tohoto projektu.

Cílem práce je zpracovat databázi certifikovaných leteckých motorů. Hotová řádně dokončená práce by měla zrychlit rozhodování při výběru vhodného motoru při zástavbě do nově provedené konstrukce nebo pomoci při výběru vhodného motoru jako náhrady za motor starý.

Je třeba zmínit, že některé údaje v práci, které nejsou běžně dostupné na firemních webových stránkách, jsou použity se souhlasem výrobců či jejich výhradních zástupců. Data byla poskytnuta výhradně pro použití v této práci. (Použití takto získaných informací bude vždy u příslušné subkapitoly uvedeno).

Většina v praxi důležitých názvů jednotlivých technických parametrů je uvedena také v anglickém jazyce. Stejně tak jako některé důležité poznámky či zdůvodnění. Text v anglickém jazyce je kvůli zvýšení přehlednosti proveden písmem velikosti 10b na rozdíl od předepsané velikosti 12b, již je proveden text v českém jazyce. Práce je částečně vícejazyčná na přání několika lidí zastupujících výrobce, se kterými probíhala komunikace kvůli podkladům. Projevili totiž zájem o finální podobu práce. Tímto je tedy dosaženo zvýšené informativní hodnoty práce.

V kapitole 2 jsou graficky uvedeny podrobné parametry vybraných motorů, které charakterizují sortiment jednotlivých výrobců. Dále jsou uvedeny kompletní sortimenty vybraných světových výrobců formou bodových grafů. Motory velmi podobných parametrů jsou kvůli celkové přehlednosti sloučeny do jednoho bodu. Grafy mají sloužit především k rychlému zorientování v nabídce motorů výrobce. Přesné údaje je proto třeba si zjistit v buď v předcházející kapitole, nebo si je opatřit v katalogových listech výrobce.

Kapitola 3 porovnává motory z hlediska způsobu dopravy paliva do spalovacího prostoru a z hlediska plnicího tlaku. Toto rozdělení je zařazeno vzhledem k různým podmínkám letu různých typů letadel. Především tedy z důvodů různé nadmořské výšky, v níž je potřeba dosahovat požadovaného výkonu a z důvodů různé pracovní polohy motorů při použití v různých typech letadel.

Kapitola 4 porovnává všechny zmíněné parametry vybraných motorů v dané kategorii výkonu. Výběr vhodného motoru se tím značně zrychlí a zpřehlední. Další rozvedení kapitoly 4 je provedeno v kapitole 5, kde je dle zvolených kritérií vybírán z jednotlivých výkonových kategorií všeobecně nejvhodnější motor. Rozbor hodnocení jednotlivých parametrů motorů je proveden v podkapitole 5.1.

## 2 Vybraní výrobci

### 2.1 Jabiru Aircraft Pty. Ltd

Austalská firma sídlící ve městě Bundaberg West se zabývá výrobou letadel a leteckých motorů v rozmezí výkonů 64 až 133 kW. Všechny tři typové řady motorů spadají do kategorie pro použití v letounech 450-2000 kg.

Bylo použito technických listů z firemního webu (<http://www.jabiru.net.au/>)  
Viz kapitola 7 <sup>(7.1)</sup>



Obr. 1 – Jabiru 5100

#### 2.1.1 Jabiru 2200

Některá technická data Jabiru 2200

Vrtání / Bore	97,5 mm
Zdvih / Stroke	74 mm
Celk. objem / Total displacement	2200 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	8:1
Startovní výkon/ Take off power	64 kW / 3300 rpm
Max. trvalý výkon / Max. continuous power	N/A
Palivo / Fuel	AVGAS 100/130
Oleř / Engine oil	Aeroshell W100
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	15 litres/hour
Suchá hmotnost / Dry weight	60 kg <sup>(1)</sup>
Celk. hmotnost / Total weight	66 kg
Odhad hmotnosti příslušenství Estimation of weight of accessories	12 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	585x470x562 mm
TBO	2000 hours
Orientační cena / approximate price	13900 USD

(1) Odhad (estimation)

### 2.1.2 Jabiru 3300

#### Některá technická data Jabiru 3300

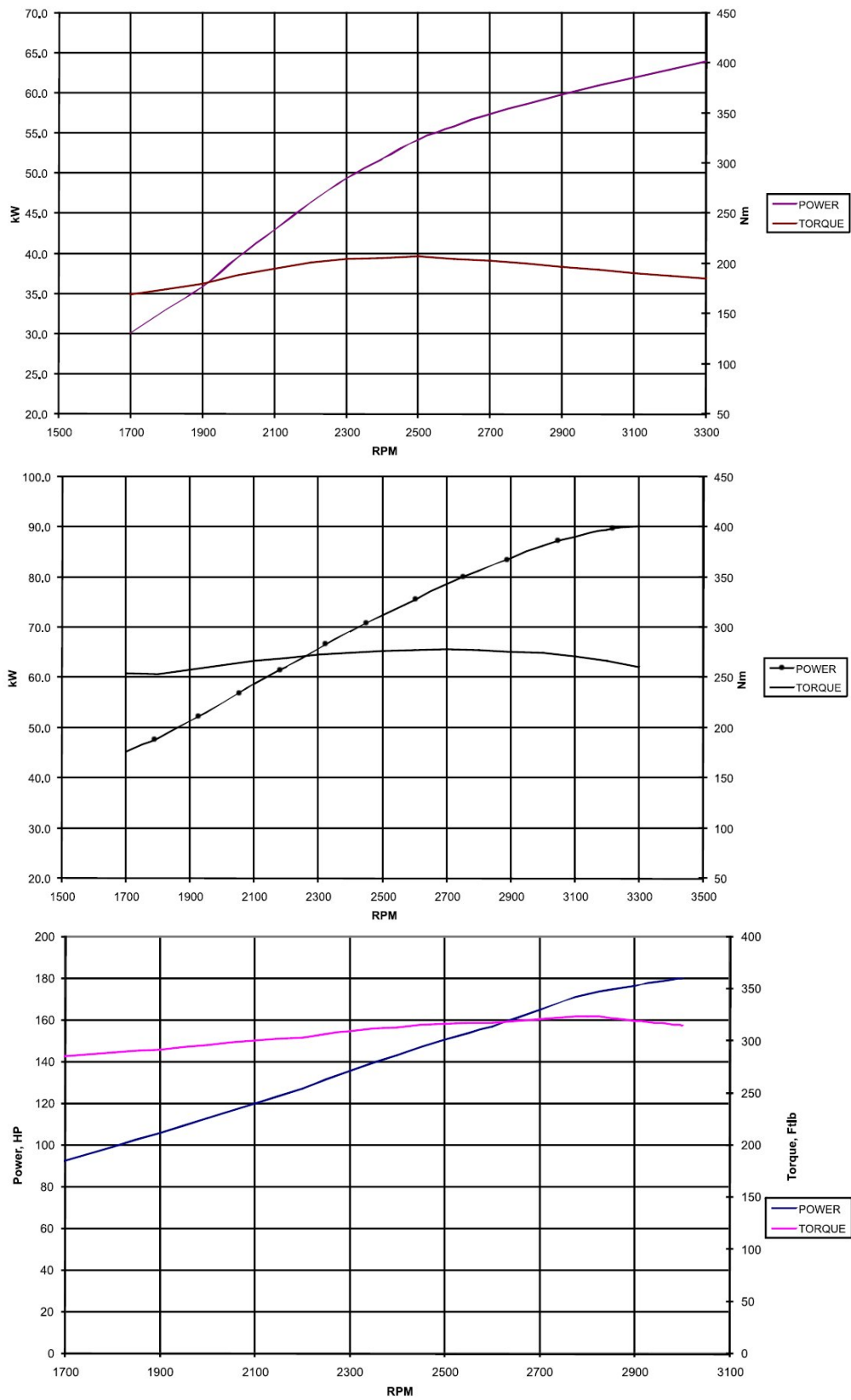
Vrtání / Bore	97,5 mm
Zdvih / Stroke	74 mm
Celk. objem / Total displacement	3300 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	8:1
Startovní výkon/ Take off power	89 kW / 3300 rpm
Max. trvalý výkon / Max. continuous power	80 kW / 2750 rpm
Palivo / Fuel	AVGAS 100/130
Olej / Engine oil	Aeroshell W100
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	26 litres/hour
Suchá hmotnost / Dry weight	81 kg <sup>(1)</sup>
Celk. hmotnost / Total weight	87 kg
Odhad hmotnosti příslušenství Estimation of weight of accessories	14 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	582x455x671 mm
TBO	2000 hours
Orientační cena / approximate price	18400 USD

### 2.1.3 Jabiru 5100

#### Některá technická data Jabiru 5100

Vrtání / Bore	97,5 mm
Zdvih / Stroke	74 mm
Celk. objem / Total displacement	5100 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	8,5:1
Startovní výkon/ Take off power	133 kW / 3000 rpm
Max. trvalý výkon / Max. continuous power	126 kW / 2700 rpm
Palivo / Fuel	AVGAS 100/130
Olej / Engine oil	Aeroshell W100
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	36 litres/hour
Suchá hmotnost / Dry weight	112 kg <sup>(1)</sup>
Celk. hmotnost / Total weight	120 kg
Odhad hmotnosti příslušenství Estimation of weight of accessories	22 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	635x550x1025 mm
TBO	2000 hours
Orientační cena / approximate price	24800 USD

### 2.1.4 Výkonové charakteristiky / Performance characteristics



Obr. 2 – Výkonové chrakteristiky motorů Jabiru. Shora: Jabiru 2200, Jabiru 3300, Jabiru 5100  
 Performance characteristics of Jabiru engines. From the top: Jabiru 2200, Jabiru 3300, Jabiru 5100

## 2.2 Limbach Flugmotoren GmbH & Co. KG

Německá firma sídlící ve městě Königswinter se zabývá výrobou leteckých motorů v rozmezí výkonů 15 až 125 kW (20-170 hp). Vzhledem k zadání práce byly vybrány motory od 40 kW výkonu. Přesněji řady motorů L 1700xx, L 2000xx a L 2400xx.

Bylo použito technických listů z firemního webu (<http://www.limflug.de/>), dále provozních manuálů poskytnutých přímo výrobcem. Viz kapitola 7<sup>(7.2)</sup>

### 2.2.1 Limbach L 1700 xx



Dostupné verze:

L 1700 E0/EC

L 1700 EA

L 1700 EB

L 1700 ED

Písmena označují typ vrtule, počet a typ karburátorů, jejich umístění, Umístění alternátoru a startéru.

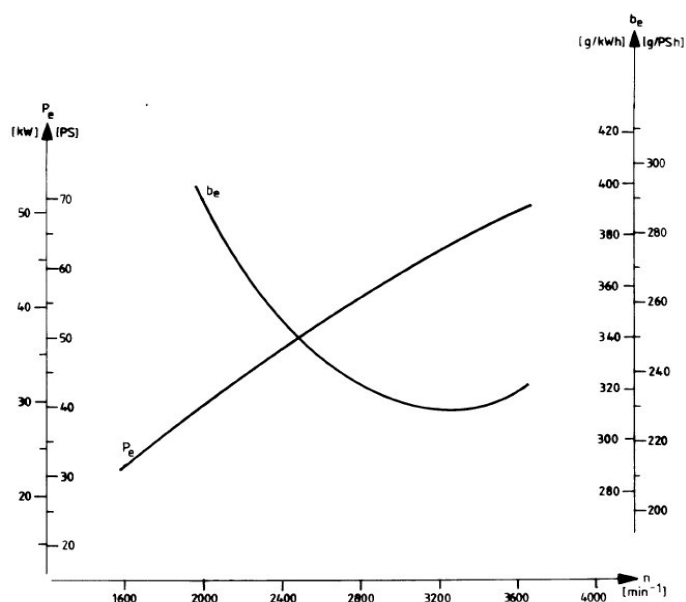
Obr.3 Limbach 1700 E0

#### Některá technická data L 1700 E0

Vrtání / Bore	88 mm
Zdvih / Stroke	69 mm
Celk. objem / Total displacement	1680 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	8:1
Startovní výkon/ Take off power	50 kW / 3600 rpm
Max. trvalý výkon / Max. continuous power	44 kW / 3200 rpm
Palivo / Fuel	AVGAS 100LL (min 96 octane)
Olej / Engine oil	SAE5W-20, SAE10W-30(40)
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	10 litres/hour
Suchá hmotnost / Dry weight	73 kg
Celk. hmotnost / Total weight	86,5 kg
Odhad hmotnosti příslušenství Estimation of weight of accessories	11 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	770x415x637 mm
TBO	1000 hours <sup>(2)</sup>
Orientační cena / approximate price	22600 USD

<sup>(2)</sup> Čas TBO může být zvýšen až o 2x 100 hodin, pokud motor není starší než 5 let a pokud byla provedena prohlídka v souladu s dokumentem Checklist No.: 910.000.050.000

## Výkonová charakteristika / Performance characteristics



Obr. 4 – Výkonová charakteristika Limbach 1700 E0

## 2.2.2 Limbach L 2000 xx

Dostupné verze: L 2000 E0/EC, L 2000 EA, L 2000 EB

Některá technická data L 2000 EB

Vrtání / Bore	90 mm
Zdvih / Stroke	78,4 mm
Celk. objem / Total displacement	1994 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	8,4:1
Startovní výkon/ Take off power	59 kW / 3400 rpm
Max. trvalý výkon / Max. continuous power	51 kW / 3000 rpm
Palivo / Fuel	AVGAS 100LL (min 96 octane)
Olej / Engine oil	SAE5W-20, SAE10W-30(40)
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	12 litres/hour
Suchá hmotnost / Dry weight	76,5 kg
Celk. hmotnost / Total weight	92 kg
Odhad hmotnosti příslušenství Estimation of weight of accessories	13 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	790x400x680 mm
TBO	1000 hours <sup>(3)</sup>
Orientační cena / approximate price	28500 USD

(3) L 2000 DA, E0, EA, EB, EC  
L 2000 EC

TBO: 1000 hours  
TBO: 1250 hours



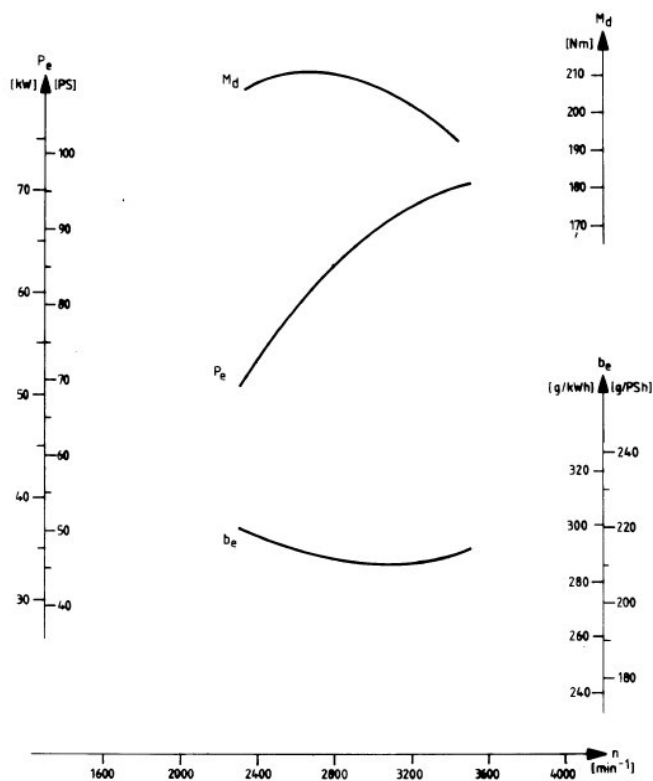
### 2.2.3 Limbach 2400 xx

Dostupné verze: L 2400 EB, L 2400 EB1.AD, L 2400 EE, L 2400 DFi/EFi,  
L 2400 DT/ET, L 2400 DT.X (experimental)  
T – turbocharged, i – injection

#### Některá technická data L 2400 EB1.AD

Vrtání / Bore	97 mm
Zdvih / Stroke	82 mm
Celk. objem / Total displacement	2424 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	8,5:1
Startovní výkon/ Take off power	69 kW / 3400 rpm
Max. trvalý výkon / Max. continuous power	62 kW / 3000 rpm
Palivo / Fuel	AVGAS 100LL (min 96 octane)
Olej / Engine oil	SAE5W-20, SAE10W-30(40)
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consuption (cruise)	14 litres/hour
Suchá hmotnost / Dry weight	80 kg
Celk. hmotnost / Total weight	95 kg
Odhad hmotnosti příslušenství Estimation of weight of accessories	11,5 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	790x400x680 mm
TBO	450 hours <sup>(4)</sup>
Orientační cena / approximate price	29000 USD

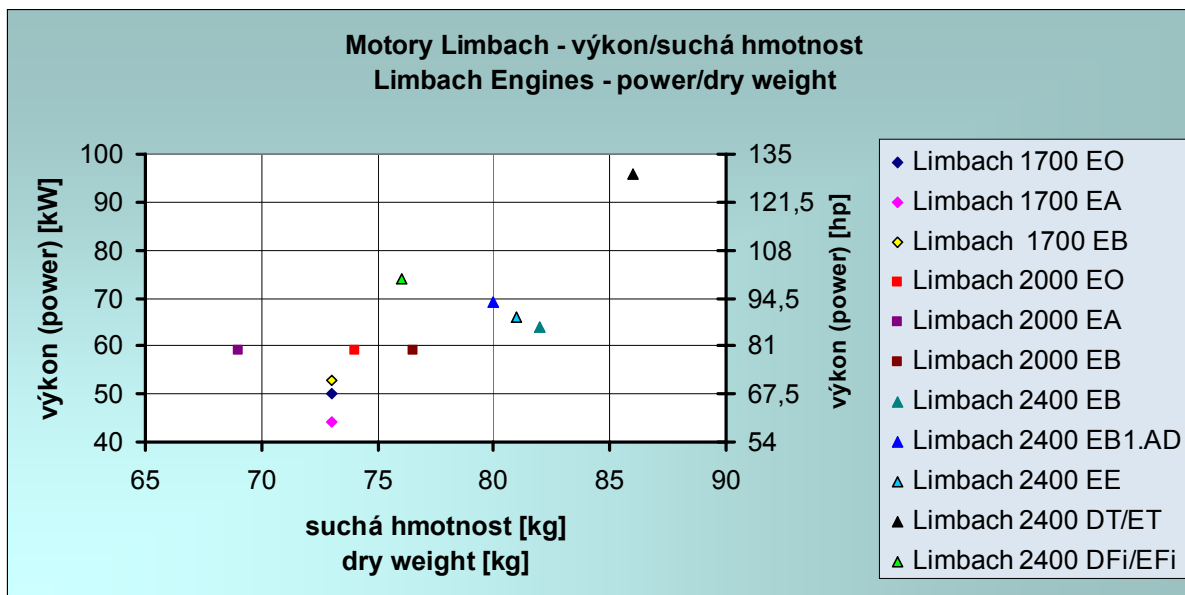
#### Výkonová charakteristika / Performance characteristics



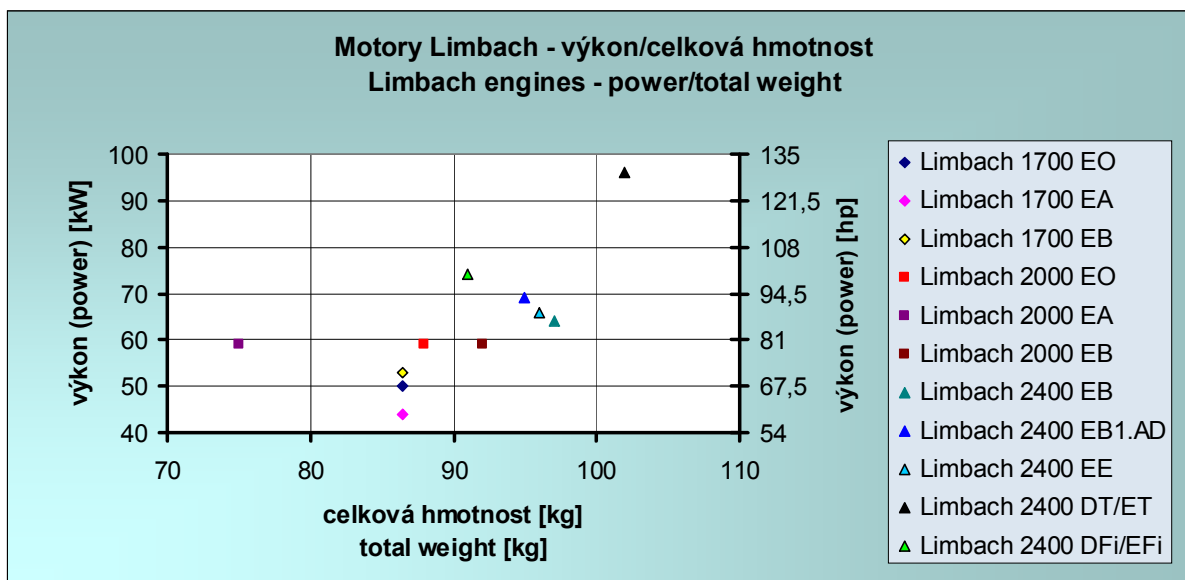
Obr. 5 – výkonová charakteristika Limbach 2400 EB1.AD

- (4) L 2400 EB1.AA, EB1.AB, EB1.AC - TBO: 1400 hours  
 L 2400 EB1.AD - TBO: 450 hours  
 L 2400 DF, DT, EE, EF, ET - TBO: 1000 hours

### 2.2.4 Shrnutí produkce motorů Limbach



Obr. 6 – Motory Limbach – výkon / suchá hmotnost



Obr. 7 – Motory Limbach – výkon / celková hmotnost

## 2.3 LOM Praha s.p.

Tradiční český výrobce řadových motorů sídlící v Praze nabízí motory v rozmezí výkonů 90 až 185 kW (120-250hp). Vzhledem k zadání práce všechny vyráběné motory spadají do okruhu této práce a byly tedy do ní zařazeny.

Bylo použito technických listů poskytnutých firmou LOM Praha s.p. a Moravan Aviation s.r.o. Viz kapitola 7 <sup>(7.3)</sup>

### 2.3.1 LOM M132A/AK

Jedná se o invertní řadový čtyřválec s atmosferickým plněním, s přímým vstřikováním paliva.

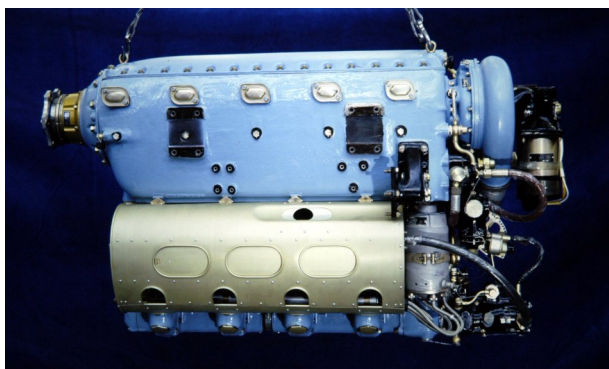
#### Některá technická data M132A/AK

Vrtání / Bore	105 mm
Zdvih / Stroke	115 mm
Celk. objem / Total displacement	3980 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	6,3:1
Startovní výkon/ Take off power	90 kW / 2700 rpm
Max. trvalý výkon / Max. continuous power	80 kW / (N/A) rpm
Palivo / Fuel	RON 88
Olej / Engine oil	Aeroshell W100 <sup>(5)</sup>
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	28,6 litres/hour @ 2400 rpm
Suchá hmotnost / Dry weight	105 kg
Celk. hmotnost / Total weight	113 kg
Odhad hmotnosti příslušenství Estimation of weight of accessories	20 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	454x668x1052 mm
TBO	2000 hours <sup>(6)</sup>
Orientační cena / approximate price	36600 USD

<sup>(5)</sup> dle normy MIL-L-22851D, např. AEROSHELL OIL W100, TOTAL AERO D100, ELF Aviation AD 100, MOBIL aero Oil 100, BP Aero D100, CASTROL Aero AD 100

<sup>(6)</sup> Při použití v neakrobatickém letounu. (If used in non-aerobatic aircraft)

### 2.3.2 LOM M332A/AK



Jedná se o invertní řadový čtyřválec s přeplňováním a s přímým vstřikováním paliva.

Obr. 8 – M 332A/AK

**Některá technická data M332A/AK**

Vrtání / Bore	105 mm
Zdvih / Stroke	115 mm
Celk. objem / Total displacement	3980 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	6,3:1
Startovní výkon/ Take off power	103 kW / 2700 rpm
Max. trvalý výkon / Max. continuous power	84,6 kW / (N/A) rpm
Palivo / Fuel	RON 88
Olej / Engine oil	Aeroshell W100 <sup>(5)</sup>
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	28,6 litres/hour @ 2400 rpm
Suchá hmotnost / Dry weight	113 kg
Celk. hmotnost / Total weight	122 kg
Odhad hmotnosti příslušenství Estimation of weight of accessories	22 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	427x671x1110 mm
TBO	2000 hours <sup>(6)</sup>
Orientační cena / approximate price	46500 USD

**2.3.3 LOM M332C**

Jedná se o invertní řadový čtyřválec s přeplňováním, se vstřikováním paliva

**Některá technická data M332C**

Vrtání / Bore	105 mm
Zdvih / Stroke	115 mm
Celk. objem / Total displacement	3980 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	7,4:1
Startovní výkon/ Take off power	124 kW / 3000 rpm
Max. trvalý výkon / Max. continuous power	98 kW / (N/A) rpm
Palivo / Fuel	RON 95
Olej / Engine oil	Aeroshell W100 <sup>(5)</sup>
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	27 litres/hour @ 2400 rpm
Suchá hmotnost / Dry weight	115 kg
Celk. hmotnost / Total weight	127 kg
Odhad hmotnosti příslušenství Estimation of weight of accessories	22 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	485x642x1144 mm
TBO	2000 hours <sup>(6)</sup>
Orientační cena / approximate price	51700 USD

**2.3.4 LOM M137A/AZ**

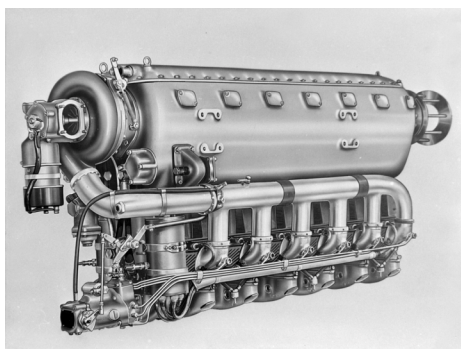
Jedná se o řadový šestiválec s atmosferickým plněním, se vstřikováním paliva

**Některá technická data M137A/AZ**

Vrtání / Bore	105 mm
---------------	--------

Zdvih / Stroke	115 mm
Celk. objem / Total displacement	5970 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	6,3:1
Startovní výkon/ Take off power	132 kW / 2750 rpm
Max. trvalý výkon / Max. continuous power	117,6 kW / 2680 rpm
Palivo / Fuel	RON 88
Olej / Engine oil	Aeroshell W100 <sup>(5)</sup>
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	43 litres/hour @ 2580 rpm
Suchá hmotnost / Dry weight	147 kg
Celk. hmotnost / Total weight	156 kg
Odhad hmotnosti příslušenství Estimation of weight of accessories	26 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	460x686x1344 mm
TBO	2000 hours <sup>(6)</sup>
Orientační cena / approximate price	54800 USD

### 2.3.5 LOM M337A/AK



Jedná se o řadový šestiválec s přeplňováním, se vstřikováním paliva

Obr. 9 – M337Sh

#### Některá technická data M337A/AK

Vrtání / Bore	105 mm
Zdvih / Stroke	115 mm
Celk. objem / Total displacement	5970 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	6,3:1
Startovní výkon/ Take off power	154,4 kW / 2750 rpm
Max. trvalý výkon / Max. continuous power	125 kW / 2600 rpm
Palivo / Fuel	RON 88
Olej / Engine oil	Aeroshell W100 <sup>(5)</sup>
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	41 litres/hour @ 2400 rpm
Suchá hmotnost / Dry weight	153 kg
Celk. hmotnost / Total weight	162 kg
Odhad hmotnosti příslušenství Estimation of weight of accessories	29 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	455x642x1402 mm
TBO	2000 hours <sup>(6)</sup>
Orientační cena / approximate price	66600 USD

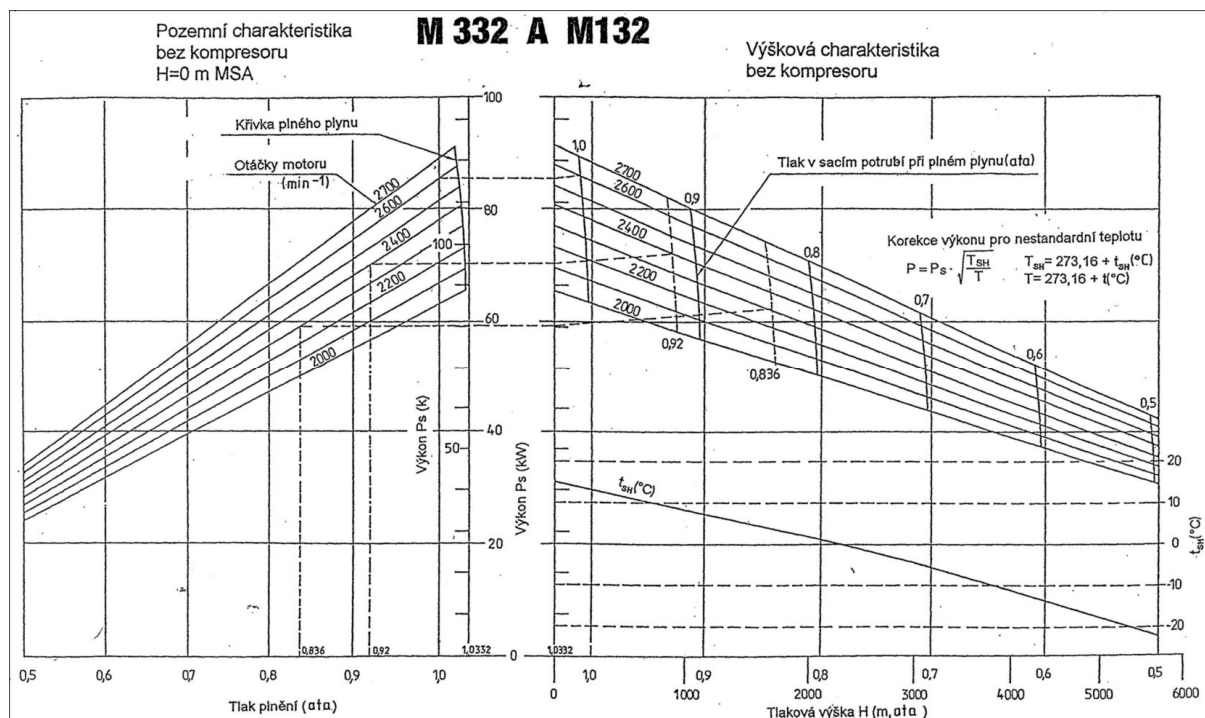
### 2.3.6 LOM M337C

Jedná se o invertní řadový šestiválec s přeplňováním, se vstřikováním paliva

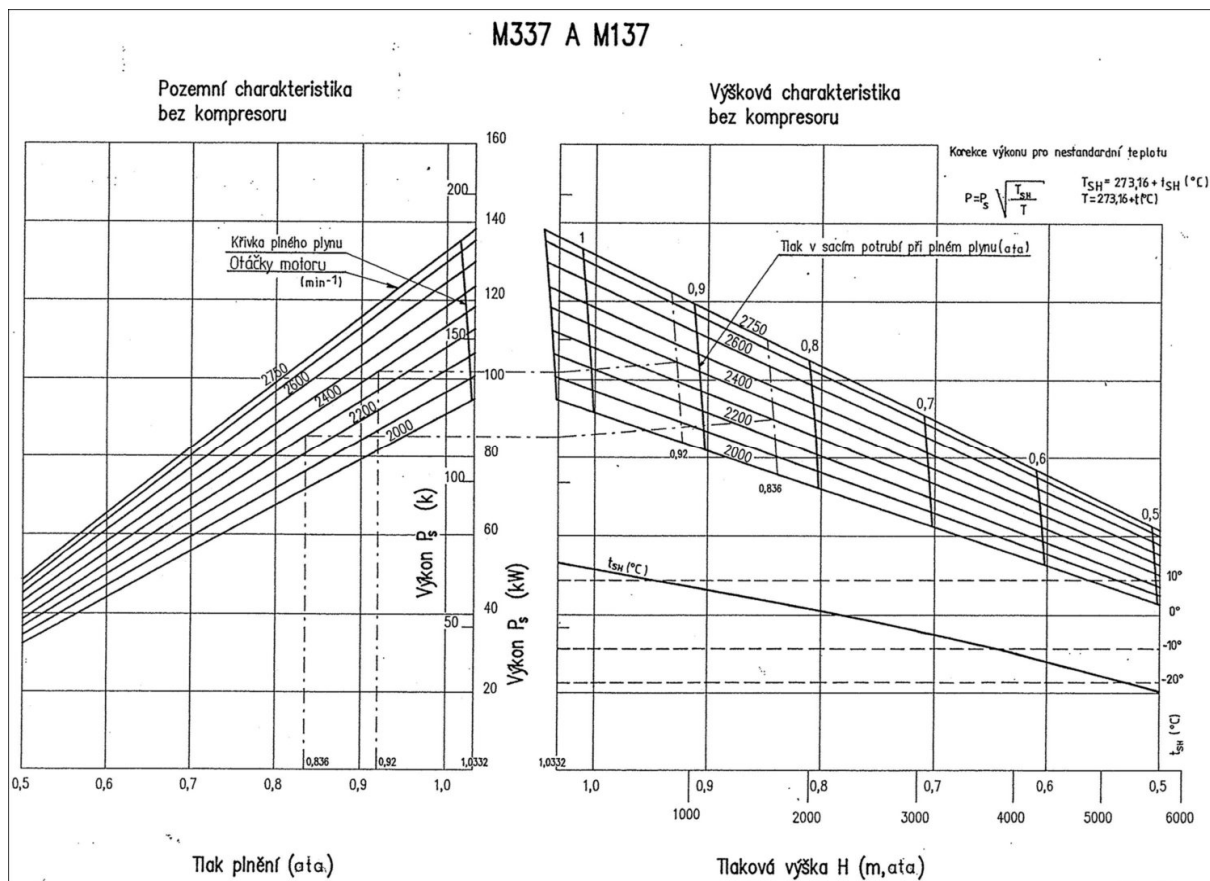
Některá technická data M332C

Vrtání / Bore	105 mm
Zdvih / Stroke	115 mm
Celk. objem / Total displacement	5970 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	7,4:1
Startovní výkon / Take off power	185 kW / 3000 rpm
Max. trvalý výkon / Max. continuous power	147 kW / (N/A) rpm
Palivo / Fuel	RON 95
Olej / Engine oil	Aeroshell W100 <sup>(5)</sup>
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	41 litres/hour
Suchá hmotnost / Dry weight	155 kg
Celk. hmotnost / Total weight	164 kg
Odhad hmotnosti příslušenství Estimation of weight of accessories	29 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	455x642x1436 mm
TBO	2000 hours <sup>(6)</sup>
Orientační cena / approximate price	76000 USD

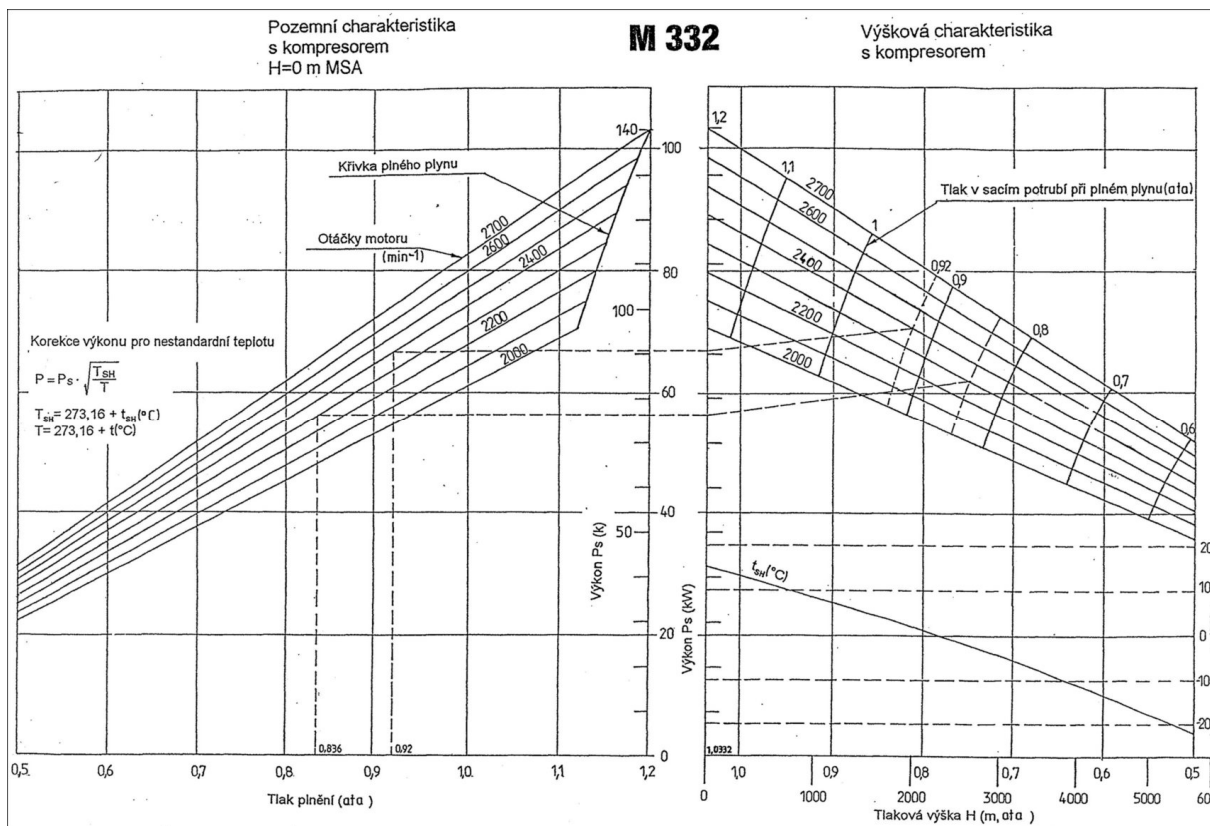
### 2.3.7 Výkonové charakteristiky / performance characteristics



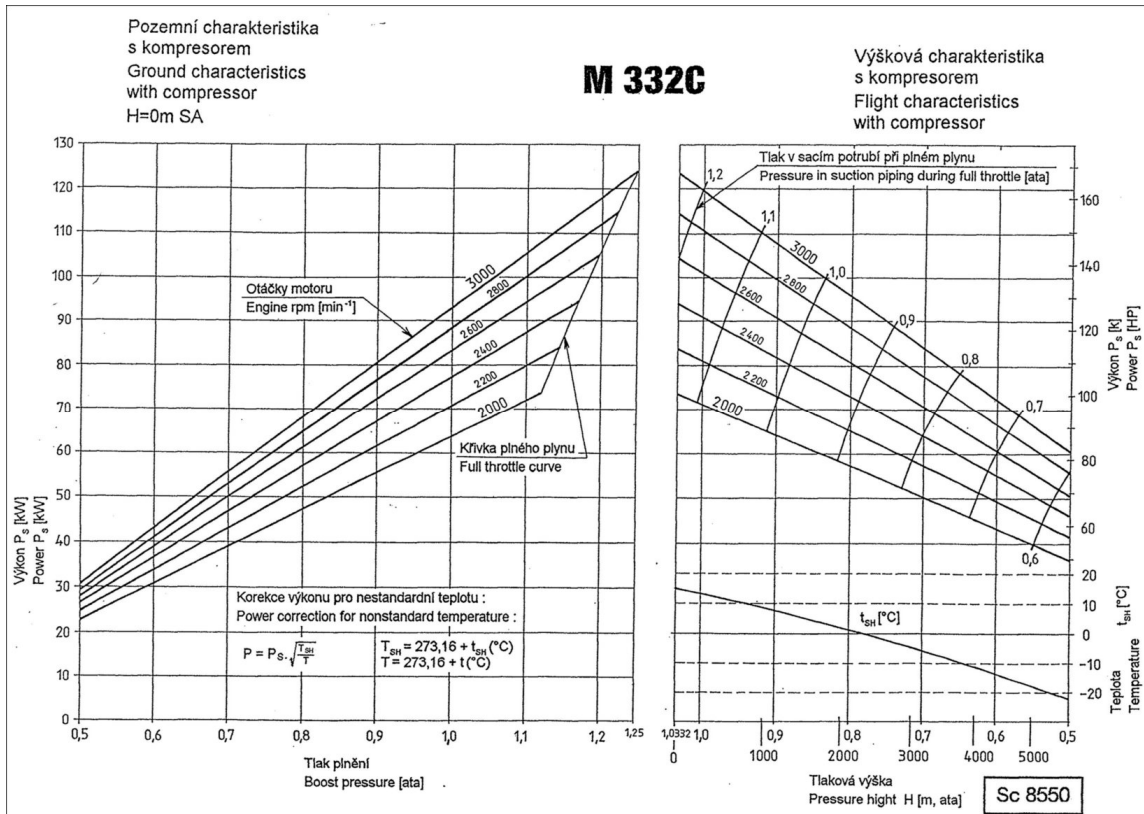
Obr. 10 – výkonová charakteristika M132A a M332A



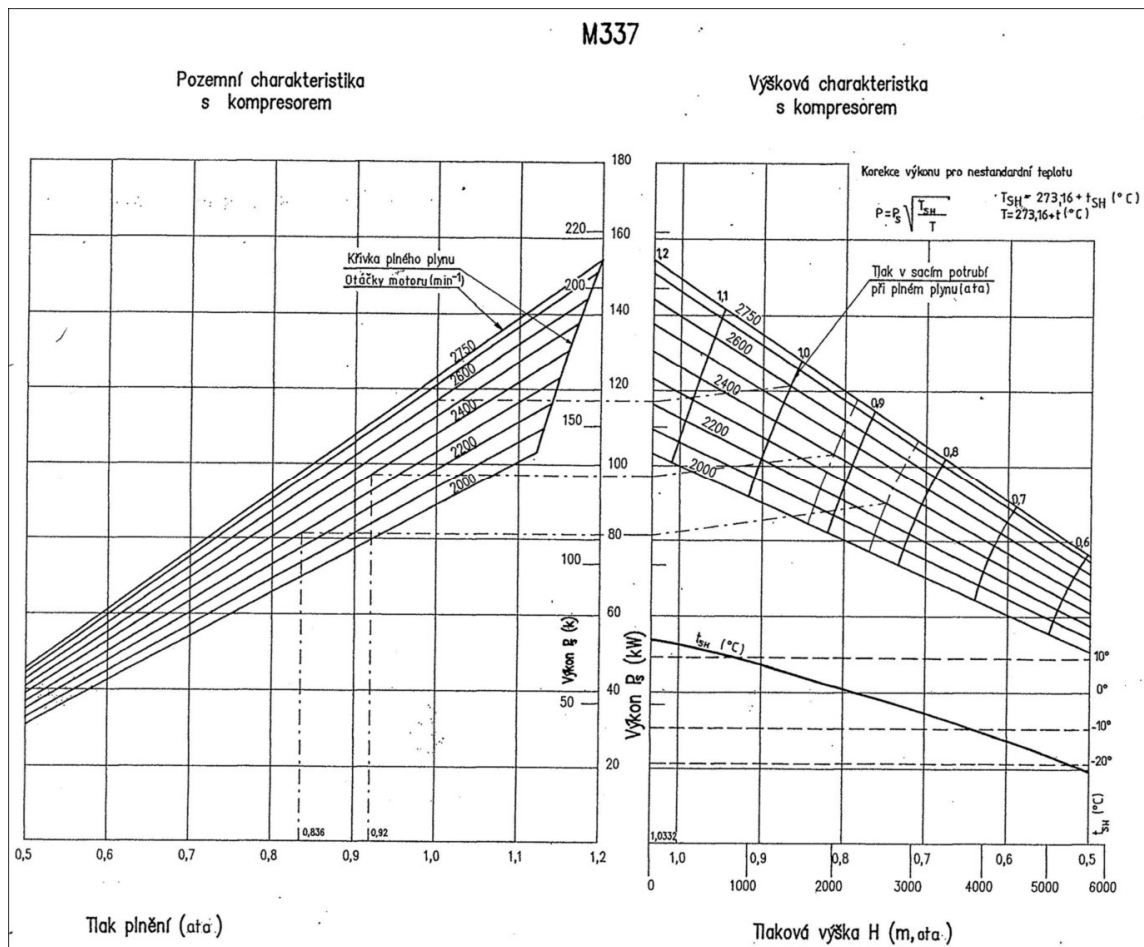
Obr. 11 – výkonová charakteristika M137A a M337A



Obr. 12 – Výkonová charakterika M332A

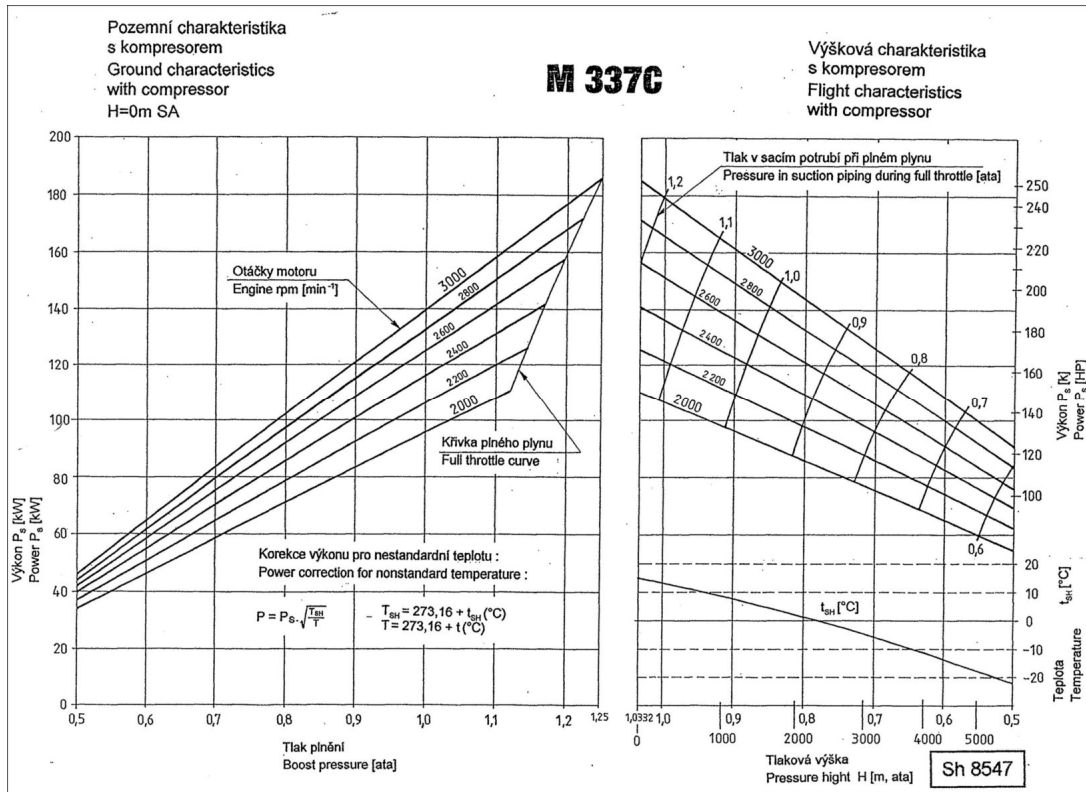


Obr. 13 – Výkonová charakteristika M332C



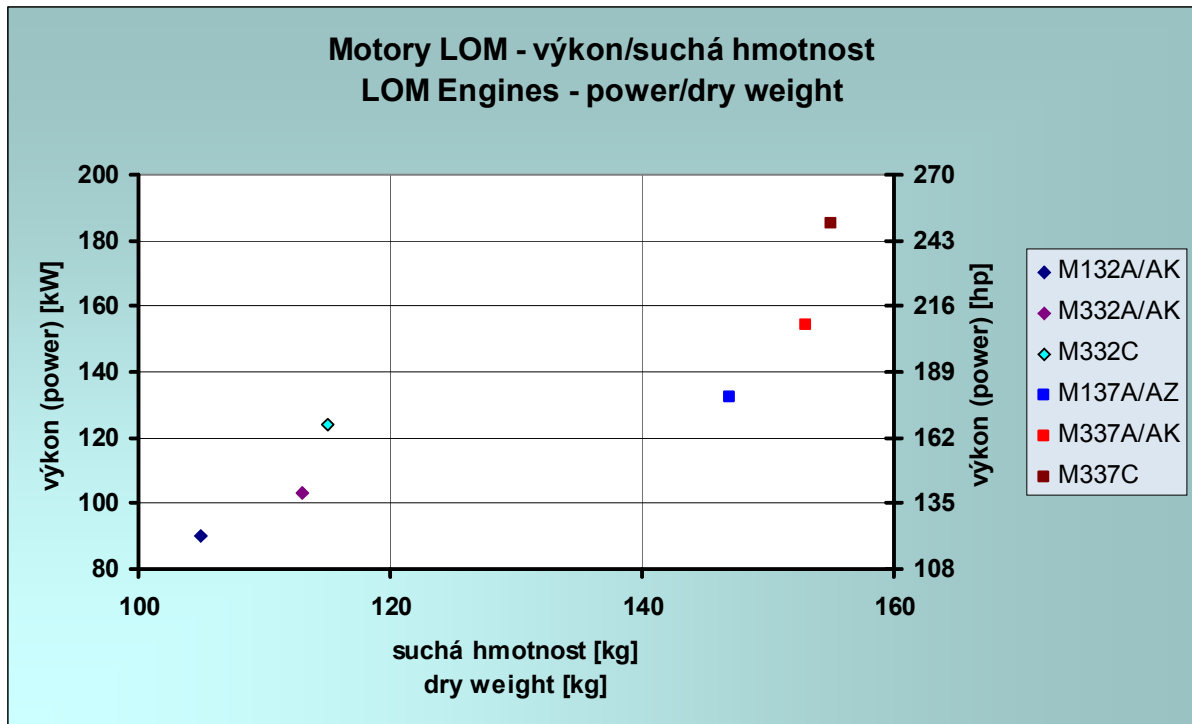
Obr. 14 – Výkonová charakteristika M337A





Obr. 15 – výkonová charakteristika M337C

2.3.8 Shrnutí produkce motorů LOM



Obr. 16 – Motory LOM –výkon / suchá hmotnost

## 2.4 BRP-Rotax GmbH & Co. KG

Rakouská firma sídlící v Günskirchenu. Zabývá se výrobou motorů pro sněžné skútry, vodní skútry, čtyřkolky, motocykly, carting a letadla.

Byly vybrány motory Rotax 912x a Rotax 914x. Bylo použito podkladů dostupných na firemním webu. (<http://www.rotax-aircraft-engines.com/>). Dále viz kapitola 7 <sup>(7.4)</sup>

### 2.4.1 Rotax 912 ULS/S



Dostupné verze:

912 A  
912 F  
912 UL  
912 S  
912 ULS

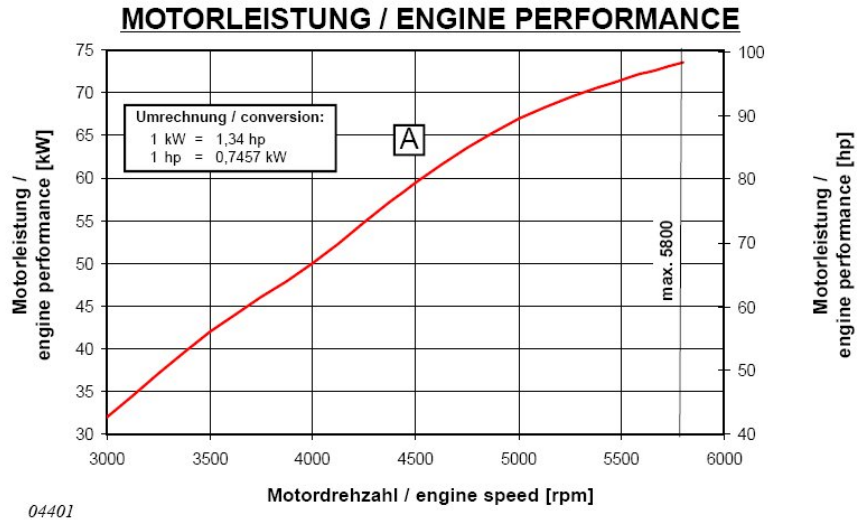
Obr. 17 – Rotax 912 ULS

Některá technická data 912 S

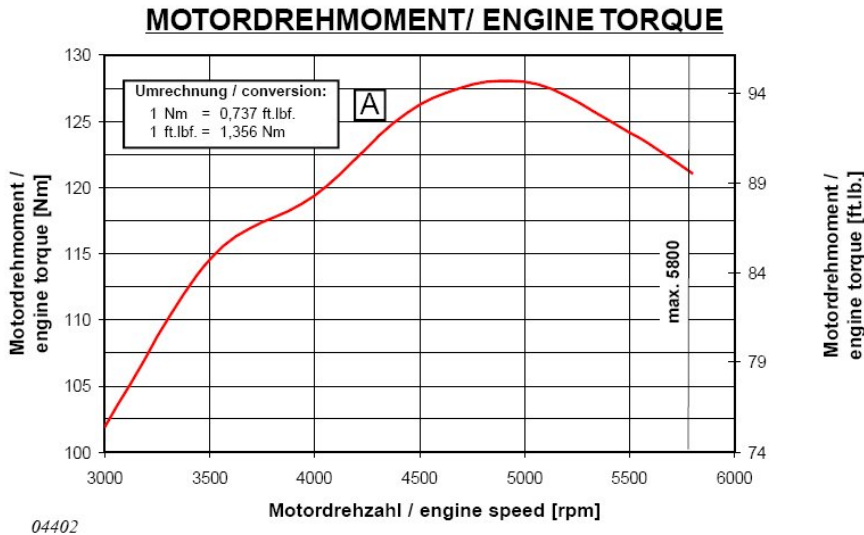
4 taktní, zážehový, 4 válcový kapalinou/vzduchem chlazený motor. Vybaven dvěma karburátory, mechanickou palivovou pumpou, dvojitým elektronickým zapalováním, elektrickým startérem.

Vrtání / Bore	84 mm
Zdvih / Stroke	61 mm
Celk. objem / Total displacement	1352 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	10,5:1
Startovní výkon/ Take off power	73,5 kW / 5800 rpm
Max. trvalý výkon / Max. continuous power	69 kW / 5500 rpm
Palivo / Fuel	min RON 95, min AKI 91
Oleř / Engine oil	API SG
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	14 litres/hour
Suchá hmotnost / Dry weight	56,6 kg
Celk. hmotnost / Total weight	75,3 kg
Odhad hmotnosti příslušenství Estimation of weight of accessories	18,7 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	560x400x570 mm
TBO	1500 hours
Orientační cena / approximate price	18500 USD

Výkonová charakteristika / Performance characteristics 912 S



Obr. 18 – Rotax 912 S – výkon / otáčky



Obr. 19 – Rotax 912 S – Krouticí moment / otáčky

2.4.2 Rotax 914 UL/F

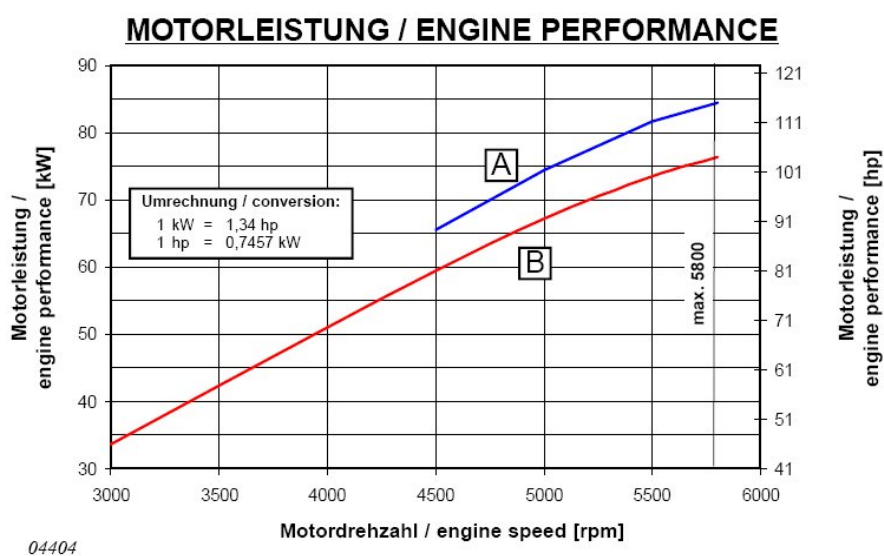
Některá technická data 914 F

4 taktní, přeplňovaný, zážehový, 4 válcový kapalinou/vzduchem chlazený motor. Vybaven dvěma karburátory, mechanickou palivovou pumpou, dvojitým elektronickým zapalováním, elektrickým startérem.

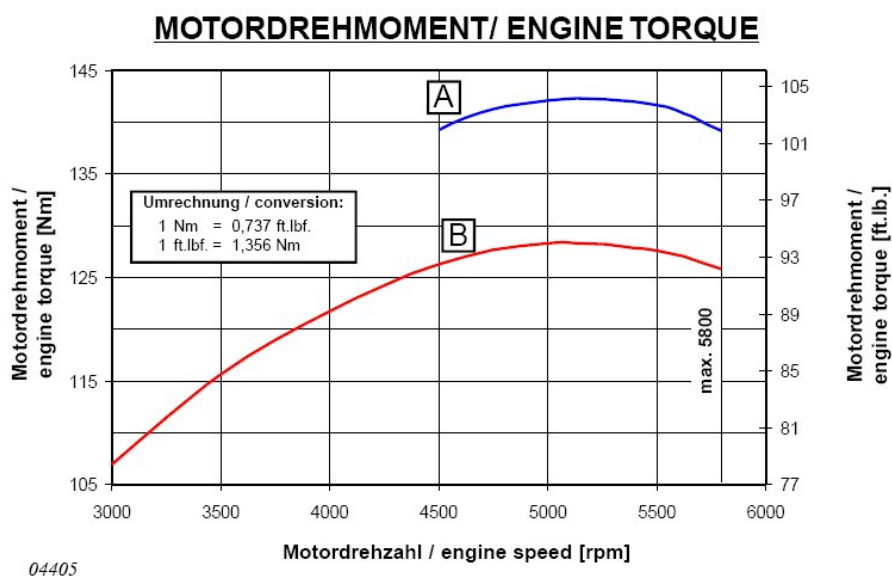
Vrtání / Bore	79,5 mm
Zdvih / Stroke	61 mm
Celk. objem / Total displacement	1211 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	9:1
Startovní výkon/ Take off power	84,5 kW / 5800 rpm
Max. trvalý výkon / Max. continuous power	73,5 kW / 5500 rpm
Palivo / Fuel	min RON 95, min AKI 91

Olej / Engine oil	API SG
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	18 litres/hour
Suchá hmotnost / Dry weight	64 kg
Celk. hmotnost / Total weight	81,3 kg
Odhad hmotnosti příslušenství Estimation of weight of accessories	17,3 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	450x520x600 mm
TBO	1200 hours
Orientační cena / approximate price	27000 USD

## Výkonová charakteristika / Performance characteristics 914 F



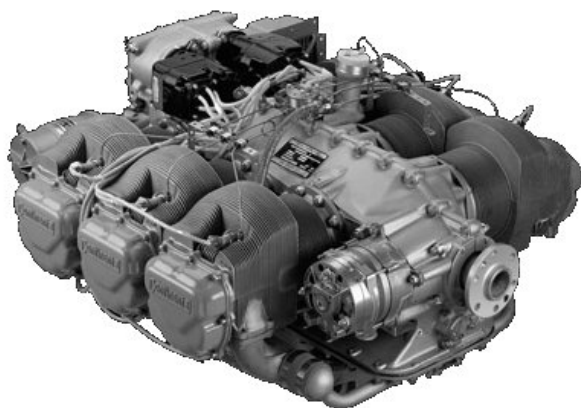
Obr. 20 – Rotax 914 F – výkon / otáčky (A – start, B – max. continuous power)



Obr. 21 - Rotax 914 F – krouticí moment / otáčky (A – start, B – max. continuous power)

## 2.5 Teledyne Continental Motors, Inc.

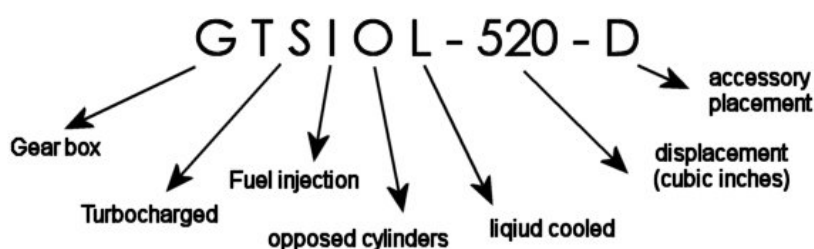
Severoamerický výrobce Teledyne Continental Motors je součástí koncernu Teledyne Technologies Incorporated, který se zabývá vývojem a výrobou v mnoha odvětvích průmyslu. Motory Continental jsou nabízeny v opravdu široké škále typů a provedení. Byly použity technické listy z firemního webu výrobce. (<http://www.tcmlink.com/>). Dále bylo použito informací viz kapitola 7 <sup>(7.5)</sup>



Prakticky celý výrobní program motorů Continental je určen pro pohon letounů mezi hmotnostmi 450 – 2000 kg. Výrobce nabízí objemové třídy 200, 240, 300, 360, 470, 520 a 550 kubických palců. Z každé objemové řady byl vybrán typický zástupce, u kterého jsou uvedeny podrobnější technické údaje.

Obr. 22 – Jeden z motorů Continental

### 2.5.1 Označování motorů Continental



Obr. 23 – Označování motorů Continental

### 2.5.2 Continental O-200-X (A, B)

Některá technická data O-200-A & B

Vrtání / Bore	103 mm
Zdvih / Stroke	98,5 mm
Celk. objem / Total displacement	3294 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	7:1
Startovní výkon/ Take off power	74 kW / 2750 rpm
Cestovní výkon / Cruise power	55,5 kW / 2500 rpm
Palivo / Fuel	min 80/87 AV gas
Olej / Engine oil	10W-30 : 20W-60
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	23,8 litres / hour
Suchá hmotnost / Dry weight	77 kg
Celk. hmotnost / Total weight	97,5 kg
Odhad hmotnosti příslušenství / Estimation of weight of accessories	18 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	800x590x730 mm

TBO	1800 hours
Orientační cena / approximate price	27000 USD <sup>(7)</sup>

### 2.5.3 Continental IO-240-X (A, B)

#### Některá technická data IO-240-A

Vrtání / Bore	113 mm
Zdvih / Stroke	98,5 mm
Celk. objem / Total displacement	3933 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	8,5:1
Startovní výkon/ Take off power	92,5 kW / 2800 rpm
Cestovní výkon / Cruise power	70 kW / 2550 rpm
Palivo / Fuel	min 100/100LL
Olej / Engine oil	10W-30 : 20W-60
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	23 litres / hour
Suchá hmotnost / Dry weight	93 kg
Celk. hmotnost / Total weight	109 kg
Odhad hmotnosti příslušenství Estimation of weight of accessories	13,5 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	800x570x760 mm
TBO	2000 hours
Orientační cena / approximate price	35000 USD <sup>(7)</sup>

### 2.5.4 Continental O-300-X (A, C, D)

#### Některá technická data O-300-C

Vrtání / Bore	103 mm
Zdvih / Stroke	98,5 mm
Celk. objem / Tot. displacement	4933 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	7:1
Startovní výkon/ Take off power	107,3 kW / 2700 rpm
Cestovní výkon / Cruise power	N/A
Palivo / Fuel	min 80/87
Olej / Engine oil	10W-30 : 20W-60
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	28 litres / hour
Suchá hmotnost / Dry weight	112,5 kg
Celk. hmotnost / Total weight	136 kg
Odhad hmotnosti příslušenství Estimation of weight of accessories	20,5 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	800x700x914 mm
TBO	1800 hours
Orientační cena / approximate price	35000 USD <sup>(7)</sup>

### 2.5.5 Continental IO-360-X (C, CB, D, DB, ES, G, GB, H, HB, J, JB, K, KB)

#### Některá technická data IO-360-ES

Vrtání / Bore	113 mm
Zdvih / Stroke	98,5 mm
Celk. objem / Total displacement	5899 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	8,5:1
Startovní výkon/ Take off power	155,4 kW / 2800 rpm
Max. trvalý výkon / Max. continuous power	116 kW / 2500 rpm
Palivo / Fuel	min 100/100LL
Olej / Engine oil	10W-30 : 20W-60
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	34 litres / hour
Suchá hmotnost / Dry weight	138 kg
Celk. hmotnost / Total weight	168 kg
Odhad hmotnosti příslušenství Estimation of weight of accessories	26,5 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	840x670x925 mm
TBO	2000 hours
Orientační cena / approximate price	55000 USD <sup>(7)</sup>

### 2.5.6 Continental TSIO-360-X (A, AB, C, CB, D, DB, E, EB, F, FB, H, HB, JB, LB, MB, SB)

#### Některá technická data TSIO-360-H, HB

Vrtání / Bore	113 mm
Zdvih / Stroke	98,5 mm
Celk. objem / Total displacement	5899 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	7,5:1
Startovní výkon/ Take off power	156kW / 2800 rpm
Cestovní výkon / Cruise power	126 kW / 2600 rpm
Palivo / Fuel	min 100/100LL
Olej / Engine oil	10W-30 : 20W-60
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	45,4 litres / hour
Suchá hmotnost / Dry weight	136 kg
Celk. hmotnost / Total weight	157 kg
Odhad hmotnosti příslušenství Estimation of weight of accessories	17,5 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	800x570x900 mm
TBO	1400 hours
Orientační cena / approximate price	63000 USD <sup>(7)</sup>

### 2.5.7 Continental O-470-X (CGI, J, K, L, R, S, U)

#### Některá technická data O-470-S

Vrtání / Bore	127 mm
Zdvih / Stroke	102 mm

Celk. objem / Total displacement	7702 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	7:1
Startovní výkon/ Take off power	170 kW / 2600 rpm
Max. trvalý výkon / Max. continuous power	127 kW / 2450 rpm
Palivo / Fuel	min 80/87
Olej / Engine oil	10W-30 : 20W-60
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	37,5 litres / hour
Suchá hmotnost / Dry weight	175 kg
Celk. hmotnost / Total weight	193 kg
Odhad hmotnosti příslušenství Estimation of weight of accessories	14,5 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	855x725x915 mm
TBO	1500 hours
Orientační cena / approximate price	48000 USD <sup>(7)</sup>

### 2.5.8 Continental IO-470-X (C, D, E, F, H, J, K, L, M, N, S, U, V)

Některá technická data IO-470-D	
Vrtání / Bore	127 mm
Zdvih / Stroke	102 mm
Celk. objem / Total displacement	7718 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	8,6:1
Startovní výkon/ Take off power	192,4 kW / 2625 rpm
Cestovní výkon / Cruise power	140,6 kW / 2450 rpm
Palivo / Fuel	min 100/130
Olej / Engine oil	10W-30 : 20W-60
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	43,5 litres / hour
Suchá hmotnost / Dry weight	193 kg
Celk. hmotnost / Total weight	206 kg
Odhad hmotnosti příslušenství Estimation of weight of accessories	19,5 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	855x505x1110 mm
TBO	1500 hours
Orientační cena / approximate price	50000 USD <sup>(7)</sup>

### 2.5.9 Continental IO-520-X (A, B, BA, BB, C, CB, D, E, F, J, K, L, M, MB, P)

Některá technická data IO-520-C	
Vrtání / Bore	133 mm
Zdvih / Stroke	102 mm
Celk. objem / Total displacement	8521 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	8,5:1
Startovní výkon/ Take off power	211 kW / 2700 rpm
Cestovní výkon / Cruise power	158 kW / 2500 rpm
Palivo / Fuel	min 100/130
Olej / Engine oil	10W-30 : 20W-60



Spotřeba paliva při cestovních otáčkách /	
Fuel consumption (cruise)	50,34 litres / hour
Suchá hmotnost / Dry weight	180 kg
Celk. hmotnost / Total weight	204 kg
Odhad hmotnosti příslušenství	
Estimation of weight of accessories	20 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	855x480x1090 mm
TBO	1700 hours
Orientační cena / approximate price	54000 USD <sup>(7)</sup>

#### 2.5.10 Continental TSIO-520-X (AF, B, BB, BE, C, CE, D, DB, E, EB, G, H, J, JB, K, KB, L, LB, M, N, NB, P, R, T, U, UB, VB, WB)

Některá technická data TSIO-520-G	
Vrtání / Bore	133 mm
Zdvih / Stroke	102 mm
Celk. objem / Total displacement	8521 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	7,5:1
Startovní výkon/ Take off power	222 kW / 2700 rpm
Cestovní výkon / Cruise power	159 kW / 2500 rpm
Palivo / Fuel	100/130
Olej / Engine oil	10W-30 : 20W-60
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách /	
Fuel consumption (cruise)	47,9 litres / hour
Suchá hmotnost / Dry weight	188 kg
Celk. hmotnost / Total weight	204 kg
Odhad hmotnosti příslušenství	
Estimation of weight of accessories	22 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	855x505x1040 mm
TBO	1400 hours
Orientační cena / approximate price	64000 USD <sup>(7)</sup>

#### 2.5.11 Continental GTSIO-520-X (D, H, L, M, N)

Některá technická data GTSIO-520-M	
Vrtání / Bore	133 mm
Zdvih / Stroke	102 mm
Celk. objem / Total displacement	8521 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	7,5:1
Startovní výkon/ Take off power	277,5 kW / 3350 rpm
Cestovní výkon / Cruise power	215 kW / 2900 rpm
Palivo / Fuel	100/100LL
Olej / Engine oil	10W-30 : 20W-60
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách /	
Fuel consumption (cruise)	N/A
Suchá hmotnost / Dry weight	220 kg
Celk. hmotnost / Total weight	264 kg
Odhad hmotnosti příslušenství	

Estimation of weight of accessories	39 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	865x675x1585 mm
TBO	1600 hours
Orientační cena / approximate price	110000 USD <sup>(7)</sup>

### 2.5.12 Continental IO-550-X (A, B, C, D, E, F, L, N)

Některá technická data IO-550-L	
Vrtání / Bore	133 mm
Zdvih / Stroke	108 mm
Celk. objem / Total displacement	9013 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	8,5:1
Startovní výkon/ Take off power	222 kW / 2700 rpm
Cestovní výkon / Cruise power	174 kW / 2500 rpm
Palivo / Fuel	100/100LL
Olej / Engine oil	10W-30 : 20W-60
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	49,2 litres / hour
Suchá hmotnost / Dry weight	191 kg
Celk. hmotnost / Total weight	206 kg
Odhad hmotnosti příslušenství	
Estimation of weight of accessories	21 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	855x590x1040 mm
TBO	1700 hours
Orientační cena / approximate price	55000 USD

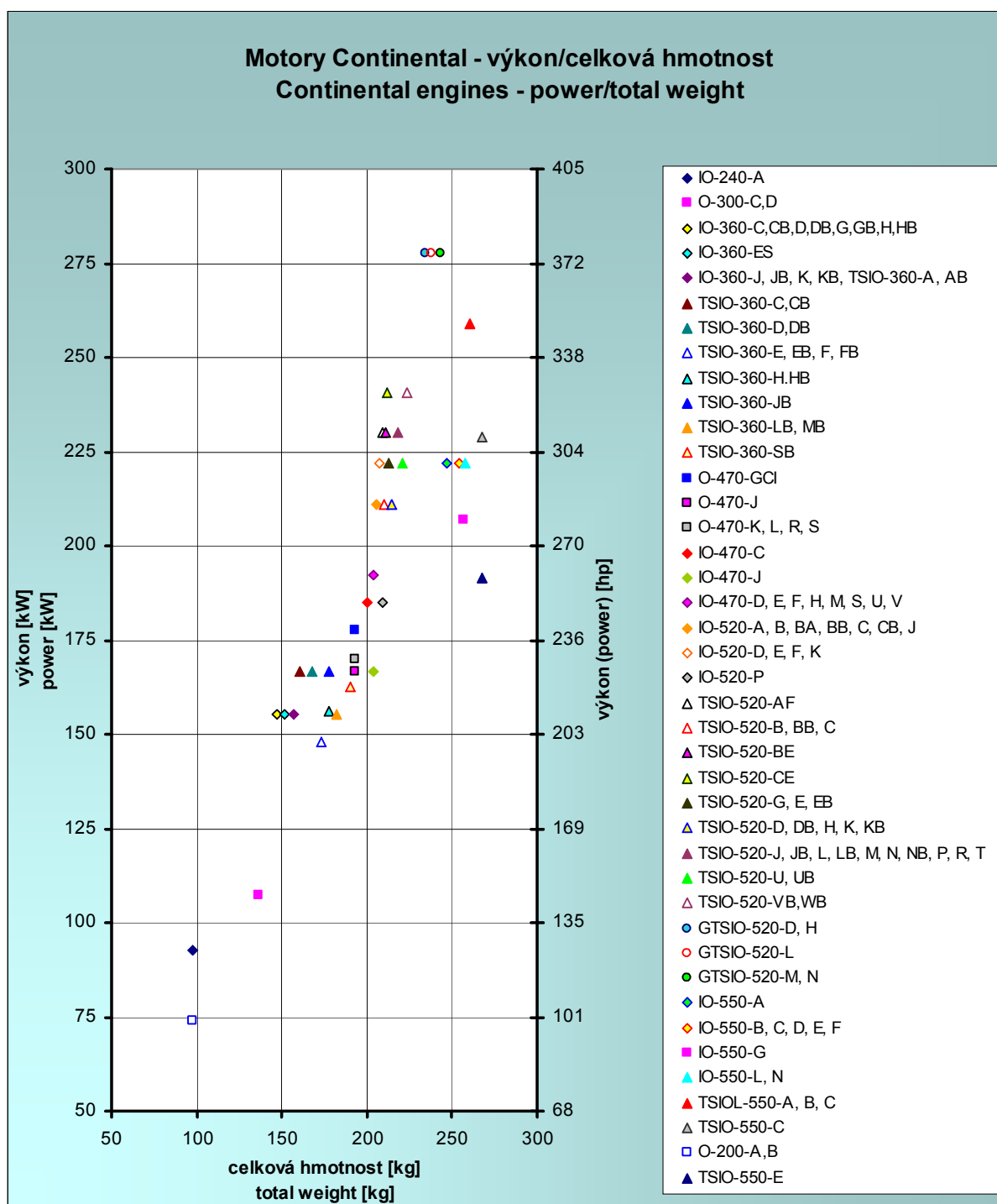
### 2.5.13 Continental TSIO(L)-550-X (A, B, C, E)

Některá technická data TSIO-550-C	
Vrtání / Bore	133 mm
Zdvih / Stroke	108 mm
Celk. objem / Total displacement	9013 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	7,5:1
Startovní výkon/ Take off power	259 kW / 2700 rpm
Cestovní výkon / Cruise power	194 kW / 2500 rpm
Palivo / Fuel	100/100LL
Olej / Engine oil	10W-30 : 20W-60
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	75,7 litres / hour
Suchá hmotnost / Dry weight	201 kg
Celk. hmotnost / Total weight	257 kg
Odhad hmotnosti příslušenství	
Estimation of weight of accessories	48 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	1080x850x1085 mm
TBO	2000 hours
Orientační cena / approximate price	87800 USD

(7) - odhad ceny nového motoru podle ceny motoru po generální opravě. Cena motoru po generální opravě brána jako 0,45 ceny motoru nového. Podle aktuálních zjištěných cen motorů Continental XX-550-XX se odhadnuté ceny pohybují s přesností cca  $\pm 10\%$ .

(7) - estimation of price of new engines in relation with price of overhauled engines. Price of new one = 0,45 x price of overhauled with accuracy cca  $\pm 10\%$ .

### 2.5.14 Shrnutí produkce motorů Teledyne Continental



Obr. 24 – Motory Continental – výkon / celková hmotnost

## 2.6 Textron Lycoming

Firma Textron Inc. je celosvětová společnost zabývající se mnoha odvětvími nejen v průmyslu. Firma Lycoming je nyní součástí koncernu Textron a k dnešnímu dni vyrobila více než 325 000 leteckých motorů.

Byly použity technické listy z firemního webu výrobce.

( <http://www.lycoming.com/>). Dále bylo použito informací viz kapitola 7 <sup>(7.6)</sup>



Prakticky celý výrobní program motorů Lycoming je určen pro pohon letounů mezi hmotnostmi 450 – 2000 kg. Výrobce nabízí objemové třídy 235, 320, 360, 540, 580 a 720 kubických palců. Z každé objemové řady byl vybrán typický zástupce, u kterého jsou uvedeny podrobnější technické údaje.

Obr. 25 - AEIO-580

### 2.6.1 Označování motorů Lycoming

## AEIO - 540 - L 1 B 5

AE – akrobatický	objem	doplňující informace o
H – horizontální (pro helikoptéry)	kubické palce	příslušenství a jeho umístění
I – vstřikování paliva		
L – levostranná rotace hřídele		
O – úhel válců 180°		
T – přeplňovaný		

### 2.6.2 Lycoming O-235-X (C, E, F, G, H, J, K, L, M, N, P)

Některá technická data O-235-N

Vrtání / Bore	111,1 mm
Zdvih / Stroke	98,5 mm
Celk. objem / Total displacement	3851 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	8,1:1
Startovní výkon/ Take off power	86 kW / 2800 rpm
Cestovní výkon / Cruise power	77 kW / 2400 rpm
Palivo / Fuel	min 80
Olej / Engine oil	SAE20W50
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	25 litres / hour
Suchá hmotnost / Dry weight	100 kg
Celk. hmotnost / Total weight	116 kg <sup>(8)</sup>

Odhad hmotnosti příslušenství	
Estimation of weight of accessories	22 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	815x570x750 mm
TBO	2400 hours
Orientační cena / approximate price	31000 USD

### 2.6.3 Lycoming O-320-X (A, B, C, D, E, H)

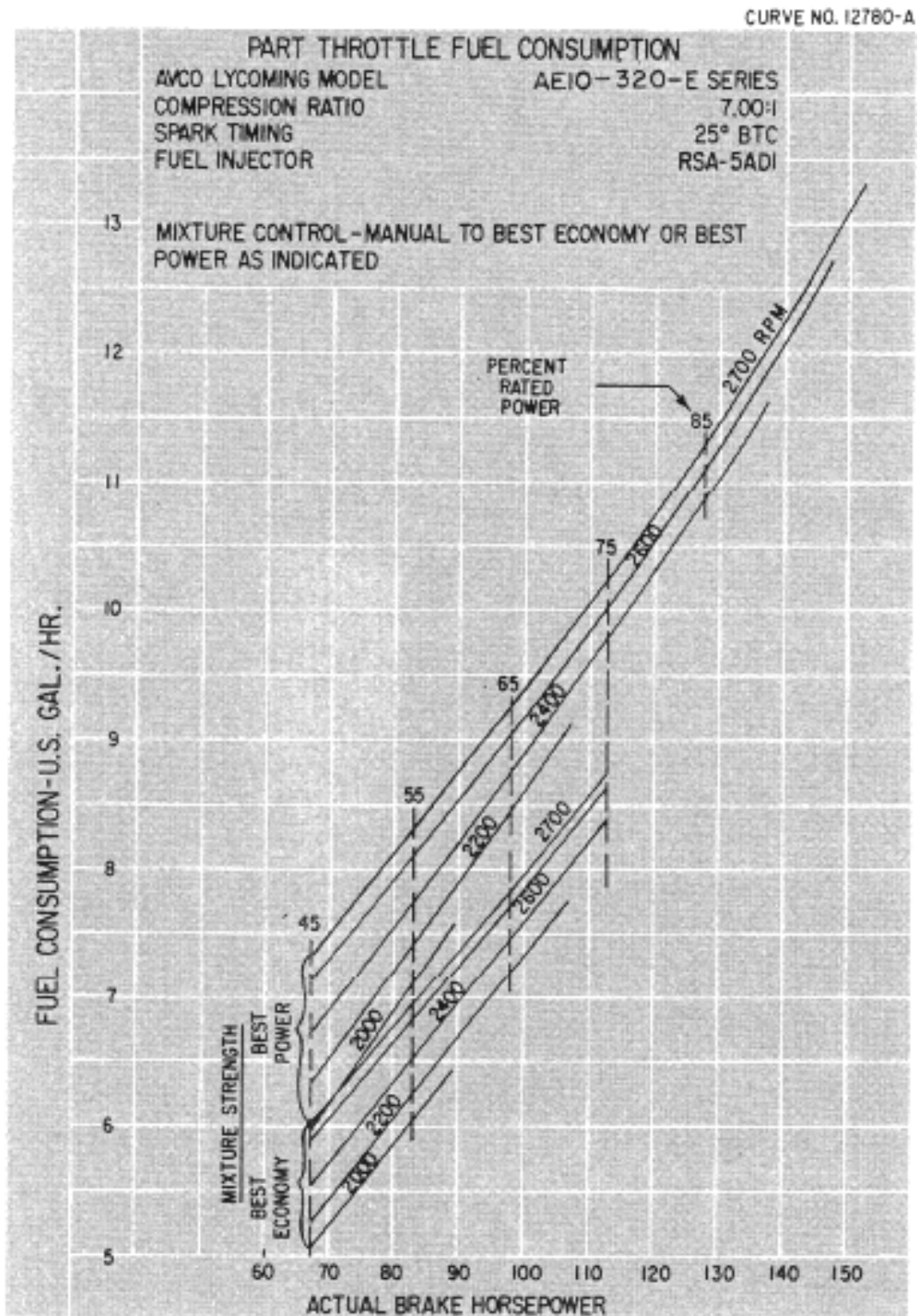
Některá technická data O-320-E	
Vrtání / Bore	130,2 mm
Zdvih / Stroke	98,5 mm
Celk. objem / Total displacement	5244 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	7:1
Startovní výkon/ Take off power	111 kW / 2700 rpm
Max. trvalý výkon / max. contin. power	104 kW / 2450 rpm
Palivo / Fuel	min 80/87
Olej / Engine oil	SAE20W50
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	30 litres / hour
Suchá hmotnost / Dry weight	110,7 kg
Celk. hmotnost / Total weight	128 kg <sup>(8)</sup>
Odhad hmotnosti příslušenství	
Estimation of weight of accessories	24 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	820x585x780 mm
TBO	2000 hours
Orientační cena / approximate price	34000 USD

### 2.6.4 Lycoming (L)IO-320-X (A, B, C, D, E, F)

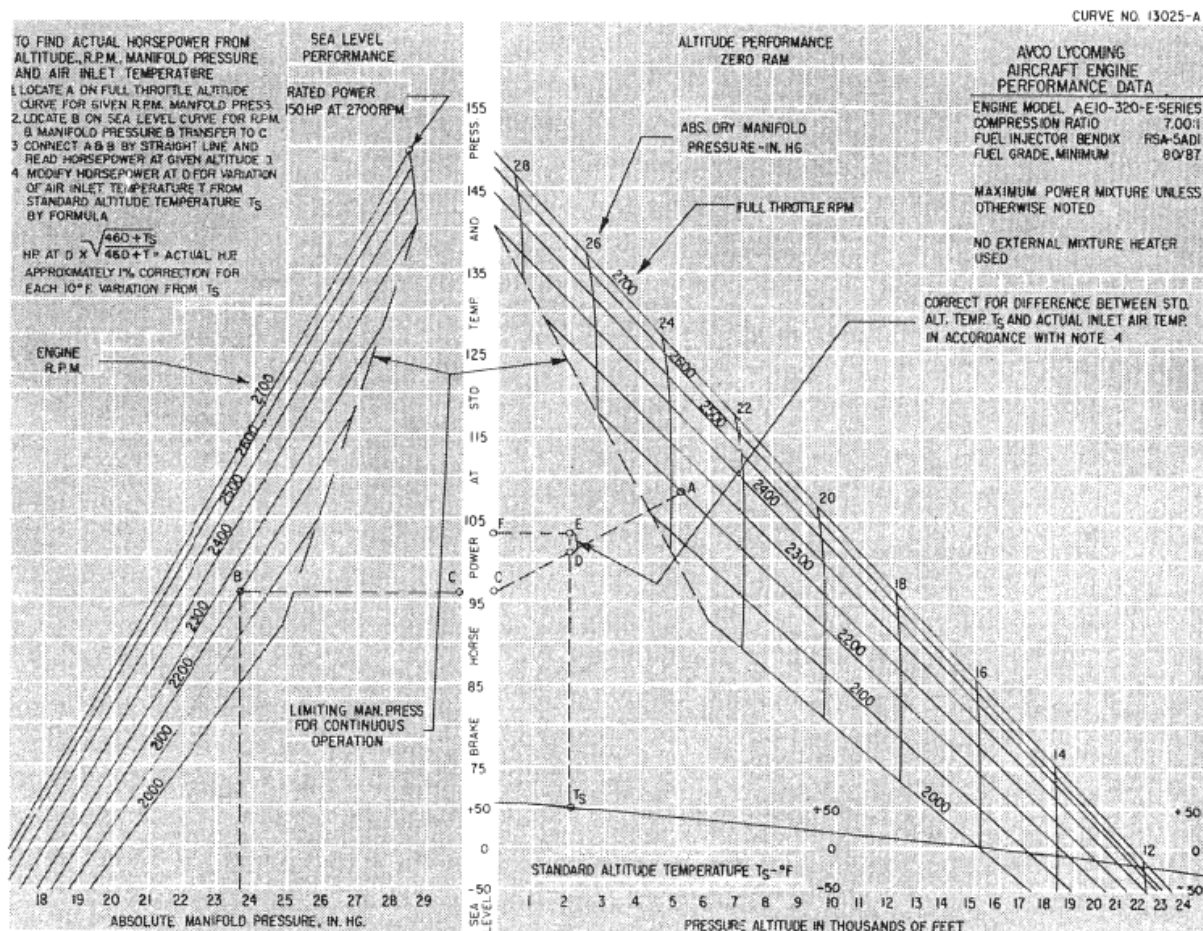
Některá technická data IO-320-C	
Vrtání / Bore	130,2 mm
Zdvih / Stroke	98,5 mm
Celk. objem / Total displacement	5244 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	8,5:1
Startovní výkon/ Take off power	118 kW / 2700 rpm
Max. trvalý výkon / max. contin. power	89 kW / 2400 rpm
Palivo / Fuel	min 100/130
Olej / Engine oil	SAE20W50
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	38,3 litres / hour
Suchá hmotnost / Dry weight	117,5 kg
Celk. hmotnost / Total weight	129 kg <sup>(8)</sup>
Odhad hmotnosti příslušenství	
Estimation of weight of accessories	25 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	820x585x780 mm
TBO	1800 hours
Orientační cena / approximate price	40000 USD (45000 – LIO)

Grafy charakterizující vlastnosti motoru

Performance characteristics:



Obr. 26 – AEIO-320-E – spotřeba paliva v závislosti na otáčkách motoru



Obr.27 – AEIO-320-E – Výkonové vlastnosti v závislosti na nadmořské výšce. V levé části vlastnosti na hladině moře.

### 2.6.5 Lycoming O-360-X (A, B, C, D, E, F, J)

Některá technická data O-360-D

Vrtání / Bore	130,2 mm
Zdvih / Stroke	111,2 mm
Celk. objem / Total displacement	5899 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	7,2:1
Startovní výkon/ Take off power	133 kW / 2700 rpm
Max. trvalý výkon / max. contin. power	94 kW / 2450 rpm
Palivo / Fuel	min 80/87
Olej / Engine oil	SAE20W50
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	32,9 litres / hour
Suchá hmotnost / Dry weight	122,5 kg
Celk. hmotnost / Total weight	142 kg <sup>(8)</sup>
Odhad hmotnosti příslušenství / Estimation of weight of accessories	26 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	850x625x760 mm
TBO	2000 hours
Orientační cena / approximate price	37000 USD

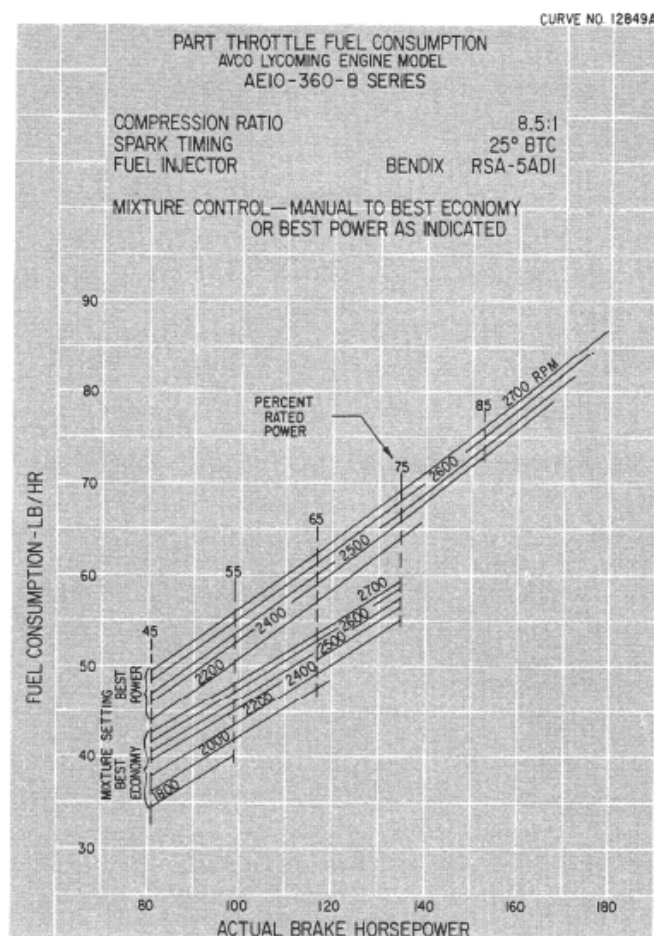
## 2.6.6 Lycoming (L)IO-360-X (A, B, C, F, J, L, M)

### Některá technická data IO-360-F

Vrtání / Bore	130,2 mm
Zdvih / Stroke	111,2 mm
Celk. objem / Total displacement	5899 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	8,5:1
Startovní výkon/ Take off power	133 kW / 2700 rpm
Max. trvalý výkon / max. contin. power	100 kW / 2400 rpm
Palivo / Fuel	min 100/130
Olej / Engine oil	SAE20W50
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	37,7 litres / hour
Suchá hmotnost / Dry weight	137,5 kg
Celk. hmotnost / Total weight	156 kg <sup>(8)</sup>
Odhad hmotnosti příslušenství Estimation of weight of accessories	26 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	850x525x815 mm
TBO	2000 hours
Orientační cena / approximate price	49000 USD

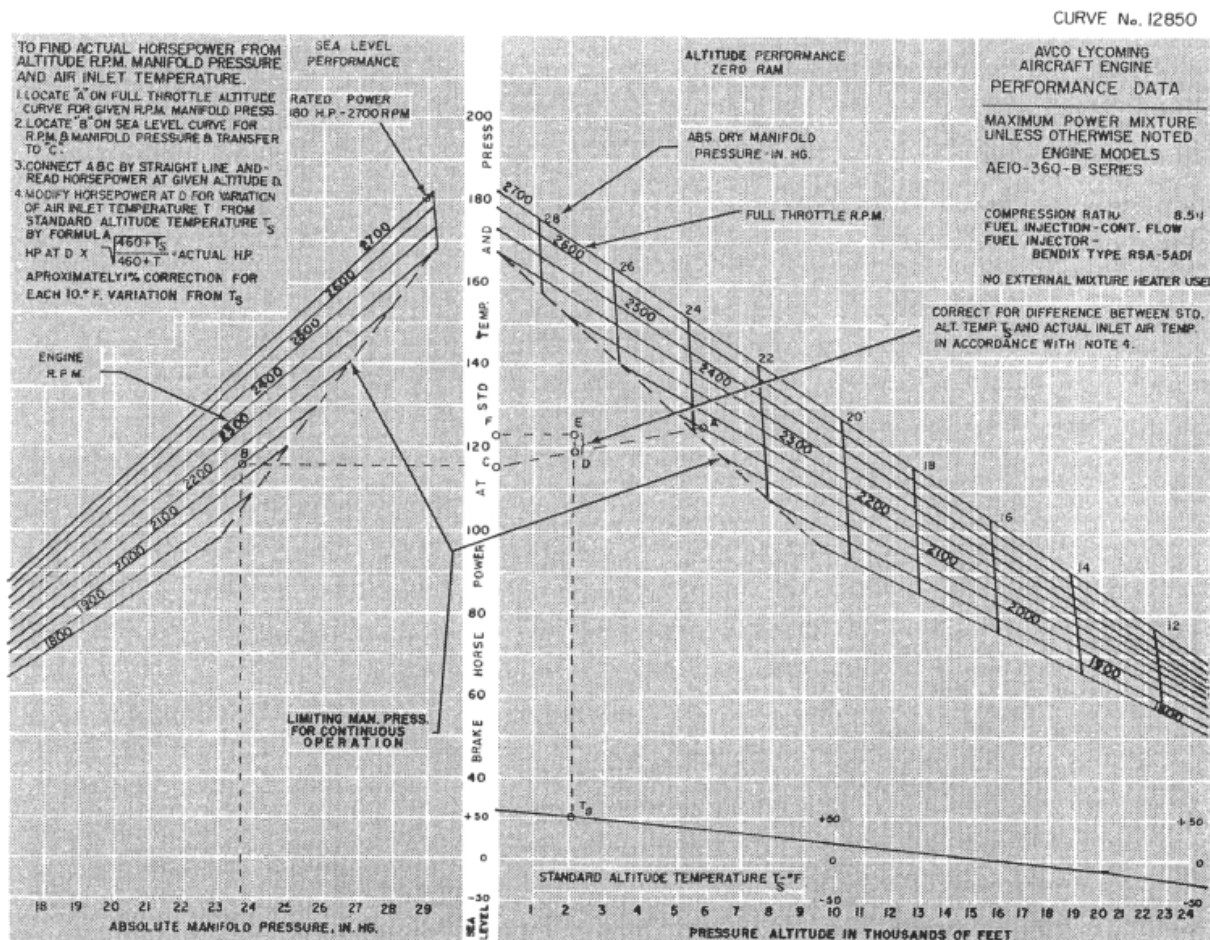
### Grafy charakterizující vlastnosti motoru

Performance characteristics:



Obr. 28 - AEIO-360-B – spotřeba paliva v závislosti na otáčkách motoru





Obr. 29 - AEIO-360-B – Výkonové vlastnosti v závislosti na nadmořské výšce. V levé části vlastnosti na hladině moře.

### 2.6.7 Lycoming TIO-360-X (A, C)

Některá technická data TIO-360-A

Vrtání / Bore	130,2 mm
Zdvih / Stroke	111,2 mm
Celk. objem / Total displacement	5899 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	7,3:1
Startovní výkon/ Take off power	148 kW / 2575 rpm
Max. trvalý výkon / max. contin. power	115 kW / 2350 rpm
Palivo / Fuel	min 100/130
Olej / Engine oil	SAE20W50
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	54,5 litres / hour
Suchá hmotnost / Dry weight	177,5 kg
Celk. hmotnost / Total weight	198 kg <sup>(8)</sup>
Odhad hmotnosti příslušenství Estimation of weight of accessories	27 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	870x545x1155 mm
TBO	1200 hours
Orientační cena / approximate price	94000 USD

### 2.6.8 Lycoming O-540-X (A, B, E, G, J, L)

#### Některá technická data O-540-A

Vrtání / Bore	130,2 mm
Zdvih / Stroke	111,2 mm
Celk. objem / Total displacement	8849 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	8,5:1
Startovní výkon/ Take off power	185 kW / 2575 rpm
Max. trvalý výkon / max. contin. power	130 kW / 2300 rpm
Palivo / Fuel	min 91/96
Olej / Engine oil	SAE20W50
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	37 litres / hour
Suchá hmotnost / Dry weight	184 kg
Celk. hmotnost / Total weight	208 kg <sup>(8)</sup>
Odhad hmotnosti příslušenství Estimation of weight of accessories	30 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	850x625x975 mm
TBO	2000 hours
Orientační cena / approximate price	56000 USD

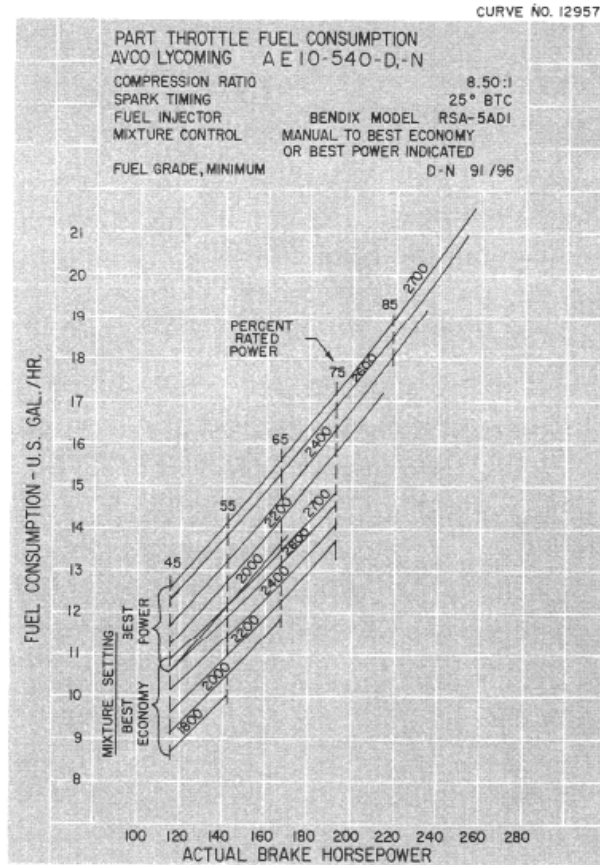
### 2.6.9 Lycoming IO-540-X (A, C, D, K, S, V, AA, T4B5, W1A5)

#### Některá technická data IO-540-D

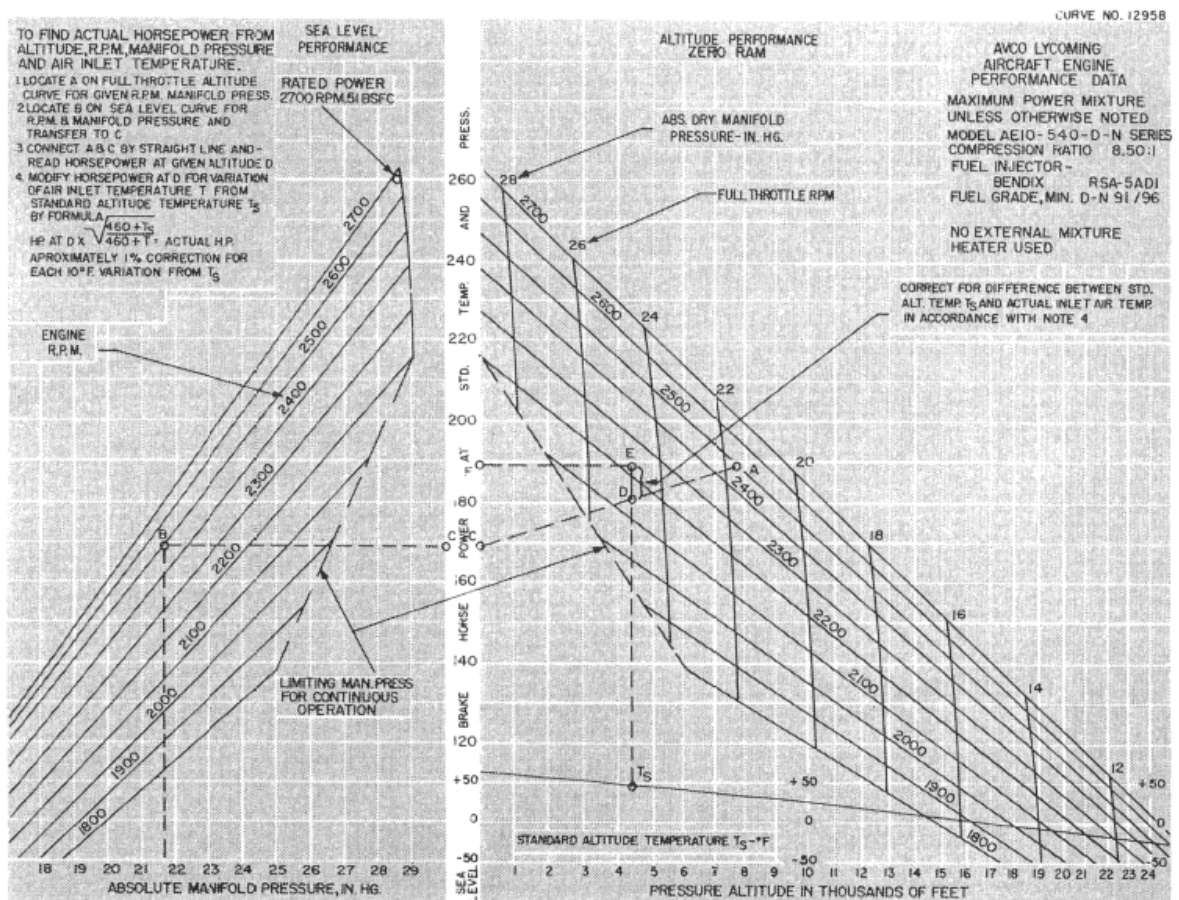
Vrtání / Bore	130,2 mm
Zdvih / Stroke	111,2 mm
Celk. objem / Tot. displacement	8849 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	8,5:1
Startovní výkon/ Take off power	192,4 kW / 2700 rpm
Max. trvalý výkon / max. contin. power	144 kW / 2400 rpm
Palivo / Fuel	min 91/96
Olej / Engine oil	SAE20W50
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	66 litres / hour
Suchá hmotnost / Dry weight	186,4 kg
Celk. hmotnost / Total weight	212 kg <sup>(8)</sup>
Odhad hmotnosti příslušenství Estimation of weight of accessories	31 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	850x625x985 mm
TBO	2000 hours
Orientační cena / approximate price	66000 USD

#### Grafy charakterizující vlastnosti motoru

Performance characteristics:



Obr. 30 - AEIO-540-D, N – spotřeba paliva v závislosti na otáčkách motoru



Obr. 31 - AEIO-540-D, N – Výkonové vlastnosti v závislosti na nadmožské výšce.

### 2.6.10 Lycoming (L)TIO-540-X (A, C, F, J, S, U, W, AB1AD, AF1B, AE2A)

#### Některá technická data TIO-540-S

Vrtání / Bore	130,2 mm
Zdvih / Stroke	111,2 mm
Celk. objem / Total displacement	8849 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	7,3:1
Startovní výkon/ Take off power	222 kW / 2700 rpm
Max. trvalý výkon / max. contin. power	162 kW / 2400 rpm
Palivo / Fuel	min 100/130
Olej / Engine oil	SAE20W50
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	90 litres / hour
Suchá hmotnost / Dry weight	242 kg
Celk. hmotnost / Total weight	270 kg <sup>(8)</sup>
Odhad hmotnosti příslušenství Estimation of weight of accessories	23 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	915x670x1000 mm
TBO	1800 hours
Orientační cena / approximate price	110000 USD

### 2.6.11 Lycoming IO-720-X (A,B, D)

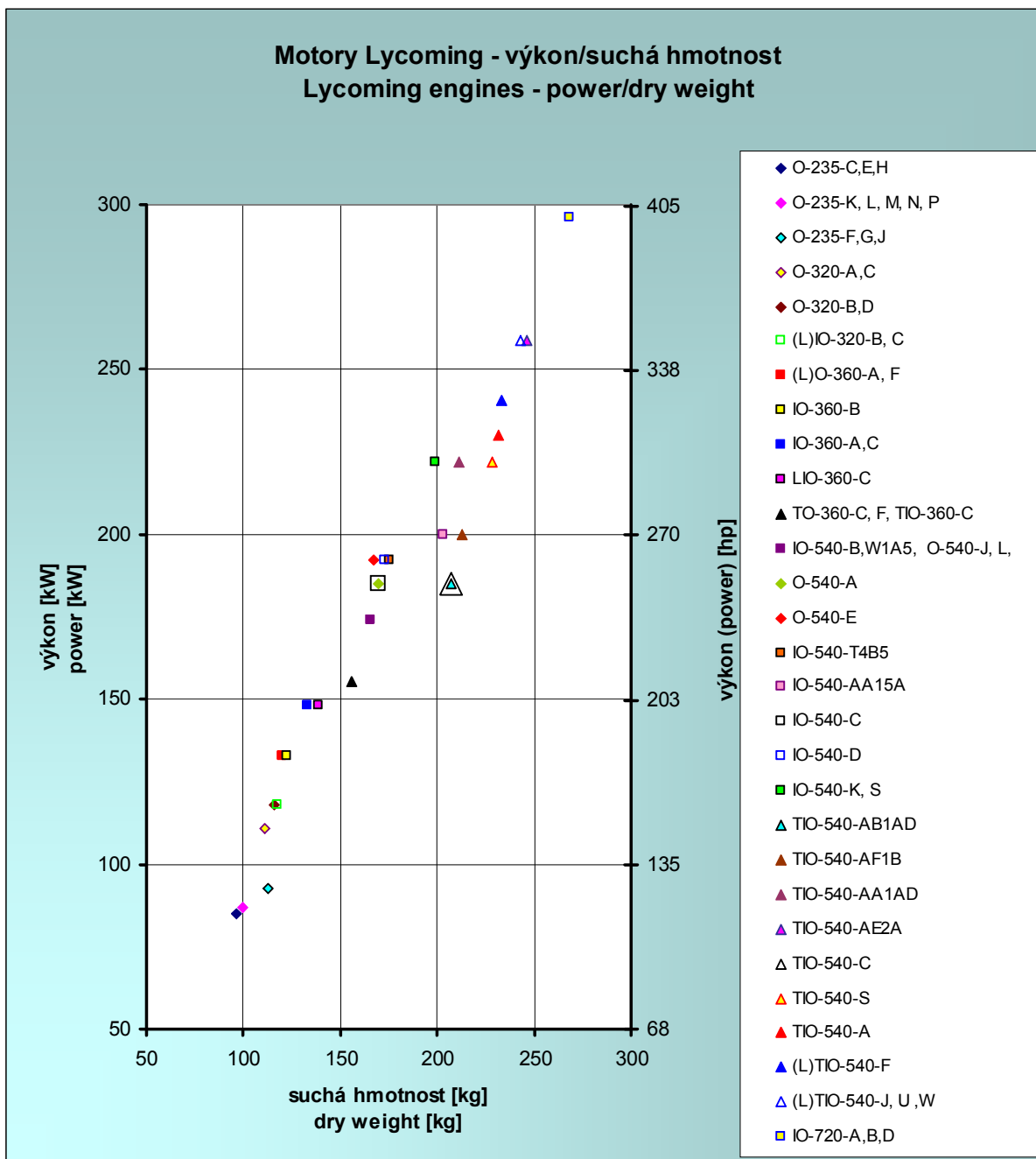
#### Některá technická data IO-720-B

Vrtání / Bore	130,2 mm
Zdvih / Stroke	111,2 mm
Celk. objem / Total displacement	11799 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	8,7:1
Startovní výkon/ Take off power	296 kW / 2650 rpm
Max. trvalý výkon / max. contin. power	220 kW / 2350 rpm
Palivo / Fuel	min 100/130
Olej / Engine oil	SAE20W50
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consumption (cruise)	83,3 litres / hour
Suchá hmotnost / Dry weight	272 kg
Celk. hmotnost / Total weight	305 kg <sup>(8)</sup>
Odhad hmotnosti příslušenství Estimation of weight of accessories	28 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	1075x535x1220 mm
TBO	N/A
Orientační cena / approximate price	124000 USD

<sup>(8)</sup> – Odhad celkové hmotnosti pomocí odhadu hmotnosti příslušenství

<sup>(8)</sup> – Estimation of total weight with using of estimation of weight of accessories.

2.6.12 Shrnutí produkce motorů Textron Lycoming



Obr. 32 – Motory Lycoming – výkon / suchá hmotnost

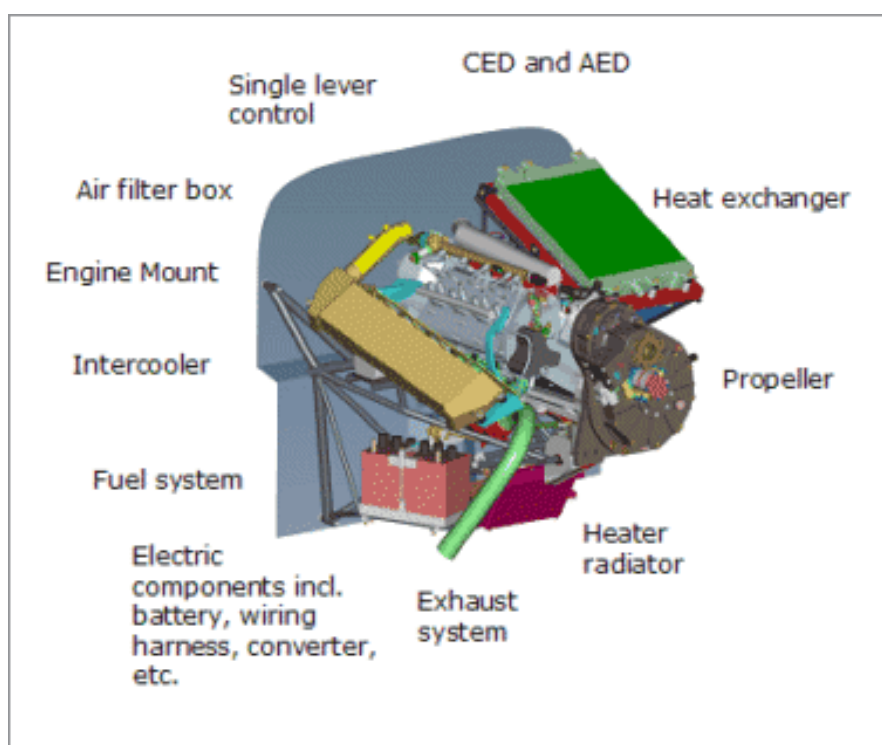
## 2.7 Thielert Aircraft Engines GmbH

Německá firma Thielert sídlící v Lichtensteinu je jedním z průkopníků výroby moderním vznětových motorů pro použití ve sportovních letadlech a letadlech typu aerotaxi.

Všechna data jsou převzata z oficiálního dokumentu „Engine description: Centurion 2.0 S“. V této práci jich bylo užito se souhlasem společnosti Thielert Aircraft Engines GmbH a nejsou běžně zveřejňována. (All information used with agreement of Thielert Aircraft Engines GmbH). Další informace převzaty z firemního webu (<http://www.thielert.com>). Dále bylo použito informací viz kapitola 7<sup>(7.7)</sup>

### 2.7.1 Centurion 2.0 S

Jedná se o čtyřválcový kapalinou chlazený vznětový čtyřválec DOHC s přeplňováním. Je vybaven čtyřmi ventily na válec, přímým vstřikováním paliva Common Rail a integrovaným reduktorem.



Obr. 33 – Zástavba motoru Centurion 2.0 S

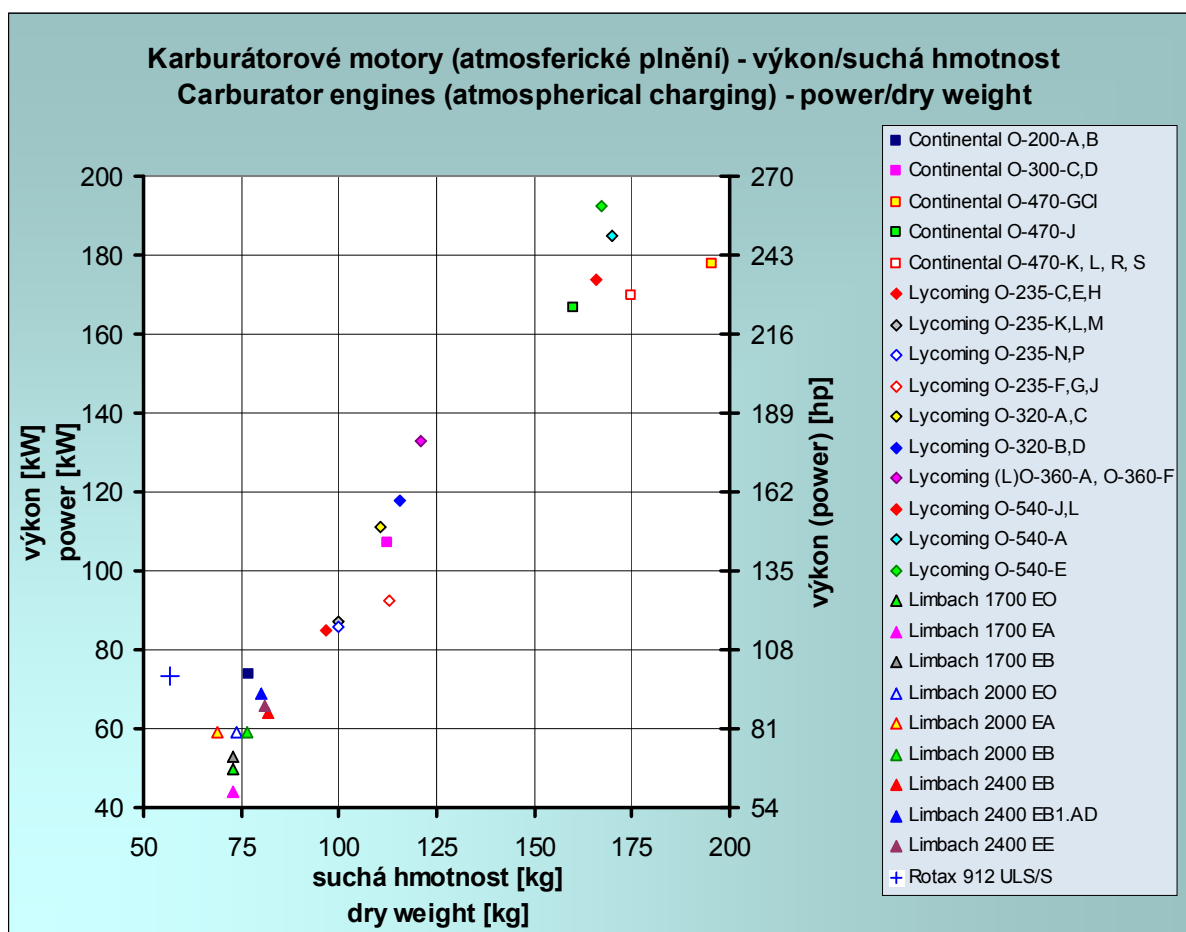
### Některá technická data Centurion 2.0 S

Vrtání / Bore	83mm
Zdvih / Stroke	92mm
Celk. objem / Tot. displacement	1991 cm <sup>3</sup>
Kompresní poměr / Compression ratio	18:1
Startovní výkon/ Take off power	114 kW / 2300 rpm (propeller)
Startovní výkon/ Take off power	114 kW / 3890 rpm (engine)
Cestovní výkon / Cruise power	70 kW / 2000 rpm (propeller)
Cestovní výkon / Cruise power	70 kW / 3380 rpm (engine)

Palivo / Fuel	JET-A, Diesel (EN 590)
Olej / Engine oil	Ultra5W30 synthetic
Spotřeba paliva při cestovních otáčkách / Fuel consuption (cruise)	18,5 litres / hour
Suchá hmotnost / Dry weight	92,9 kg
Celk. hmotnost / Total weight	190,6 kg
Hmotnost příslušenství Weight of accessories	56,9 kg
Celkové rozměry / Total dimensions (Š x V x D / W x H x L)	780x640x820 mm
TBO	1200 hours
Orientační cena / approximate price	46000 USD

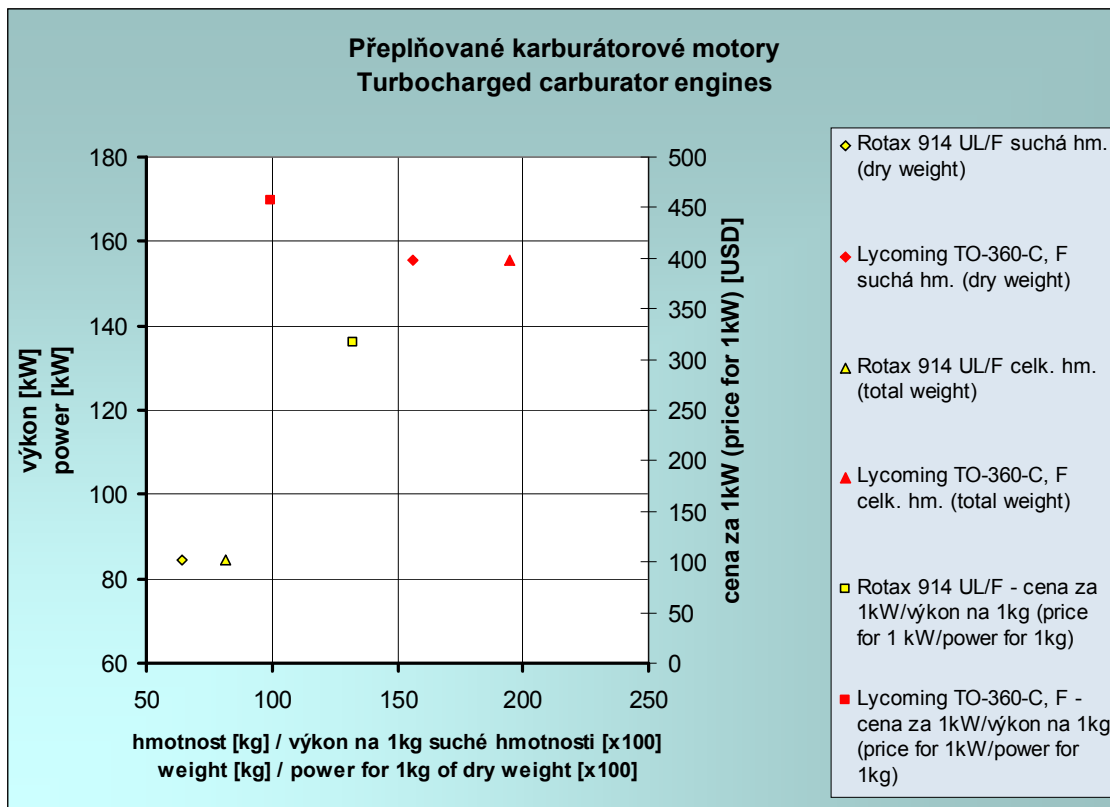
### 3. Porovnání výkonů k hmotnostem uvedených motorů

#### 3.1 Karburátorové motory s atmosférickým plněním



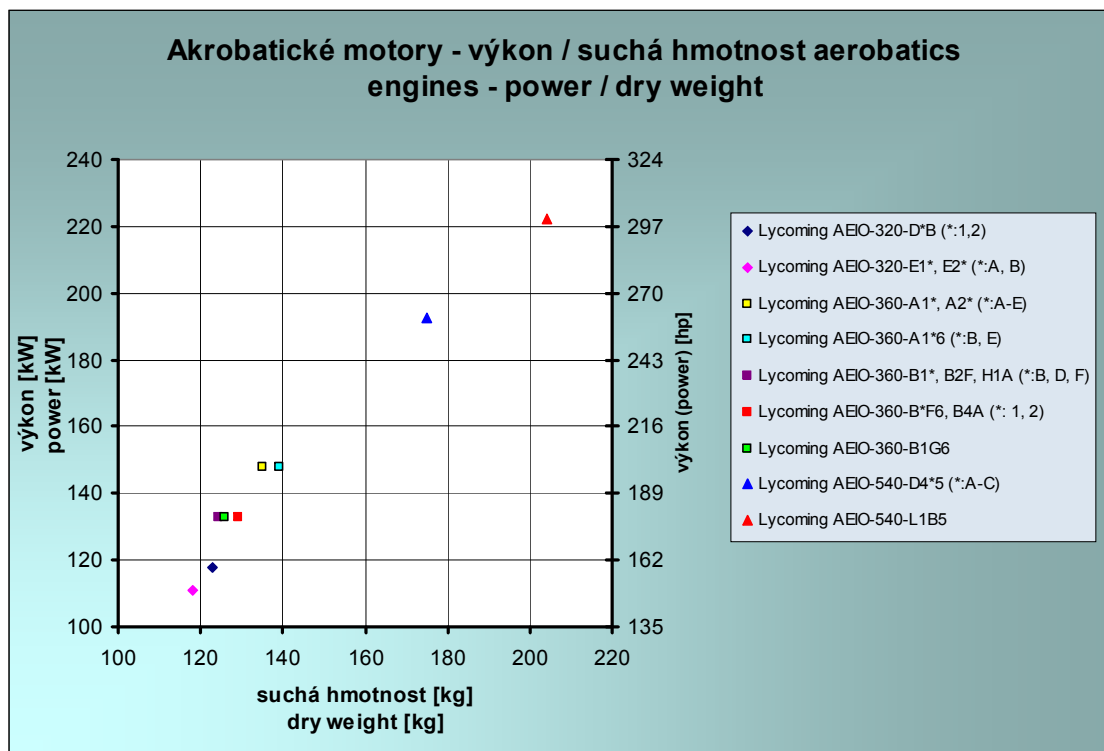
Obr. 34 – Karburátorové motory atmosféricky plněné – výkon / suchá hmotnost

### 3.2 Karburátorové přepřňované motory



Obr. 35 – Karburátorové motory přepřňované – všeobecné informace

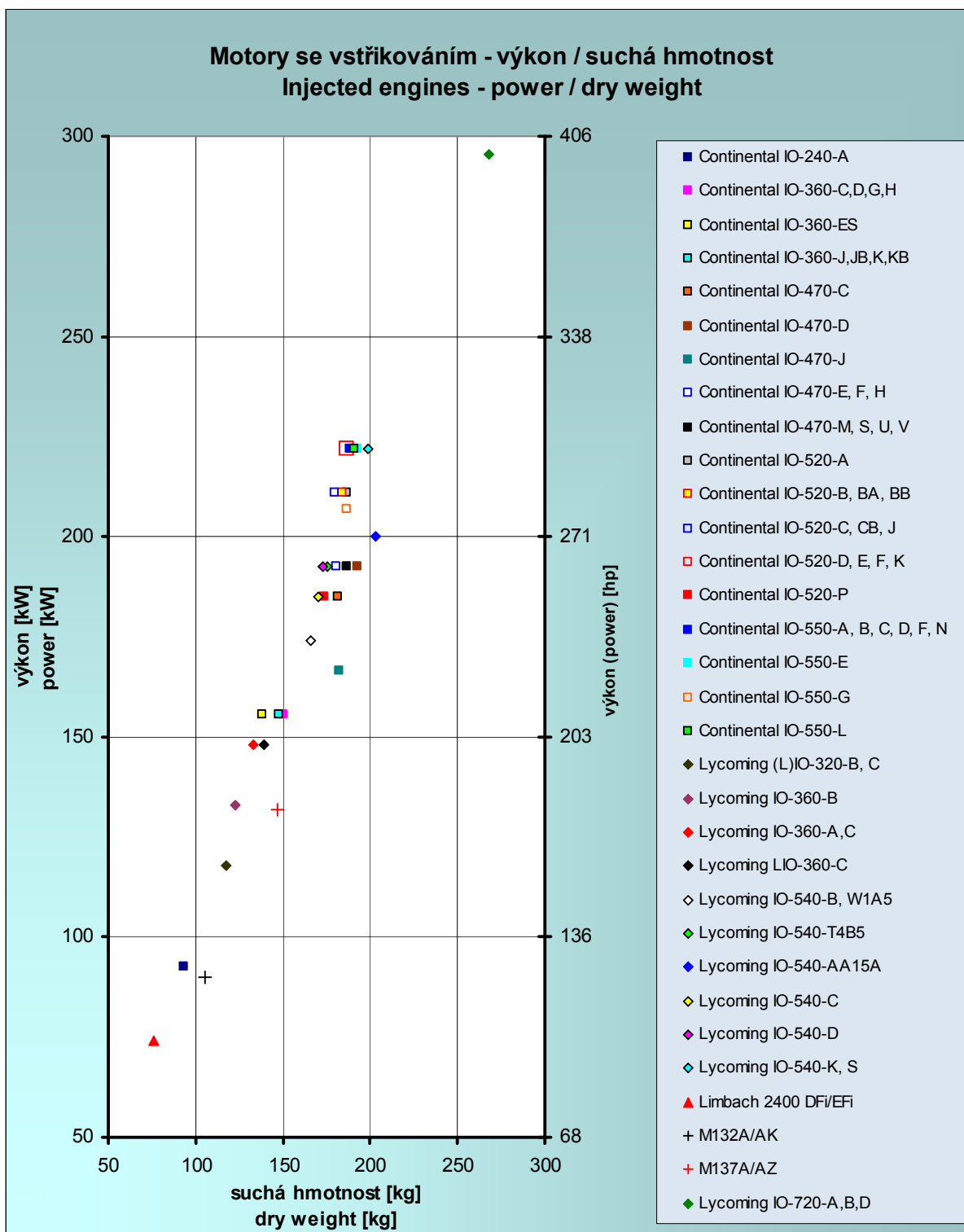
### 3.3 Akrobatické motory



Obr. 36 – akrobatické motory – výkon / suchá hmotnost

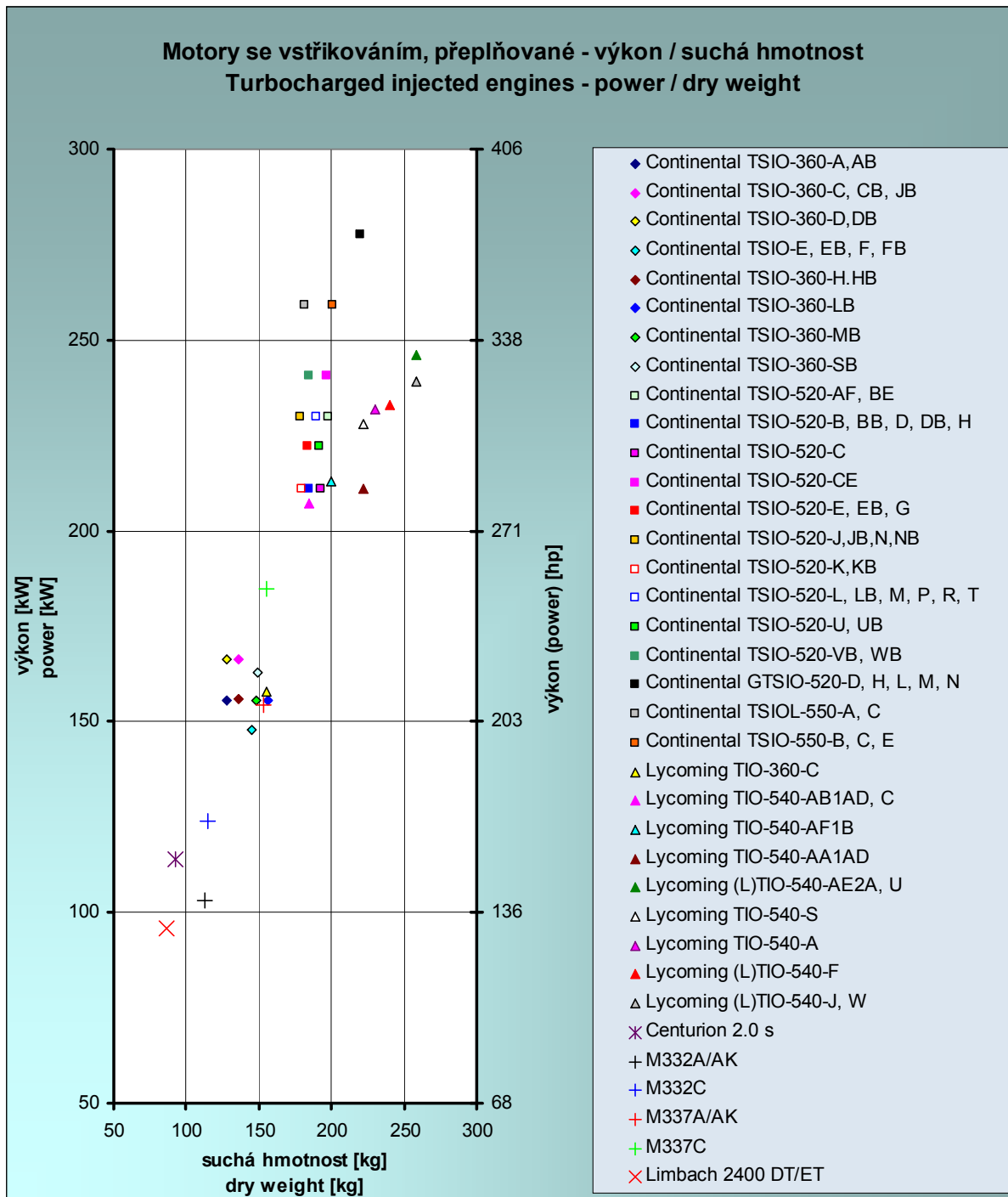


### 3.4 Motory s přímým vstřikováním s atmosférickým plněním



Obr. 37 – Motory se vstřikováním paliva – výkon / suchá hmotnost

### 3.5 Motory s přímým vstřikováním přepřlované



Obr. 38 – Přepřlované motory s přímým vstřikováním – výkon / suchá hmotnost

## 4 Porovnání vybraných motorů řádově stejného výkonu

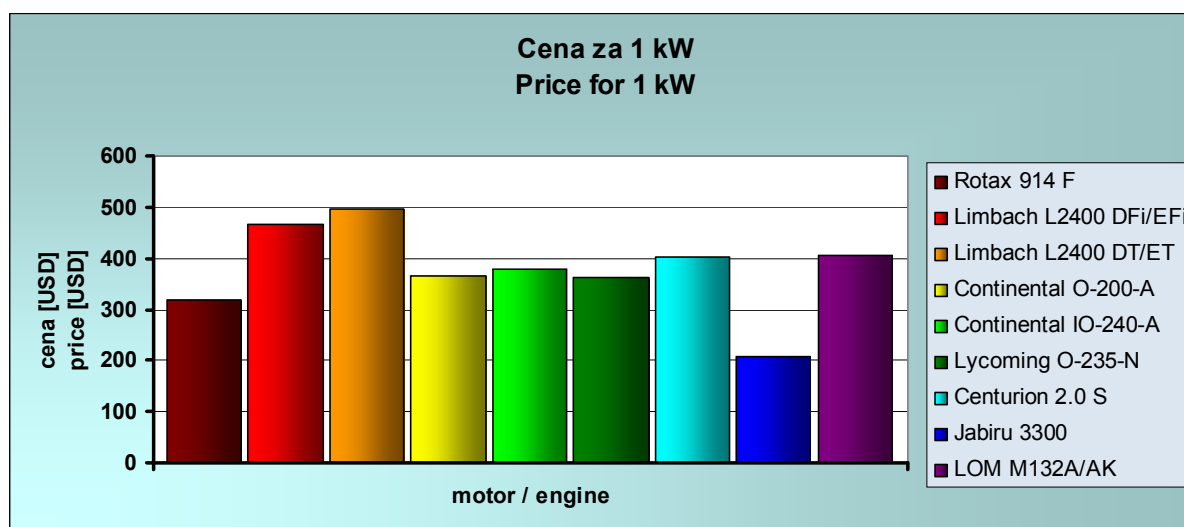
### 4.1 Motory s výkonem řádově 100 koňských sil (~74 kW)

motor engine	Rotax 914 F	Limbach 2400 DFi/EFi	Limbach 2400 DT/ET	Continental O-200-A
objem [cm <sup>3</sup> ] displacement	1211	2424	2424	3294
vrtání [mm] bore	79,5	97	97	103
zdvih [mm] stroke	61	82	82	98,5
kompresní poměr compression ratio	9:01	9,5:1	8:01	7:01
startovní výkon [kW] starting power	84,5	74	96	74
cestovní výkon [kW] cruise power	74	68	88	55,5
palivo / fuel	RON 95 AKI 91	98 RON AVGAS 100LL	98 RON AVGAS 100LL	80 87 AVGAS
olej / oil	API SG	5W-20 10W-30(40)	5W-20 10W-30(40)	10W-30 20W-60
spotřeba paliva [litres/h] fuel consumption	18	16,6	21,1	23,8
suchá hmotnost [kg] dry weight	64	76	86	77
celková hmotnost [kg] total weight	81,3	91	102	97,5
celkové rozměry [mm] total dimensions	450x520x600	780x380x665	795x430x670	800x590x730
TBO [h]	1200	1000	1000	1800
orientační cena [USD] approximate price	27000	34500	47500	27000 <sup>(7)</sup>

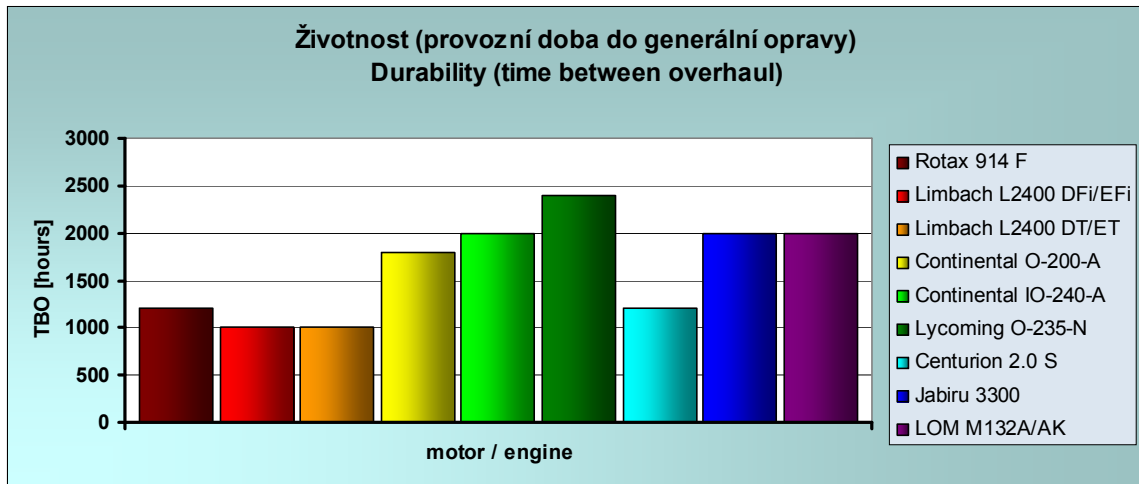
Tab. 1.1 – Porovnání motorů s výkonem ~100 hp, první část

motor engine	Continental IO-240-A	Lycoming O-235-N	Centurion 2.0 S	Jabiru 3300	LOM M132A/AK
objem [cm <sup>3</sup> ] displacement	3933	3851	1991	3300	3980
vrtání [mm] bore	113	111,1	83	97,5	105
zdvih [mm] stroke	98,5	98,5	92	74	115
kompresní poměr compression ratio	8,5:1	8,1:1	18:1	8:1	6,3:1
startovní výkon [kW] starting power	92,5	86	114	89	90
cestovní výkon [kW] cruise power	70	77	70	80	80
palivo / fuel	100 100LL	min 80	JET-A, Diesel	AVGAS 100/130	RON 88
olej / oil	10W-30 20W-61	SAE20W50	Ultra5W30 synthetic	Aeroshell W100	Aeroshell W100 <sup>(5)</sup>
spotřeba paliva [litres/h] fuel consumption	23	25	18,5	26	28,6
suchá hmotnost [kg] dry weight	93	100	97,7	81	105
celková hmotnost [kg] total weight	109	116 <sup>(8)</sup>	190,6	87	113
celkové rozměry [mm] total dimensions	800x570 x760	815x570 x750	778x840 x870	582x455 x671	1052x454 x668
TBO [h]	2000	2400	1200	2000	2000 <sup>(6)</sup>
orientační cena [USD] approximate price	35000 <sup>(7)</sup>	31000	46000	18400	36600

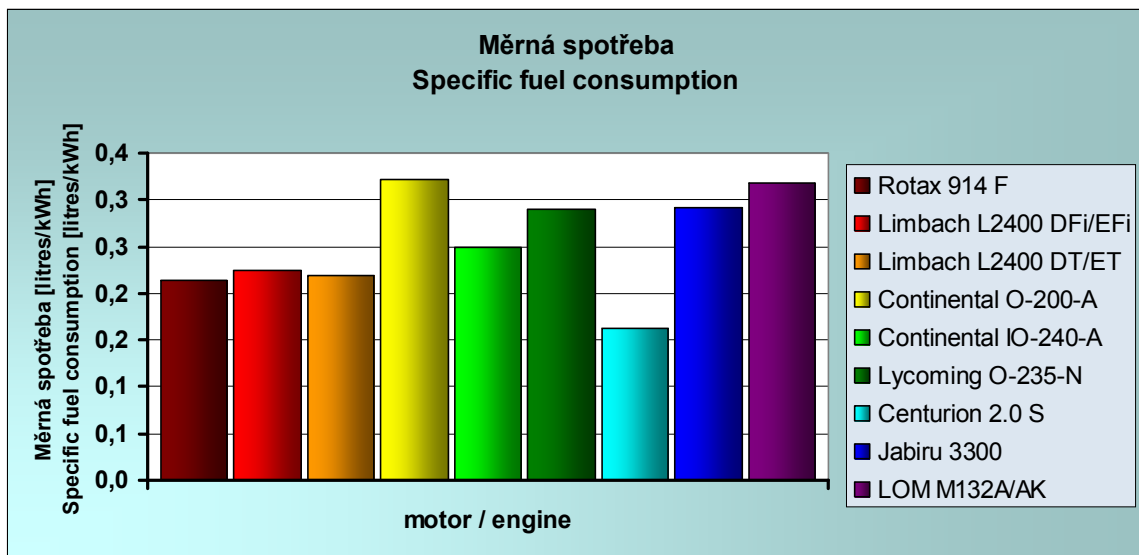
Tab 1.2 - Porovnání motorů s výkonem ~100 hp, dokončení



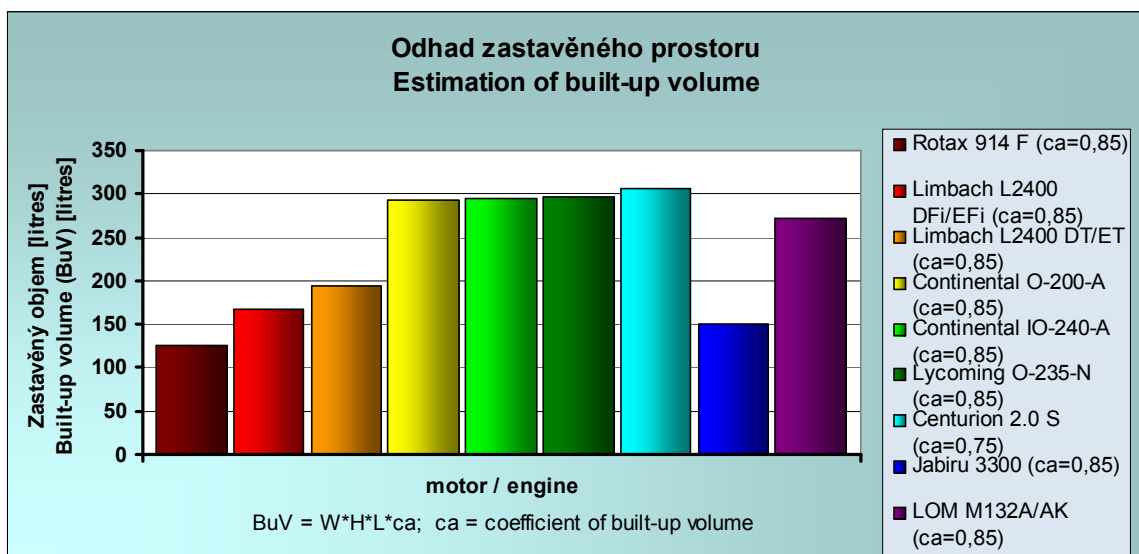
Obr. 39 - Porovnání cen za 1kW výkonu u motorů ~100 hp



Obr. 40 – Porovnání životnost motorů ~100 hp

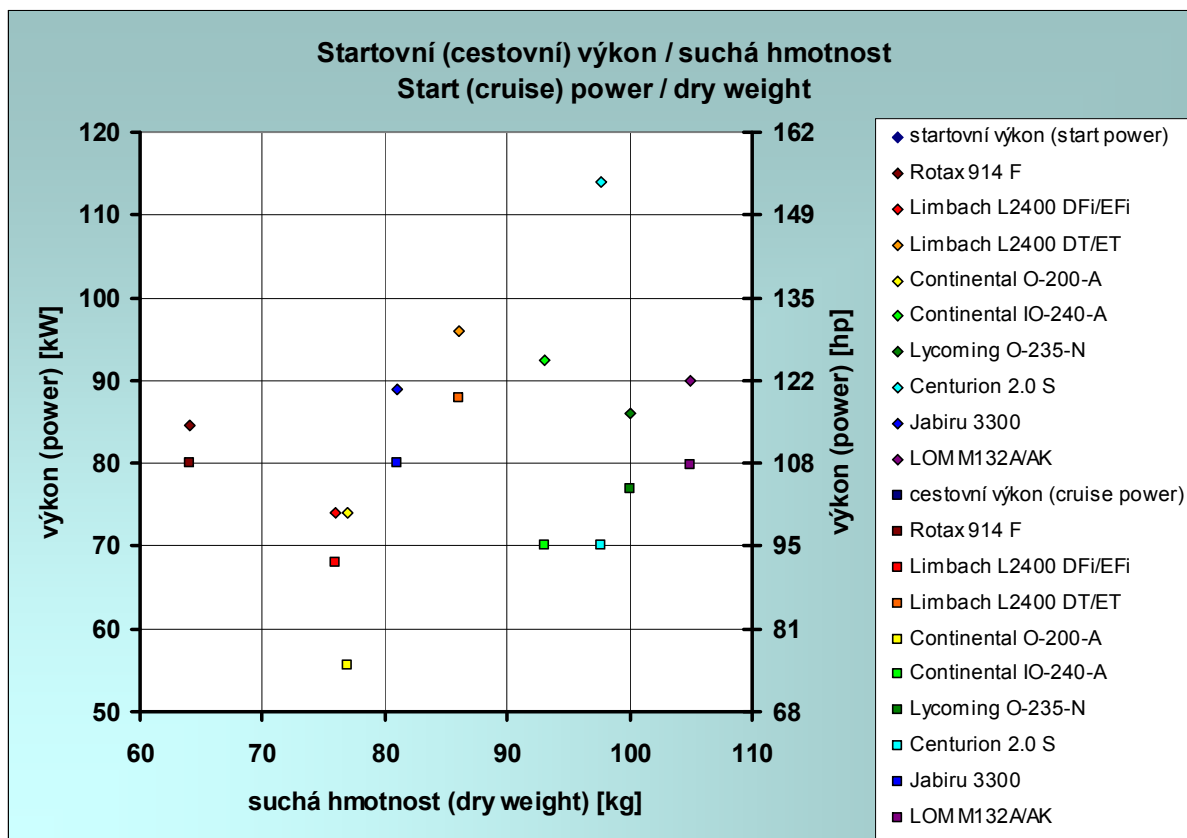


Obr. 41 – Porovnání spotřeby paliva na 1kW výkonu u motorů ~100 hp



Obr. 42 – Porovnání zastavěného prostoru u motorů ~100 hp

Pozn. : U motoru Centurion 2.0 S byl zvolen koeficient zastavěného prostoru nižší o hodnotu 0,1 z důvodu značně asymetrického objemového rozložení. Ohraničující kvádr by pak hodnotu nadměrně zkrlesil.



Obr. 43 – Startovní (cestovní) výkon / suchá hmotnost. Motory ~100 hp

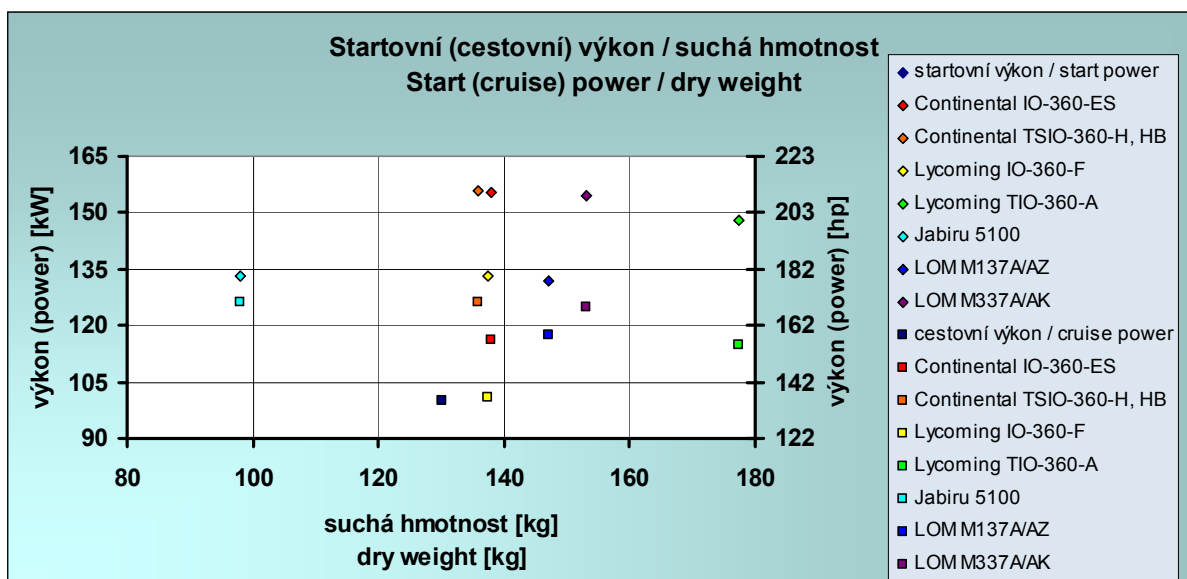
## 4.2 Motory s výkonem řádově 200 koňských sil (~150 kW)

motor engine	Continental IO-360-ES	Continental TSIO-360-H, HB	Lycoming IO-360-F	Lycoming TIO-360-A
objem [cm <sup>3</sup> ] displacement	5899	5899	5899	5900
vrtání [mm] bore	113	113	130,2	130,2
zdvih [mm] stroke	98,5	98,5	111,2	111,2
kompresní poměr compression ratio	8,5:1	7,5:1	8,5:1	7,3:1
startovní výkon [kW] starting power	155,4	156	133	148
cestovní výkon [kW] cruise power	116	126	100	115
palivo / fuel	100/100LL	100/100LL	100/130	100/130
olej / oil	10W-30 20W-60	10W-30 20W-60	SAE20W50	SAE20W50
spotřeba paliva [litres/h] fuel consumption	34	45,4	37,7	54,5
suchá hmotnost [kg] dry weight	138	136	137,5	177,5
celková hmotnost [kg] total weight	168	157	152 <sup>(8)</sup>	170 <sup>(8)</sup>
celkové rozměry [mm] total dimensions	840x670x925	800x570x900	850x525x815	870x545x1155
TBO [h]	2000	1400	2000	1200
orientační cena [USD] approximate price	55000 <sup>(7)</sup>	63000 <sup>(7)</sup>	49000	94000

Tab. 2.1 - Porovnání motorů s výkonem ~200 hp, část 1

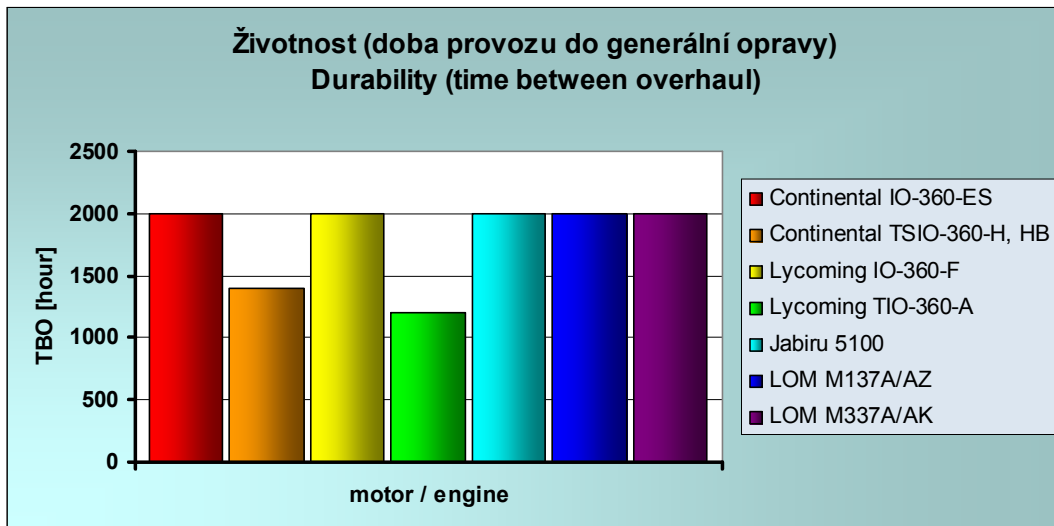
motor engine	Jabiru 5100	LOM M137A/AZ	LOM M337A/AK
objem [cm <sup>3</sup> ] displacement	5100	5970	5970
vrtání [mm] bore	97,5	105	105
zdvih [mm] stroke	74	115	115
kompresní poměr compression ratio	8,5:1	6,3:1	6,3:2
startovní výkon [kW] starting power	133	132	154,4
cestovní výkon [kW] cruise power	126	117,6	125
palivo / fuel	100/130	RON 88	RON 88
olej / oil	Aeroshell W100	Aeroshell W100 <sup>(5)</sup>	Aeroshell W100 <sup>(5)</sup>
spotřeba paliva [litres/h] fuel consumption	36	43	41
suchá hmotnost [kg] dry weight	98	147	153
celková hmotnost [kg] total weight	120	156	162
celkové rozměry [mm] total dimensions	635x550x1025	460x686x1344	455x642x1402
TBO [h]	2000	2000 <sup>(6)</sup>	2000 <sup>(6)</sup>
orientační cena [USD] approximate price	24800	54800	66600

Tab. 2.2 - Porovnání motorů s výkonem ~200 hp, část 1

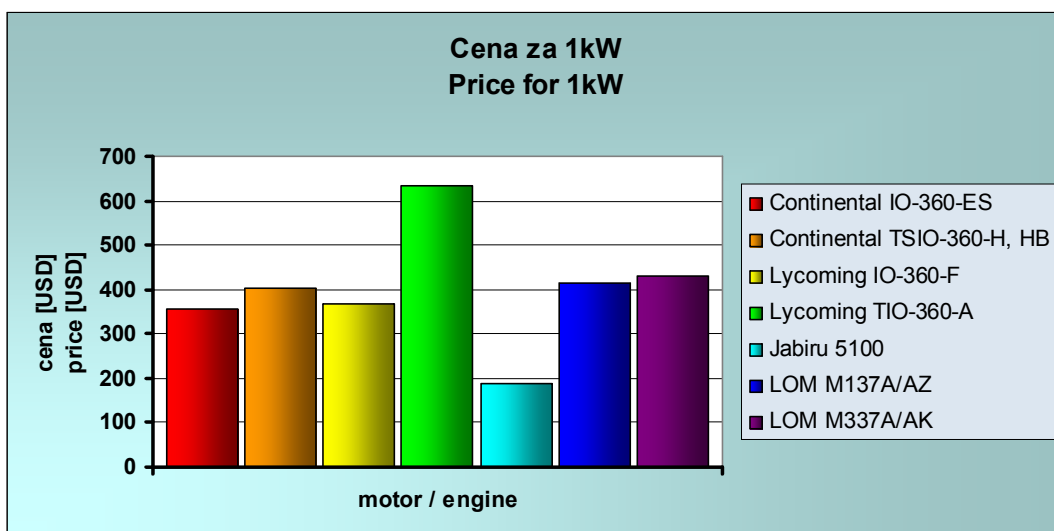


Obr. 44 – Startovní (cestovní) výkon / suchá hmotnost. Motory ~200 hp

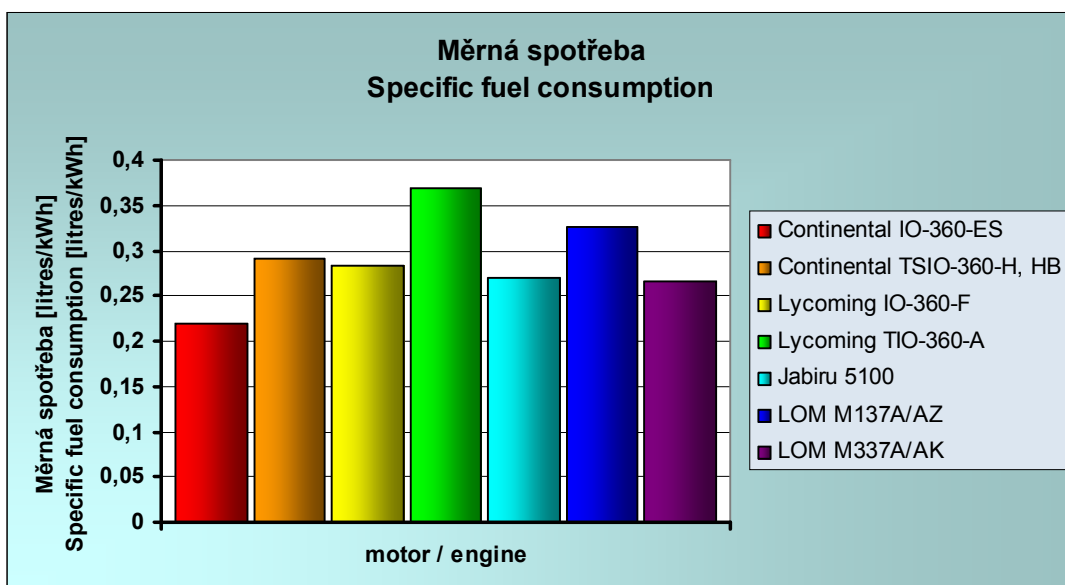




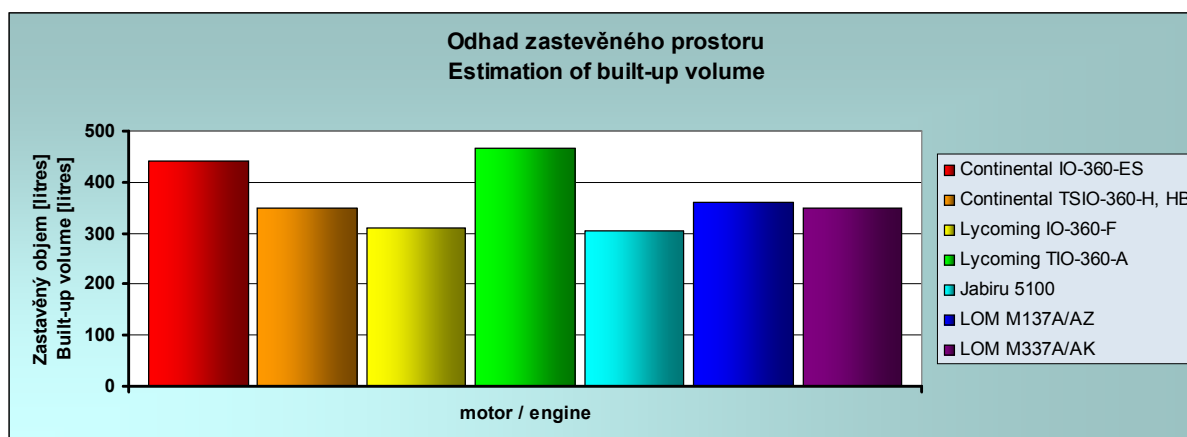
Obr. 45 – Porovnání životnost motorů ~200 hp



Obr. 46 – Porovnání cen za 1kW výkonu u motorů ~200 hp



Obr. 47 – Porovnání cen za 1kW výkonu u motorů ~200 hp

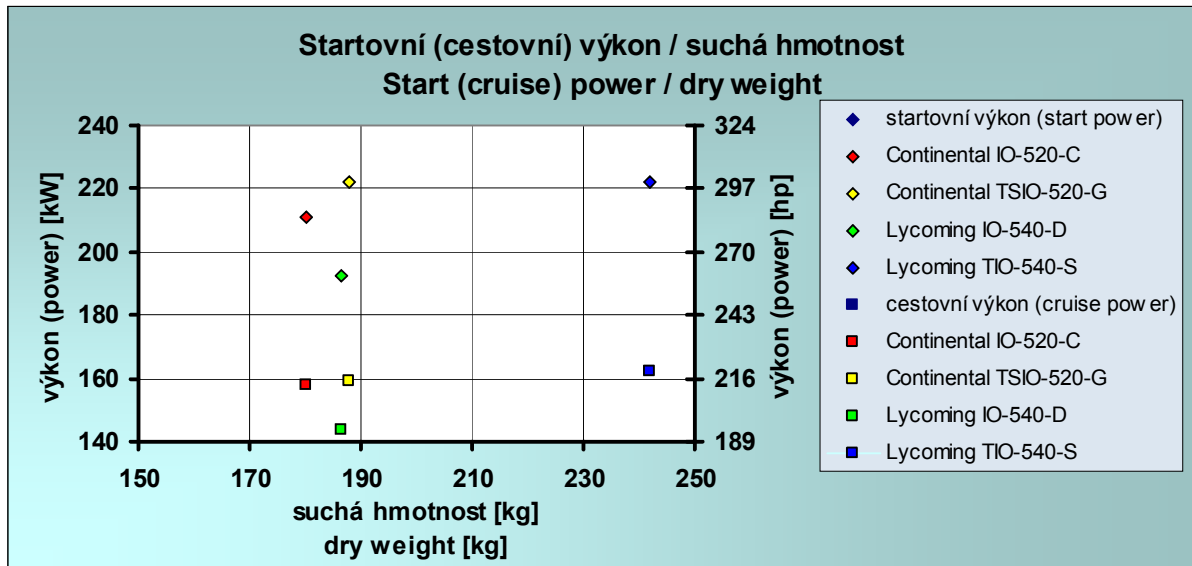


Obr. 48 - Porovnání zastavěného prostoru u motorů ~200 hp (ca=0,85 pro všechny uvedené motory)

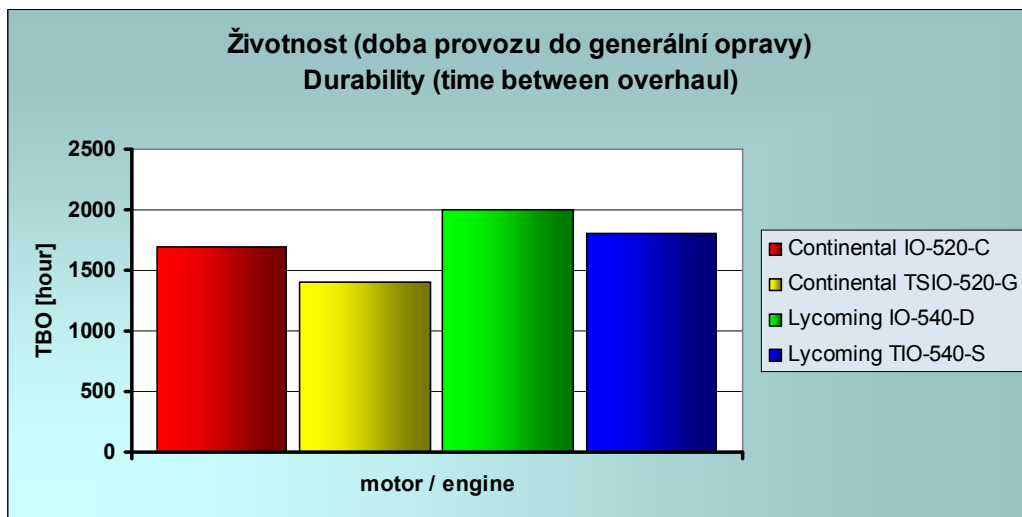
### 4.3 Motory s výkonem řádově 300 koňských sil (~225 kW)

motor engine	Continental IO-520-C	Continental TSIO-520-G	Lycoming IO-540-D	Lycoming TIO-540-S
objem [cm <sup>3</sup> ] displacement	8521	8521	8849	8850
vrtání [mm] bore	133	133	130,2	130,2
zdvih [mm] stroke	102	102	111,2	111,2
kompresní poměr compression ratio	8,5:1	7,5:1	8,5:1	7,3:1
startovní výkon [kW] starting power	211	222	192,4	222
cestovní výkon [kW] cruise power	158	159	144	162
palivo / fuel	100/130	100/131	91/96	100/130
olej / oil	10W-30 20W-60	10W-30 20W-61	SAE20W50	SAE20W50
spotřeba paliva [litres/h] fuel consumption	50,34	47,9	66	90
suchá hmotnost [kg] dry weight	180	188	186,4	242
celková hmotnost [kg] total weight	204	204	212 <sup>(5)</sup>	270 <sup>(5)</sup>
celkové rozměry [mm] total dimensions	855x480x1090	855x505x1040	850x625x985	915x670x1000
TBO [h]	1700	1400	2000	1800
orientační cena [USD] approximate price	54000 <sup>(7)</sup>	64000 <sup>(7)</sup>	66000	110000

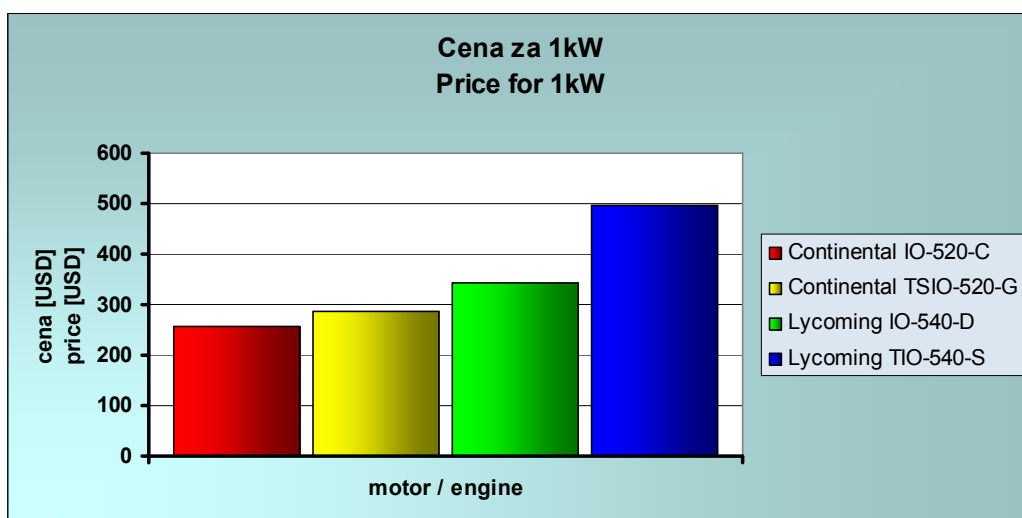
Tab. 3 - Porovnání motorů s výkonem ~300 hp



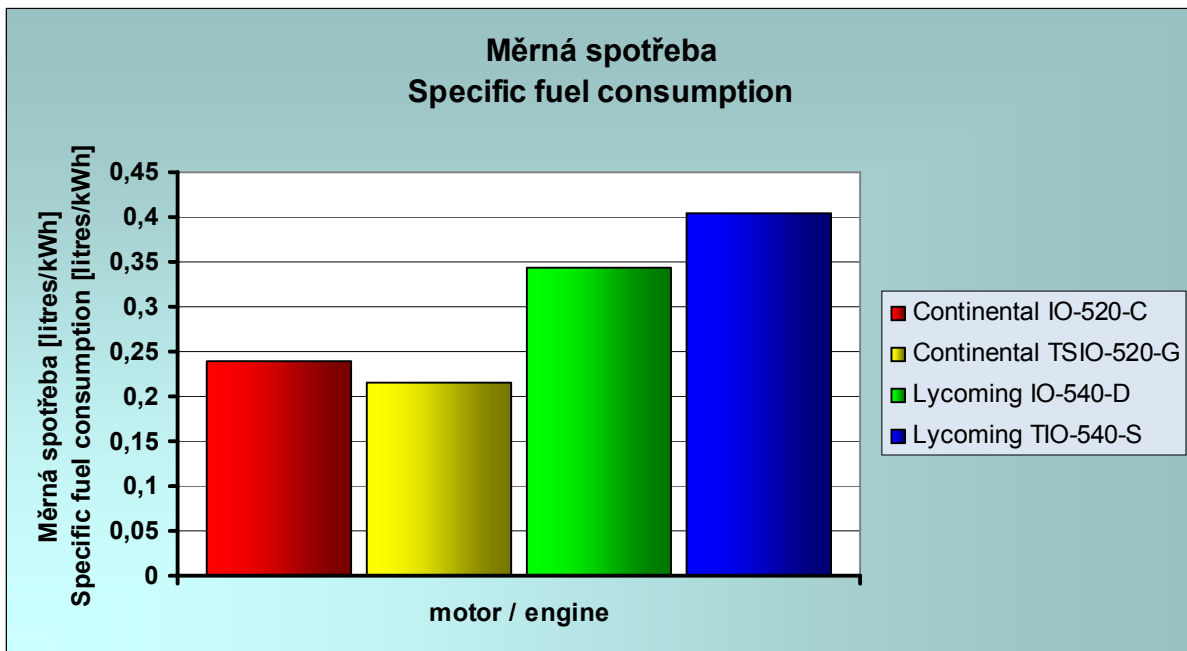
Obr. 49 – Startovní (cestovní) výkon / suchá hmotnost. Motory ~300 hp



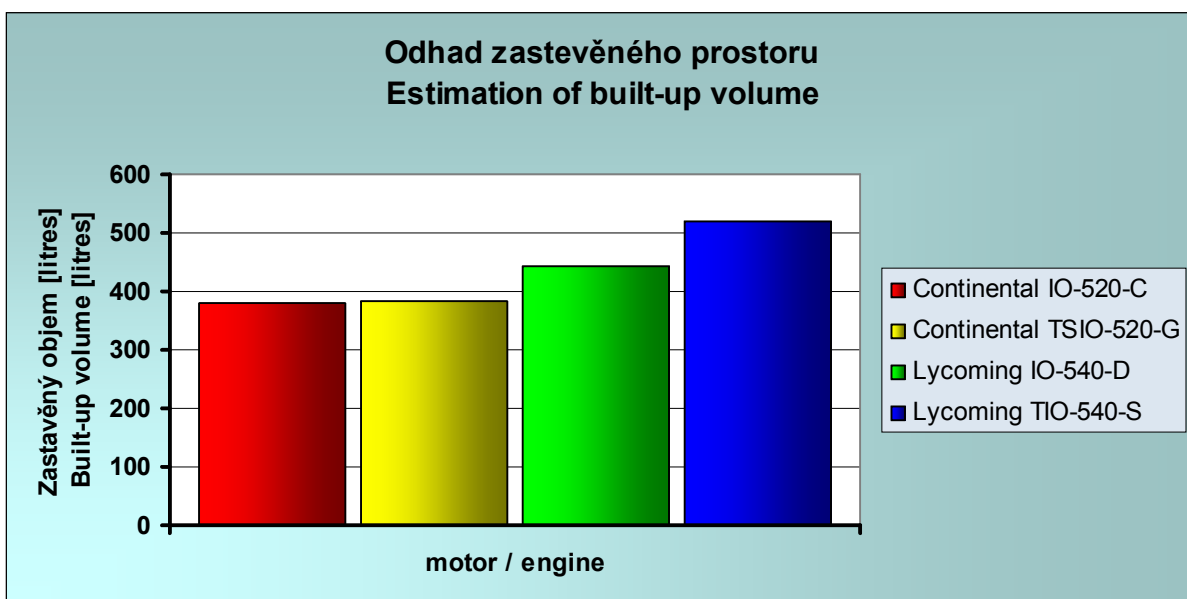
Obr. 50 – Porovnání životnost motorů ~300 hp



Obr. 51 – Porovnání cen za 1kW výkonu u motorů ~300 hp



Obr. 52 – Porovnání spotřeby paliva na 1kW výkonu u motorů ~300 hp



Obr. 53 - Porovnání zastavěného prostoru u motorů ~300 hp (ca=0,85 pro všechny uvedené motory)

## 5 Výběr nejvhodnějšího motoru na základě zvoleného kritéria

### 5.1 Postupy a jejich zdůvodnění při výběru nejvhodnějšího motoru

V této kapitole bylo snahou vybrat v dané výkonové kategorii nejvhodnější motor. A to nejen z hlediska jednoho parametru, nýbrž komplexně se zohledněním všech parametrů důležitých pro návrh nového letounu případně pro zástavbu do již stávající konstrukce.

Hodnocení je pojato poměrově – pomocí vyjádření v procentech. Maximálního hodnocení (tedy všeobecné vhodnosti použití) by dosáhl motor, jehož parametry by dosahovaly nejvyšších hodnot z posuzované skupiny motorů.

Příklad:

parametr \ motor	motor 1	motor 2	motor 3	motor s max. hodnocením
cestovní výkon [kW]	116,00	126,00	101,00	126,00
přepoččet [%]	92,06	100,00	80,16	100
spotřeba [litres/hour]	34,00	45,50	37,70	34,00
přepoččet [%]	100,00	74,73	90,19	100
průměr [%]	<b>96,03</b>	<b>87,37</b>	<b>85,18</b>	<b>100</b>

Tab. 4 – Příklad hodnocení kvality jednotlivých parametrů

Dále jsou jednotlivým parametrům přiřazeny koeficienty (váhy) vyjadřující důležitost parametru, a to tak, aby součet vah všech parametrů byl 1 – tedy 100%. Jednotlivým parametrům jsou přiřazeny tyto váhy:

Startovní výkon (start power)	10%
Cestovní výkon (cruise power)	20%
Spotřeba (fuel consumption)	18%
Suchá hmotnost (dry weight)	15%
Životnost (TBO)	12%
Cena (price)	18%
<u>Zastavěný objem (built-up volume)</u>	<u>7%</u>
	100%

U startovního výkonu, cestovního výkonu a životnosti byla brána jako nejlépe hodnocená (100%) nejvyšší hodnota ze souboru hodnot parametru motorů. Přepoččet parametrů na procenta byl proveden podle vztahu:

$$\frac{\text{hodnocení parametru (rating of parametru)}}{[\%]} = \frac{\text{aktuální hodnota parametru (topical value)}}{\text{maximální hodnota parametru (maximal value)}} \cdot 100$$

U spotřeby, suché hmotnosti, ceny a zastavěného objemu byla jako nejlepší (100%) brána nejnižší hodnota ze souboru hodnot parametru motorů. Přepoččet parametrů na procenta byl proveden podle vztahu:

$$\frac{\text{hodnocení parametru (rating of parametru)}}{[\%]} = \frac{\text{minimální hodnota parametru (minimal value)}}{\text{aktuální hodnota parametru (topical value)}} \cdot 100$$

Celkové hodnocení vypočteno dle vztahu:

$$\frac{\text{Hodnocení (rating)}}{[\%]} = \frac{0,1 \cdot (a) + 0,2 \cdot (b) + 0,18 \cdot (c) + 0,15 \cdot (d) + 0,12 \cdot (e) + 0,18 \cdot (f) + 0,07 \cdot (g)}{7}$$

Pozn. : (a)-(g) viz dílčí hodnocení jednotlivých parametrů (tab. 5).  
 (a)-(g) via partial rating of separate parameters (tab. 5)

Je ovšem zřejmé, že pokud je hodnocení pojato jako všeobecné, tak při konkrétnější specifikaci některých parametrů bráných jako limitující, může být výsledné hodnocení vhodnosti zcela odlišné.

## 5.2 Výběr motoru s výkonem řádově 100 koňských sil (~74 kW)

motor	Rotax 914 F	L 2400 DFi/EFi	L 2400 DT/ET	Continental O-200-A	Continental IO-240-A	Lycoming O-235-N	Centurion 2.0 S	Jabiru 3300	LOM M132A/AK
<b>Startovní výkon</b> Start power [kW] - 10%	84,50	74,0	96,0	74,0	92,50	86,0	114,0	89,0	90,0
<b>(a) přepečet [%]</b>	74,12	64,91	84,21	64,91	81,14	75,44	100,0	78,07	78,95
<b>Cestovní výkon</b> Cruise power [kW]- 20%	74,0	68,0	88,0	55,50	70,0	77,0	70,0	80,0	80,0
<b>(b) přepečet [%]</b>	84,09	77,27	100,0	63,07	79,55	87,50	79,55	90,91	90,91
<b>Spotřeba</b> Consumption [litres/hour] - 18%	18,0	16,60	21,10	23,80	23,0	25,0	18,50	26,0	28,60
<b>(c) přepečet [%]</b>	92,22	100,0	78,67	69,75	72,17	66,40	89,73	63,85	58,04
<b>Suchá hmot.</b> Dry weight [kg] - 15%	64,0	76,0	86,0	77,0	93,0	100,0	97,70	81,0	105,0
<b>(d) přepečet [%]</b>	100,0	84,21	74,42	83,12	68,82	64,0	65,51	79,01	60,95
<b>Životnost</b> TBO [hour] – 12%	1200	1000	1000	1800	2000	2400	1200	2000	2000
<b>(e) přepečet [%]</b>	50,0	41,67	41,67	75,0	83,33	100,0	50,0	83,33	83,33
<b>Cena</b> Price [USD] - 18%	27000	34500	47500	27000 <sup>(7)</sup>	35000 <sup>(7)</sup>	31000	46000	18400	36600
<b>(f) přepečet [%]</b>	68,15	53,33	38,74	68,15	52,57	59,35	40,0	100,0	50,27
<b>Zastavěný obj.</b> Built-up volume [litres] - 7%	126,36	167,54	194,68	292,88	294,58	296,15	307,01	151,03	271,19
<b>(g) přepečet [%]</b>	100,0	75,42	64,91	43,14	42,90	42,67	41,16	83,66	46,60
<b>Hodnocení</b> Rating [%]	<b>81,10</b>	<b>72,46</b>	<b>70,26</b>	<b>68,41</b>	<b>69,80</b>	<b>72,27</b>	<b>67,97</b>	<b>83,19</b>	<b>67,98</b>

Tab. 5 – Hodnocení motorů s výkonem řádově 100hp

V kategorii výkonu řádově 100 koňských sil volen jako nejvhodnější motor Jabiru 3300. Dle tab. 5. tento motor dosáhl nejlepšího relativního hodnocení, a to 83,19% ze 100 možných. Jako alternativa zvolen motor Rotax 914F, s hodnocením 81,10% ze 100 možných.

### 5.3 Výběr motoru s výkonem řádově 200 koňských sil (~150 kW)

motor	Continental IO-360-ES	Continental TSIO-360-H, HB	Lycoming IO-360-F	Lycoming TIO-360-A	Jabiru 5100	LOM M137A/AZ	LOM M337A/AK
<b>Startovní výkon</b> Start power [kW] - 10%	155,40	156,00	133,00	148,00	133,00	132,00	154,40
<b>(a) přepočít [%]</b>	99,62	100,00	85,26	94,87	85,26	84,62	98,97
<b>Cestovní výkon</b> Cruise power [kW]- 20%	116,00	126,00	101,00	115,00	126,00	117,60	125,00
<b>(b) přepočít [%]</b>	92,06	100,00	80,16	91,27	100,00	93,33	99,21
<b>Spotřeba</b> Consumption [litres/hour] - 18%	34,00	45,50	37,70	54,50	36,00	43,00	41,00
<b>(c) přepočít [%]</b>	100,00	74,73	90,19	62,39	94,44	79,07	82,93
<b>Suchá hmot.</b> Dry weight [kg] - 15%	138,00	136,00	137,50	177,50	98,00	147,00	153,00
<b>(d) přepočít [%]</b>	71,01	72,06	71,27	55,21	100,00	66,67	64,05
<b>Životnost</b> TBO [hour] – 12%	2000	1400	2000	1200	2000	2000	2000
<b>(e) přepočít [%]</b>	100,00	70,00	100,00	60,00	100,00	100,00	100,00
<b>Cena</b> Price [USD] - 18%	55000 <sup>(7)</sup>	63000 <sup>(7)</sup>	49000	94000	24800	54800	66600
<b>(f) přepočít [%]</b>	45,09	39,37	50,61	26,38	100,00	45,26	37,24
<b>Zastavěný obj.</b> Built-up volume [litres] - 7%	442,50	348,84	309,14	465,50	304,28	360,50	348,11
<b>(g) přepočít [%]</b>	68,76	87,23	98,43	65,37	100,00	84,41	87,41
<b>Hodnocení</b> Rating [%]	<b>81,96</b>	<b>75,85</b>	<b>79,48</b>	<b>63,78</b>	<b>97,53</b>	<b>77,42</b>	<b>79,09</b>

Tab. 6 – Hodnocení motorů s výkonem řádově 200hp

V kategorii výkonu řádově 200 koňských sil volen jako nejvhodnější motor Jabiru 5100. Dle tab. 6. tento motor dosáhl nejlepšího relativního hodnocení, a to 97,53% ze 100 možných. Jako alternativa zvolen motor Continental IO-360-ES, s hodnocením 81,96% ze 100 možných.

#### 5.4 Výběr motoru s výkonem řádově 300 koňských sil (~225 kW)

motor	Continental IO-520-C	Continental TSIO-520-G	Lycoming IO-540-D	Lycoming TIO-540-S
<b>Startovní výkon</b> Start power [kW] - 10%	211,00	222,00	192,40	222,00
<b>(a) přepočít [%]</b>	95,05	100,00	86,67	100,00
<b>Cestovní výkon</b> Cruise power [kW]- 20%	158,00	159,00	144,00	162,00
<b>(b) přepočít [%]</b>	97,53	98,15	88,89	100,00
<b>Spotřeba</b> Consumption [litres/hour] - 18%	50,34	47,90	66,00	90,00
<b>(c) přepočít [%]</b>	95,15	100,00	72,58	53,22
<b>Suchá hmot.</b> Dry weight [kg] - 15%	180,00	188,00	186,40	242,00
<b>(d) přepočít [%]</b>	100,00	95,74	96,57	74,38
<b>Životnost</b> TBO [hour] – 12%	1700	1400	2000	1800
<b>(e) přepočít [%]</b>	85	70	100	90
<b>Cena</b> Price [USD] - 18%	54000 <sup>(7)</sup>	64000 <sup>(7)</sup>	66000	110000
<b>(f) přepočít [%]</b>	100,00	84,38	81,82	49,09
<b>Zastavěný obj.</b> Built-up volume [litres] - 7%	380,24	381,69	444,79	521,09
<b>(g) přepočít [%]</b>	100,00	99,62	85,49	72,97
<b>Hodnocení</b> Rating [%]	96,34	92,55	86,70	75,48

Tab. 7 – Hodnocení motorů s výkonem řádově 300hp

V kategorii výkonu řádově 300 koňských sil volen jako nejvhodnější motor Continental IO-520-C, dle tab. 7. tento motor dosáhl nejlepšího relativního hodnocení, a to 96,3% ze 100 možných. Jako alternativa zvolen motor Continental TSIO-520-G, s hodnocením 92,6% ze 100 možných.



## 6 Závěr

První a také nejrozsáhlejší část je, jak už bylo patrné z úvodu, věnována databázi certifikovaných leteckých motorů. Z čistě exaktního pohledu je sice databáze neúplná, nicméně plně použitelná. Zahrnout do této práce všechny nabízené typy a samostatně je popsat by znamenalo značně překročit standardní rozsah práce tohoto typu. Přičteme-li k již zmíněnému ještě fakt, že typy rozlišované u výrobců Lycoming a Continental písmeny na konci se vzájemně liší pouze méně důležitými parametry, zdá se zvolený způsob přístupu adekvátní situaci. Výjimkou je pouze Česká firma LOM Praha s.p., u které je vzhledem k rozsahu jejího sortimentu uvedeno motorů procentuálně více. Důvody pro zařazení grafických přehledů motorů podle způsobu dopravy paliva do spalovacího prostoru byly již řečeny v úvodu. Zopakují jen ten nejdůležitější a to nadmořskou výšku, při které je motor převážně provozován. Je zřejmé, že motory s přeplňováním budou ve vyšší nadmořské výšce účinnější a tím také úspornější než motory s atmosférickým plněním. Ke čtvrté části, která řeší tabulkové srovnání motorů řádově stejného výkonu lze doplnit pouze to, že by měla při výběru motoru výrazně usnadnit práci. Grafická podoba tabulek byla zařazena z důvodu vyšší výmluvnosti jednotlivých dílčích srovnání. Zvláště pokud chceme volit motor podle jednoho primárního parametru, například ekonomičnosti provozu, je grafické srovnání nejpřehlednější a nejrychlejší. Pátá kapitola je logickým rozvedením problému kapitoly čtvrté. Do hodnocení jsou ovšem zahrnuty všechny parametry najednou a jsou přiřazeny váhy, podle kterých je provedeno srovnání. Velkou výhodou tohoto přístupu je velká variabilita. Po připravení jednoduchého „programu“ v běžně dostupných tabulkových procesorech nebo statistických editorech, lze motory hodnotit podle parametrů, které zrovna preferujeme. Stačí změnit váhy jednotlivých parametrů dle našich požadavků. Dodal bych, že váhy parametrů v této práci jsou voleny pokud možno univerzálně, bez výrazného preferování některého parametru. Nejvyšší váhy jsou přiřazeny cestovnímu výkonu a ceně.

Ze všech porovnávaných motorů si papírově nejlépe stojí australský výrobce Jabiru. Při zvoleném způsobu porovnávání bodují motory Jabiru především neuvěřitelně nízkou cenou oproti konkurenci. Mimoto ostatní parametry jsou minimálně srovnatelné. Nevýhodou může být právě zeměpisná poloha výrobce. Týká se to především možnosti servisování a dalších služeb, které výrobci poskytují. Nejedná se o tak velkého výrobce, aby měl v oblasti střední Evropy dostatečně široké zastoupení. Toto je asi jediná větší nevýhoda motorů jinak skvělých parametrů.

## 7 Výčet použitých zdrojů

(7.1)

- [1] <http://www.zenithair.com/zodiac/xl/3300.html><http://www.pprune.org/forums/archive/index.php/t-246776.html>
- [2] <http://www.usjabiru.com/>
- [3] [http://www.jabiru.co.uk/prices/engine\\_prices.htm](http://www.jabiru.co.uk/prices/engine_prices.htm) (platnost k: September 2004)
- [4] [http://en.wikipedia.org/wiki/Jabiru\\_2200](http://en.wikipedia.org/wiki/Jabiru_2200)
- [5] [http://en.wikipedia.org/wiki/Jabiru\\_3300](http://en.wikipedia.org/wiki/Jabiru_3300)
- [6] [http://en.wikipedia.org/wiki/Jabiru\\_5100](http://en.wikipedia.org/wiki/Jabiru_5100)

informace převzaté ze všech internetových zdrojů v bodě (7.1) opatřeny v dubnu 2008 (April 2008)

(7.2)

- [7] Limbach flugmotoren GmbH & Co. KG: L 1700 – operating manual
- [8] Limbach flugmotoren GmbH & Co. KG: L 2400 – operating manual  
Výše uvedené manuály opatřeny v prosinci 2007 (December 2007)
- [9] Limbach flugmotoren GmbH & Co. KG: Retail Price List 4-Stroke Engines  
Platnost k 1.4.2008. Valid from 1 April 2008
- [10] Limbach flugmotoren GmbH & Co. KG: Technical bulletin 9.9  
Dokument č.: 036; platnost k 18.9.2001, nahrazuje dokument platný k 14.4.1998. (Valid from 18 September 2001, replaces edition valid from 14 April 2008)
- [11] European Aviation Safety Agency: TYPE-CERTIFICATE DATA SHEET  
Číslo: E.084; vydání: 01; datum: 04 August 2006
- [12] <http://www.limflug.de/>  
informace z této stránky opatřeny v listopadu 2007 - únoru 2008 (November 2007 - February 2008)
- [13] <http://www.pprune.org/forums/archive/index.php/t-246776.html>  
informace z této stránky opatřeny v březnu 2008 (March 2008)

(7.3)

- [14] <http://www.moraviation.com/familyof.html#afe>
- [15] <http://www.moraviation.com/m132.html>
- [16] <http://www.moraviation.com/m332c.html>  
informace z této stránky opatřeny v dubnu 2008 (April 2008)

(7.4)

- [17] <http://www.rotax-aircraft-engines.com/>
- [18] <http://www.zenithair.com>  
informace převzaté z internetových zdrojů v bodě (7.4) opatřeny v listopadu 2007 (November 2007)

(7.5)

- [19] <http://www.tcmlink.com/>  
informace z této stránky opatřeny v listopadu 2007 (November 2007)
- [20] [http://en.wikipedia.org/wiki/Continental\\_O-200](http://en.wikipedia.org/wiki/Continental_O-200)
- [21] <http://www.zenithair.com/zodiac/xl/o200.html>
- [22] [http://www.dtiaircraftsales.com/aircraftsale\\_page2.cfm](http://www.dtiaircraftsales.com/aircraftsale_page2.cfm)
- [23] <http://flighttraining.aopa.org/learntofly/articles/0110.cfm>
- [24] [http://www.lancair-es.com/About\\_the\\_ES.html](http://www.lancair-es.com/About_the_ES.html)
- [25] <http://www.piperowner.com/arrow.htm>
- [26] <http://www.skywagons.com/modelchgsweb.html>
- [27] <http://www.geocities.com/grumman365ps/bonanza1.html>

- [28] <http://www.freepatentsonline.com/3926156.html>  
 [29] <http://www.planeandpilotmag.com/aircraft/specifications/cessna/1981-cessna-centurion-t-210-n-n104sc.html>  
 [30] <http://www.flugzeugbau-helmrich.de/englisch/iv/5305039a5e0aeee08/index.html>  
 [31] [http://www.txsport.aero/pdfs/Texas\\_Sport\\_Options\\_Form.pdf](http://www.txsport.aero/pdfs/Texas_Sport_Options_Form.pdf)  
 [32] <http://www.customairmotive.com/price.htm>

informace převzaté z těchto internetových zdrojů opatřeny v dubnu 2008 (April 2008)

(7.6)

- [33] Textron Lycoming: Katalog leteckých motorů (rok vydání 2000)  
 [34] Textron Lycoming: Aftermarket engine price list  
 Číslo: SPP-107P; datum: 01 January 2007  
 [35] Moravan aviation s.r.o.: Zlin Z143 LSi (platné k 10.9.2007; valid from 10 September 2007)  
 [36] Moravan aviation s.r.o.: Zlin Z242 L (platné k 30.8.2007; valid from 30 August 2007)  
 [37] Avco Lycoming: AEIO-320; -360; -540 Operator's Manual  
 Publication No. 60297-21, Publication Date: October 1974

- [38] <http://www.prime-mover.org/Aviation/Bulletins/si1070.html>  
 [39] [http://www.prime-mover.org/Aviation/Manuf\\_Page/si1014m.html](http://www.prime-mover.org/Aviation/Manuf_Page/si1014m.html),  
 [40] <http://flightraining.aopa.org/learntofly/articles/0110.cfm>  
 [41] [http://www.avions-jodel.de/Privat/single\\_engine\\_aircraft\\_eng.html](http://www.avions-jodel.de/Privat/single_engine_aircraft_eng.html)  
 [42] <http://www.seqair.com/FlightTest/PerfTest/LPMReview.html>  
 [43] <http://www.infinityaerospace.com/inf1spec.htm>  
 [44] <http://www.planeandpilotmag.com/aircraft/specifications/piper/1964-piper-comanche-400.html>  
 [45] [http://www.shanaberger.com/engines/lycoming\\_O-235.htm](http://www.shanaberger.com/engines/lycoming_O-235.htm)  
 [46] [http://www.shanaberger.com/engines/lycoming\\_O-320.htm](http://www.shanaberger.com/engines/lycoming_O-320.htm)  
 [47] [http://www.shanaberger.com/engines/lycoming\\_O-360.htm](http://www.shanaberger.com/engines/lycoming_O-360.htm)  
 [48] [http://www.shanaberger.com/engines/lycoming\\_O-540.htm](http://www.shanaberger.com/engines/lycoming_O-540.htm)  
 [49] [http://www.shanaberger.com/engines/lycoming\\_O-720.htm](http://www.shanaberger.com/engines/lycoming_O-720.htm)

informace převzaté ze všech internetových zdrojů v bodě (7.6) opatřeny v březnu 2008 (March 2008)

(7.7)

- [50] Thielert aircraft engines GmbH: Engine description Centurion 2.0 S  
 Proprietary information of Thielert aircraft engines GmbH; datum: 21 November 2007  
 [51] Thielert aircraft engines GmbH: Centurion 2.0 Scheduled Maintenance Costs  
 datum: duben 2007 (April 2007)  
 [52] <http://www.thielert.com>  
 informace z této stránky opatřeny v prosinci 2007 (December 2007)  
 [53] <http://www.vansairforce.com/community/showthread.php?t=16036>  
 [54] [www.cami-aero.fr/wp\\_scripts/CENTURION%202.0%20TBR%20Parts%20Pricing.pdf](http://www.cami-aero.fr/wp_scripts/CENTURION%202.0%20TBR%20Parts%20Pricing.pdf)  
 [55] <http://www.asianaero.net/Centurion%20Cost%20benefit.asp>  
 informace převzaté z těchto internetových zdrojů opatřeny v březnu 2008 (March 2008)

## 8 Seznam použitých zkratek a symbolů

TBO Time between overhaul - Provozní čas mezi jednotlivými generálními opravami motoru

N/A Not available – informace, kterou se nepodařilo zjistit

rpm revolutions per minute – obrátky za minutu

litres/hour - litry za hodinu

(1) Odhad (estimation)

(2) Čas TBO může být zvýšen až o 2x 100 hodin, pokud motor není starší než 5 let a pokud byla provedena prohlídka v souladu s dokumentem: Checklist No.: 910.000.050.000

(3) L 2000 DA, E0, EA, EB, EC TBO: 1000 hours

L 2000 EC TBO: 1250 hours

(4) L 2400 EB1.AA, EB1.AB, EB1.AC TBO: 1400 hours

L 2400 EB1.AD TBO: 450 hours

L 2400 DF, DT, EE, EF, ET TBO: 1000 hours

(5) dle normy MIL-L-22851D, např. AEROSHELL OIL W100, TOTAL AERO D100, ELF Aviation AD 100, MOBIL aero Oil 100, BP Aero D100, CASTROL Aero AD 100

(6) Při použití v neakrobatickém letounu. (If used in non-aerobatic aircraft)

(7) odhad ceny nového motoru podle ceny motoru po generální opravě. Cena motoru po generální opravě brána jako 0,45 ceny motoru nového. Podle aktuálních zjištěných cen mototů Continental XX-550-XX se odhadnuté ceny pohybují s přesností cca  $\pm 10\%$ .

estimation of price of new engines in relation with price of overhauled engines. Price of new one = 0,45 x price of overhauled with accuracy cca  $\pm 10\%$ .

(8) Odhad celkové hmotnosti pomocí odhadu hmotnosti příslušenství

Estimation of total weight with using of estimation of weight of accessories.

(7.1)-(7.7) Odkaz na části kapitoly 7

(7.1)-(7.7) Reference to parts of chapter 7

(a)-(g) Odkaz na hodnoty dílčích hodnocení jednotlivých parametrů (tab. 5).

Reference to partial rating of separate parameters (tab. 5)