

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Bakalářská práce

2012

Nečil Jan

Univerzita Pardubice

Dopravní Fakulta Jana Pernera

Diagnostika chladicí soustavy motorových vozidel

Nečil Jan

Bakalářská práce

2012

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan Nečil**
Osobní číslo: **D06227**
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**
Studijní obor: **Dopravní prostředky-Silniční vozidla**
Název tématu: **Diagnostika chladicí soustavy motorových vozidel**
Zadávací 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 :

1. Úvod
2. Účel a druhy chladících soustav
3. Vliv netěsnosti a poruch chladicí soustavy na funkci motoru
4. Možnosti zjišťování technického stavu chladicí soustavy
5. Závěr

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

Kreidl, M. Šmíd, R.: BEN - Technická literatura, Praha 2006

Vlk, F.: Zkoušení a diagnostika motorových vozidel. Nakladatelství
a vydavatelství Vlk, Brno 2001

Tesař, M.; Šefčík, I.: Konstrukce vozidlových spalovacích motorů. Pardubice

Vlk, F.: Vozidlové spalovací motory. Nakladatelství a vydavatelství Vlk, Brno
2001

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Petr Jilek, DiS.

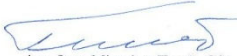
Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Datum zadání bakalářské práce: 1. září 2011

Termín odevzdání bakalářské práce: 31. května 2012


prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.
děkan

L.S.


doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.
vedoucí katedry

dne

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. 121/2000 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 Pardubicích dne 23. 05. 2012

Nečil Jan

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce, panu Ing. Petru Jilkovi, DiS. za věnovaný čas, po který mi poskytl řadu důležitých informací a cenné připomínky, které mi pomohly při zpracovávání této práce. Také bych chtěl poděkovat svým rodičům za trpělivost a podporu ve studiu.

V Pardubicích dne 24. 05. 2011

Nečil Jan

ANOTACE

Tato práce se zabývá popisem jednotlivých součástí, které tvoří systémy chlazení. Dále pak opravami a údržbou funkce a dílů soustavy. V neposlední řadě pak možnými způsoby diagnostiky stavu chladicích soustav. Bakalářská práce také zahrnuje ukázkou případů z praxe v odhalování poruch a jejich opravu.

KLÍČOVÁ SLOVA

chladicí soustava, chladicí kapalina, diagnostika, metody diagnostiky, porucha chladicí soustavy

TITLE

Diagnosis of the cooling system of motor vehicles

ANOTATION

This bachelor work explains the components that make up cooling systems. Furthermore, the repair and maintenance functions and system components. Last but not least, the diagnosis of possible ways of cooling systems. Bachelor thesis also includes a sample of cases from practice in the detection of faults and repairs.

KEYWORDS

cooling system, coolant, diagnosis, methods of diagnosis, cooling system failure

1.	Úvod	9
2.	Účel a druhy chladicí soustavy	10
2.1.	Kapalinové chlazení motoru	11
2.1.1.	<i>Vodní čerpadlo</i>	12
2.1.2.	<i>Chladič</i>	13
2.1.3.	<i>Ventilátor</i>	14
2.1.4.	<i>Termostat</i>	15
2.1.5.	<i>Čidlo pro snímání teploty chladicí kapaliny</i>	15
2.1.6.	<i>Expanzní nádobka s tlakovým uzávěrem</i>	16
2.1.7.	<i>Potrubi a hadice pro vedení chladicí kapaliny</i>	16
2.1.8.	<i>Přístroj s varovnou kontrolkou na přístrojové desce</i>	17
2.1.9.	<i>Chladicí kapalina</i>	18
2.1.10.	<i>Výměník tepla</i>	18
2.2.	Vzduchové chlazení	19
2.2.1.	<i>Chladicí žebra</i>	20
2.2.2.	<i>Ventilátor</i>	20
2.2.3.	<i>Kryty pro vedení a směřování proudu vzduchu</i>	21
2.3.	Chlazení stlačeného vzduchu	21
2.4.	Chlazení motorového oleje	22
3.	Opravy a údržba okruhu chlazení	24
3.1.	Poruchy kapalinou chlazených soustav	24
3.1.1.	<i>Motor se přehřívá</i>	24
3.1.1.1.	<i>Nízká hladina chladicí kapaliny v systému chlazení</i>	24
3.1.1.2.	<i>Roztok chladicí kapaliny má nízkou koncentraci</i>	24
3.1.1.3.	<i>Termostat nepřepouští kapalinu do velkého okruhu chlazení</i>	24
3.1.1.4.	<i>Vadný termosínač ventilátoru</i>	25
3.1.1.5.	<i>Vadný snímač a ukazatel teploty chladicí kapaliny</i>	25
3.1.1.6.	<i>Vysoké znečištění žeber chladiče, vadný chladič</i>	25
3.1.1.7.	<i>Vnitřek chladiče je zanesen vodním kamenem</i>	25
3.1.1.8.	<i>Poškození lopatek vodního čerpadla</i>	25
3.1.1.9.	<i>Elektrický ventilátor neplní svojí funkci</i>	26
3.1.1.10.	<i>Vadné víčko expanzní nádobky</i>	26
3.1.1.11.	<i>Prasklá nebo ucpaná hlava válců nebo blok motoru</i>	26
3.1.2.	<i>Motor nedosahuje běžné provozní teploty</i>	26
3.1.2.1.	<i>Špatná funkce termostatu</i>	26
3.1.2.2.	<i>Hladina chladicí kapaliny je pod značkou MIN</i>	26
3.1.3.	<i>Ztráta chladicí kapaliny</i>	27

3.1.3.1.	<i>Mechanické poškození některých součástí chladicí soustavy</i>	27
3.1.3.2.	<i>Neodborná montáž, použití nesprávných dílů</i>	27
3.2.	Poruchy vzduchem chlazených soustav	29
4.	Možnosti zjišťování technického stavu chladicí soustavy	30
4.1.	Diagnostika kapalinového chlazení	30
4.1.1.	Kontrola těsnosti chladicí soustavy (vizuálně, stlačeným vzduchem) a tlakového uzávěru	30
4.1.2.	Kontrola množství chladicí kapaliny a bod tuhnutí	32
4.1.3.	Kontrolu termostatu	34
4.1.4.	Kontrolu snímače teploty (signalizace)	35
4.1.5.	Kontrola čerpadla chladicí kapaliny	36
4.2.	Použití metod diagnostiky kapalinového chlazení v praxi servisu	37
4.3.	Diagnostika vzduchového chlazení	41
5.	Závěr	43
6.	Seznam použité literatury	45
7.	Seznam obrázků, grafů a tabulek	47
8.	Přílohy	48

1. Úvod

U každého spalovacího motoru je nutné použití chlazení. Od vynalezení spalovacích motorů prošli chladicí systémy velkým pokrokem. Původní vzduchové chlazení bylo vytlačeno chlazením kapalinou. Chlazení vzduchové se u dnešních osobních vozidel skoro nepoužívá, přesto lze potkat jen výjimečně vozidla s chladicími žebry a řemenem poháněným ventilátorem. Největší výskyt motoru chlazeného vzduchem je u nákladních vozidel (v Čechách Tatra). Výhody jsou nejvíce při provozování v extrémních podmínkách.

Z těchto důvodů bude v této práci pojednáno především o motorech chlazených kapalinou. Přesto, že součásti systému chlazení kapalinou jsou složitější, uplatnění v dnešních motorech je především kvůli snadnější regulaci a rovnoměrnému odvádění tepla od motoru. Pokročilé chladicí systémy umožňují splňovat nejnovější emisní normy a tím tak šetřit životní prostředí a dokonce i ovlivňují spotřebu paliva.

Závady na chladicích soustavách mohou být lehké (pohybují se v rámci několika korun), nebo těžké, kdy se kolikrát vozidlo nevyplatí opravovat.

Diagnostika chladicích soustav vyžaduje u dnešních vozidel především dílenskou techniku. S rozvojem elektroniky jsou chladicí systémy o něco složitější, což je na druhou stranu vyváženo získáním přesnějších informací o vlastnostech chladicí kapaliny a soustavy chlazení. Možnosti diagnostiky nejsou spojeny jenom se servisem. Některé úkony lze provádět i bez servisních prostředků.

2. Účel a druhy chladicí soustavy

Účelem chladících soustav je odvod přebytečného tepla od hlavy válců, bloku válců motoru a dalších součástí motoru. Chladicí soustava musí udržet takovou teplotu motoru, na kterou je spalovací motor navržen.

Dobré chlazení umožňuje:

- lepší plnění válců
- snížení sklonu k detonačnímu spalování u zážehových motorů
- vyšší kompresní poměr
- vyšší výkon při příznivější spotřebě paliva
- rovnoměrnější provozní teploty

Chladicí soustavy musí zajistit následující:

- zajistit, aby na stěnách válců byl olejem vytvořen souvislý olejový film a tím docházelo ke snížení tření mazaných součástí.
- omezit příčiny vzniku detonačního spalování na minimum
- rovnoměrným odvodem tepla zabránit tepelnému pnutí jednotlivých součástí
- vysoký chladicí výkon chladicí soustavy
- zabezpečit, aby přechod tepla nebyl omezen nečistotami nebo usazováním vodního kamene
- pro provoz chladicí soustavy zabezpečit nízkou spotřebu energie

Druhy chladících soustav

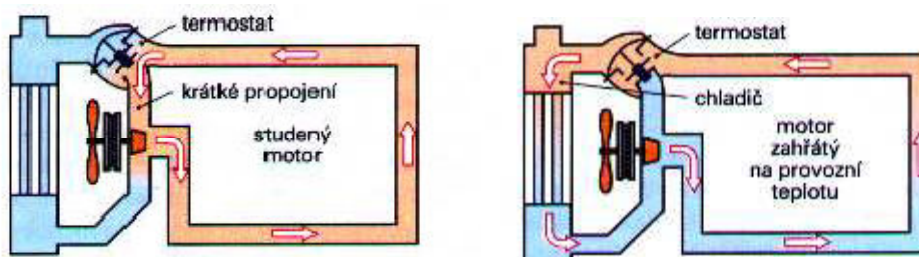
Chladicí soustavy rozdělujeme podle druhu média, kterým je odváděno přebytečné teplo od motoru:

- kapalinové chlazení motoru
 - o samooběžné chlazení
 - o chlazení s nuceným oběhem
- vzduchové chlazení motoru
 - o chlazení náporem vzduchu za jízdy
 - o chlazení ventilátorem

2.1. Kapalinové chlazení motoru

U dnešních osobních vozidel se nejčastěji používá chlazení kapalinové s nuceným oběhem. Chladicí soustava je tvořena soustavou kanálků v bloku a hlavě válců motoru, do kterých je pomocí vodního čerpadla vháněna chladicí kapalina. Chladicí kapalina přebírá teplo od tepelně namáhaných součástí, dále pak vychází z motoru a ochlazená se vrací zpět. Chladicí soustava je rozdělena na dva okruhy:

- malý okruh chlazení – slouží pro rychlejší ohřátí motoru na provozní teplotu. Chladicí kapalina je čerpadlem čerpána do pláště bloku motoru, kde proudí okolo válců. Potom proudí kanály a otvory do hlavy válců, odkud odtéká do komory termostatu. Termostat je uzavřen a chladicí kapalina se vrací k čerpadlu. V případě zapnutého topení, kapalina proudí také k výměníku topení a zpět k čerpadlu.
- velký okruh chlazení. Aktivuje se otevřením termostatu po dosažení provozní teploty motoru. Dojde k otevření cesty ke chladiči a přímé spojení s čerpadlem je přerušeno. Kapalina je nucena projít přes chladič, kde dojde k přestupu tepla do okolního vzduchu.



Obr. 2.1 - Malý okruh chlazení (vlevo) a velký okruh chlazení (vpravo)

Výhody motorů chlazených kapalinou:

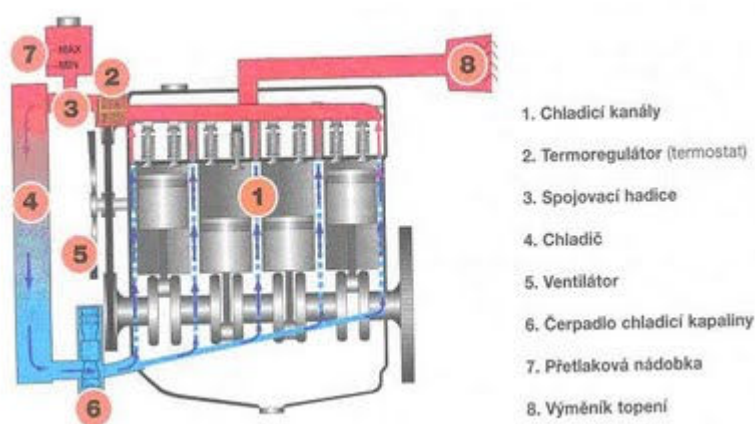
- menší hmotnost a rozměry spalovacího motoru
- snížení vzniku detonačního spalování
- nižší hlučnost motoru

Nevýhody motorů chlazených kapalinou:

- složitá konstrukce chladicí soustavy
- potřeba chladicí kapaliny
- nutná těsnost z důvodu možného úniku chladicí kapaliny

Kapalinové chladicí soustava je tvořena následujícími částmi:

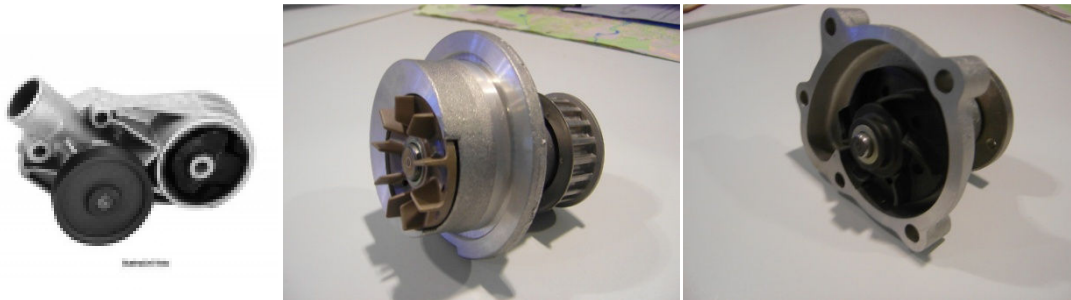
- vodním čerpadlem
- chladičem
- ventilátorem
- termostatem
- čidlem pro snímání teploty chladicí kapaliny
- vyrovnávací nádoba s tlakovým uzávěrem
- hadice pro vedení chladicí kapaliny
- přístrojem s varovnou kontrolkou na palubní desce
- chladicí kapalina
- výměník tepla



Obr. 2.2 - Schéma chladicí soustavy [8]

2.1.1. Vodní čerpadlo

Vodní čerpadlo slouží k vytvoření tlaku a dopravě chladicí kapaliny ke chlazeným místům spalovacího motoru. V komoře čerpadla je lopatkové kolo, které nasává chladicí kapalinu. Komora čerpadla je zcela zaplněna chladicí kapalinou. Chladicí kapalina je tlačena po lopatkách na obvod lopatkového kola směrem ven. Vytvořením tlaku v systému chlazení dojde ke zvýšení bodu varu chladicí kapaliny. Nejčastěji se používají lopatková oběhová čerpadla. Vyrábějí se z litiny, hliníkových slitin, umělých hmot a bronzu. Vodní čerpadla vytváří tlak v rozmezí 0,02 až 0,15 MPa. Pohon těchto čerpadel je nejčastěji klínovým nebo rozvodovým řemenem. Méně častý je také pohon přímo od klikového hřídele případně pohon zvláštním elektromotorem. Výkonnost vodních čerpadel je ovlivněna konstrukcí a rozměry rotoru. Čerpadla mohou být buď axiální, nebo radiální.



Obr. 2.3 - Čerpadla chladicí kapaliny. Zleva čerpadlo poháněno klínovým řemenem, drážkovým řemenem a pevným spojením od klikového hřídele

2.1.2. Chladič

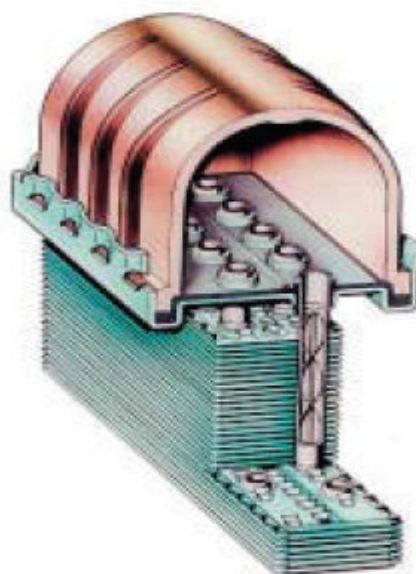
Úkolem je chladiče je zabezpečit co nejefektivnější ochlazování kapaliny, která se pak vrací přes vodní čerpadlo do bloku motoru, kde se zahřeje a postupuje zpět do chladiče. Chladič je tvořen vstupní a výstupní komorou. Komory chladiče jsou vyráběny z plastu a mohou být posíleny skelnými vlákny. Mezi komory je umístěna chladicí vložka, kterou prochází chladicí kapalina. Tato vložka se vyrábí výhradně z hliníkové slitiny a je tvořena:

- trubkami pro průtok chladicí kapaliny spojenými s chladicími žebry
- chladicí žebra, přes která probíhá výměna tepla do proudícího vzduchu
- krajními částmi uzavírající konce chladiče

Tyto části jsou navzájem spojeny mechanicky nebo jsou sletovány, jak je uvedeno na obrázku 2.4a,b



Obr.2.4a - Sletovaný chladič [13]



Obr.2.4b - Mechanicky spojený chladič [13]

Základní požadavky na chladiče:

- zabezpečit odvod tepla
- optimální aerodynamický odpor
- malé rozměry
- nízká hmotnost
- vysoká pevnost a životnost

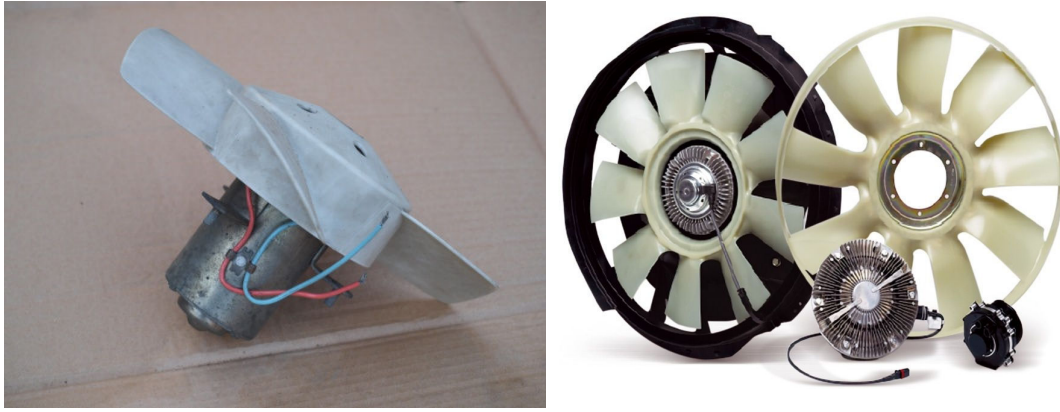
Chladiče se dají obecně rozdělit:

- chladič se spádovým průtokem – kapalina proudí shora dolů. Na horní komoře je vstupní hrdlo pro chladicí kapalinu. Kapalina protéká přes vložku chladiče do dolní komory a odtud postupuje k čerpadlu
- chladič s příčným průtokem – u tohoto typu chladiče kapalina postupuje horizontálně z jedné strany na druhou. Pro vyšší účinnost chlazení je někdy vstup a výstup chladicí kapaliny v jedné komoře rozdělené na dvě části. Chladicí kapalina tak musí projít chladičem dvakrát

2.1.3. Ventilátor

Ventilátor musí zajistit dostatečný přívod čerstvého vzduchu k chladiči, který pracuje jako tepelný výměník vzduch - voda. Ventilátor zajišťuje průtok chladicího vzduchu chladičem a může být poháněn dvěma způsoby:

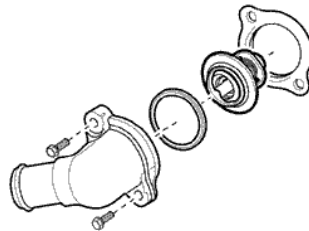
- pevný pohon ventilátoru – ventilátor je přímo spojen s čerpadlem chladicí kapaliny a poháněn stejným řemenem jako čerpadlo (otáčky ventilátoru jsou závislé na otáčkách motoru.
- variabilní pohon ventilátoru – není závislý na otáčkách motoru. Pohon je realizován pomocí viskózní spojky nebo elektromotorem. Hlavní výhodou je úspora výkonu na pohon ventilátoru. Z toho plynou další výhody jako např.: snížení spotřeby paliva, nižší hlučnost motoru, rychlejší dosažení provozní teploty a udržení konstantní teploty motoru.



Obr. 2.5 – Ventilátory pro přívod vzduchu k chladiči [8]

2.1.4. Termostat

Slouží k regulaci teploty v chladicí soustavě. Termostat zajišťuje rychlé ohřátí kapaliny při studeném motoru a zamezuje kolísání teploty v soustavě. Termostat je v motoru umístěn na vstupu nebo výstupu chladicí kapaliny z motoru. Příklad konstrukce termostatu je uveden na obrázku 2.6.



Obr.2.6 - Sestava termostatu – komora termostatu, těsnění, ventil a těsnění [14]

2.1.5. Čidlo pro snímání teploty chladicí kapaliny

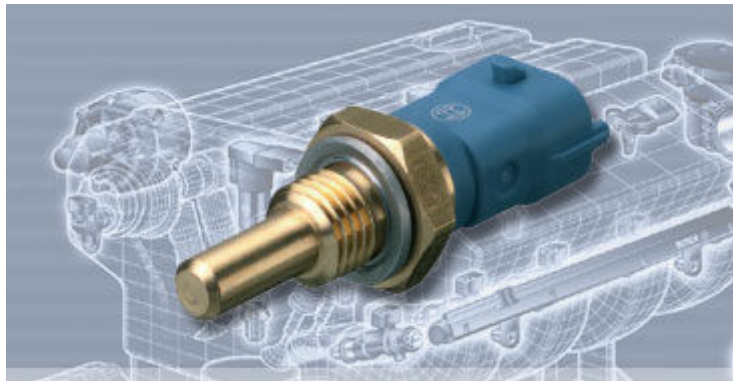
Při měření teploty v motorových vozidlech se využívá teplotní závislosti elektrických odporových materiálů s kladným (PTC) nebo záporným (NTC) teplotním koeficientem ve formě dotykového teploměru – tzv. termistorů.

- Snímače teploty NTC

Vyrábějí se z oxidů těžkých kovů. Mají výrazně záporný teplotní koeficient. Elektrický odpor klesá s rostoucí teplotou, proto vedou proud při vyšších teplotách lépe než při nízkých. Rozsah teploty, který měří je od -40 do +150 °C, podle typu.

- Snímače teploty PTC

Oproti rezistorům NTC mají kladný teplotní koeficient. Hodnota odporu s vyšší teplotou roste, z tohoto důvodu vedou PTC snímače proud lépe při nízkých teplotách než při vyšších. Většina kovů je jako PTC termistory. Vyrábí se například z křemíku.



Obr. 2.7 – Senzor teploty chladicí kapaliny [7]

2.1.6. Expanzní nádobka s tlakovým uzávěrem

Expanzní nádobka slouží k doplnění chladicí kapaliny a kontrole jejího množství. Aby bylo dosaženo vyššího bodu varu chladicí kapaliny, je víčko této nádoby opatřeno ventilem, který umožňuje udržet soustavě vyšší tlak.

2.1.7. Potrubí a hadice pro vedení chladicí kapaliny

Spojují všechny prvky chladicí soustavy. Jsou vyrobeny z pryže s textilní vložkou. Musí odolat teplotám až 120 – 130 °C. K součástem soustavy jsou hadice připevněny šroubovými sponami.

Hadice pro chladicí kapalinu jsou spolehlivým a levným prostředkem rozvodu chladicí kapaliny pod tlakem bez úniku, umožňujícím propojení součástí chladicího systému vozidla.

Hadice pro chladicí kapalinu slouží k:

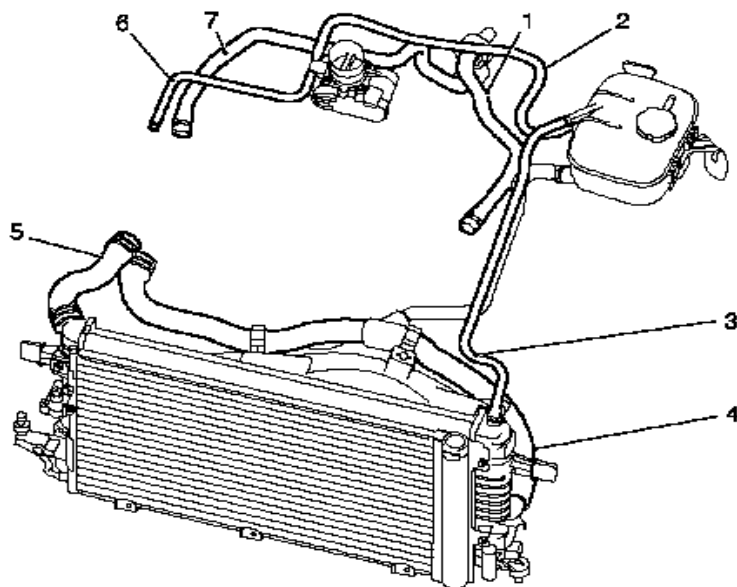
- připojení chladiče
- připojení topení
- odvzdušnění

Hadice pro chladicí kapalinu mohou být:

- přímé/tvarované
- s/bez textilní vložky (pletená/spirálovitá)
- s/bez odboček (hubic)

· gumové (EPDM, Varnac, silikon)/plastové (např. odvzdušňovací)

Příklad tvarů a uspořádání hadic je uveden na obrázku 2.8.



Obr. 2.8 Uspořádání hadic v okruhu chlazení [14]

1) Přívodní hadice do výměníku tepla, 2) Vratná hadice od předehřívání směsi palivo-vzduch, 3) Spojovací hadice mezi chladičem a vyrovnávací nádržkou chladicí kapaliny, 4.) Spodní koleno hadice chladicí kapaliny, 5) Horní koleno hadice chladicí kapaliny, 6) Přívodní hadice do předehřívání směsi palivo-vzduch, 7) Vratná hadice od výměníku tepla

2.1.8. Přístroj s varovnou kontrolkou na přístrojové desce

Pomocí tohoto přístroje kontroluje řidič teplotu chladicí kapaliny. Teploměr signalizuje překročení přípustné teploty chladicí kapaliny nebo její úbytek. Řidič je varován zvukovým signálem a kontrolkou obr2.9. Varovná kontrolka má nejčastěji červenou barvu. Stupnice na teploměru bývá většinou od 60 °C do 130 °C. Nepřípustná teplota chladicí kapaliny je na stupnici zobrazena červeným polem.



Obr. 2.9 – Varovná kontrolka chlazení a teploměr s integrovanou kontrolkou [9]

2.1.9. Chladicí kapalina

Chladicí kapalina proudí chladicím systémem, jejím úkolem je odvádět teplo od válců a odevzdávat jej do chladiče. Chladicí kapalina musí mít i další vlastnosti (chladicí, mazací antikorozi, ... atd.), aby byla zajištěna správná funkce systému chlazení. Správná funkce chlazení spočívá v ochraně před korozi, mrazem a mazáním součástí systému.

Chladicí kapalinu tvoří směs vody a nemrznoucí složky (glykolu/etanolu). Mimo nemrznoucích složek tvoří chladicí kapalinu také další přísady jako např.: (hořká činidla, silikáty, antioxidanty, inhibitory pění). Ochrana proti vodnímu kameni je tvořena silikáty, které vytváří ochrannou vrstvu kovových součástí. Korozi zabraňují antioxidační přísady, inhibitory pění zabraňují pění chladicí kapaliny. Chladicí kapalina je zabarvená a tak z bezpečnostních důvodů obsahuje hořká činidla, aby nedošlo k zaměnění kapaliny s nápojem. Glykol jako hlavní složka kapaliny udržuje hadice a těsnění v pružném stavu a zvyšuje bod varu chladicí kapaliny. [13]

2.1.10. Výměník tepla

Výměníkem tepla protéká chladicí kapalina, která je do něj přiváděna přes mechanicky nebo elektricky ovládaný ventil. Slouží k ohřevu vzduchu v kabině vozidla. Jeho konstrukce je podobná s chladičem kapaliny umístěním v čelní stěně vozidla. Výměník tepla je zabudován do přepážky mezi motorovým prostorem a kabinou vozidla.

Vzduch k výměníku je veden nasávacím otvorem vpředu vozidla, následně přes kabinový filtr (z důvodu zachycení nečistot). Nasávaný vzduch projde výměníkem, přebírá od něj teplo a dále je ventilátorem hnán přes systém ofuků v palubní desce do kabiny k cestujícím.

2.2.Vzduchové chlazení

Jako médium se k chlazení spalovacího motoru využívá okolní vzduch.

Teplo, které se uvolňuje při spalování paliva, se odvádí okolním vzduchem. Tento princip klade nároky na chladicí soustavu, která musí zajistit obměnu zahřátého vzduchu a přivádět čerstvý vzduch. Je zpravidla využívám u motorů menších výkonů například motocyklů, nebo některých motorů letadel, u automobilů se již nevyužívá výjimkou je výrobce vozidel Tatra, který vyrábí vzduchem chlazené motory dodnes.

Vzduchem chlazené motory jsou opatřeny žebrováním. Zvětšuje se plocha pro odvod tepla z válců a tím zajišťuje lepší chlazení spalovacího motoru. Žebrováním jsou opatřeny válce spalovacího motoru, používají se výhradně válce samotné (výjimečně blok dvou válců) podobně jako válce je i hlava válců opatřena žebrováním. Hlavy válců vzduchem chlazených motorů se vyrábějí pro každý válec jednotlivě (výjimkou je opět hlava společná pro dva válce pouze u malých motorů).

Vzduchové chlazení lze rozdělit podle způsobu, jakým vzduch proudí kolem motoru

Náporové chlazení

Je nejjednodušší způsob chlazení vozidla, k chlazení dochází pohybem vozidla, vzduch proudí kolem spalovacího motoru a tím ochlazuje chladicí žebra. Ovšem chlazení není rovnoměrné a proudění vzduchu ke spalovacímu motoru nesmí bránit ostatní části vozidla (využití u malých motocyklů).

Chlazení s nuceným oběhem vzduchu

Je tvořeno ventilátorem, který vytváří proud vzduchu, který přivádí ke spalovacímu motoru. Důležitá je těsnost celé soustavy za pomoci usměrňovacích plechů a potrubí je třeba rovnoměrně přivádět vzduch na chladicí žebra válců. Podle umístění ventilátoru dělíme chlazení s nuceným oběhem vzduchu:

Podtlakové - ventilátor umístěn za spalovacím motorem a nasává vzduch.

Přetlakové - ventilátor umístěn před motorem a vhání vzduch do prostoru spalovacího motoru.

Ejektorové chlazení - chybí zde ventilátor na jeho místě je vyvedeno výfukové potrubí válců ústí mísící komory, proud spalin odvádí zahřátý vzduch do ovzduší. Tento druh chlazení je velmi spolehlivý, a díky absenci ventilátoru výkonnější avšak velmi hlučný proto se využíval pouze u závodních vozidel.

Výhody vzduchového chlazení oproti kapalinovému jsou:

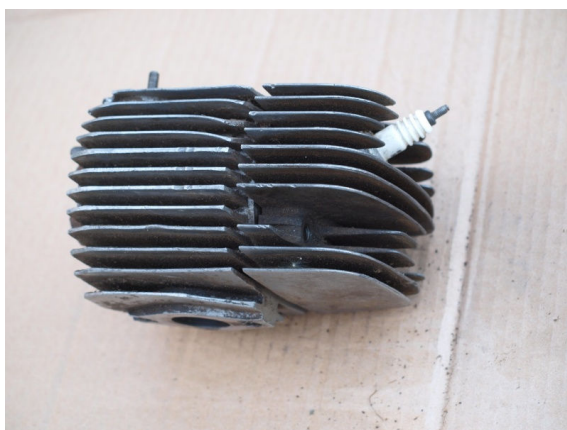
- jednodušší konstrukce,
- malá hmotnost a menší rozměry,
- rychlejší ohřátí motoru,
- jednodušší údržba a oprava

Mezi nevýhody patří:

- kolísání teploty,
- vyžaduje větší plochu k chlazení válců a tím i větší rozměry spalovacího motoru,
- obtížnější regulace,
- větší hlučnost motoru díky ventilátoru,
- ventilátor odebírá příliš velký výkon motoru.

2.2.1. Chladicí žebra

Množství tepla, které přechází z motoru do okolního vzduchu, záleží na výšce a počtu žebírek. Výroba žebírek není v praxi vůbec jednoduchá. Nejvíce tepelně namáhané části u vzduchem chlazených motorů jsou hlavy válců. Hlavy válců se vyrábějí jako litinové nebo z lehkých slitin - mají vyšší tepelnou vodivost a lépe odvádějí teplo do chladicího vzduchu. Oproti motorům chlazených kapalinou se u motorů chlazených vzduchem vyrábí hlavy válců vzájemně odděleny.



Obr. 2.11 - Válec a hlava válce chlazené vzduchem

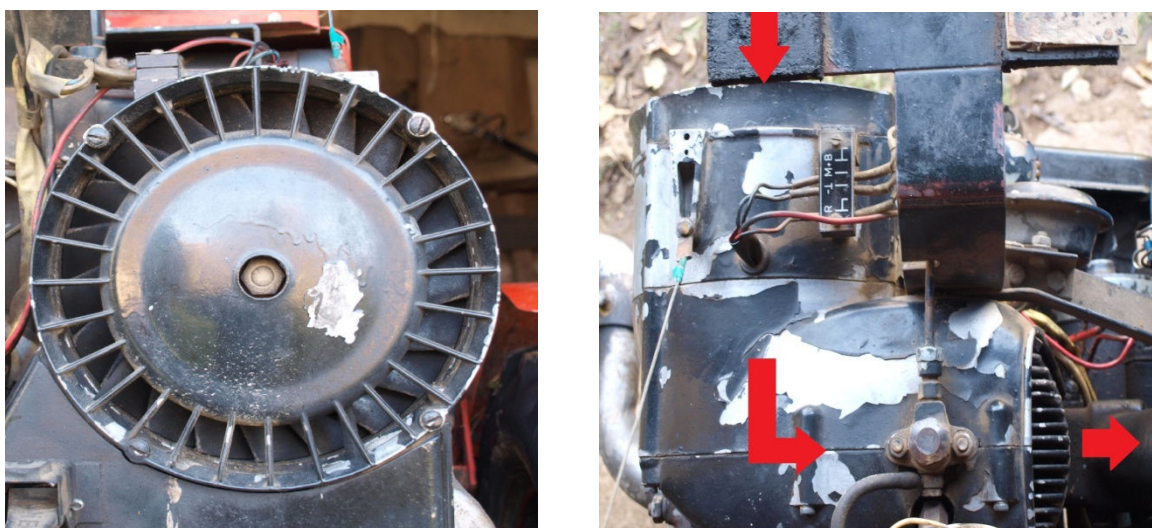
2.2.2. Ventilátor

Ventilátor je základním prvkem vzduchem chlazené soustavy s nuceným oběhem vzduchu, protože zajišťuje dodávku vzduchu k motoru. Ventilátory mohou být uloženy

radiálně nebo axiálně. Axiálně uložené ventilátory se používají častěji než radiální. Oproti radiálním mají výhodu hlavně ve větším množství dodávaného vzduchu při stejných celkových rozměrech. K dalším výhodám axiálních ventilátorů patří malé vnější průměry. Pohon ventilátoru je zajištěn od motoru klínovým řemenem.

2.2.3. Kryty pro vedení a směřování proudu vzduchu

Usměrňují proud vzduchu k hlavám válců. Jednotlivé části musí být mezi sebou utěsněny, aby nedocházelo k narušení proudu vzduchu směřovaného k hlavám válců motoru.



Obr. 2.12a,b – Vzduchem chlazený motor

Obrázek 2.12a Příklad náporového chlazení jednoválcového spalovacího motoru. Vstup vzduchu do soustavy je přes ventilátor poháněný od motoru klínovým řemenem. Na obrázku 2.12b je pohled shora na motor a šipky znázorňují průchod vzduchu soustavou.

2.3. Chlazení stlačeného vzduchu

Pro výrazné zvýšení výkonů spalovacích motorů je potřeba přivést dostatečné množství nasávaného vzduchu k čemuž slouží turbodmychadlo (turbo), v nynějších motorech se můžeme setkat i s více turbodmychadly (Bi - turbo). Turbo, je poháněno výfukovými plyny ve výfukovém potrubí a stlačuje vzduch v sacím potrubí, tím přivede do spalovacího prostoru více vzduchu je přivedeno více paliva což má za následek zvětšení tlaků a vyšší výkon spalovacího motoru.

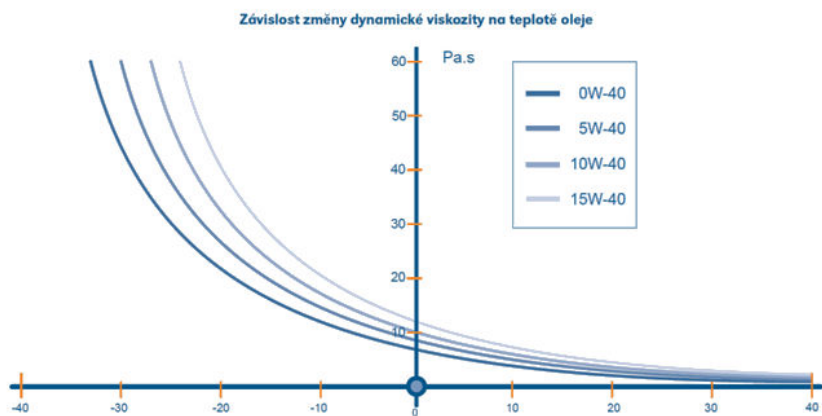
Ovšem při zvyšování tlaku vzduchu dochází k jeho zahřátí a tím snížení objemu vzduchu přivedeného do spalovacího prostoru čímž se snižuje účinnost turbodmychadla.

Proto je v moderních vozidlech instalován chladič stlačeného vzduchu (intercooler). Intercooler zvýší výkon spalovacího motoru tím, že chladí stlačený vzduch před vstupem do spalovacího prostoru. Sníží se teplota vzduchu, při stejném objemu je do válců přivedeno větší množství vzduchu.

Intercooler je vyráběn z hliníkové slitiny. Využívá se nejen v automobilovém průmyslu.

2.4. Chlazení motorového oleje

Motorový olej, jehož hlavní funkcí je mazání spalovacího motoru, je využíván také k odstraňování nečistot, ochrana před korozi, ale také se podílí na chlazení motoru. Při spalovacím procesu a vzniku vysokých teplot přebírá částečné teplo motorový olej, tím dochází k zahřátí oleje, které může být nežádoucí. Viskozita je vnitřní odpor kapaliny. Díky této vlastnosti je motorový olej využíván k mazání spalovacího motoru. Ovšem při změnách teploty a tlaku se hodnoty neustále mění, jak je uvedeno na obrázku 2.13. V případě dosažení vysokých hodnot teploty mazacího oleje, dochází ke změně viskozity, tím se snižuje mazací schopnost a může dojít ke zničení spalovacího motoru. Proto je zejména u vozidel s vyšším výkonem nutné použít chladič motorového oleje.



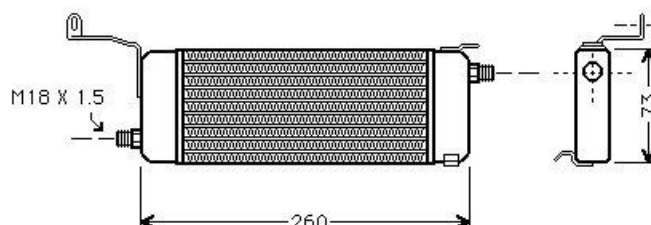
Obr. 2.13 - Graf změny dynamické viskozity na teplotě oleje jednotlivých druhů olejů [10]

Chlazení motorového oleje bez použití chladiče probíhá prouděním vzduchu okolo spodního víka motoru. Pro lepší odvod tepla, může být spodní víko motoru žebrováním. Ochlazení oleje je dosti nerovnoměrné a závislé na rychlosti jízdy.

V případě použití chladiče motorového oleje se používají:

Chladiče ochlazované okolním vzduchem

Jejich konstrukce se příliš neliší od chladičů používaných pro chlazení chladicí kapaliny. Chladičem protéká olej a prouděním vzduchu je ochlazován.



Obr. 2.14 - Chladič oleje pro vozy Opel Astra G. Pro přeplňovaný vznětový motor o objemu 1700ccm [11]

Chladiče využívající ke své činnosti chladicí kapalinou

Jsou umístěné v chladicím systému, olej protéká chladičem a je ochlazován okolo protékající chladicí kapalinou. V případě nízkých teplot je chladicí kapalina ohřívána rychleji a tak napomáhá zahřát motorový olej rovnoměrněji a rychleji, aby bylo dosaženo provozní teploty oleje v co nejkratší době. Chladič je opatřen přetlakovým ventilem, který při vysokém tlaku přepouští olej obtokovým potrubím. Teplota oleje může být regulována termostatickým ventilem.



Obr. 2.15 - Chladič oleje pro modelovou řadu BMW 3 [11]

3. Opravy a údržba okruhu chlazení

3.1. Poruchy kapalinou chlazených soustav

Kapalinové chladicí systémy jsou z hlediska počtu dílu a potřeby dokonalého utěsnění, náchylnější k poruchám. Poruchy chladicí soustavy lze rozdělit na tři hlavní skupiny (motor se přehřívá, únik chladiva a motor nedosahuje normální provozní teploty nebo z topení proudí chladný vzduch). Tyto poruchy se projeví několika možnými způsoby.

3.1.1. Motor se přehřívá

3.1.1.1. *Nízká hladina chladicí kapaliny v systému chlazení*

Nízká hladina chladicí kapaliny je nejsnáze identifikovatelnou poruchou. Hladinu kapaliny je potřeba kontrolovat ve vyrovnávací nádobce a pravidelně dolévat, aby byla mezi značkami MIN a MAX – označující množství chladicí kapaliny předepsanou výrobcem. Nízká hladina chladicí kapaliny je signalizací problému s těsností chladicí soustavy.

3.1.1.2. *Roztok chladicí kapaliny má nízkou koncentraci*

Je nutné pravidelně nechat kontrolovat a směs ředit dle poměru jak udává výrobce. Roztok směsi by měl zajistit protimrazovou ochranu od -25°C do -40°C . Optimálně je tento směšovací poměr vody a nemrznoucí složky 60:40 až 50:50. V případě, že je nemrznoucí směs málo nebo vůbec neředěná vodou, nemrznoucí složka zamrzá při teplotách -13°C a při teplotách nad 0°C dochází k slabému účinku chlazení a motor se přehřívá. Z tohoto důvodu musí být správný poměr směsi uveden na láhvi od chladicí kapaliny a smíchání s vodou v poměru jak uvádí výrobce. Nemrznoucí směs se smíchává výhradně s destilovanou vodou.

3.1.1.3. *Termostat nepřepouští kapalinu do velkého okruhu chlazení*

Motor se rychle zahřívá. Pohyblivá část termostatu je zablokována a nedochází k proudění chladicí kapaliny k chladiči. Zjistit tento problém je celkem snadné, stačí při ohřátém motoru sáhnout na potrubí vedoucí k chladiči. Studené nebo vlažné potrubí

potvrdí zmíněnou závadu. Odstranění závady spočívá ve výměně termostatu. Termostat je součástka, která se neopravuje.

3.1.1.4. Vadný termospínač ventilátoru

Termospínač ventilátoru je umístěn ve spodní části chladiče na jeho zadní straně. Úkolem tohoto termospínače je snímat teplotu chladicí kapaliny a spouštět ventilátor při určitých teplotách. Pokud se tak neděje je nutné spínač vyměnit. Při kontrole termospínače je důležitá prohlídka konektorů spínače a přívodních kabelů elektroinstalace.

3.1.1.5. Vadný snímač a ukazatel teploty chladicí kapaliny

Snímač teploty chladicí kapaliny je umístěn na termostatu, jehož součástí je termistor. Ukazatel teploty chladicí kapaliny je namontovaný na přístrojové desce. V případě poruchy, se podle velikosti naměřeného odporu v závislosti na teplotě určí, zda je nutná výměna snímače. Popřípadě je nutné nechat opravit nebo vyměnit ukazatel teploty.

3.1.1.6. Vysoké znečištění žeber chladiče, vadný chladič

Znečištění žeber způsobí snížení průtoku vzduchu chladičem. Účinná plocha chladicích žeber se sníží a dojde k nepříznivému nárůstu teploty chladicí kapaliny. K této závadě nejčastěji dojde při provozování v prašném prostředí. Odstraní se tím, že se chladič kapaliny vyfouká stlačeným vzduchem.

3.1.1.7. Vnitřek chladiče je zanesen vodním kamenem

Chladič je uvnitř ucpaný vodním kamenem a nečistotami z chladicí kapaliny. Úsady z chladicí kapaliny v chladiči zabrání její cirkulaci ve velkém okruhu chlazení. Neprůchodnost chladiče nelze opravit a chladič je vždy nutné vyměnit. Příčina zanesení chladiče vodním kamenem je následkem použití nevhodné chladicí kapaliny.

3.1.1.8. Poškození lopatek vodního čerpadla

K poškození lopatek dochází při průniku cizího předmětu do okruhu chlazení. Většinou k tomuto dochází při opravách součástí systému. Dále je nutné věnovat pozornost ložiskům čerpadel chladicí kapaliny. Čerpadlo se vždy vyměňuje za nové.

3.1.1.9. Elektrický ventilátor neplní svoji funkci

Ventilátor by se měl zapínat při teplotě mezi 100 až 105 °C. Toto jsou teploty, kdy je proud vzduchu slabý a nestíhá odvádět teplo z žeber chladiče. Většinou se tento jev stává při častém zastavování a rozjíždění (popojíždění v kolonách).

Závadou ventilátoru bude pravděpodobně poškozené vinutí elektromotoru. Ventilátor lze odzkoušet jednoduchým způsobem, stačí ho přímo připojit na akumulátor a měl by se roztočit. Pakliže se tak nestane, je nutné ventilátor vyměnit.

U ventilátoru je také důležité kontrolovat stav lopatek (jejich úplnost). Lopatky jsou vyrobeny z plastu. V případě velkého poškození se ventilátor mění za nový.

3.1.1.10. Vadné víčko expanzní nádoby

Vadné víčko expanzní nádoby způsobí únik tlaku ze soustavy a tím dojde ke snížení bodu varu chladicí kapaliny. Víčko je nutné kontrolovat, především jeho neporušenost, čistotu dosedacích ploch (kvůli znečištění chladicí kapaliny), správné dosednutí po zašroubování při dolévání chladicí kapaliny.

3.1.1.11. Prasklá nebo ucpaná hlava válců nebo blok motoru

Poškození tohoto typu je velice závažným, dochází přitom k omezení funkce motoru a to úplnému nebo částečnému. V každém případě si oprava vyžádá demontáž větších skupin motoru. Opravy tohoto poškození se pohubují v desetitisících korun.

3.1.2. Motor nedosahuje běžné provozní teploty

3.1.2.1. Špatná funkce termostatu

O tom, že termostat nepřepouští kapalinu do velkého okruhu, je pojednáno v kapitole 3.1.1.3. V případě, že je termostat stále otevřený, neohřeje se motor na provozní teplotu cca 90 °C. Toto má za následek zvýšenou spotřebu paliva.

Termostat se vždy vyměňuje za nový. Z ekonomického hlediska se oprava nevyplatí. Při výměně termostatu je nutné vyměnit i těsnění.

3.1.2.2. Hladina chladicí kapaliny je pod značkou MIN

Chladicí kapalinu je nutné pravidelně dolévat.

3.1.3. Ztráta chladicí kapaliny

3.1.3.1. Mechanické poškození některých součástí chladicí soustavy

Nejvíce náchylná součást chladicí soustavy na mechanické poškození je chladič chladicí kapaliny vody a to z důvodu jeho umístění na vozidle, ale i jeho velkým rozměrům. Přístup ke chladiči kapaliny je přes přední část vozidla otvory v nárazníku nebo masce vozidla, které usměrňují pomocí deflektorů vzduch na žebra chladiče. Vniknutí menších předmětů při jízdě není nic neobvyklého (např.: štěrk, hmyz, ...atd.). Toto vede k poškození chladicích žebírek chladiče a následně ke snížení účinnosti.

Pravidelná kontrola a profouknutí chladiče je možné se vyhnout vysokému znečištění.

Dalším typem mechanického poškození je tzv. proklepání chladiče. V místech, kde je chladič připevněn ke karoserii nebo jiným součástem (rám ventilátoru, chladič klimatizace) dochází ke vzájemnému pohybu a tím k porušení chladiče jak je patrné na obrázku 3.1. Značně k tomuto stavu přispívá stav vozovky, po kterém se vozidlo pohybuje.

Vyhnut se těmto poruchám znamená pravidelně kontrolovat upevnění chladiče



Obr. 3.1 – mechanicky poškozený chladič

3.1.3.2. Neodborná montáž, použití nesprávných dílů

Tento jev vychází především ze snahy majitelů ušetřit peníze za práci. Ne vždycky se tak stane a mnohokrát se tato snaha obrátí proti samotnému majiteli vozidla. Neodborné zásahy na vozidle mohou vést k nemalým částkám vydaným za následující nápravu poškození.

Při opravách prováděných na chladicí soustavě je nutné mít základní znalosti o problematice. Návodů a postupů při výměnách nebo opravách jsou dnes s pomocí internetu snadno dostupné, ale všechny nemusí být správné. Většinou se jedná o internetová fóra, kam přispívají příspěvky i vyučení mechanici. Dalším způsobem informací mohou být příručky typu “JAK NA TO“, kde jsou celkem podrobně rozepsány postupy oprav jednotlivých vozidel. Avšak je nutné pamatovat, že nejpřesnější informace mají ve značkových servisech.

Součástí, které se vymění, je nutné vyměnit za stejné nové. Použité díly se nemusí vyplatit a zakrátko se musí měnit znovu. Díly z druhotné výroby nemusí mít stejné parametry jako originál a nemusí pasovat. Ohledně těsnění platí pravidlo vždy při demontáži vyměnit za nové.

Příklad neodborného zásahu do vozidla je na obrázku 3.2. Montovaný termostat je měsíc starý. Jedná se sice o originální díl dané značky, nikoliv však na stejný model vozidla. Použití červeného silikonu je přímo odstrašující hlavně z toho důvodu, že za normálních podmínek není další utěsnění potřeba, protože zcela postačí těsnící pryžový kroužek. Jiné rozměry hrdla a dosedacích ploch se po dotažení deformovali a došlo tak k úniku chladicí kapaliny.



Obr. 3.2 – Na obrázku je zachycen nesprávný termostat použitý při výměně

Příklad postupu (formou vývojového diagramu) pro kontrolu určitého stavu chladicí soustavy je uveden v příloze.

3.2.Poruchy vzduchem chlazených soustav

Poruchy, které mohou nastat u vzduchem chlazených soustav, jsou v podstatě ty samé jako u kapalinového chlazení. Jedná se o přehřátí motoru, nedosažení provozní teploty a nekvalifikovaný zásah do soustavy.

Většinu poruch na vzduchem chlazených soustavách lze odhalit při vizuální kontrole.

Z hlediska údržby je nutné kontrolovat úplnost soustavy, neporušenost krycích plechů, jejich správné uchycení a čistotu.

Čistotou je nutné se zabývat a kontrolovat i u chladicích žeber (vyfoukáme vzduchem), zamaštěná nebo jinak znečištěná žebra je nutné očistit pomocí chemických přípravků.

Napnutí a stav klínového řemenu pohonu ventilátoru, případně funkce jiného pohonu. Kontrola ložisek ventilátoru a jejich promazání

4. Možnosti zjišťování technického stavu chladicí soustavy

Závady na chladicím systému nemusí být závažné a většinou jejich odstranění stojí několik desítek korun, ale následky poruch chladicích soustav mohou být pro motor nevratné. Proto je potřeba provádět pravidelnou kontrolu zjišťování stavu chladicí soustavy a údržbu.

4.1. Diagnostika kapalinového chlazení

4.1.1. Kontrola těsnosti chladicí soustavy (vizuálně, stlačeným vzduchem) a tlakového uzávěru

Vizuální kontrolu nejčastěji provádí každý řidič. Nejjednodušší je zkontrolovat, zda není pod vozidlem po odjetí parkoviště (garáže) malá nebo větší skvrna. Nejenom zvenku je nutné provést kontrolu. Při pohledu do motorového prostoru se musí kontrolovat hladina kapaliny ve vyrovnávací nádobce, její úbytek poukazuje na netěsnost chladicí soustavy. Pokud jde o větší únik chladicí kapaliny, bude se v některé oblasti motorového prostoru hromadit chladicí kapalina nebo z některého spoje chladicího systému odkapává.

Pro přesnější zjištění úniku chladicí kapalinu je nutné využít dílenské techniky. Musí se provést demontáž ochranných krytů (je-li jimi vozidlo vybaveno) a provést vizuální kontrolu, zda se v systému nenachází netěsnosti.

Zkouška těsnosti chladicí soustavy vyžaduje větší nutnost využití speciální techniky. Přístroj pro tlakovou zkoušku systému se nazývá “tester tlaku chladicí soustavy“.

Aby nedošlo ke zraněním, nedoporučuje se otevírat víčko expanzní nádoby při zahřátém motoru. Pod tlakem může být teplota kapaliny vyšší, aniž by se vařila. Při otevření víčka při horkém motoru může dojít k vystříknutí chladicí kapaliny a způsobit vážný úraz. Měření provádíme na studeném motoru.

Postup pro testování těsnosti chladicí soustavy stlačeným vzduchem je následující:

- demontáž tlakového uzávěru
- test funkce tlakového uzávěru
- omytí dosedací plochy tlakového uzávěru
- zapojení testeru s vhodným adaptérem do systému chladicí soustavy (obrázek 4.1)
- vytvoření tlaku pomocí testeru (nesmí se překračovat jmenovitá hodnota tlakového uzávěru)

- chladicí systém by měl být schopen držet tlak alespoň dvě minuty, kontroluje se pomocí tlakoměru, zda nesignalizuje pokles tlaku
- všechny zjištěné netěsnosti se opraví dle potřeby



Obr. 4.1 – Zkouška těsnosti soustavy

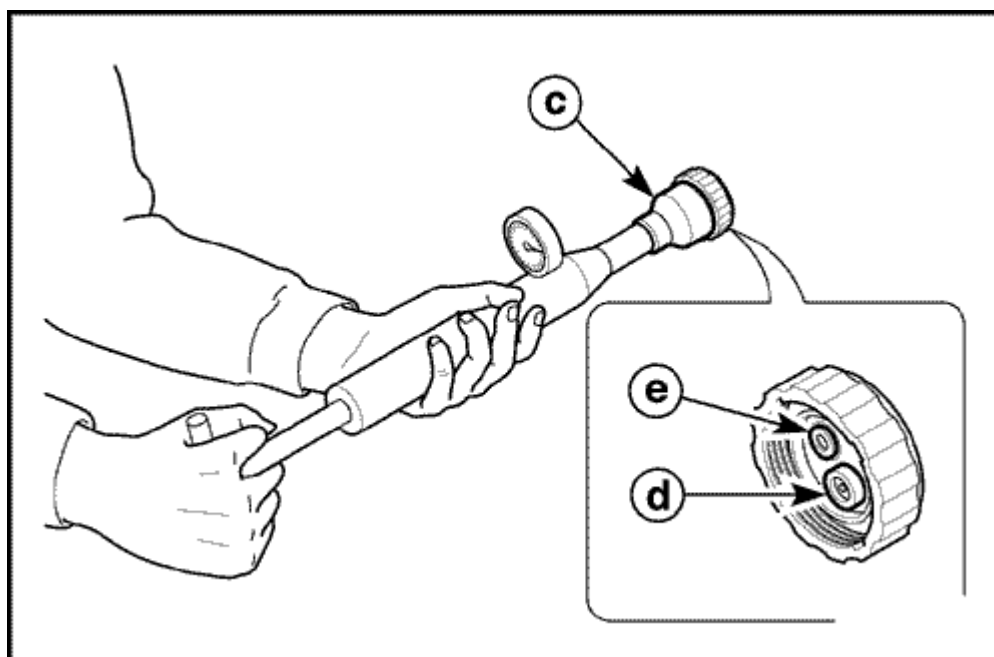
Dalším způsobem jak odhalit netěsnost soustavy, pokud není únik zjevný po použití tlakové zkoušky, je použití detekční kapaliny. Detekční kapalina se přidá do kapaliny chladicí. Únik chladicí kapaliny je nyní kontrolován pomocí UV lampy a speciálních brýlí. Místo, kde kapalina uniká, je pod UV světlem vidět jako zelená skvrna.

Tlaková zkouška těsnosti chladicí soustavy vyžaduje testování tlakového uzávěru (obrázek 4.3). Postup testu je následující:

- Demontáž tlakového uzávěru
- Omytí dosedacích ploch tlakového uzávěru
- Připevnění tlakového uzávěru k testeru tlaku chladicí soustavy se speciálním adaptérem (pozice C na obrázku 4.3)
- Tlakový uzávěr při zkoušce musí vyhovět následujícímu:
 - Uvolnit tlak v okamžiku, kdy tester tlaku chladicího systému překročí hodnotu přetlakování tlakového uzávěru
 - Udržet jmenovitý tlak alespoň deset sekund
- V případě nutnosti vyměnit tlakový uzávěr



Obr. 4.2 – Podtlakový ventil v otevřené a zavřené poloze [15]



Obr. 4.3 – Test uzávěru expanzní nádoby [14]

4.1.2. Kontrola množství chladicí kapaliny a bod tuhnutí

Kontrola množství chladicí kapaliny je pouze vizuální. Jak je výše v textu uvedeno, musí být hladina v rozmezí udávaném výrobcem.

Kontrola bodu tuhnutí je důležitá nejvíce před zimou. Protože kapalina při zamrznutí zvětšuje svůj objem, mohlo by dojít k poškození bloku, hlavy motoru a dalších důležitých částí systému chlazení. Z tohoto důvodu, jsou jako pojistka na boku bloku motoru umístěny tzv. protimrazové zátky. Tyto zátky jsou při tuhnutí kapaliny vytlačovány z bloku nebo hlavy motoru a uvolní tak tlak v soustavě. Tomuto stavu je nutné předcházet použitím vhodné nemrzoucí směsi.

Pro zjištění bodu tuhnutí lze použít hustoměry snadno dostupné pro každého. Skládají se z několika částí: (skleněné trubice na jednom konci zúženou na druhém je vložena pryžová vložka, pryžový balonek, speciální plovák se stupnicí pro odečtení hodnoty bodu tuhnutí většinou ve stupních Celsia). Hustoměr chladicí kapaliny je zobrazen na obrázku 4.4.

Kapalina je nasáta do skleněné části a odečtena hodnota. Přesnost odečteného výsledku záleží na rozdělení stupnice a také na obsluze, s jakou přesností ji odečte.



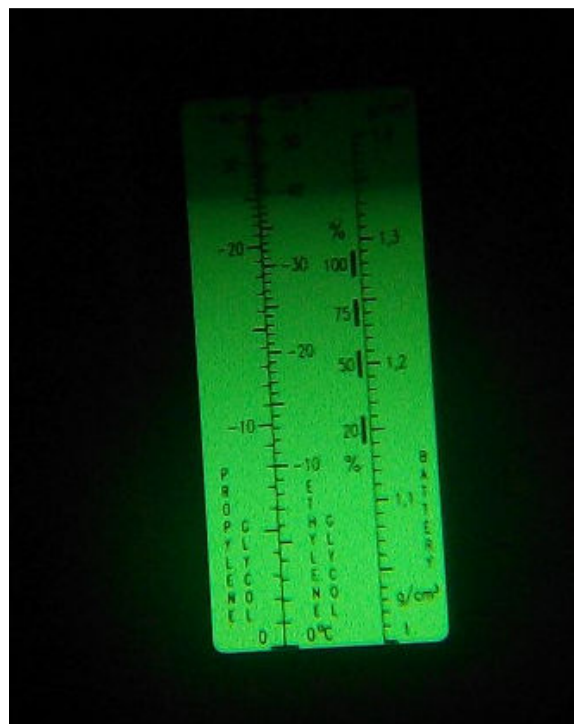
Obr. 4.4. Hustoměr chladicí kapaliny

Další způsob zjištění bodu tuhnutí chladicí kapaliny je pomocí refraktometru. Jedná se o přístroj, jenž není dostupný pro každého.

Refraktometr je přístroj pro měření indexu lomu světla. Jejich principem je zjišťování mezního úhlu lomu (β_{max}), což je maximální možný úhel lomu, jestliže se úhel dopadu limitně přiblíží 90° . Při dopadu světla např. z horního levého kvadrantu do místa průniku kolmice s fázovým rozhráním, dopadá jen do části pravého dolního kvadrantu vymezeného kolmicí a maximálním úhlem lomu. Rozhraní mezi osvětlenou a neosvětlenou částí je sledováno v okuláru refraktometru – po nastavení zorného pole přesně na střed lze na stupnici odečíst index lomu.

Nejčastěji používaný je univerzální Abbeův refraktometr, nazývaný též suchý, protože k měření stačí pouze kapka vzorku, která se kápne mezi dva hranoly.

Pomocí tohoto přístroje určují bod tuhnutí kapaliny v odborných servisech.



Obr. 4.2. Refraktometr a náhled při měření

Postup při měření pomocí refraktometrem, je možné popsat následujícím způsobem:

- Důkladné očištění plochy hranolu
- Nanesení vzorku kapaliny na hranol
- Přiklopení vzorku skleněným krytem
- Pohledem dalekohledem refraktometru proti světlu je vidět stupnice na obrázku 4.2.

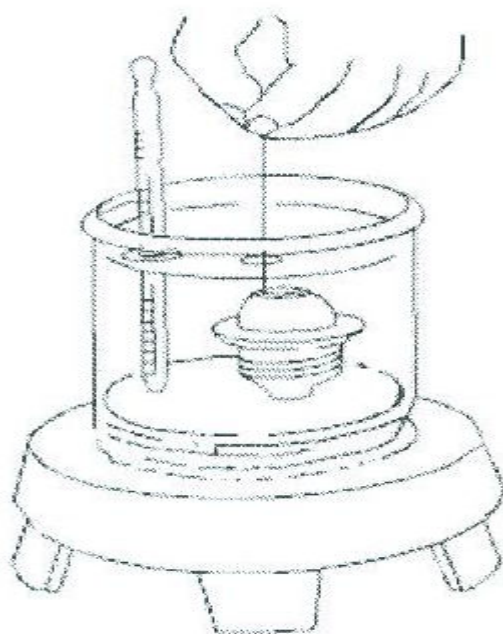
Při měření chladicí kapaliny je odečtena hodnota ze stupnice uprostřed. Chladicí kapalina má bod tuhnutí na $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$. Krajní pravá stupnice je určena pro kontrolu kvality elektrolytu autobaterií.

4.1.3. Kontrolu termostatu

Na každém termostatu je udávána teplota, kdy by se měl otevřít a tím přepustit chladicí kapalinu do velkého okruhu chlazení.

Test termostatu na obrázku 4.5. Kontrola termostatu se provádí pomocí laboratorního vybavení. Na test termostatu se připraví směs nemrzoucí kapaliny, kterou je nalita do nádoby. Uvnitř nádoby je upevněn teploměr pro kontrolu teploty směsi. Roztok chladicí kapaliny se zahřeje na teplotu o 10 % vyšší, než je hodnota udávaná na termostatu. Termostat je ponořen do roztoku, přitom se nesmí dotýkat stěn nádoby ani jejího dna.

Je-li termostat funkční, měl by se při této teplotě otevřít.



Obr. 4.5 – Test funkce termostatu [14]

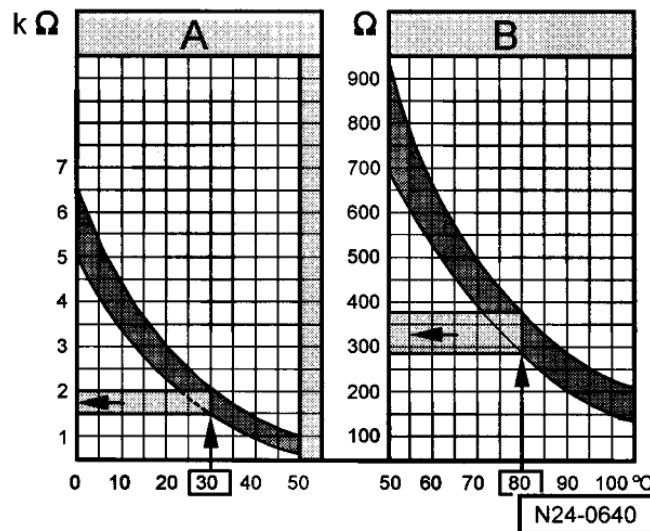
Diagnostiku termostatu lze také provádět v každém vozidle vybaveném teploměrem chladicí kapaliny. V případě, že teploměr signalizuje hodnoty, které se po kontrole termostatu ukazují jako mylné, je třeba provést nejprve diagnostiku čidla teploty (kapitola 4.1.4) a potom případně teploměr vyměnit.

4.1.4. Kontrolu snímače teploty (signalizace)

Diagnostika snímače teploty probíhá měřením odporu snímače za různých teplotních podmínek. Měření se provádí pro několik hodnot (cca 10) pokud možno v co největším rozsahu (např. 90 až 20°C). Při přechodu na jinou teplotu je nutné nechat snímač chvíli ustálit. Naměřené hodnoty jsou v tabulce č. 1. Výsledný graf se porovná s předlohou charakteristikou

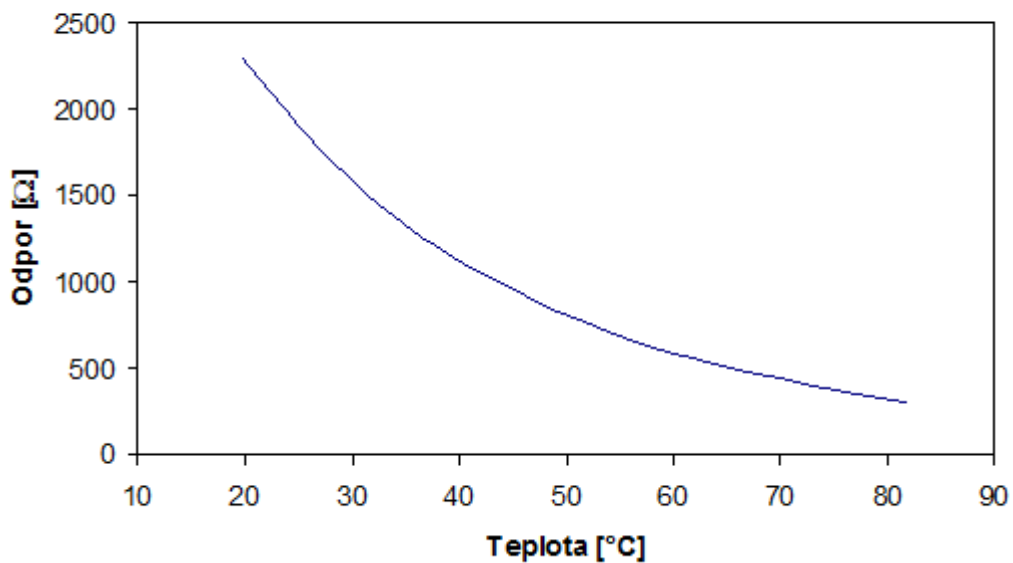
Teplota [°C]	81,7	64,5	60	51,2	41,4	35	30,3	25	19,5
Odpor [Ω]	300	513	590	770	1069	1330	1570	1898	2310

Tab. č. 4.1 – data naměřená při kontrole snímače teploty chladicí kapaliny



Obr 4.6. Vzorová charakteristika snímače teploty chladicí kapaliny G62 (Škoda Fabia)
 Při teplotě 30°C by měl snímač vykazovat odpor cca 1,5 až 2 kΩ.
 Při teplotě 80°C by měl snímač vykazovat odpor cca 275 až 375 Ω.

Průběh odporu NTC termistoru v závislosti na teplotě



Graf č. 1 – výsledná charakteristika snímače

Z naměřených hodnot vyplývá, že je snímač v pořádku, protože průběhem je klesající křivka a hodnoty nachází v předpokládaných mezích.

4.1.5. Kontrola čerpadla chladicí kapaliny

Diagnostiku chladicího čerpadla bez vyjmutí z motoru lze pomocí subjektivních metod diagnostiky. Pokud se ložiska čerpadla zadírají, potom zkušený pracovník může poslechem tuto závadu odhalit. V případě, že nelze takto stoprocentně určit poškozené vodní čerpadlo, je nutné čerpadlo vyjmout.

4.2. Použití metod diagnostiky kapalinového chlazení v praxi servisu

Pro zjištění použití diagnostických metod chlazení bylo vybráno 70 případů s poruchami chladicí soustavy. Data jsou zaznamenána za období 16. 05. 2011 až 16. 05. 2012 a následně uvedena v tabulce č. 4.2.1. V tabulce jsou uvedeny typy poruch a data tvoří typy vozidel navštěvující servis (úplná tabulka je uvedena v příloze). Tabulka č. 4.2.2 zobrazuje metodu diagnostiky, pomocí které byla závada odhalena. Poslední tabulka č. 4.2.3 ukazuje nápravné řešení pro odstranění poruchy chladicí kapaliny.

Porucha/číslo případu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Interval pro výměnu chladicí kapaliny je překonán										Vi
Kontrola bodu tuhnutí, množství chladicí kapaliny		A	C		C			A		
Únik chladicí kapaliny	A						Co			
Zobrazena informace, nebo svítí kontrolka poruchy chlazení						I			A	
Svítí kontrolka diagnostiky motoru										
přehřívá se motor										
Motor se příliš neohřeje										
Při zapnutí topení fouká studený vzduch										
Při zapnutí ventilátoru se ozývá rachotivý zvuk										
Špatná funkce vnitřního ventilátoru										
Hluk z motorového prostoru										
Nedrží volnoběh, motor zhasíná, vysoká spotřeba				V						
Motor nelze nastartovat										
Kontrola vodního čerpadla										

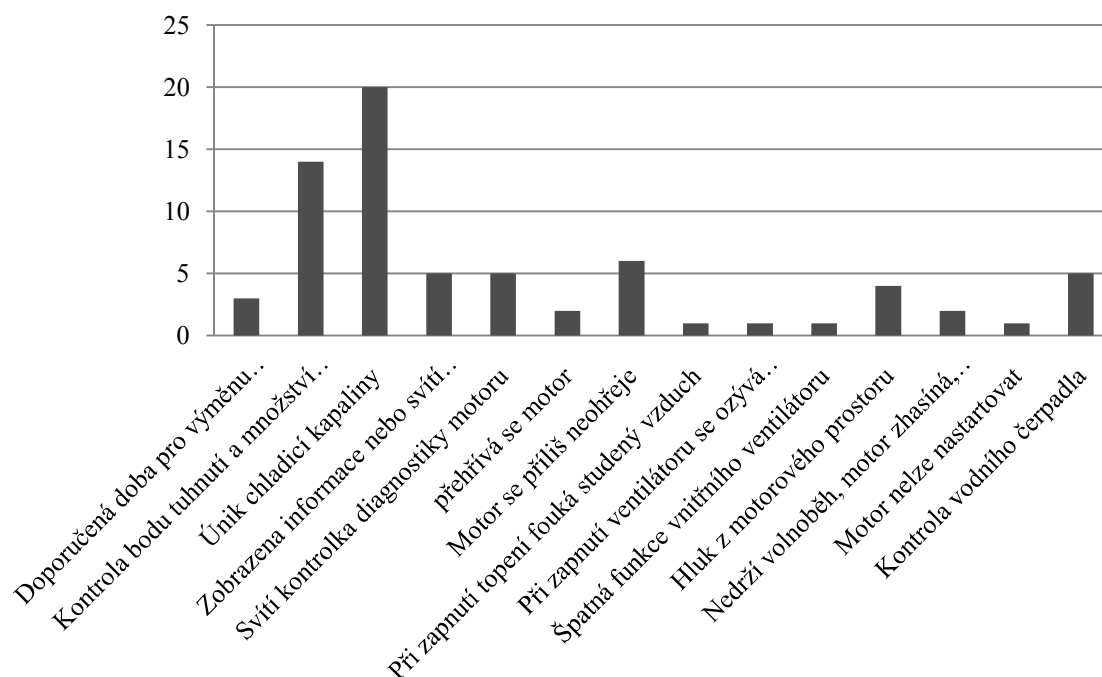
Tab. č. 4.2 – Poruchy.

Písmena v levé části tabulky označují model vozidla přijatý do opravy.

A-Astra, C-Corsa, Co-Combo, I-Insignia, M-Meriva, Mo-Movano, O-Omega, V-Vectra, Vi-Vivaro, Z-Zafira.

Úplná tabulka hodnot je uvedena v příloze

Tabulka poruch zobrazuje nejčastěji se vyskytující poruchu chladicí soustavy, kterou je únik chladicí kapaliny jak dokazuje graf. Dále lze z naměřených dat určit nejčastěji se vyskytující model vozidla značky Opel, kterým je Opel Astra.



Graf č. 2 – Nejčastěji vyskytující se závada

Diagnostikování závady	
1	Vizuální kontrola bez zjevného úniku. Použití detekční kapaliny - zjištěn vadný ventil topení
2	Vizuální kontrola - hladina pod minimální hranicí Kontrola bodu tuhnutí pomocí refraktometru Bod tuhnutí na -37 °C
3	Vizuální kontrola - hladina pod minimální hranicí Kontrola bodu tuhnutí pomocí refraktometru Bod tuhnutí na -33 °C
4	Kontrola dat motoru pomocí palubní diagnostiky TECH2. Hodnota teploty chladicí kapaliny při provozu velmi nízká. Měření teploty - teplota v pořádku - vadné čidlo teploty chladicí kapaliny
5	Vizuální kontrola - hladina pod minimální hranicí
6	Vizuální kontrola - hladina pod minimální hranicí
7	Vizuální kontrola - hladina pod minimální hranicí Zkouška těsnosti soustavy - bez zjevného úniku
8	Kontrola bodu tuhnutí chladicí kapaliny -30°C

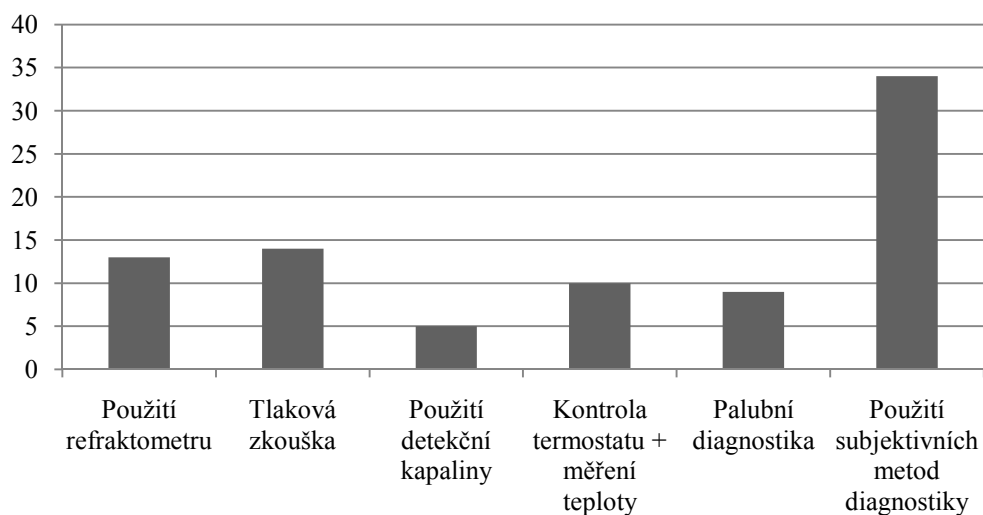
9	Vizuální kontrola - hladina pod minimální hranicí. Po dolití chladicí kapaliny 0,5l - se informace zobrazuje znovu
10	-

Tab. č. 4.3 – Diagnostika

Tabulka č. 4.3 diagnostiky zastupuje aplikaci jednotlivých diagnostických metod na vzniklé případy.

	Náprava
1	Výměna ventilu topení
2	Dolítí 1l chladicí kapaliny
3	Dolítí 1l chladicí kapaliny. Korekce bodu tuhnutí na 37°C
4	Výměna čidla teploty chladicí kapaliny
5	Dolítí 0,5l chladicí kapaliny
6	Dolítí 0,5l chladicí kapaliny
7	Doplnění 1l chladicí kapaliny s použitím detekční kapaliny
8	Bez korekce a dolití kapaliny
9	Přeprogramování BCM(řídící modul karoserie)
10	Výměna chladicí kapaliny

Tab. č. 4.4 – Přehled řešení závad



Graf č.4.3 – Přehled a počet použití jednotlivých diagnostických metod

V grafu č. 4.3 je uvedeno, v kolika případech byla, která metoda diagnostiky použita. Počet použití metod je vyšší než celkový počet případů z jednoduchého důvodu, protože v několika případech k odhalení závady nestačila pouze jedna metoda.

4.3. Diagnostika vzduchového chlazení

Při diagnostikování stavu soustavy vzduchového chlazení využíváme především subjektivních metod diagnostiky lidských smyslů, vyjma elektrických zařízení.

Chladicí žebra

Vizuální kontrola žebor zdali nejsou poškozená nebo znečištěná případně vyměníme nebo vyčistíme (stlačeným vzduchem, vhodnými rozpouštědly).

Ventilátor

Uložení ventilátoru pokud nejsou v ložiskách vůle.

Klínový řemen

Sledujeme správné napnutí řemene, neporušenost řemene.

Usměrňovací plechy

Vizuální kontrola správného upevnění a neporušenost plechů.

System regulace proudícího vzduchu

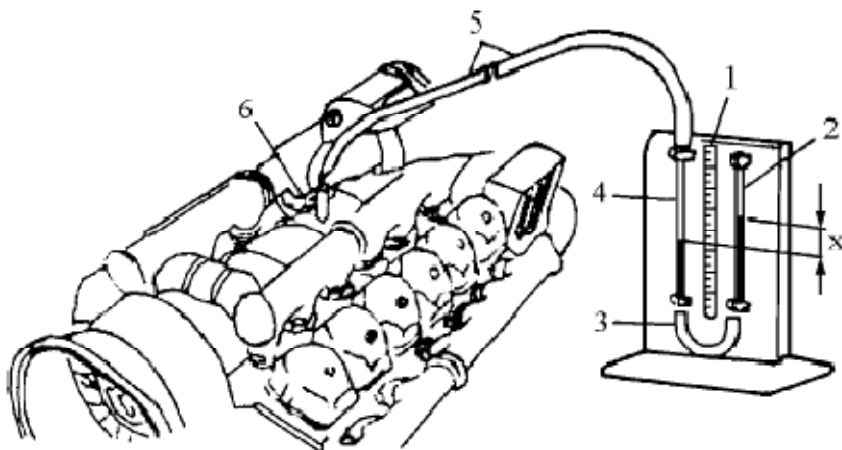
Obvykle necháváme kontrolovat v servisech, mají za následek přehřátí motoru nebo jeho nedostatečné ohřátí. v obou případech dochází ke zničení motoru.

Snímač teploty motoru

Funkci snímače teploty kontrolujeme multimetrem. Odpor na výstupu snímače je závislý na teplotě motoru.

Za jízdy nám stav teploty motoru ukazují přístroje na palubní desce, pokud dojde k přehřátí motoru, může být na vině kterákoliv z již zmíněných částí chladicí soustavy.

Spalovací motory se již převážně v automobilech nevyskytuje a tak se s nimi můžeme setkat pouze u starších vozidel a motocyklech nebo u výjimek jako jsou nákladní vozidla značky Tatra.



obr. 4. 6. – Kontrola přetlaku ventilátoru [6]

Kontrola přetlaku ventilátoru

Kontrola přetlaku ventilátoru chlazení pomocí U-manometru (výsledkem je minimální přípustný tlak vzduchu, např. pro T-815 1,27 kPa tj. 130 mm vodního sloupce při 2200 min⁻¹). Příklad kontroly přetlaku ventilátoru chlazení je na obrázku 4.6 [6]

5. Závěr

Diagnostika chladicích soustav se neustále rozvíjí. Zjištění stavu chladicí soustavy je rychlejší a přesnější. U dnešních lépe vybavených vozidel je řidič informován o stavu hladiny chladicí kapaliny přímo na display u přístrojů. Regulace teploty motoru je daleko přesnější než dříve. S použitím více snímačů na vozidlech, je nutné použití samostatné řídicí jednotky chlazení.

Chladicí soustavy tak dále pomáhají snižovat spotřebu paliva vozu a snižovat množství nebezpečných plynů vznikajících při spalování. Požadavky na zvýšený výkon vozidel vyžadují také chlazení více médií, která přichází do styku s motorem (olej, stlačený vzduch). Údržba soustav není složitá jen je potřeba vědět jak se o motor starat, pakliže se majitel nezajímá o údržbu vozidla, svoji nabízejí pomoc servisní místa. Postup pro kompletní kontrolu kapalinové chladicí soustavy je uveden v příloze jako vývojový diagram

Diagnostika a opravy je stále možná i v domácím prostředí. Počet případů poruch řešených servisy přímo souvisí s cenami za práci. Práce za hodinu se v autorizovaných servisech pohybují od 500 do 1500 podle typu značky. Neautorizované servisy disponují minimálně polovičními sazbami. Nejen ceny za práci jsou vyšší. Vyšší náklady za opravu jsou následkem použitím originálních dílů, které lze koupit i levněji v obchodech s náhradními díly.

Používané nástroje diagnostiky není problém sehnat za příznivé ceny, avšak z ekonomického hlediska je nutné je mít na více než jen jedno použití. Například ceny testerů těsnosti chladicí kapaliny se pohybují od 1500 korun až po několik tisíc v závislosti na počtu přidaných adaptérů na různé chladicí soustavy.

Rozvoj chladicích soustav není zaznamenán pouze v oblasti kapalinového chlazení. Výrobce nákladních automobilů Tatra i přes veškerý vývoj v oblasti chlazení je schopen vyrábět konkurence schopné motory vzduchem chlazené, které splňují náročné a zatím platné emisní normy Euro 5. V roce 2008 představila motor, který je vybaven mechanickým vstřikovacím čerpadlem paliva, dále pak systémem ad-blue za účelem snížení emisí. Chlazení plnicího vzduchu je jednou z možností jak je snižovat a automobilka Tatra ukázala, že to je možné i se vzduchovým chlazením.

Budoucnost chladicích soustav bude stále pokračovat i přes zprávy z nedostatků ropy a vzniku hybridních pohonů a posléze elektromobilů je zapotřebí chladit i techniku elektromobilů. Jde především o baterie, které se během nabíjení a vybíjení velice zahřívají,

samotný elektromotor již tolik tepla nevydává. Zejména kapalinové chlazení se bude využívat nejvíce neboť je o mnoho tišší než chlazení proudícím vzduchem.

6. Seznam použité literatury

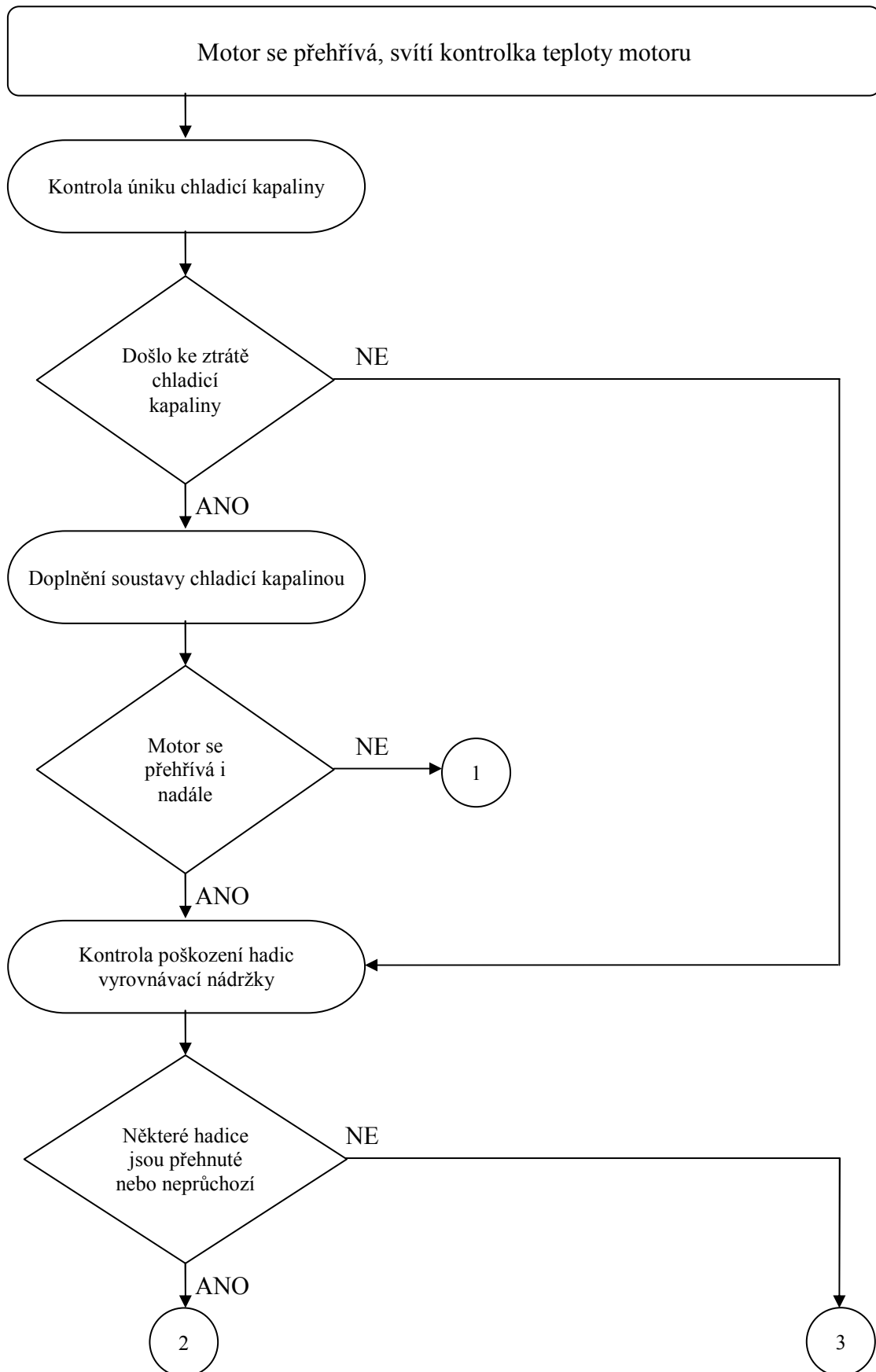
- [1] VLK, František. *Diagnostika motorových vozidel*. [s.l.] : [s.n.], 2006. 444 s. ISBN 80-239-7064-X
- [2] VLK, František. *Zkoušení a diagnostika motorových vozidel* [s.l.]: [s.n.], 2001 576 s. ISBN 80-238-6573-0
- [3] KREIDL, Marcel; ŠMÍD, Radislav. *Technická Diagnostika*. 1.vyd. Praha : Nakladatelství BEN, 2006. 408 s. ISBN 80-7300-158-6.
- [4] VLK, František. *Vozidlové spalovací motory* [s.l.]: [s.n.], 2003 580 s. ISBN 80-238-8756-4
- [5] Chladicí systém motoru: teorie a několik praktických rad. [online]. Dostupné z: <http://www.prolidisnazorem.cz/2011/06/chladici-system-motoru-trocha-teorie.html>
- [6] STODOLA, Jiří. *Diagnostika motorových vozidel*. Brno, 2003. 288 s. Sylaby k přednáškám. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav dopravní techniky.
- [7] Robert Bosch GmbH: Snímač teploty. [online]. Dostupné z: http://rb-kwin.bosch.com/cz/cs/powerconsumptionemissions/electric_controls/sensors/engine-management/temperaturesensor.html
- [8] IHR-Autodíly: Informační servisy a technické informace: [online]. Dostupné z: <http://www.ihr-autodily.cz/cs/informacni-servis/>
- [9] Vypracované technické otázky do autoškoly sk. B s obrázky: Ovládání, údržba vozidla. [online]. Dostupné z: http://www.zbynekmlcoch.cz/informace/index2.php?option=com_content&task=emailform&id=905
- [10] Pneuservis v Rokytnici: Oleje. [online]. Dostupné z: <http://www.pneuasistent.cz/oleje/specifikaceOLEJU.pdf>

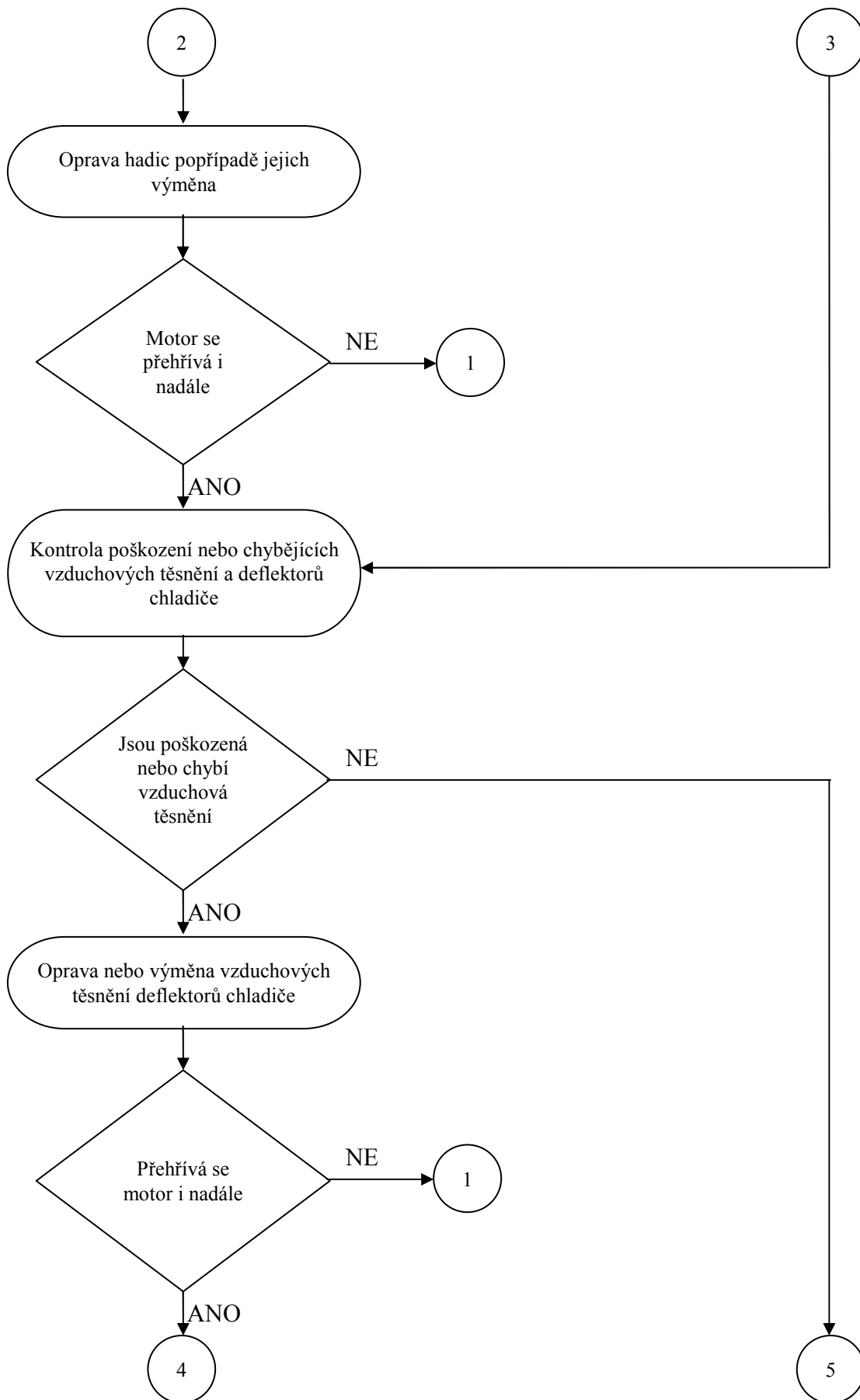
- [11] Dily-Na-Auta.cz: Chladič oleje. [online]. Dostupné z: <http://www.dily-na-auta.cz/zbozi/chladic-oleje-14-12-557/224268/?a=vyskyt>
- [12] Www.autoopravy.eu: Intercooler – chladič stlačeného vzduchu. [online]. Dostupné z: <http://www.autoopravy.eu/index.php?akce=2&id=82>
- [13] Chladicí systémy vozidel: Komplexní znalosti pro servisy. In: [online]. Dostupné z: http://www.hella.cz/_data/chladici-systemy-vozidel.pdf
- [14] GM GLOBAL CONNECT. *TIS2WEB: TIS2000*. 2012. – *Diagnostické informace a postupy*
- [15] Diagnostika a opravy chlazení spalovacích motorů. [online]. Dostupné z: <http://sestsettrojka.euweb.cz/chlazení.htm>

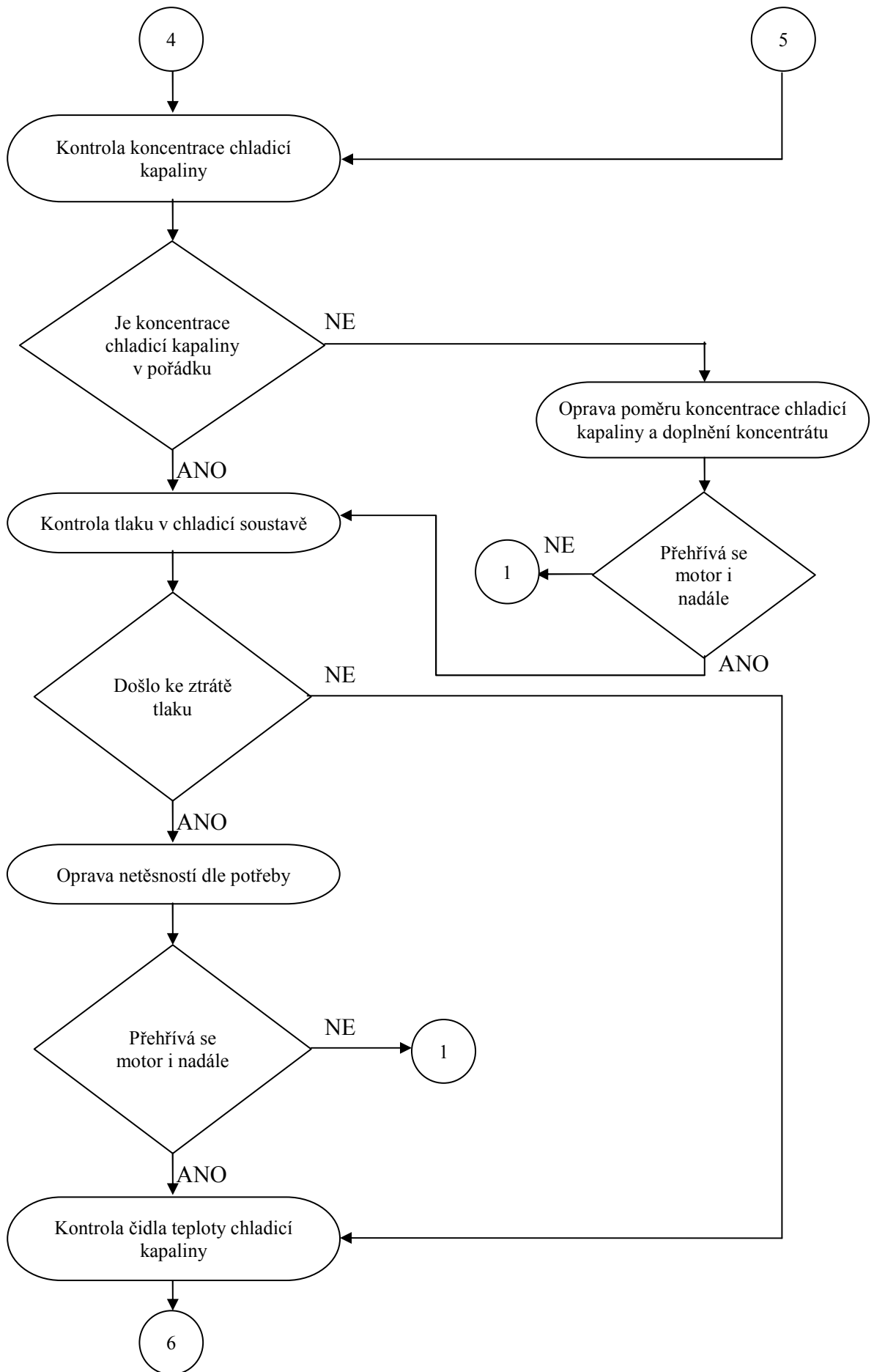
7. Seznam obrázků, grafů a tabulek

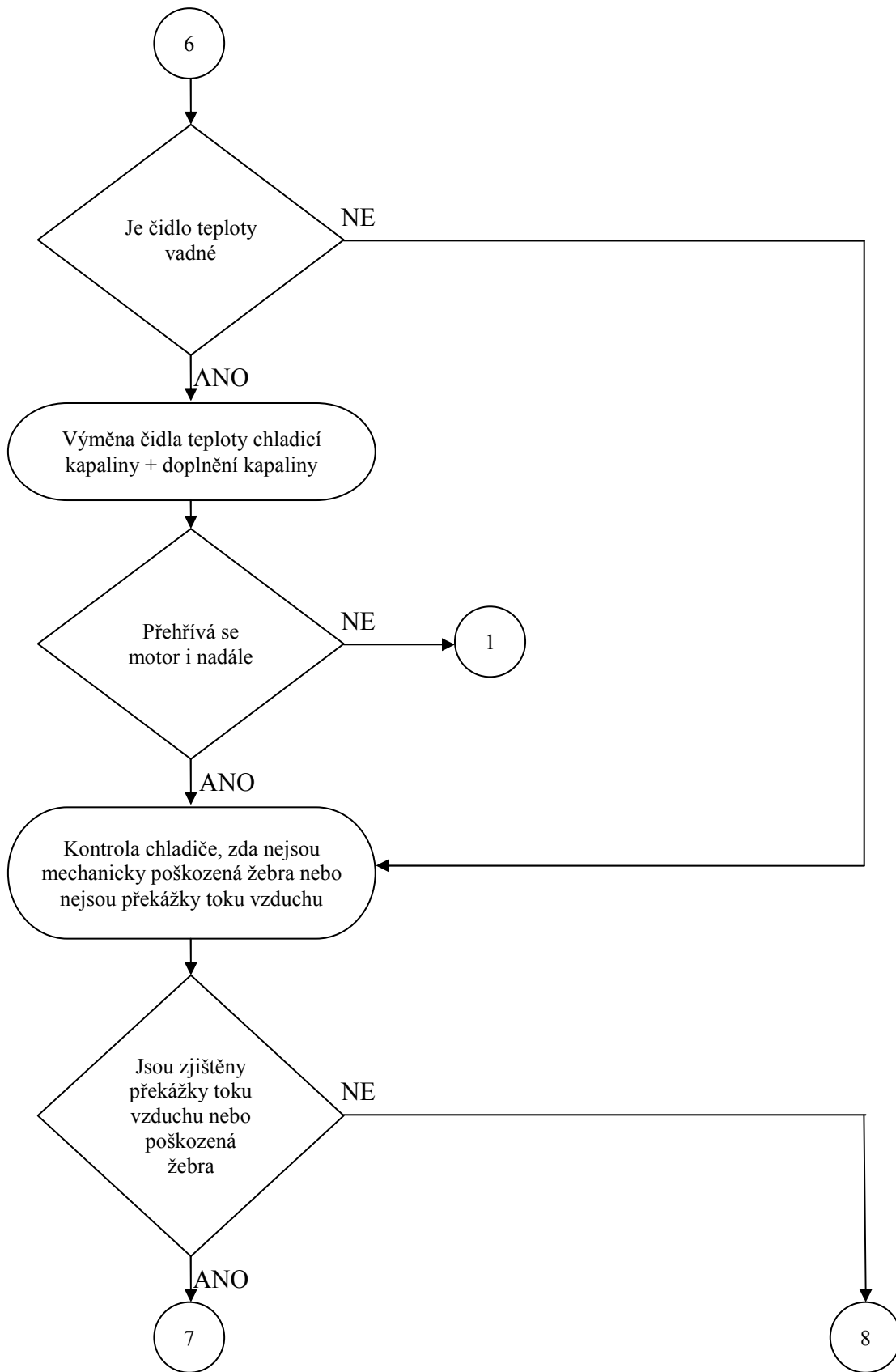
<i>Obr. 2.1 - Malý okruh chlazení (vlevo) a velký okruh chlazení (vpravo).....</i>	11
<i>Obr. 2.2 - Schéma chladicí soustavy [8]</i>	12
<i>Obr. 2.3 - Čerpadla chladicí kapaliny. Zleva čerpadlo poháněno klínovým řemenem, drážkovým řemenem a pevným spojením od klikového hřídele</i>	13
<i>Obr.2.4a - Sletovaný chladič [13] Obr.2.4b - Mechanicky spojený chladič [13].....</i>	13
<i>Obr. 2.5 – Ventilátory pro přívod vzduchu k chladiči [8]</i>	15
<i>Obr.2.6 - Sestava termostatu – komora termostatu, těsnění, ventil a těsnění [14]</i>	15
<i>Obr. 2.7 – Senzor teploty chladicí kapaliny [7]</i>	16
<i>Obr. 2.8 Uspořádání hadic v okruhu chlazení [14]</i>	17
<i>Obr. 2.9 – Varovná kontrolka chlazení a teploměr s integrovanou kontrolkou [9].....</i>	17
<i>Obr. 2.11 - Válec a hlava válce chlazené vzduchem</i>	20
<i>Obr. 2.12a,b – Vzduchem chlazený motor.....</i>	21
<i>Obr. 2.13 - Graf změny dynamické viskozity na teplotě oleje jednotlivých druhů olejů [10]</i>	22
<i>Obr. 2.14 - Chladič oleje pro vozy Opel Astra G. Pro přeplňovaný vznětový motor o objemu 1700ccm [11]</i>	23
<i>Obr. 2.15 - Chladič oleje pro modelovou řadu BMW 3 [11]</i>	23
<i>Obr. 3.1 – mechanicky poškozený chladič.....</i>	27
<i>Obr. 3.2 – Na obrázku je zachycen nesprávný termostat použitý při výměně.....</i>	28
<i>Obr. 4.1 – Zkouška těsnosti soustavy</i>	31
<i>Obr. 4.2 – Podtlakový ventil v otevřené a zavřené poloze [15]</i>	32
<i>Obr. 4.3 – Test uzavěru expanzní nádoby [14]</i>	32
<i>Obr. 4.4. Hustoměr chladicí kapaliny</i>	33
<i>Obr. 4.2. Refraktometr a náhled při měření.....</i>	34
<i>Obr. 4.5 – Test funkce termostatu [14]</i>	35
<i>Tab. č. 4.1 – data naměřená při kontrole snímače teploty chladicí kapaliny</i>	35
<i>Obr 4.6. Vzorová charakteristika snímače teploty chladicí kapaliny G62 (Škoda Fabia)..</i>	36
<i>Graf č. 1 – výsledná charakteristika snímače</i>	36
<i>Tab. č. 4.2 – Poruchy.</i>	37
<i>Graf č. 2 – Nejčastěji vyskytující se závada.....</i>	38
<i>Tab. č. 4.3 – Diagnostika</i>	39
<i>Tab. č. 4.4 – Přehled řešení závad.....</i>	39
<i>Graf č.4.3 – Přehled a počet použití jednotlivých diagnostických metod.....</i>	40
<i>obr. 4. 6. – Kontrola přetlaku ventilátoru [6]</i>	41

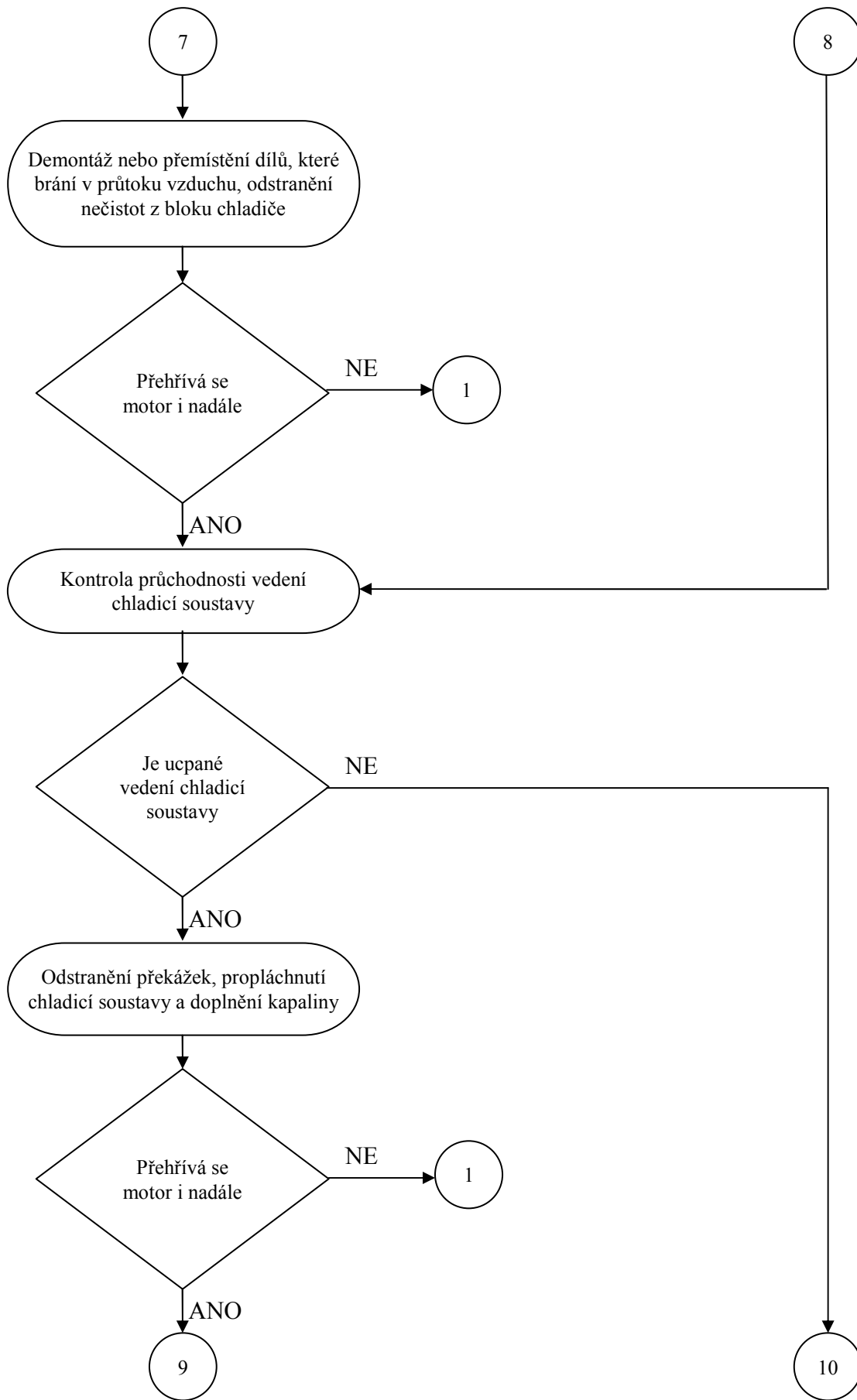
8. Přílohy

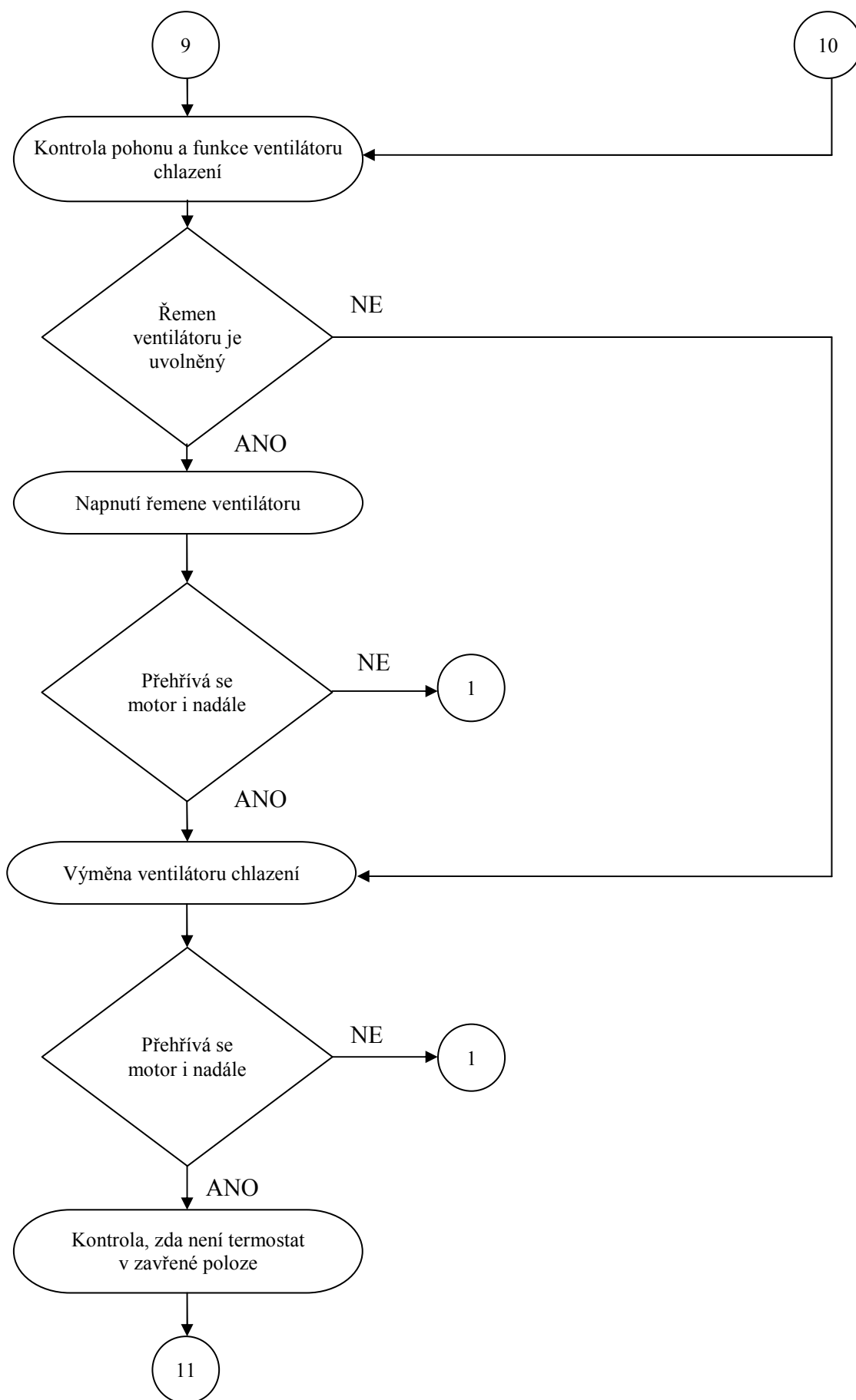


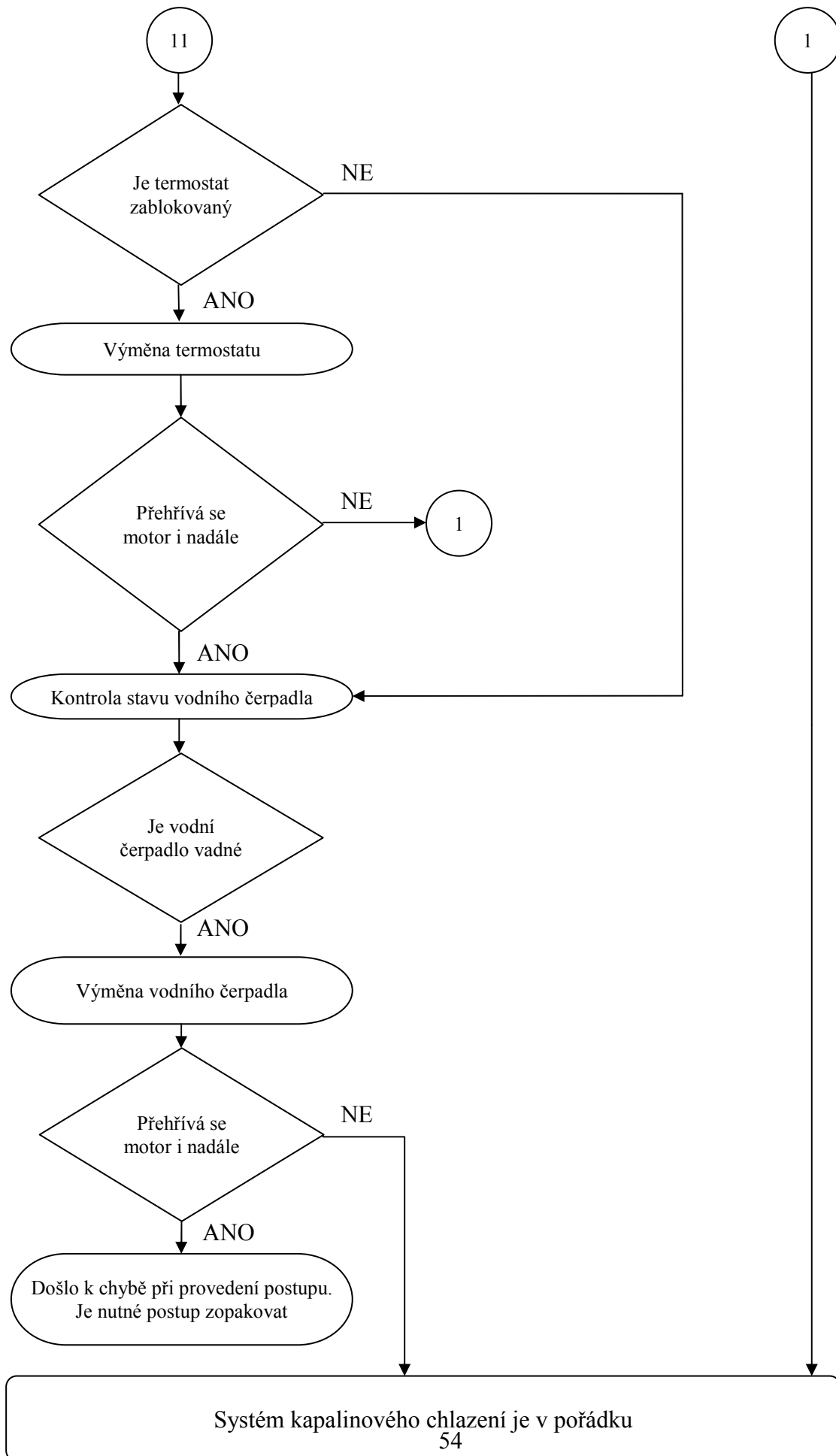


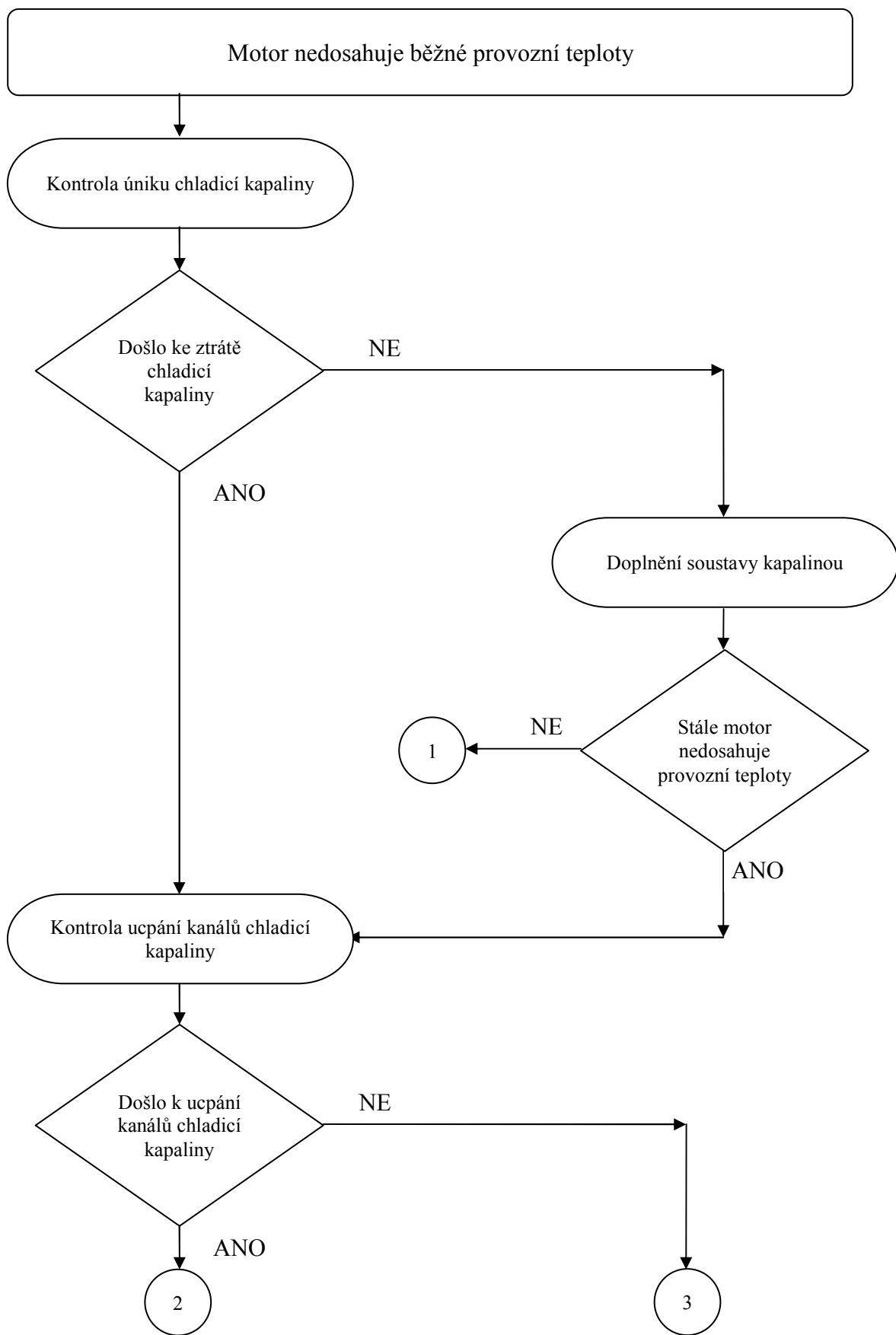


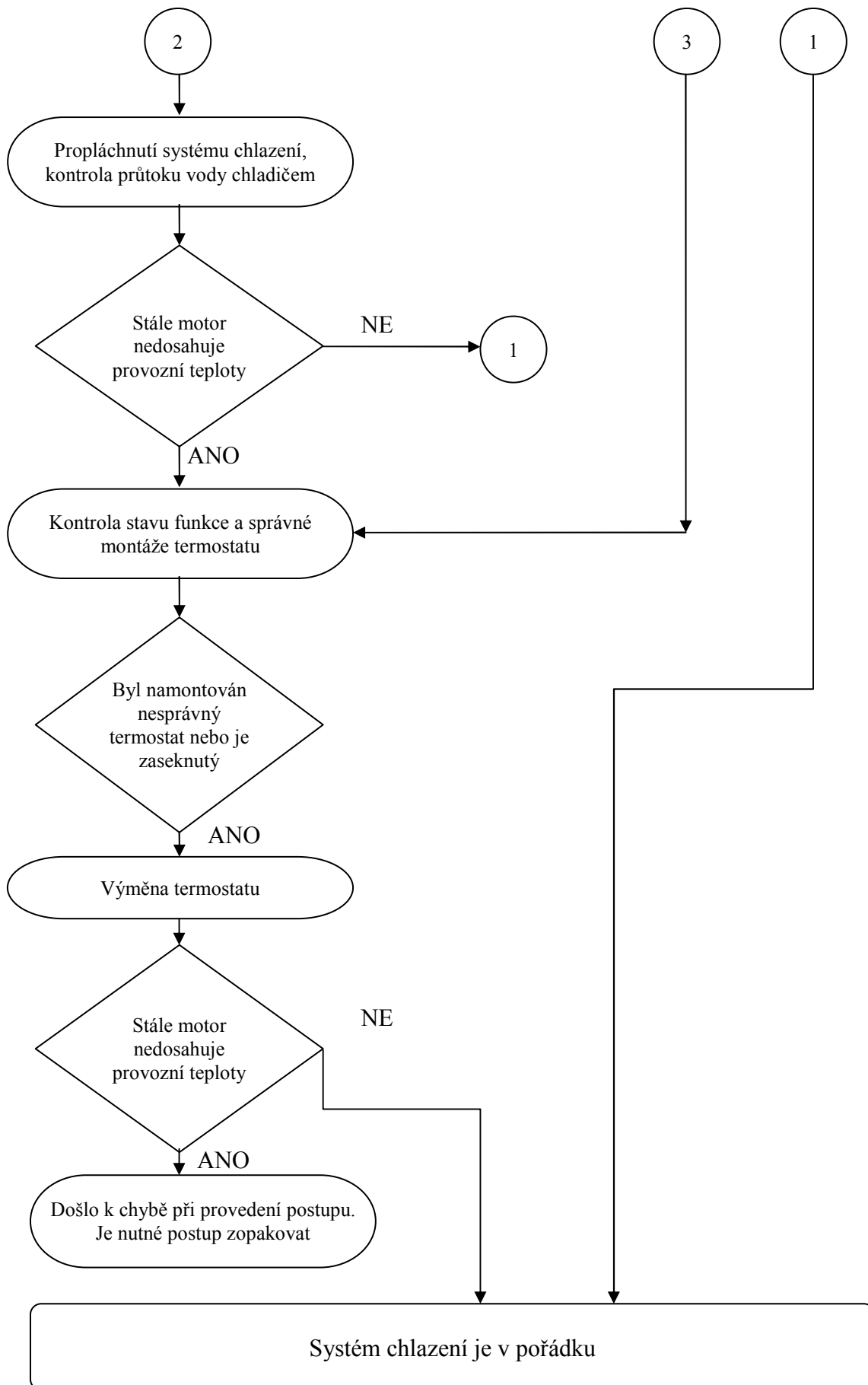












24		I											
25		Vi											
26	Vi												
27							M						
28	Vi												
29			I										
30		A											
31				I									
32			A										
33		A											
34							A						
35		A											
36		C											
37													T
38		C											
39			A										
40			A										
41				V									
42							A						
43										A			
44				V									
45													A
46										A			
47				A									
48										A			
49							C						
50			O										
51			A										
52													An
53					V								
54										A			
55			Mo										
56			V										
57			A										
58			C										
59					Z								
60													A
61												C	
62										C			
63						A							
64							M						
65					O								
66											V		

24	Hladina kapaliny pod MIN hranicí
25	Změření bodu tuhnutí chladicí kapaliny -30°C. Hladina chladicí kapaliny pod MIN hranicí
26	-
27	Kontrola termostatu - v pořádku. Vizuální kontrola radiátoru topení - vadné těsnění
28	-
29	Provedena tlaková zkouška - bez zjevného úniku. Dodání detekční kapaliny. Kontrola UV světlem - zjištěn poškozený chladič
30	Kontrola bodu tuhnutí refraktometrem - -35°C
31	Nízká hladina chladicí kapaliny - pod MIN
32	Nízká hladina chladicí kapaliny - pod MIN Vizuální kontrola soustavy - bez zjevného úniku. Provedena tlaková zkouška - zjištěna poškozená hadice.
33	Hladina chladicí kapaliny pod MIN. Kontrola bodu tuhnutí - -34°C. Při kontrole zjištěn poškozený chladič
34	Kontrola termostatu ohřátím motoru - vadný
35	Bod tuhnutí -35°C
36	Bod tuhnutí -42°C
37	Při výměně ozubeného řemene kontrola vodního čerpadla - hlučné
38	Hladina pod MIN hranicí
39	Provedena tlaková zkouška - zjištěn vadný chladič
40	Provedena tlaková zkouška - zřejmý únik - poškozená hadice
41	Po otevření kapoty zjištěna hladina chladicí kapalina pod MIN hranicí
42	Použití palubní diagnostiky + kontrola dle a proměření ventilátoru dle dílenského postupu. Zjištěn vadný řídicí modul chlazení
43	Zjištěno vadné vodní čerpadlo
44	Hladina chladicí kapaliny pod min hranicí
45	Vodní čerpadlo hlučné
46	Po vyjmutí vodního čerpadla zjištěna vůle ložiska
47	Palubní diagnostika - kontrola dle a proměření ventilátoru dle dílenského postupu Zjištěn vadný ventilátor
48	Proměření vnitřního ventilátoru - zjištěn vadný odpor
49	Zkouška ventilátoru chladiče - v pořádku. Zjištěn špatný termostat.
50	Provedena tlaková zkouška - únik z těsnění bloku motoru
51	Provedena vizuální a tlaková zkouška - poškozený chladič
52	Kontrola vodní čerpadla při výměně ozubeného řemene - hlučné
53	Kontrola palubní diagnostikou - nízké napětí snímače teploty chladicí kapaliny

54	Kontrola klepání - zjištěno vadné vodní čerpadlo
55	Provedena vizuální a tlaková zkouška - prasklá hadice za filtrem
56	Vizuální kontrola chladicí soustavy - poškozený chladič
57	Provedena vizuální a tlaková zkouška - zjištěn únik od vodního čerpadla
58	Vizuální kontrola soustavy - zjištěna zoxidovaná příruba od termostatu, zřejmý únik kapaliny
59	Po zastavení neukazuje teploměr - palubní diagnostika- nesprávný signál teploty chladicí kapaliny
60	Kontrola vodního čerpadla při výměně ozubeného řemene
61	Vizuální kontrola stavu chladicí kapaliny - nádobka neobsahuje chladicí kapalinu Kontrola tlaku ve válcích pomocí kompresimetru - slabý tlak Vadné těsnění pod hlavou válců - předběžná cena opravy 30000,-
62	Nádobka neobsahuje chladicí kapalinu - zjištěna přítomnost chladicí kapaliny v oleji Vadná těsnění pod hlavou válců
63	Hladina chladicí kapaliny ve správném rozsahu. Bod tuhnutí kapaliny -35°C. Kontrola termostatu ohřátím motoru - vadný
64	Kontrola termostatu ohřátím motoru - vadný
65	Provedena tlaková zkouška - zjištěno poškozené potrubí
66	Palubní diagnostika - signál z čidla teploty bez odezvy Po bližším ohledání zjištěno nezapojené čidlo teploty
67	Kontrola vodního čerpadla při výměně ozubeného řemene - hlučné
68	Provedena tlaková zkouška - netěsný termostat. Bližší ohledání - zjištěno namontování nesprávného dílu následně špatně utěsněno silikonem
69	Hladina chladicí kapaliny pod MIN hranicí
70	Bod tuhnutí chladicí kapaliny - -36°C

	Náprava
1	Výměna ventilu topení
2	Dolítí 1l chladicí kapaliny
3	Dolítí 1l chladicí kapaliny. Korekce bodu tuhnutí na 37°C
4	Výměna čidla teploty chladicí kapaliny
5	Dolítí 0,5l chladicí kapaliny
6	Dolítí 0,5l chladicí kapaliny

7	Doplnění 1l chladicí kapaliny s použitím detekční kapaliny
8	Bez korekce a dolití kapaliny
9	Přeprogramování BCM(řídící modul karoserie)
10	Výměna chladicí kapaliny
11	Výměna čidla hladiny chladicí kapaliny
12	Výměna termostatu
13	Výměna termostatu
14	Dolití chladicí kapaliny s použitím detekční kapaliny
15	Dodání detekční kapaliny pro zjištění úniku
16	Výměna chladiče
17	Výměna termostatu
18	Výměna těsnění termostatu
19	Dolití chladicí kapaliny 1l a korekce bodu tuhnutí na -37°C
20	Bez nápravy
21	Výměna ventilu neprovedena, pouze odpojení motoru
22	Výměna chladiče a termostatu
23	Výměna chladiče
24	Dolití 0,5l chladicí kapaliny. Kontrola bodu tuhnutí -37°C
25	Doplnění 1l chladicí kapaliny s korekcí bodu tuhnutí na -37°C
26	Výměna chladicí kapaliny
27	Výměna radiátoru topení a chladicí kapaliny
28	Výměna chladicí kapaliny
29	Výměna chladiče
30	Bez dalších oprav
31	Dolití 0,7l kapaliny a úprava bodu tuhnutí na -37°C
32	Výměna hadice a chladicí kapaliny
33	Výměna chladiče.
34	Výměna termostatu
35	Korekce na -37°C

36	Bez dalších úprav
37	Výměna
38	Dolítí 1l chladicí kapaliny
39	Výměna chladiče
40	Výměna hadice
41	Doplnění chladicí kapaliny
42	Výměna řídicího modulu chlazení
43	Výměna čerpadla
44	Dolítí 1l
45	Výměna čerpadla
46	Výměna čerpadla
47	Výměna ventilátoru
48	Výměna odporu vnitřního ventilátoru
49	Výměna termostatu
50	Výměna těsnění bloku motoru
51	Výměna chladiče
52	Výměna vodního čerpadla
53	Výměna snímače teploty chladicí kapaliny
54	Výměna vodního čerpadla
55	Výměna poškozené hadice
56	Výměna chladiče
57	Výměna vodního čerpadla
58	Výměna termostatu a hadice
59	Výměna čidla teploty chladicí kapaliny a konektoru
60	Čerpadlo v pořádku bez výměny
61	Oprava neprovedena
62	Oprava neprovedena
63	Výměna termostatu
64	výměna termostatu
65	Výměna potrubí
66	Zapojení čidla teploty
67	Výměna čerpadla chladicí kapaliny
68	Výměna správného typu termostatu Možné uniknutí silikonu do soustavy chlazení

69	Dolítí 1l chladicí kapaliny
70	Bez dalších úprav