

VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Hornicko-geologická fakulta

Institut environmentálního inženýrství

**VÝVOJ AUTOMOBILŮ S HYBRIDNÍM POHONEM A
JEJICH VLIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ**

**DEVELOPMENT OF THE CARS WITH HYBRID DRIVE AND THEIR IMPACT ON
ENVIRONMENT**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:	doc. Ing. Vladimír Lapčík, CSc.
Datum zadání diplomové práce:	31.10.2008
Datum odevzdání diplomové práce:	30.4.2009

Ostrava 2009

Bc. Soňa Filipcová

Prohlášení

- Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracoval(a) samostatně a uvedl(a) jsem všechny použité podklady a literaturu.

- Byl(a) jsem byl seznámen(a) s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.

- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).

- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

- Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 30. 4. 2008

Bc. Soňa Filipcová

Anotace

Tato práce pojednává o aktuálním vývoji automobilů s hybridním pohonem, jejich specifikací a popisu. Zabývá se jejich vlivem na životní prostředí a možnosti snižování emisí. Zkoumá dění nejen v oblasti hybridních pohonů, ale snaží se nastínit i využití dalších možností pohonu automobilů.

Veškeré důležité legislativní předpisy, dohody a hodnoty EURO norem jsou uvedeny níže.

Annotation

This dissertation deals with the current development of the cars with hybrid drive, their specifications and descriptions. It examines these cars' influences on the environment and the possibilities of emissions reduction. Moreover, this piece observes the procedures not only in the field of hybrid propulsion, but it also aims to outline the usage of the other drive cars possibilities.

All the important legislations, agreements and EUROPEAN regulations are stated below.

Obsah

1. Úvod	5
2. Historie a vývoj snižování emisí	6
3. Legislativa	17
3.1. Dohody o snižování emisí	17
3.2. EURO norma.....	19
3.3. Vývoj EURO norem.....	19
4. Technické specifikace vozů s hybridním pohonem	25
5. Popis dnes vyráběných vozů s hybridním pohonem.	29
5.1. Dělení hybridních pohonů	29
5.2. Toyota Prius	30
5.2.1. Toyota Prius I.....	31
5.2.2. Toyota Prius II.....	32
5.2.3. Toyota Prius III.....	33
5.3. Lexus.....	35
5.3.1. Lexus SUV RX 400h.....	36
5.3.2. Lexus RX 450h	38
5.3.3. Lexus GS 450h	41
5.3.4. Lexus LS 600h	42
6. Fáze jízdy a popis činnosti motoru	44
6.1. Fáze jízdy	45
6.2. Popis činnosti motoru.....	48
7. Výpočet množství emisí	52
8. Závěr	54
9. Literatura	56

1. Úvod

Celý svět jako by v posledních letech žil energií. Cena ropy se stačila vyšplhat do rekordních výšin, odkud zase rychle spadla. S ekonomickou krizí, která se v poslední době začíná projevovat spolu s rychle ubývajícími zdroji neobnovitelných nerostných surovin, energetické náročnost jejich získávání, negativními vlivy na životní prostředí při jejich těžbě, zpracování i následném využití jsou stále jedním z největších problémů současné doby. S tím souvisí tlak kladený na jednotlivé výrobce automobilů na využívání jiných zdrojů jako pohonu automobilů. Tyto problémy vedly automobilový průmysl k rozhodnutí rozšířit nabídku o vozidla dosahující nižší spotřeby pohonných hmot s využitím alternativních zdrojů energie.

Hybridní vlna nabírá na mohutnosti a s každým dalším autosalonem je veřejnost zahlcena novými koncepty, jejichž spotřeba vypadá víc než zajímavě. Vozy kombinují druhy pohonů s různým stupněm složitosti, což laickou veřejnost často přivádí k němému úžasu a nadšení zároveň. Asi každému v tu chvíli proběhne hlavou otázka. Jak tento systém vlastně funguje a v čem tkví jeho pokrokovost?

Proto jsem ráda, že Vám můžu tuto problematiku objasnit a pomoci, tak vyřešit otázku, jak funguje hybridní pohon. Hybridní...co si člověk pod tím může představit? Hybrid, jako něco nedokonalého v dokonalém. Přesně tak nějak by se to dalo chápat, něco co chce pro nás a naše budoucí generace zachovat přírodní zdroje a snížit negativní vliv automobilového průmyslu na životní prostředí. Nakolik tomu dopomůže lidská šikovnost a kolik toho dobrého zničí, záleží jen na nás.

Cílem práce je zdůraznit výhody, které nabízí využití hybridní technologie v běžném životě a zhodnotit škodlivost produkovaných emisí.

2. Historie a vývoj snižování emisí

Automobilová doprava je jedním z nejvýznamnějších faktorů ovlivňujících kvalitu životního prostředí. Neustále rostoucí doprava na území naší republiky i na celém světě nás nutí zamýšlet se nad používanými motorovými palivy, a to nejenom z pohledu ochrany životního prostředí, ale i z pohledu důsledného využívání nabízené energie pro dosažení optimálních výkonů dopravních prostředků. Je proto samozřejmé, že na celém světě se této problematice věnuje intenzivní pozornost. Emisní limity pro jednotlivé kategorie silničních vozidel i požadavky na kvalitu používaných motorových paliv jsou neustále zpřísňovány. Cílem této snahy je dosáhnout významného snížení plyných emisí a tedy negativních vlivů dopravy na kvalitu našeho životního prostředí.

Většina motorových paliv se skládá hlavní měrou z uhlíku a vodíku. Při jejich spalování s kyslíkem dochází k uvolňování tepelné energie, která je následně s větší či menší účinností přeměňována na energii mechanickou. Velmi výhodné je zejména spalování kapalných paliv z hlediska rychlosti jejich hoření, poměrně snadného skladování a bezpečnosti provozu. [26]

Stále převládají a pravděpodobně ještě delší dobu budou převládat dva základní druhy motorových paliv – automobilový benzin a motorová nafta. Ve srovnání se vznětovými (naftovými) vykazují zážehové (benzinové) motory horší ekonomiku, ale přinášejí řadu výhod zejména v dynamice jízdy a operabilitě provozu při velmi nízkých teplotách v zimních obdobích.

Technické změny v konstrukci motorů

Spalovací motory dominují historii automobilismu. Vynálezy Nicolause Otta (zážehový motor) a Rudolfa Diesela (vznětový motor) svádějí po více než sto letech od svého vzniku stále tvrdší souboj. Zážehový, nebo vznětový? Který ze dvou suverénně nejrozšířenějších motorů zvolit pro svůj osobní automobil, se denně rozhodují statisíce lidí. V Japonsku a Spojených státech amerických, kde na naftu jezdí prakticky jen nákladní automobily, suverénně vévodí vynález

Němce Nicolause Augusta Otta (1832-1891), ve staré dobré Evropě ale již má u nově registrovaných vozů navrch tvůrce naftového motoru, další Němec, Rudolf Christian Karl Diesel (1858-1913).

Zážehový motor vždy dominoval lehkou konstrukcí a schopností pracovat ve vysokých otáčkách, na rozdíl od znatelně těžšího Dieselova motoru, byla pro změnu výhodou jeho jednodušší konstrukce, vyšší účinnost a nižší spotřeba kvalitního paliva.

Zážehový spalovací motor

Ottův motor, postavený v roce 1876 a o rok později patentovaný, se stal ideálním zdrojem pohonu individuálních dopravních prostředků. Během prvních deseti let jeho existence se ho vyrobilo okolo deseti tisíc kusů. O další rozvoj jeho motoru se zasloužili především Gottlieb Daimler a Karl Benz, kteří použili Ottův motor ve svých automobilech již koncem 19. století. [24] G. Daimler realizoval první lehký spalovací motor na benzin. Nejprve ho umístil na bicykl (1883) a v roce 1886 se poprvé objevil na veřejnosti otevřený kočár s tímto motorem. Na tomto základě pak v roce 1888 K. F. Benz sestrojil první prakticky použitelný automobil s benzinovým motorem. [26]

Zážehový spalovací motor můžeme dělit na dvoudobý a čtyřdobý. Dvoudobý spalovací motor je pístový spalovací motor, jehož pracovní cyklus proběhne za jednu otáčku klikové hřídele. Na rozdíl od čtyřdobého spalovacího motoru obstarávají přívod zápalné směsi místo ventilů píst a kanály. Píst při svém pohybu otvírá a zavírá kanály. U novějších motorů ovládá sání pod píst šoupátkový rozvod nebo klapky. Dvoudobé motory mají nižší účinnost než klasické motory čtyřdobé, což je částečně způsobeno mícháním zápalné směsi a výfukových plynů. Díky jednodušší konstrukci jsou také při stejném výkonu lehčí a mají obvykle větší měrný výkon. V současné době jsou ale na ústupu právě pro svou nižší účinnost a hlavně pro znečištění, způsobené olejem v palivu.

Konstrukce zážehových agregátů se nezastavuje. Stále více se začíná uplatňovat tzv. downsizing, tedy snižování objemu motoru při zachování či zvýšení výkonu za pomoci přeplňování. Průkopníkem je čtyřválec 1.4 TSI od VW, v jehož výkonnější verzi je turbodmychadlo doplněno kompresorem.

Vznětový spalovací motor

Diesely sice měly zpočátku jen skromný výkon, bodovaly ale svou hospodárností, lepší tepelnou účinností (zpočátku 26 %, v současnosti až 40 %) i schopností spalovat leacos, neboť každá hořlavá látka se při takovém tlaku a teplotě vznítí. Sám Diesel zkoušel jako palivo petrolej, uhelný prach či olej z burských oříšků, čímž vlastně předznamenal dnešní dobu biopaliv.

Vznětový motor se objevuje v osobním automobilu až mnohem později, než zážehový. Ještě předtím díky své nízké spotřebě výborně sloužil v průmyslu pro pohon generátorů, v železniční a lodní dopravě a uplatnil se i ve vzducholodích a ponorkách. Po dalším zmenšení se vznětový motor dostal v polovině 30. let konečně i do osobních automobilů. Prvním skutečně sériovým dieselovým osobním vozem byl v roce 1936 Mercedes 260 D s vlastním motorem 2,5 l/33 kW. Většího rozmachu se vznětový motor dočkal ve spojení s přeplňováním, které zvýšilo jeho výkon až o třetinu. První turbodiesel pracoval v roce 1954 v nákladním voze MAN, pod kapoty osobních aut se ale dostal až v 70. letech minulého století v době ropné krize. Od roku 1978 poháněl luxusní sedan Mercedes-Benz 300 SD.

Vznětové motory se začínají svým projevem velmi přibližovat zážehovým alternativám, zlepšila se jejich efektivita spalování, snížila se hlučnost, nové typy katalyzátorů a filtry pevných částic významně snížily vypouštění škodlivých emisí a pevných částic. Automobilky BMW, Honda, Mercedes, Subaru a Toyota dokonce začaly používat u vznětových motorů hliníkové bloky.

A co naznačuje další vývoj? Ten ukazuje experimentální motor DiesOtto od Mercedesu a jeho obdoby od Opelu a VW, které vhodně kombinují principy zážehového a vznětového motoru. [24]

Vedle toho se stále častěji objevují i motory spalující tzv. alternativní paliva, jako LPG, zemní plyn, biopalivo, různé varianty motorů poháněných elektrickým proudem, kombinace jednotlivých paliv či pohonů (hybridní pohony), atd.

Nabízí se tedy využívání jiných technologií než spalování benzínu a nafty a to jsou alternativní paliva. Alternativní paliva jsou méně používána než běžně dostupné ropné produkty, avšak mají do budoucna velký potenciál. Hlavním potenciálem využívání jiných možností pohonu je dostatečná zásoba energií využitelných pro pohon automobilů, možnost tvorby paliv nezávisle na produkci životního prostředí a menší škodlivost vůči životnímu prostředí.

Můžeme je rozdělit do třech skupin podle technické náročnosti úprav:

Skupina I:

Tato skupina využívá spalovacích motorů bez jakýchkoli úprav. Můžeme zde zařadit alternativní paliva např. bionafta nebo paliva s využitím alkoholů. [3]

Biopaliva

Biopaliva jsou alternativou ke klasickým palivům a používají se pro vznětové motory. Vyrábí se nejčastěji ze zemědělských plodin např. řepka olejná, nebo slunečnice. Biomasa může být tvořena kromě plodin i odpady ze zemědělské, potravinářské nebo lesní produkce.

Biomasa byla zdrojem energie ještě dříve než benzin. Alkoholy se pro technické účely jako motorové palivo vyráběly již do 30. let 20. století. Další etapa využití biopaliv následovala až v roce 1992 tzv. olejovým programem, jejíž produkci dotoval stát. Cílem bylo podpoření výroby a osazování orné půdy řepkou olejnou. Stát podporoval výrobu, nákup technologií a také osvobozením od spotřební daně.

U kapalných paliv získávaných z biomasy je výhodou, že jsou obnovitelné a také, že v případě úniku do životního prostředí jsou snadno odbouratelné bakteriemi. V současné době se nejvíce využívají tato paliva vyráběná z biomasy: metanol, etylalkohol (etanol) a bionafta. Přestože biomasa nemůže zcela nahradit klasické fosilní zdroje, odhaduje se, že tímto zdrojem může být v naší republice pokryto 15 – 20 % spotřeby všech paliv.“ [3]

Skupina II:

Tato skupina už vyžaduje jednoduchou přestavbu vozidla. Do této skupiny zařadíme:

- LPG (tekutý propan butan)
- CNG (stlačený zemní plyn)
- Metan (bioplyn) [5]

LPG (tekutý propan butan)

Tekutý propan-butan (LPG) a jeho použití pro osobní vozidla se zážehovými motory už vyžaduje určitou přestavbu. Není to ale nic složitého, přestavba je rychlá i cenově dostupná (v závislosti na složitosti pohonu automobilu). Důležitá je dostupnost a výstavba čerpacích stanic, která na rozdíl od vodíkových je velice jednoduchá.

Podle posledních údajů jezdí v Česku na LPG asi 200 000 automobilů a v provozu je kolem 600 plnicích stanic. Loni bylo na tento pohon přestavěno necelých 10 000 vozidel, což je podstatně méně než v roce 2007. Situace může být důsledkem

absence nabídky nových vozů s před instalovaným pohonem na LPG a napomáhá tomu i skutečnost, že v okolních zemích lze takto upravené vozy zakoupit již jako nové. [20]

CNG (stlačený zemní plyn)

Stlačený zemní plyn (CNG) a jeho použití převážně u nákladních aut vyžaduje přestavbu, kdy obvyklý vznětový motor musí být rekonstruován na zážehový. Problémy dnes dělá hlavně nedostačující síť plnicích stanic (které se u nás vyskytují hlavně u dopravců – např. autobusová doprava). Je tady nutnost vlastnit kompresorovou stanici, která by byla napojena na veřejné nízkotlaké plynové potrubí.

Dle platné legislativy musí splňovat spalovací motory upravené jak na pohon stlačeným zemním plynem (CNG) tak i na pohon zkapalněným ropným plynem (LPG) tyto podmínky:

- musí z hlediska škodlivých emisí ve výfukových plynech splňovat maximálně přípustné hodnoty pro daný motor před jeho úpravou
- tyto hodnoty musí být splněny u dvou palivových systémů při použití obou paliv

Metan (bioplyn)

Methan produkuje při spalování o 25% méně CO₂ než benzín a o 95% méně nespálených uhlovodíků.[3]

Plynná uhlíková paliva umožňují lepší promísení a snadnější dodržení směšovacího poměru paliva se vzduchem a tím i menší obsah škodlivin ve výfukových plynech. Nevýhoda plyných paliv spočívá v jejich nesnadném skladování, distribuci a malém energetickém potenciálu, což vyžaduje velký objem zásobníků (v automobilu) a to znemožňuje jejich širší využití. Naopak výhodou

by mohly být provozní náklady, které jsou 2 až 3 krát nižší. Avšak díky čistším výfukovým plynům by měla být snaha o využití těchto paliv jako pohonu pro motorová vozidla. [5]

Skupina III:

Třetí skupina zahrnuje už mnohem složitější přestavby nebo dokonce úplně nové konstrukce vozů:

- Vodíkový pohon
- Elektrický pohon
- Hybridní pohon [5]

Vodíkový pohon

Vodík může být použit ve vozidle jako palivo přímo ve spalovacím motoru nebo jako zdroj elektrické energie v palivovém článku v elektromobilu. „Z hlediska snižování emisí skleníkových plynů je podstatné, že automobily jezdící na vodík, oproti elektromobilům využívajících elektřinu z fosilních paliv, nevytváří žádné emise oxidu uhličitého. Nevýhodou je bezpečnost a cena vozidel s přímým spalováním vodíku. Současný vývoj využití vodíku v automobilech se orientuje spíše na palivové články, kde se vodík využívá na výrobu elektrické energie“. [5]

Vodík se v klasických motorech může použít stlačený nebo zkapalněný a je spalován podobně jako jiné pohonné hmoty. Při jeho spalování ale vzniká jenom neškodná voda a malé množství kyslíčků dusíku.

Palivový systém motoru musí být přizpůsoben pomocí elektronického směšovacího systému, který určuje směšovací poměr vodíku a vzduchu. „Spalování probíhá s přebytkem vzduchu. Přídavný vzduch ve spalovacím prostoru odnímá teplo a tím klesá teplota plamene pod kritickou mez, nad níž by se směs mohla sama vznítit. Nízká teplota spalování současně brání vzniku

oxidů dusíku, které jsou v redukčním katalyzátoru zážehových motorů neutralizovány. Bez dalších přídavných zařízení pracují vodíkové motory prakticky bez emisí, oproti benzínu jsou všechny emisní komponenty sníženy až o 99,9 %.“

Druhý systém využívá akumulátor pro zásobování palubní sítě elektrickou energií. Pohonnou jednotkou ve vozidle je elektromotor a elektřina je pro něj na rozdíl od elektromobilů poháněných akumulátory, vyráběna přímo ve vozidle v palivových článcích, které mají funkci konvenčního akumulátoru. [5]

Obrázek č. 1: BMM Hydrogen ICE [14]



Vozidla na elektropohon

Vozidla na elektrický pohon neprodukují žádné škodlivé emise, mají nízkou hladinu hluku, příznivou výkonovou charakteristiku, ale jejich nevýhodou je menší jízdní výkon, omezený dojezd, vyšší cena a také větší nebezpečí při havárii.

Elektropohon je vhodné používat všude, kde jsou nežádoucí výfukové plyny, jako v centrech měst, na nádražích, klinikách, letištích. Ve velkých městech jsou zaváděny trolejbusy, které mají elektromotor s trolejovým přívodem proudu.

„Trakční elektromotory určuje zejména hodnota momentu, menší význam má hodnota výkonu. Jejich konstrukce musí být spolehlivá, ve velkém rozsahu otáček musí být k dispozici dostatečný výkon. Důležitá je kompaktní stavba, vysoká účinnost při malé hmotnosti, krátkodobá přetížitelnost, nízká hladina hluku, nízké udržovací náklady a výhodná cena.“

Důvody, že elektrické motory jsou dobrá volba k pohonu vozidla, jsou jednoznačná: mohou být dobře kontrolovatelné, spalování je efektivní a jsou mechanicky velmi jednoduché. „Elektrické motory často dosáhnou 90 % efektivity konverze přes plný rozsah rychlostí a výstupní výkon. Tyto motory mohou poskytovat vysoký točivý moment. Motor je zastaven, na rozdíl od motorů vnitřního spalování, a nepotřebuje, aby rychlosti odpovídaly elektrickým křivkám. Toto odstraní potřebu převodovek a točivý moment convertors.“ Elektromotory mají také schopnost přeměnit pohybovou energii zpět na elektrickou, pomocí setrvačnosti, což je velká výhoda. [5]

Hybridní pohon

Slovem "hybridní" se rozumí kombinace několika zdrojů energie pro pohon jednoho dopravního prostředku. Může se jednat např. o spalovací motor, elektromotor a akumulátor, palivový článek, elektromotor a akumulátor, spalovací motor a setrvačnick apod.

Nejvhodnější a nejrozšířenější koncepcí je právě kombinace spalovacího motoru, elektromotoru a akumulátoru.

Účinnost současných spalovacích motorů se pohybuje přibližně mezi 30-40 %. Benzínové motory mají účinnost spíše na spodní hranici pásma, vznětové (naftové) motory jsou na tom o něco lépe. Tato hodnota je z větší části dána účinností samotného termodynamického cyklu, který má jasná fyzikální omezení. Nedá se tedy předpokládat výraznější vylepšení ani v budoucnosti. Naproti tomu současné elektromotory mají účinnost kolem 95 % a to v širokém rozsahu otáček a zatížení. Ideální řešením by proto byla konstrukce elektromobilů. Bohužel tomu brání příliš velká hmotnost potřebných akumulátorů a malý dojezd na jedno nabití. Následné dobíjení pak trvá poměrně dlouhou dobu, a proto je pro běžný provoz čistý elektromobil téměř nepoužitelný. Kombinací obou extrémů pak vznikl automobil s hybridním pohonem. [21]

Konstrukce hybridního vozu

Obrázek č. 2: Pevná konstrukce karoserie [13]



Pevná struktura karoserie

K ochraně řidiče i spolucestujících přispívá i mimořádně pevná konstrukce karoserie.

Toyota Prius se svou karosérií hlásí k moderním automobilům, které efektivně využívají prostor ve prospěch cestujících a zavazadel. Tvary Toyot nikdy nepatřily k automobilové klasice. Prius pokračuje v inovativním přístupu jak v oblasti

techniky, tak v oblasti designu. „Propracovaná aerodynamika poměrně vysoké karosérie je charakterizována koeficientem odporu vzduchu $c_x = 0,26$. Boční silueta prozradí značně skloněnou střechu, která plynule přechází v zadní okno. Výrazná odtrhovaná hrana na zádi je velmi vysoko, a proto je část zádě tvořena proskleným pásem, usnadňující výhled vzad (ale ani tak to není žádná sláva). Pozornost byla věnována obtékání spodku vozu, které bylo optimalizováno zakrytváním hlavních částí.“

Prostorové možnosti hybridní Toyoty Prius jsou velmi blízko konvenčnímu automobilu. Prostor, který nabízí rozvor 2700 mm, je celý věnován posádce, za zadními sedadly je k dispozici zavazadlový prostor velmi pravidelného tvaru, o objemu 408 l. Výška jeho dna nad zemí je vyšší, neboť mezi zadními koly zabírá místo akumulátor. Toyota Prius uveze 425 kg užitečného zatížení. Aerodynamický tvar kupodivu příliš neomezuje ani cestující na zadních sedadlech, kde mají problémy až dlouháni s výškou nad 1,80 m.

Jak už jsem uvedla, mezi zadními koly, najdeme akumulátor a také nádrž. Elektromotor, bezstupňová převodovka, měnič, motor se nachází jak jinak, než pod přední kapotou. Hybridy můžeme ještě rozdělit podle zapojení motorů. Buď paralelní, nebo sériové. Rozdíl mezi paralelním a sériovým hybridem spočívá v tom, že u paralelního hybridu je spalovací motor mechanicky spojen s elektromotorem, zatímco sériový toto spojení postrádá. Paralelní hybrid zvyšuje výkon, ale nemůže využít pouze elektrický pohon, který nabízí sériové uspořádání (je to prostorově i váhově náročnější). Např. Lexus RX 450h je díky uspořádání systému sériově – paralelní, a využívá tak výhod obou uspořádání. [28]

3. Legislativa

Motorová vozidla vždy patřila a myslím si, že i v budoucnosti budou jedním z největších znečišťovatelů životního prostředí. Po roce 1989 dochází v České republice ke značnému útlumu těžkého průmyslu a zároveň k odsíření tepelných elektráren. Emise SO_2 jsou u těchto velkých zdrojů v letech 1987 až 1997 sníženy o 68 % a emise NO_x o 50 %. Zároveň velmi rychle roste počet osobních i užitkových automobilů. Se vstupem České republiky do Evropské unie vzrostla významně i tranzitní nákladní automobilová doprava přes naše území. To má za následek celkové zvýšení objemu emisí škodlivých látek ze silniční dopravy. Je tedy nutno předcházet technickými opatřeními tuto skutečnost a neustále snižovat emise spalovacích motorů [1].

3.1. Dohody o snižování emisí

Názory na to, jak by měly automobilové společnosti plnit dohody, o snižování emisí jsou diametrálně odlišné. Předmětem sporů mezi členskými státy jsou i kritéria jako je HDP nebo velikost populace.

Evropská komise přišla s návrhem legislativy, s jejíž pomocí by evropské automobilky donutila snížit emise oxidu uhličitého u nových aut v průměru o 18 %. V současné době nové vozy vypouštějí do ovzduší v průměru 160 g/km oxidu uhličitého na kilometr. Komise ve svém návrhu požadovala, aby automobilky snížily do roku 2012 emise na 130 g/km.

Ačkoliv nové limity na úrovni 130 g/km mají platit pro celý automobilový průmysl, konkrétní požadavky se budou lišit podle jednotlivých typů vyráběných vozů. Cíl, který budou muset splnit například vozy Fiat, bude přísnější (122 g/km) než cíl, který bude závazný pro Volkswagen (132 g/km), neboť Fiaty patří mezi menší auta a v důsledku toho vypouštějí do ovzduší méně emisí.

Na 130 g/km by se nové automobily měly dostat pouze díky technologicky vyspělejšími motorům. O dalších 10 g/km by pak měly emise klesnout zavedením dalších technických vylepšení, například lepšími pneumatikami nebo využíváním biopaliv.

Členské země podpořily dohodu založenou na francouzském návrhu, který požaduje postupné snížení emisí CO₂ na 120 g/km. Do roku 2012 by tento cíl mělo plnit 65 % nově vyráběných automobilů, do roku 2013 75 %, do roku 2014 80 % a v roce 2015 již budou muset přísnější emisní limity plnit veškeré nově vyráběné automobily. Evropská komise přitom původně navrhovala, aby byly přísnější limity zavedené celoplošně již v roce 2012. Také původně navrhované pokuty pro automobilky, které by své limity neplnily, budou podle kompromisního návrhu mírnější.

V letech 2012 až 2018 budou pokuty odstupňovány následujícím způsobem. Za první gram nadměrného CO₂ budou výrobci platit pokutu ve výši 5 eur, za druhý gram 15 eur, za třetí 25 eur a od čtvrtého gramu je každý gram nad povolený rámec bude stát 95 eur. Evropská komise původně navrhovala, aby v roce 2012 výrobci platili za každý gram CO₂ nad limitem pokutu 20 eur. V roce 2013 se tato pokuta měla zvýšit na 35 eur, v roce 2014 na 60 eur a v roce 2015 na 95 eur.

Kompromis také naznačuje směr, kterým se bude snižování emisí u aut ubírat po roce 2015. Do roku 2020 podle něj mají průměrné emise klesnout na 95 g/km. [15]

3.2. EURO norma

EURO norma je závazná emisní norma stanovující limitní hodnoty výfukových exhalací. Např. nová norma EURO 5 omezuje množství oxidu uhelnatého (CO), uhlovodíků (HC), oxidů dusíku (NO_x) a množství pevných částic (PM). Hodnoty se uvádějí v miligramech na ujetý kilometr. Tyto látky však nejsou jediné, které automobil vypouští. Je zde např. oxid uhličitý, který je často zmiňován v souvislosti s globálním oteplováním, norma ho však neřeší. [15]

3.3. Vývoj EURO norem

První norma zabývající se množstvím výfukových zplodin vznikla v Kalifornii v roce 1968. Na starém kontinentu začala platit první emisní norma až v roce 1971 – EHK 15 (viz tabulka č. 1). První EURO norma se objevila v roce 1992. Od začátku roku 1993 začíná tato norma platit ve všech zemích Evropské unie, v České republice až od října téhož roku. Od té doby téměř pravidelně každé čtyři roky vyjde nová emisní norma EURO. Čím vyšší číslo tím větší přísnost normy.

Tabulka č. 1: Limity emisí ve výfukových plynech - osobní vozy se zážehovými motory (podle různých starších předpisů) [2]

Škodliviny	CO	CxHx+Nox	NO _x
Emisní limit		g/test	
EHK R 15 – 04	58	19	-
EHK RX (B)	45	15	6
STUFE C	30	8	-
US-83 Federal (EU1)	19	5	-

První ze směrnic EURO 1 (viz tabulka č. 2 a 3), platná od roku 1993 byla ještě poměrně benevolentní, benzinovým i naftovým typům motoru předepisovala limit

na oxid uhelnatý okolo 3 g/km a emise NO_x a HC se sčítaly. Restrikce emisí pevných částic se týkaly jen dieselových motorů. Benzínové motory byly bez omezení, ovšem musely přejít k bezolovnatým palivům.

EURO 2 již oba typy motorů striktně oddělila: naftové motory mají větší benevolenci v emisích NO_x a HC (limit je stanoven pro jejich součet), benzín si naopak může dovolit více CO. Obsah pevných olovnatých částic, které asi nejvíce škodí lidskému zdraví, byl také snížen.

EURO 3 s platností od roku 2000 opět snižuje obsah PM o 50 % u dieselových motorů a stanovuje pevný limit pro emise NO_x na 0,50 g/km, CO se snižuje o 36 %. Benzínové motory musí nyní splňovat přísné podmínky pro emise NO_x a HC, což je před konkurencí mírně znevýhodňuje.

„Shrneme-li celkový vývoj evropských emisních standardů od roku 1993 až po dnešek (EURO 4), je jasné, že emisní limity oxidů dusíku a oxidu uhelnatého klesly za dané období asi na pětinu u dieselových motorů. Podobně tak byl snížen obsah pevných olovnatých částic ve zplodinách. Původně se plánovalo použít za tímto účelem speciálních filtrů mikročástic, ale pro vyhovění normě nakonec stačily i běžnější tzv. otevřené filtry, které nevyvolávají protitlak a nesnižují tak výkon. U benzínových motorů došlo k vymýcení olovnatých typů paliva a výraznému snížení produkce oxidů dusíku a uhlovodíků.“ [10]

Nová emisní norma EURO 5, která začne platit od 1. září 2009 postihuje více dieselové motory a snaží se je, co se obsahu zplodin týče, srovnat s motory benzínovými. Například v USA tzv. „palivový dualismus“ vůbec neexistuje. Nutno však dodat, že zatímco v Americe tvoří naftové automobily pouze 5 % podíl

na trhu, v EU je to téměř polovina. Dalším úskalím je, že na naftu jezdí většina vozidel veřejné dopravy, nákladních automobilů nebo vozidel záchranné služby. EURO 5 snižuje emisní limit pro PM na pětinu oproti současnému stavu, což se dá splnit jen při instalaci řečených PM mikrofiltrů, které však nejsou zrovna nejlevnější. Rovněž bude třeba použít nových technologií pro dosažení limitů na NO_x.

Na druhou stranu mnoho již dnes vyráběných benzínových motorů novou směrnicí EURO 5 splňuje. V jejich případě půjde pouze o 25 % snížení limitů na HC a NO_x, emise CO zůstávají nezměněny. Nově přibyla povinnost montovat filtry na olovnaté částice do benzínových motorů s přímým vstřikováním paliva. Zavedení normy EURO 5 bylo původně plánované již v roce 2008, ale Evropský parlament musel nátlaku automobilových výrobců o rok ustoupit. Navíc se tato restrikce bude týkat zatím jen nových modelů aut, starší modely s dobíhající výrobou ji plně pocítí až od roku 2011. [10]

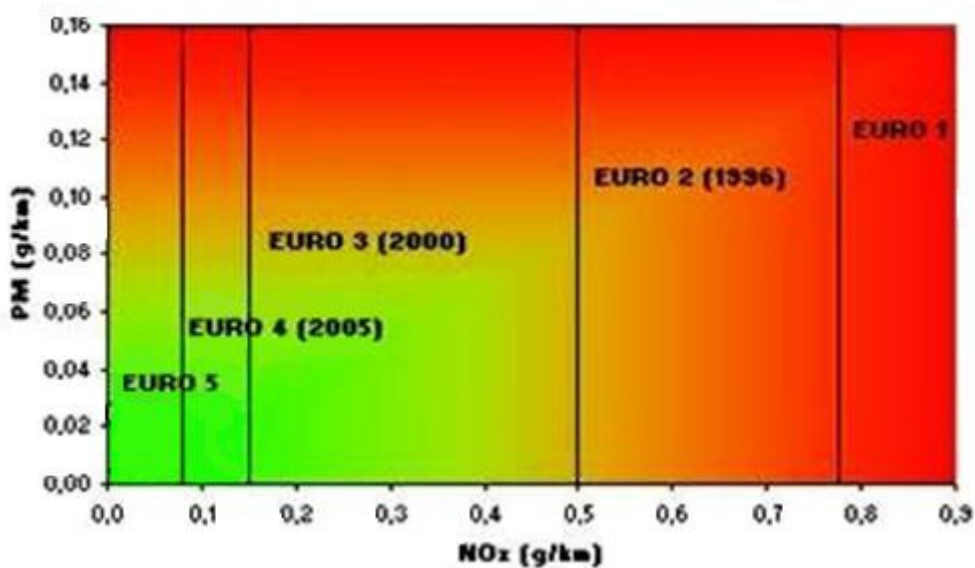
Tabulka č. 2: Tabulka emisních norem pro naftové motory. Veškeré údaje jsou uváděny v g/km [10]

Název	Platnost	CO	HC	Nox	HC+Nox	PM
EURO 1	od 1993	2,72	-	-	0,97	0,14
EURO 2	1996	1,00	-	-	0,90	0,10
EURO 3	2000	0,64	-	0,50	0,56	0,05
EURO 4	2005	0,50	-	0,25	0,30	0,025
EURO 5	od září 2009	0,50	-	0,18	0,23	0,005
EURO 6	návrh od září 2014	0,50	-	0,08	0,17	0,005

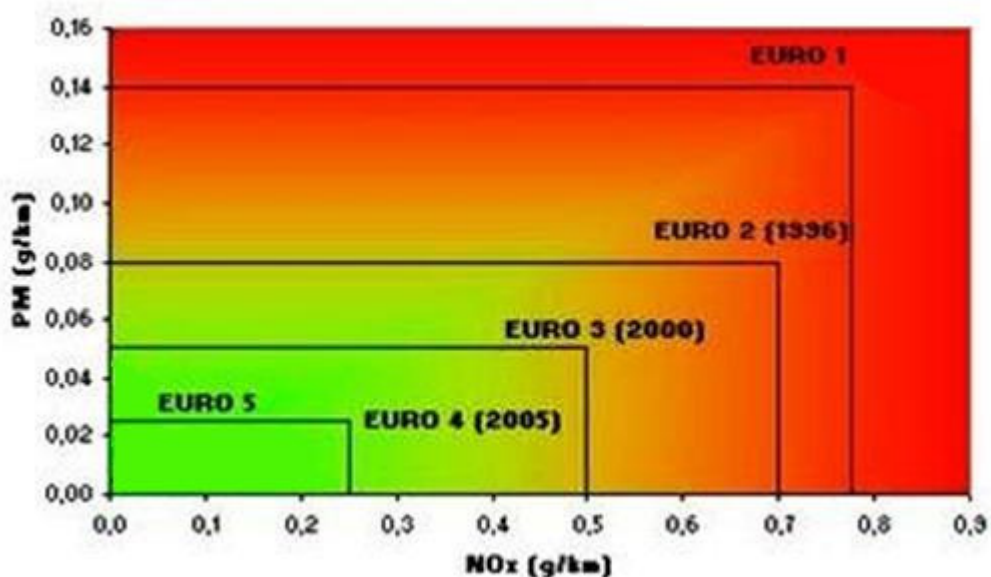
Tabulka č. 3: Tabulka emisních norem pro benzínové motory. Veškeré údaje jsou uváděny v g/km [10]

Název	Platnost	CO	HC	Nox	HC+Nox	PM
EURO 1	od 1993	2,72	-	-	0,97	-
EURO 2	1996	2,2	-	-	0,5	-
EURO 3	2000	2,3	0,20	0,15	-	-
EURO 4	2005	1,0	0,10	0,08	-	-
EURO 5	od září 2009	1,0	0,075	0,06	-	0,005

Graf č. 1: Grafické znázornění změn v emisních limitech EURO pro benzínové motory [10]



Graf č. 2: Grafické znázornění změn v emisních limitech EURO pro naftové motory [10]



„V českém technickém průkazu zatím přímo uvedenou normu EURO nenajdete. Najdete zde však údaj o normě EHK (např. EURO 3 = EHK 83.05). Normu EURO používají pouze země Evropské unie, ale Česká republika do EU vstoupila až v roce 2003. V Německu je situace daleko jednodušší. Emisní normu, kterou motor splňuje, najdete přímo v technickém průkazu.“[33]

Automobily v Evropské unii vyprodukují přes 10 % všech emisí skleníkových plynů. Ačkoliv se za posledních 8 let podařilo množství těchto emisí z dopravy výrazně snížit, Evropská komise nedávno apelovala na výrobce automobilů, aby urychlili vývoj ekologických motorů, jinak bude mít EU potíže se splněním svých závazků vyplývajících z Kjótského protokolu o ochraně klimatu. Nové emisní limity otevřou cestu k ekologičtějším vozidlům. Podle tohoto návrhu by se emise pevných částic z vozidel s dieselovým motorem snížily o 80 % a emise oxidů dusíku (NO_x) o 20 %. Na základě navrhovaných přísnějších norem by byly do automobilů s dieselovým motorem namontovány filtry pevných částic. U automobilů s benzínovým motorem komise navrhuje snížit emise NO_x

a uhlovodíků o 25 %. Jak by to tedy mělo vypadat? Uvidíme, zda se nám podaří splnit požadavky EURO norem. [27]

4. Technické specifikace vozů s hybridním pohonem

Tabulka č. 4: Srovnání technických parametrů Toyota Prius II a Toyoty Prius III [8], [30].

POHONNÁ JEDNOTKA	Toyota Prius III.	Toyota Prius II.
Spalovací motor:	Čtyřválec 1,8 l s technologií VVT-i	Čtyřválec 1,5 l s technologií VVT-i
Výkon spalovacího motoru:	98 k při 5200 ot./min.	78 k při 5 000 ot./min
Točivý moment spalovacího motoru:	142 Nm při 4000 ot./min.	115 Nm při 4 000 ot./min
Elektromotor:	Synchronní motor s permanentním magnetem	Synchronní motor s permanentním magnetem
Výkon elektromotoru:	80 k/točivý moment 207 Nm	67 k/ a točivý moment 400 Nm
Převodovka:	Elektronicky řízená beze stupňová převodovka	CVT – převodovka s plynule měnitelným převodem
Systém pohonu:	pohon předních kol	pohon předních kol
Klasifikace třídy EPA:	Střední třída	Střední třída
Hybridní bateriový modul:	Nikl-metal-hydrid	Nikl-metal-hydrid
Odhadovaná spotřeba paliva:	4,7* l/100 km v kombinovaném cyklu	4,3 l/100 km v kombinovaném cyklu
Hladina emisí	Euro 4	Euro 4

Tabulka č. 5: Srovnání rozměrů Toyota Prius II a Toyota Prius III [8], [30].

ROZMĚRY	Toyota Prius III	Toyota Prius II
Celková délka:	4460 mm	4450 mm
Celková šířka:	1745 mm	1725 mm
Celková výška:	1491 mm	1490 mm
Rozvor náprav (mm)	2700 mm	2700 mm
Hmotnost vozu	1,352 kg	1,325 kg

Tabulka č. 6: Srovnání technických parametrů Lexus RX 400h a Lexus RX 450h [16], [18].

POHONNÁ JEDNOTKA	Lexus RX 450h	Lexus RX 400h
spalovací motor:	V6, 3456 ccm, 24 v, VVT-i	V6, 3311 ccm, 24 v, VVT-i
Výkon spalovacího motoru:	249 k při 6000 ot./min.	211 k při 5 600 ot./min
Točivý moment spalovacího motoru:	317 Nm při 4800 ot./min.	288 Nm při 4 400 ot./min
Elektromotor:	Synchronní motor s permanentním magnetem	Synchronní motor s permanentním magnetem
Výkon předního elektromotoru:	167 k/točivý moment 335 Nm	167 k/točivý moment 333 Nm
Výkon zadního generátoru:	68 k/točivý moment 139 Nm	68 k/točivý moment 130 Nm
Výkon systému (k/kW)	299 / 220	272/200
Převodovka:	elektronicky řízená bezestupňová převodovka CVT	elektronicky řízená bezestupňová převodovka CVT
Systém pohonu:	přířaditelný pohon všech kol (E-FOUR)	pohon všech kol (E-FOUR)
Klasifikace třídy EPA:	Vyšší střední třída	Vyšší střední třída
Hybridní bateriový modul:	Nikl-metal-hydrid	Nikl-metal-hydrid
Spotřeba: Kombinovaná	6,3	8,1
Mimo město	6	7,6
Město	6,6	9,1

Tabulka č. 7: Srovnání rozměrů Lexus RX 400h a Lexus RX 450h [16], [18].

ROZMĚRY	Lexus RX 450h	Lexus RX 400h
Celková délka:	4770 mm	4760 mm
Celková šířka:	1885 mm	1845mm
Celková výška:	1685 mm	1680 mm
Rozvor náprav (mm)	2740 mm	2720 mm
Hmotnost vozu	2115-2205 kg	2075-2115 kg

Tabulka č. 8: Srovnání vybraných hybridních vozů [9]

Model	Celkový výkon	Obsah	Kombinovaná spotřeba	Zrychlení 0-100	Cena
Toyota Prius 3.generace	134 koní	1,8	4,7l*/100km	9,8 s	odhadem od 600 tisíc
Honda Insight	88 koní	1,3	4,4l/100km	11,5 s	není dosud známo
Lexus GS 450h	296 koní	3,5	9,0l/100km	5,9 s	1,8 mil.

* „Nová generace hybridního automobilu Toyota Prius, kterou japonská automobilka veřejně odhalila na autosalonu v Detroitu v lednu 2009, se chlubí spotřebou 4,7 l/100 km. Přitom konkurenční hybrid Honda Insight, který se aktuálně začíná prodávat v Japonsku, může dosáhnout až k hodnotě kolem 3,7 l/100 km! Toyota samozřejmě nelení a už pilně připravuje další verzi svého Priusu, tentokrát je to dlouho očekávaný plug-in hybrid. Ten bude mít podle magazínu Autoweek spotřebu dokonce na hodnotě 3,6 l/100 km. "Jde o reálné ježdění," řekl k tomu Bill Reinert, manažer alternativních pohonů americké Toyoty. Plug-in Toyota Prius se má začít prodávat někdy po roce 2010.

5. Popis dnes vyráběných vozů s hybridním pohonem.

V této kapitole bych měla popsat dnes vyráběné vozy s hybridním pohonem. Myslím si, že to nebude nic jednoduchého. Když začneme projíždět internetové stránky jednotlivých výrobců automobilů, až na pár výjimek, všude se najde nějaký unikátní automobil, který se chce chovat k životnímu prostředí tak, aby byl v rámci svých možností ekologický. Když se podíváme kolem sebe, není se čemu divit, my všichni bychom se měli zamyslet a s ohledem na nás i budoucí generace přistupovat šetrně k životnímu prostředí.

Ještě před tím, než začnu jednotlivé automobily popisovat, rozdělím je podle hybridního pohonu.

5.1. Dělení hybridních pohonů

- „Nejjednodušší formou hybridního pohonu je tzv. micro-hybrid, doplněný o jednotku startér/generátor, která umožňuje funkci Start and Go. Ta při zastavení vypíná chod motoru a následně ho spouští při rozjezdu. Toto řešení s řemenem poháněnou jednotkou startér/generátor dnes používají například vozy Citroën C3 nebo Ford Fiesta. Tady odpadá elektrická podpora spalovacího motoru, přičemž snížení spotřeby a s tím i množství CO₂ ve výfuku, se pohybuje kolem 6 %. Toho už by si naše peněženky mohly všimnout.
- O stupeň výš můžeme zařadit tzv. mild-hybrid, který pro podporu spalovacího motoru využívá úzký elektromotor umístěný v hnací větvi mezi ním a převodovkou. Ten opět pracuje buďto jako spouštěč motoru nebo jako generátor, využívající k dobíjení akumulátorů energii vznikající při brzdění vozu (rekuperace). Vzhledem k jeho malému výkonu však není

elektromotor použitelný pro čistě elektrický pohon. Např. Honza Civic IMA, nebo nová Honda Insight.

- Mezi vozy používající kombinovaný pohon patří nejvyšší příčka tzv. full-hybridu, kde je spalovací motor podporován relativně silným elektromotorem. Ten kinetickou energii brzdění mění na elektrickou, kterou dobíjí akumulátory a zvládne i samostatný pohon auta. Díky podpoře elektromotoru může pak být v autě použit motor s menším objemem, s nižšími mechanickými ztrátami, což se v celkové energetické bilanci výrazně projevuje na úspoře paliva.

Do této kategorie bychom mohli zařadit dnes jednoznačně nejúspěšnější hybrid Toyota Prius s originální technologií HSD (Hybrid Synergy Drive), který se sériově vyrábí již devět let - o tom jak hybridní pohon funguje, se dočtete dále. Optimální kombinací 50 kW elektromotoru a 57 kW motoru benzínového dosáhl Prius jízdních výkonů, srovnatelných s vozy poháněnými naftovým dvoulitrem. Ovšem normovaná spotřeba 4,3 l na 100 km a rapidně snížené škodliviny ve výfuku se dostaly na bezkonkurenční úroveň – například u CO₂ to je 104 g/km.“ [7]

Zaměřím se, dle mého názoru na nejvíce sériově vyráběné a nejprodávanější automobily značek Toyota a Lexus.

5.2. Toyota Prius

„Šišaté a prostorné“, tak mnozí definují Toyotu Prius.

Toyota Prius je nejznámější hybridním automobilem současnosti. Letos byla představena už třetí generace tohoto vozidla. Poprvé se Toyota Prius objevila

již v roce 1997 na japonském trhu. Na evropský trh se dostala až o čtyři roky později. Toyota Prius je automobil s hybridním motorem, který se stal v roce 2004 prvním, svého druhu na českém trhu. V zahraničí se už prodává šest let, populární je především v Americe. Vzhled auta, které se denně prohání i po českých silnicích, není třeba nijak zásadně komentovat. Od roku 2004, kdy se současný Prius dostal i do České republiky, prodělal několik drobných desénových úprav, ale nijak zásadně se neměnil. Stále je tím kapkovitým designérským zázrakem, který skvěle bojuje proti odporu vzduchu a stává se tak ekologickým vozítkem. [25]

5.2.1. Toyota Prius I.

Obrázek č. 3: Toyota Prius I. [30]



První generace Toyoty Prius byla poháněna zážehovým motorem se zvlášť účinným Millerovým cyklem o objemu 1 500 cm³ a výkonu 43 kW s točivým momentem 102 N.m, při otáčkách 4000 min⁻¹. Dále nesmíme zapomenout na elektromotor s permanentním magnetem, s točivým momentem 305 N.m,

a od 940 až do 2000 ot/min zase stálý výkon 30 kW. Důležité je, že řídicí počítačový systém u tohoto vozu řídí tok energie buď přímo od spalovacího motoru přes redukční planetový převod a variátor CVT, nebo přes generátor a elektromotor, popř. z akumulátorů přes elektromotor opět přímo na kola. Celý systém je navržen velmi hospodárně proto i průměrná spotřeba, kterou udává výrobce u první generace je až neskutečně nízká, pouze 3,6 l/100 km. [3]

5.2.2. Toyota Prius II.

Obrázek č. 4: Toyota Prius současnost [30]



Co nového můžeme najít pod kapotou Toyoty Prius druhé generace? Nachází se zde vylepšený hybridní pohon THS-II, kapalinou chlazený řadový zážehový čtyřválec 1,5 l VVT-i , který neustále pracuje s maximální účinností a svoji hnací sílu přenáší na nápravy pomocí elektronicky řízené převodovky s plynulou změnou převodového poměru. Tato kombinace zajišťuje vynikající jízdní vlastnosti a současně zabezpečuje i dobíjení vysokonapěťového akumulátoru.

Motor má točivý moment 400 Nm mezi 0-1 200 ot. Prius má díky tomu výbornou spotřebu: 5 l ve městě, 4,2 l mimo město a 4,3 l v kombinovaném režimu. Jeho pomocník, elektrický motor má jeden a půl krát vyšší výkon než u předešlé generace (50 kW) a získává tak daleko větší význam než kdykoli předtím. Akumulátor není třeba nikdy dobíjet ze sítě. Pokud se používá jako jediný zdroj pro pohyb vozu, pak nabízí optimální účinnost, nulové emise a maximálně tichý provoz. V případě vysokých energetických nároků doplňuje svojí činností zážehový motor a společně tak dosahují špičkových výkonů. Pokud vůz zpomaluje nebo brzdí, využívá se brzdový účinek motoru a jeho schopnost generovat v tomto režimu elektrickou energii, kterou se dobíjí akumulátor. Zrychlení na stovku udělá za 11 s, a to i s velice nízkými emisemi. Např. obsah oxidu dusíku je o téměř 90 procent nižší, než vyžaduje Euro 4, velmi nízká je i produkce CO₂. Není proto divu, že byl Prius druhé generace zvolen evropským autorem roku 2005. [25]

5.2.3. Toyota Prius III.

Obrázek č. 5: Toyota Prius třetí generace [30]



Třetí generace Toyoty Prius byla představena letos v lednu v americkém Detroitu. Na českém trhu by se měl vůz objevit koncem léta a cena je odhadována na cca 600 000 Kč.

Nový Prius bude pohánět výkonnější čtyřválcový agregát o větším zdvihovém objemu (1,8 l) používající Atkinsonův cyklus. „Oproti zažitým představám je větší objem motoru z pohledu spotřeby paliva v mimoměstském provozu výhodnější volbou. Díky většímu točivému momentu 142 Nm při 4000 ot./min. tak může nový motor na dálnicích pracovat s nižšími průměrnými otáčkami. Pokud motor pracuje v nižším pásmu otáček, spotřebuje i méně paliva. K výraznému poklesu spotřeby paliva došlo zejména při studených startech a za vyšších rychlostí.“

K vysoké účinnosti motoru přispívá i použití elektrického vodního čerpadla a nového systému recirkulace výfukových plynů (EGR). Motor 1,8 l pod kapotou modelu Prius je vůbec první pohonnou jednotkou značky Toyota, která nepoužívá žádné rozvodové řemeny, což znamená příznivější spotřebu paliva a nižší nároky na údržbu.

Ve voze standardně najdeme multifunkční displej sledující spotřebu paliva a toky energií. Tento displej dodává zpětnou vazbu o fungování pohonné jednotky. Řidič tak pomocí tří různých zobrazení může postupně získat návyky nutné k hospodárnější jízdě.

Prius nabízí celkem tři režimy jízdy. Na režim EV-Drive pracuje pouze elektromotor, který si bere energii z akumulátorových baterií. Při nízké rychlosti je možné na tento režim najet 1,6 km. Režim Power využijeme pro dynamičtější jízdu a režim Eco pro nejlepší možnou spotřebu.

Nakolik si získá Prius třetí generace srdce veřejnosti a zda dokáže Toyota naplnit svůj plán prodeje těchto nových vozů, bude záležet i na vývoji ceny ropy, finanční krizi a ochoty zákazníků potlačit obavy z něčeho nového a neznámého, jako jsou hybridní technologie v automobilovém průmyslu. [25]

5.3. Lexus

Lexus je divize luxusních automobilů, kterou vlastní automobilka Toyota. Luxusní automobily značky Lexus nemusím dlouze představovat. Už při pohledu na tyto krasavce všem přechází zrak a každý by si jej přál mít doma v garáži. Ale jak docílit toho, aby tyto vozy zůstaly stále tak výkonné a při tom vyprodukovali méně emisí, které tak škodí životnímu prostředí. Dlouhou dobu výrobci řešili otázku, jak dosáhnout vyššího výkonu, aniž by museli konstruovat vozy s větším objemem motoru. V roce 2004 přišla značka LEXUS s průlomovým řešením Lexus Hybrid Drive.

„Technologie Lexus Hybrid Drive je inteligentním propojením vysoce výkonného benzinového motoru a jednoho či více výkonných elektromotorů. To co bylo dříve nemožné, se stává skutečností. Síla a zrychlení výkonného luxusního automobilu s imponantní spotřebou a nižšími emisemi. A navíc s tak nepřekonatelnou tichostí, kultivovaností a technickou vyspělostí, že zážitek z jízdy získává kvalitativní vyšší rozměr.“ V současné době se technologie Lexus Hybrid Drive nabízí v modelové řadě prvních tří luxusních automobilů na světě: hybridním SUV RX 400h, vysoce výkonném hybridním sedanu GS 450h a vlajkové lodi LS 600h, luxusní hybridní limuzíně se stálým pohonem všech kol. [22]

5.3.1. Lexus SUV RX 400h

Obrázek č. 6: Lexus SUV RX 400h [16]



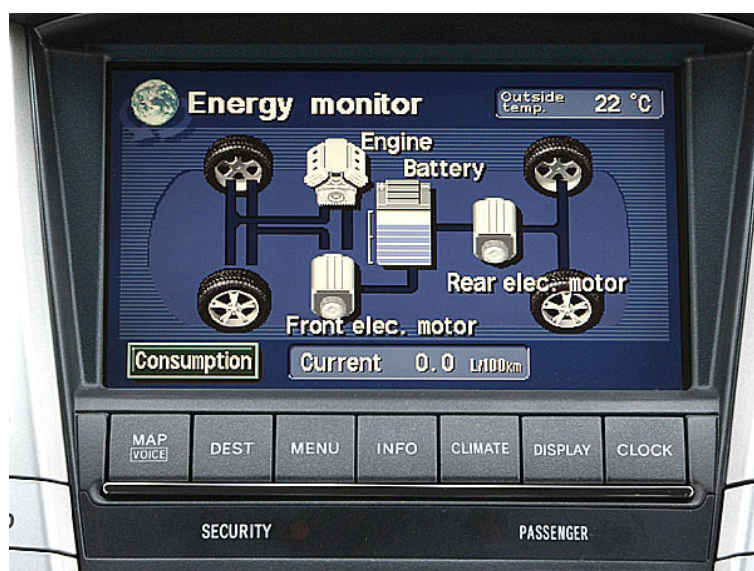
Tento luxusní automobil si můžeme pořídit, s benzinový motorem, šestiválcového objemu 3,3 l, výkonem 155 kW při 5600 ot/min, nejvyšší krouticí moment 288 Nm při 4400 ot/min. 4 ventily na válec, 2 x OHC, VVT-i. Hnací motor doplňují dva vysokovýkonné elektrické motory, aby pomohly nejen snížit spotřebu paliva na mimořádně nízkou hodnotu, ale současně umožnily vozu mimořádnou akceleraci. Přední elektromotor: výkon 123 kW při 4500 ot/min a nejvyšší krouticí moment 333 Nm od 0 do 1500 ot/min. Největší otáčky 12 400/min. Elektrické napětí 650 V. Zadní elektromotor: výkon 50kW od 4610 do 5120 ot/min a nejvyšší krouticí moment 130 Nm od 0 do 610 ot/min. Největší otáčky 10 752/min. Elektrické napětí 650 V.

Akumulátory jsou vysokonapěťové nikl-metal hybridní. Největší výkon 45 kW, elektrické napětí 288 V, počet 8článekových modulů 30 (240 článků po 1,2 V).

Kapacita 6,5 Ah. Převodovka je bezestupňová CVT – elektronická s plynule měnitelným převodem. Řízení je hřebenové s elektrickým posilovačem řízení.

Spolupráci všech třech motorů lze jednoduše sledovat na barevné obrazovce (viz. obrázek č. 7). Vůz neustále, při všech rychlostech, vybírá automaticky ten momentálně nejlepší režim.

Obrázek č. 7: Barevný ovládací panel [16]



K vysokému výkonu při nízké spotřebě významně přispívá i systém ETCS-i (elektronicky řízená škrticí klapka s inteligencí), který nastavuje škrticí klapku podle polohy plynového pedálu. Výsledkem jeho činnosti je optimální výkon motoru a přesnější a inteligentnější řízení vozu. (Tento systém poprvé použila Toyota Prius druhé generace.)

Každou vteřinu jízdy s Lexusem 400h si můžete vychutnávat i díky celkovým jízdním vlastnostem, mimořádně zdařilé konstrukci podvozku a jeho vybavení bezpečnostními a provozními systémy, umožňující rychlou a bezpečnou jízdu.

Výrobce udávanou spotřebu – 8,1 l na 100 km – je po testech možné dosáhnout, někde se píše i o mírné úspoře. Zrychlení z 0 na 100 km/h za pouhých 7,6 s. Během jízdy s využitím pouze elektrické energie, nevytváří vůz vůbec žádné emise a v kombinovaném režimu je velikost emisí CO₂ jen 192 g/km. [16]

5.3.2. Lexus RX 450h

Obrázek č. 8: Lexus RX 450h [18]



Nový Lexus RX 450h a nástupce RX 400h byl představen v dubnu 2009 v Ženevě. Od svého předchůdce je ukázkou výrazného posunu ve vývoji celosvětově prvního vysoce výkonného hybridního pohonu. Zážehová jednotka se oproti staršímu modelu zvýšila z šestiválcového objemu 3,3 l, výkonem 155 kW při 5600 ot/min, nejvyšší krouticí moment 288 Nm při 4400 ot/min., na V6 DOHC o zdvihovém objemu 3,5 l a maximálním výkonem na 183 kW

(249 k) při 6000 ot/min a točivý moment na 317 Nm při 4800 ot/min.

Výkon předního i zadního elektromotoru se oproti modelu RX 400h nijak nezměnil (123 kW/167 k, resp. 50 kW/68 k), nicméně díky vyšší účinnosti chlazení PCU se rozšířilo pásmo dlouhodobého maxima točivého momentu, což se odráží v lepší jízdní dynamice, zejména při rozjezdu vozidla z místa. Přední a zadní elektromotor nyní dosahuje nejvyššího točivého momentu 335 N.m, resp. 139 N.m již od 0 ot/min, přičemž pásmo maxima točivého momentu se u předního elektromotoru rozšířilo o 15 km/h, resp. o 35 km/h u zadního elektromotoru. Kromě toho se zde objevují tři novinky, které u hybridního pohonu Lexus znamenají premiéru: Atkinsonův cyklus, recirkulace výfukových plynů (EGR) s chlazením a rekuperace tepla z výfukových plynů (EHR). To jsou hlavní optimalizační opatření pro úsporu paliva u pohonu Lexus Hybrid Drive.

U motorů založených na Atkinsonově cyklu se sací ventily zavírají později, a tak se kompresní zdvih opoždí. Tímto se dosahuje vysokého expanzního poměru při nižší kompresi, čímž klesají energetické ztráty při sání a výfuku, a účinněji se transformuje energie vznikající při spalování na výkon motoru. Teplota výfukových plynů je v důsledku toho nižší než u motorů s běžným spalovacím cyklem.

Systém recirkulace výfukových plynů (EGR) vede nazpět ochlazené výfukové plyny do spalovací komory, čímž dále snižuje provozní teplotu motoru. Použitím uvedených technologií se odbourávají situace, kdy je zapotřebí využívat chladicího účinku „obohacení paliva“ na ochranu katalyzátoru před poškozením z důvodu přehřátí. Tím se zlepšují parametry spotřeby paliva i emisí.

Při rekuperaci tepla z výfukových plynů (EHR) se zase využívá tepla výfukových plynů k zahřátí chladicí kapaliny motoru bezprostředně po spuštění motoru.

Tím se zkracuje zahřívací doba motoru, a tak je možné jej dříve vypnout a využívat intenzivněji pouze elektromotor, zejména za zimních podmínek. Díky tomu se RX 450h může za chladného počasí pochlubit zlepšením spotřeby paliva o více než 30 % oproti svému předchůdci. Díky komplexnímu zdokonalení řady parametrů systému pohonu Lexus Hybrid Drive došlo k výraznému nárůstu celkové účinnosti hnací soustavy, přičemž výkon motoru vzrostl o 10 % při současném snížení spotřeby paliva o 23 %.

Druhá generace plně hybridního hnacího ústrojí Lexus Hybrid Drive nabízí celkový výkon 220 kW / 299 k, a tak umožňuje vozu RX 450h dosáhnout maximální rychlosti 200 km/h. Prostřednictvím bezestupňové převodovky hladce zrychluje z 0 na 100 km/h za pouhých 7,8 s a 400 m s pevným startem zvládá za 15,9 sekund. Na druhé straně se pak RX 450h pyšní nejnižší spotřebou paliva ze všech celosvětově prodávaných crossoverů prémiové třídy se zážehovým motorem – ta v kombinovaném cyklu dosahuje pouze 6,3 l/100 km. Pozoruhodně nízká je i hladina emisí CO₂ na úrovni 148 g/km. [18]

5.3.3. Lexus GS 450h

Obrázek č. 9: Lexus GS 450h [17]



Systém v Lexusu GS je zcela totožný s tím v Priusu, pouze s rozdílem, že „titěrné motůrky“ nahrazují pořádní svalovci. O konvenční část se stará šestiválec (V6) o objemu 3,5 litru s výkonem 218 kW při 6400 ot. a točivým momentem 368 Nm v 4800 ot. Ten je doplněn elektromotorem o výkonu 147 kW a točivém momentu 275 Nm pracujícím při napětí 650 V. Dalšími důležitými prvky elektrické části jsou generátor nabíječícího proudu a Nikl-metal hydridové akumulátory, které jsou uloženy nad zadní nápravou. Akumulátory bohužel zmenšují zavazadlový prostor a spolu s celým hybridním systémem také citelně zvyšují hmotnost vozu. To ale nemění skutečnost, že mimořádné je zrychlení z 0 na 100 km/h za méně než šest sekund a nenuceně plynulou jízdu. Spotřeba paliva a emise CO₂ modelu GS 450h jsou výrazně nižší než u jiných prémiových sedanů srovnatelného výkonu.

Dokonce i ve vysokých rychlostech je akcelerace nenucená. Při normální jízdě ustálenou rychlostí je vůz poháněn pouze zážehovým motorem. Jakmile však budete požadovat zrychlení, podpoří elektromotory spalovací motor a vy budete mít okamžitě k dispozici mohutnou hnací sílu. Rozjezd a pomalá jízda často probíhá, zcela bez emisí, neboť vůz je v těchto režimech poháněn pouze elektromotorem. Ve vyšších rychlostech přebírá iniciativu od elektromotoru motor V6. Mimořádný výkon modelu GS 450h se projeví, když Lexus Hybrid Drive plynule a inteligentně kombinuje hnací sílu zážehového motoru a elektromotoru. [17]

5.3.4. Lexus LS 600h

Obrázek č. 10: Lexus LS 600h [31]



Třetí a poslední hybrid od automobilky Lexus se vyznačuje nejen výkonným osmiválcem s elektromotorem a pohonem všech kol, ale přidává navíc až nepřehlednou míru komfortu. Nový Lexus LS 600h L je skutečným nositelem nových technologií. Začneme-li ústrojím pohonu, je nový model vybaven zcela novým vidlicovým motorem 5.0 V8 s maximálním výkonem 290 kW/6400 ot/min a točivým momentem 520Nm/4000 ot./min. Přímo na osmiválec je napojen elektromotor s výkonem 165 kW a točivým momentem 300 Nm.

Výkon je přenášen přes diferenciál Torsen na obě nápravy, přičemž v normálním režimu připadá na zadní nápravu 60 %, na přední pak 40 % točivého momentu – tento poměr se pak může plynule měnit od 50:50 až po 70:30. Ve voze je instalována elektronicky ovládaná převodovka E-CVT, která svým projevem připomíná převodovku s plynule měnitelným převodem CVT. Maximální rychlost je omezena na 250 km/h, sprint na stokilometrovou rychlost zvládne vůz za 6,3 vteřiny. Výrobce vozu udává kombinovanou spotřebu 9,3 l/100 km, ve městě 11,3 l/100km a mimo město rovných 8l.

Zda je půlmilionový rozdíl adekvátní platbou za pohon všech kol, hybridní technologii a bohatší základní výbavu nechávají výrobci na kupujících. Lexus Hybrid Drive znamená v automobilových technologiích velký skok kupředu. Překvapuje vysokým výkonem, redukuje zplodiny a zvyšuje ekonomičnost využití pohonných hmot, a to díky inteligentnímu spojení zážehového motoru a elektrické energie. To vše je výsledkem pokrokového myšlení Lexusu. Vznikla tak první a zatím jediná řada luxusních hybridních automobilů na světě.

[31]

6. Fáze jízdy a popis činnosti motoru

Nejen Toyota Prius má jedinečnou schopnost monitorovat okamžité provozní podmínky a dokáže proto v každém okamžiku „zaměstnat“ právě ten zdroj energie, který je v tu chvíli nejefektivnější. Pokud například potřebujete náhle zrychlit, přidá automaticky k benzinovému motoru svůj výkon i motor elektrický. Zapojení asistenčního systému při rozjezdu do kopce znamená, že když se rozjíždíte v kopci, ovládá systém brzdy tak, abyste při tom zbytečně necouvali. Brzdový systém využívá kinetickou energii vznikající při brzdění a přeměňuje ji na energii elektrickou, která se uschovává ve vysokonapěťovém akumulátoru. Akumulátor se tak nikdy nemusí dobíjet z elektrické sítě.

Potěšení z jízdy se zvyšuje i tím, že Toyota Prius je tichá jak uvnitř, tak venku. Ve voze jsou použity další tlumiče a speciální akustická skla, která udrží všechny externí hluky na absolutním minimu, takže Vás nechají v klidu po celou dobu jízdy. Výsledkem toho všeho je plynulý, tichý a spolehlivý tok energie, jehož hlavním cílem je uspokojit všechny požadavky řidiče. Jednotlivé jízdní režimy lze při jízdě sledovat na velkém palubním displeji (viz obrázek č.7).

Zde se přehlednou grafikou ukazuje jeden z následujících režimů:

- jízda na elektromotor,
- jízda na oba motory,
- jízda na spalovací motor s dobíjením baterie a dobíjení baterie při brzdění; tehdy se elektromotor mění na generátor proudu a ten dobíjí baterii.

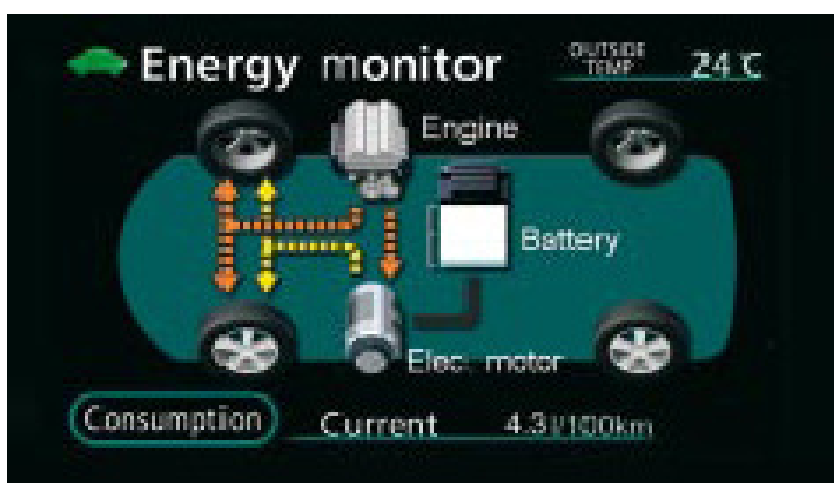
Jednotlivé jízdní režimy se neustále mění, řídicí jednotka neustále vyhodnocuje, co je pro danou situaci nejvýhodnější. Když zastavíte na křižovatce, běží elektromotor, který pohání klimatizaci, rádio atd. Když se rozjedete plynule, zůstává spalovací motor v klidu a auto jede pouze na elektřinu. Poznáte to nejen z displeje, ale i tišším chodem. Zvuk elektromotoru trochu připomíná trolejbus. [8]

6.1. Fáze jízdy

Standardní režim (Běžná jízda)

Za normálních provozních podmínek pohání benzinový motor jak generátor, který následně napájí elektrický motor, tak kola hnací nápravy.

Obrázek č. 11: Standardní režim jízdy [12]

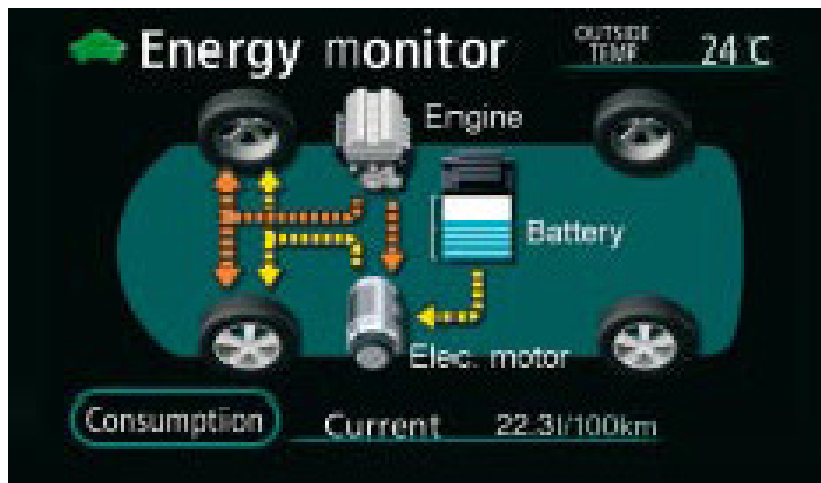


Pozn.: Energy monitor – sledování energie, Engine – spalovací motor, Battery – baterie, Elec. Motor – elektrický motor, consumption – spotřeba, current – běžná.

Akcelerace

Doplňkový výkon potřebný pro prudké zrychlení dodává vysokonapěťový akumulátor, zatímco benzinový motor posiluje elektrický motor prostřednictvím super účinného převodového systému.

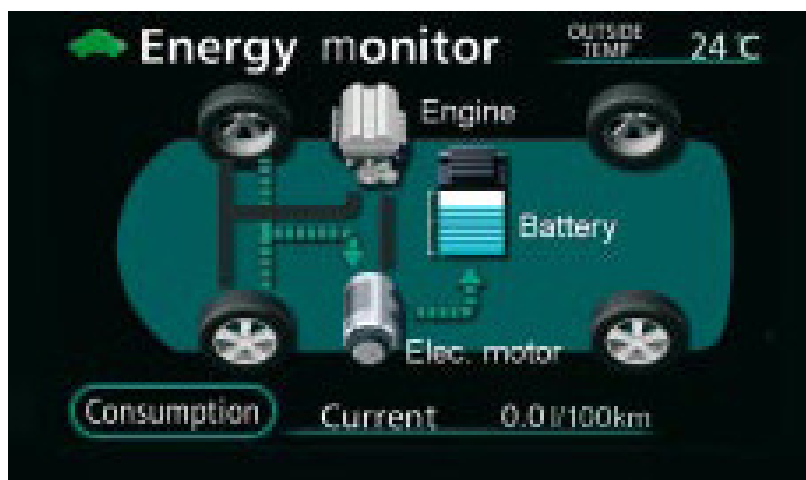
Obrázek č. 12: Akcelerace [12]



Regenerační brzdění

Při zpomalování nebo brzdění pracuje elektrický motor jako vysokokapacitní generátor řídicí dodávku výkonu jednotlivým kolům. Regenerační brzdicí systém přeměňuje kinetickou energii vozu na energii elektrickou, která se uschovává ve vysokonapěťovém akumulátoru.

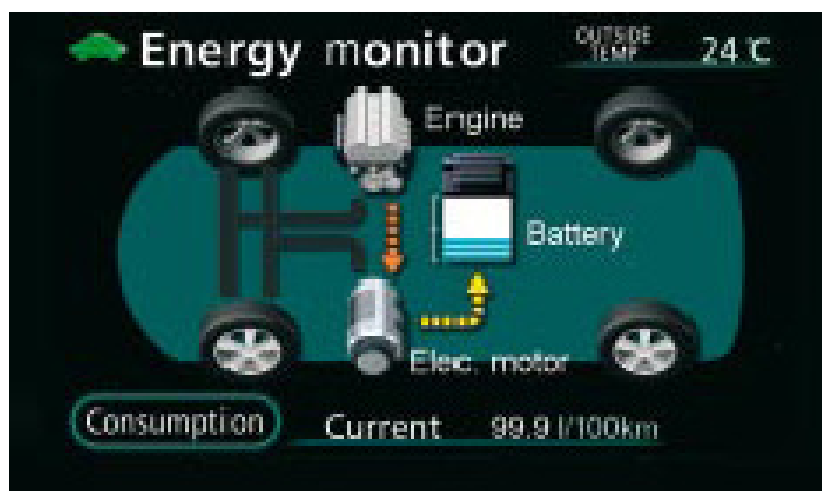
Obrázek č. 13: Regenerační brzdění [12]



Nabíjení akumulátoru

Bez nutnosti připojení k síti U vysokonapěťového akumulátoru je dána jeho minimální úroveň nabití. Pokud se na tuto úroveň vybije, začne ho generátor automaticky dobíjet.

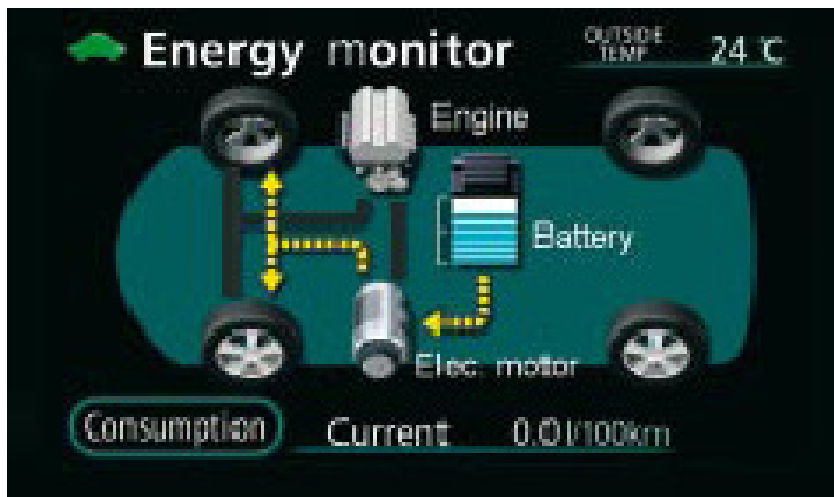
Obrázek č. 14: Nabíjení akumulátoru [12]



Pohon pouze elektrickým motorem

Při stisknutí tlačítka EV a při rozjezdu a jízdě od malých do středních rychlostí je Toyota Prius poháněna výhradně elektrickým motorem. Řidič i cestující se při tom mohou těšit z výhody absolutně tiché jízdy.

Obrázek č. 15: Pohon pouze na elektromotor [12]



6.2. Popis činnosti motoru

Proud energie

Pro rozjezd a nižší rychlosti slouží ultra efektivní elektrický motor využívající energie z baterie automobilu. Když se auto pohne z místa a nabere určitou rychlost, přidá se spalovací motor. A to tím dříve, čím více jste šlápli na plynový pedál. Pokud budete chtít akcelarovat prudce z místa, bude spalovací motor zapojen ihned. Když energie začíná docházet, použije Prius energii ze zážehového motoru a dobije baterii. Ve vyšších rychlostech zapíná Prius jak 1,5 VVT-i zážehový motor, tak i elektrickou pohonnou jednotku.

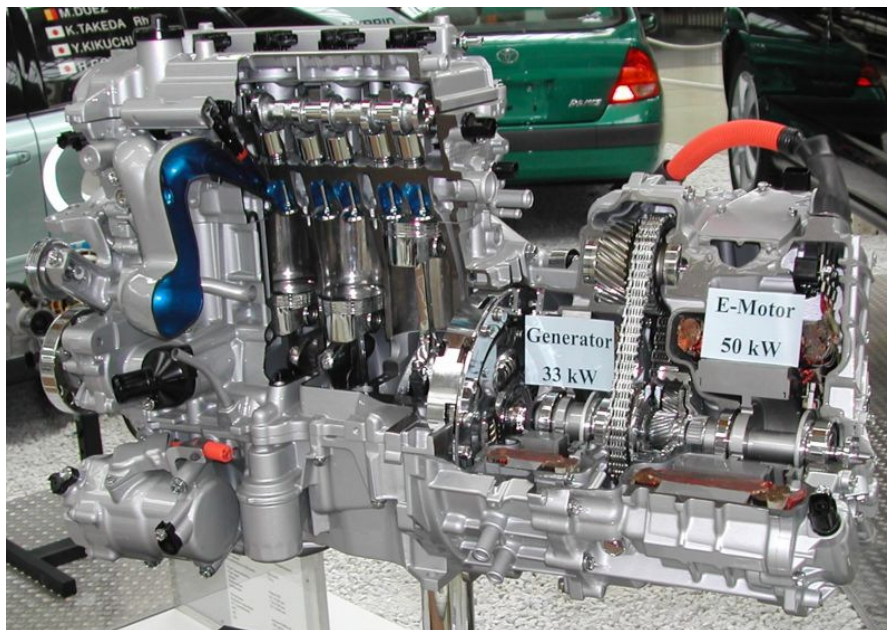
Tato pohonná jednotka získává svoji energii z generátoru, který je též poháněn zážehovým motorem. Stejně jako během jízdy v nízké rychlosti, třeba při jízdě po městě je možné dobíjení baterie. Pokud automobil předjíždí nebo náhle zrychlí, začne Prius pohánět jak plynulý výkon 1,5 VVT-i zážehového,

tak i elektrického motoru. Zážehový motor navíc napájí generátor pohánějící elektrický motor. Kromě toho přináší baterie více energie elektrickému motoru. To umožňuje Toyotě Prius akcelarovat z 0-100km/h za méně než 11 vteřin.

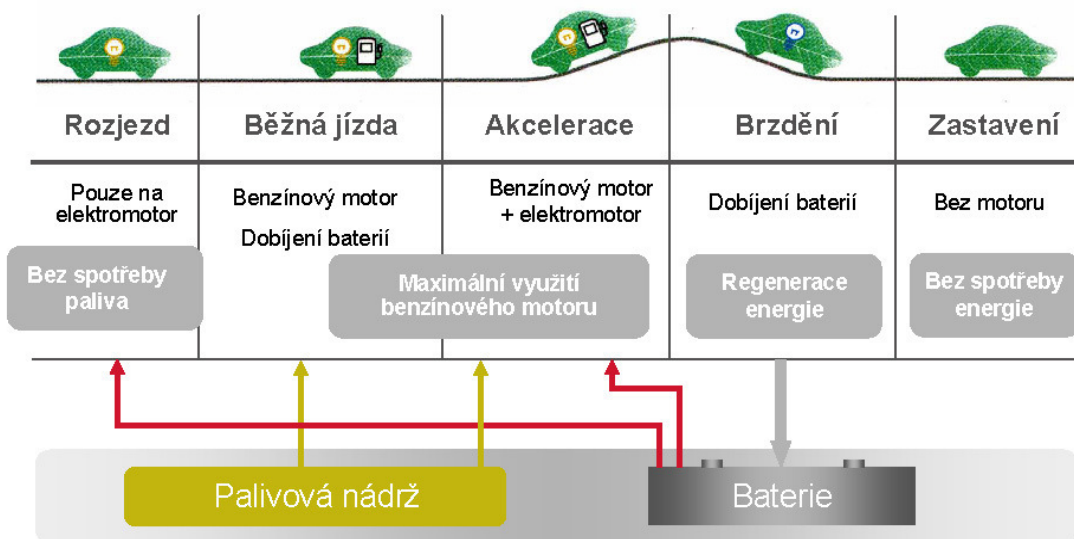
Při brzdění je elektrický motor používán jako generátor, který konvertuje jinak nevyužitou energii na elektřinu a dobíjí tak baterii. Je tady možnost aktivace módu EV (Electric Vehicle). Oproti jiným vozům s hybridním pohonem má Prius výhodu v tom, že ho můžete sami přepnout do režimu jízdy jen na elektromotor, nemusíte čekat, až elektronika sama určí, že je pro jeho použití nejvhodnější okamžik. Vedle volantů je malé tlačítko EV, kterým lze tento režim aktivovat, pokud jedete pomaleji než 50 km/h. To se hodí při popojíždění v kolonách či krátkých cestách po městě. V autě je naprosté ticho, jakoby z dálky jen slyšíte klasický zvuk trolejbusu.

Když překročíte uvedenou rychlost nebo když bude potřeba větší výkon (při jízdě do kopce, při prudší akceleraci), zapne se spalovací motor; řidič to ani nepozná, auto sebou neškubne, zkrátka jen uslyšíte krátké pípnutí a poté zvuk spalovacího motoru. Vůbec přechody mezi jednotlivými režimy fungování hybridního pohonu není na řízení či jízdním komfortu znát. Oba motory se zapínají a vypínají jakoby jen tak mimochodem. Při této aktivaci přechází vozidlo pouze na pohon elektrickým motorem, čerpá tedy energii pouze z baterie. Při zastavení a nečinnosti vozidla se vypne zážehový motor v zájmu šetření paliva. Všechny ostatní systémy včetně klimatizace dále fungují. [29]

Obrázek č. 16: Hybridní pohon (spalovací motor s elektromotorem) vyvinutý firmou Toyota [6]



Obrázek č. 17: Jízdní režimy Toyota Prius [13]



Na obrázku můžete sledovat jednotlivé jízdní režimy, které jsou popsány na obrázcích č. 12 až 15.

Ekonomie paliva

Od nastartování po nižší rychlosti používá Toyota Prius pro pohon systém Hybrid Synergy Drive s efektivním elektrickým motorem. V tomto režimu jízdy nespotřebuje žádné palivo. Spotřeba je teda 0l/100km. Při normální cestovní rychlosti používá systém Toyota energii jak z elektrické pohonné jednotky, tak i zážehového motoru. Tím, že maximalizuje výkon obou motorů, docílí Prius spotřebu paliva v městském provozu 4,2l/100km. Při předjíždění využívá obou motorů. Při tomto způsobu jízdy zkonsumuje Prius 5 litrů paliva na 100km. Další fází je brzdění, tam je kinetická energie převáděná na elektřinu, která dobíjí baterie procesem regenerativního brzdění. Během brzdění nespotřebovává Prius žádné palivo. Při aktivaci módu EV (Electric Vehicle) a nečinnosti automobilu je spotřeba paliva taktéž nulová. V nízkých rychlostech používá Prius elektrický motor, který je téměř bezhlučný. Při normálním cestování nabízí automobil tichý a příjemný pocit z jízdy. Tichost jízdy se nemění ani při jízdě ve vysoké rychlosti. Prius si zachovává nízkou úroveň hluku i uvnitř vozidla. Při zastavení vozidla je jediným zvukem, který řidič uslyší, zvuk klimatizace. [29]

7. Výpočet množství emisí

V této kapitole se budu snažit porovnat různé typy automobilů a jejich šetrnost k životnímu prostředí. Základním ověřujícím parametrem je množství emisních látek emitovaných při provozu. Jako zástupce mezi hybridními automobily jsem si vybrala Lexus RX 400h, dále pak Mercedes-Benz ML 320, který je standardně vybaven filtrem pevných částic a dal by se zařadit do úspornějších vznětových motorů. Posledním porovnaným vozem je Lexus RX 350, který disponuje zážehovým motorem. Tyto vozy jsme si vybrala na základě obdobných technických vlastností.

Tabulka č. 9: Porovnání množství emitovaných látek vozy Lexus RX400h, Lexus RX350 a MB ML 320CDi [9], [23].

	Lexus RX 400h	Lexus RX 350		Mercedes ML 320CDi	
Parametr	Naměřená hodnota (g/km)	Naměřená hodnota (g/km)	Limitní hodnota Euro 4(g/km)	Naměřená hodnota (g/km)	Limitní hodnota Euro 4(g/km)
HC	0,03	0,038	0,100	0,0189	neudává se
NO _x	0,0001	0,0007	0,080	0,2797	0,25
HC+NO _x	0,0301	0,0387	neudává se	0,2986	0,3
CO	0,3	0,194	1	0,0143	0,5

Pozn.: hodnoty Euro 4 jsou různé pro vznětové a zážehové motory;

Z limitních hodnot uvedených v tabulce vyplývá jasná nerovnost. Zážehové motory jsou na rozdíl od vznětových, zatíženy přísnějšími legislativními limity. Tato nevýhoda by měla po nabytí platnosti EURO 5 k 1. 9. 2009 zaniknout. U vznětových motorů bude potřeba aplikace filtrů pevných částic.

V následující tabulce uvádím množství emitovaných látek při provozu a ujetí daného počtu kilometrů.

Výpočet celkového množství emisí:

Tabulka č. 10: Emise znečišťujících látek ujetím 1km

	HC [g.km]	NO _x [g.km]	CO [g.km]
Lexus RX 400h	0,03	0,0001	0,3
Lexus RX 350	0,038	0,0007	0,194
MB ML 320 CDi	0,0189	0,2797	0,0143

Tabulka č. 11: Vztah množství emitovaných znečišťujících látek a ujeté vzdálenosti

	Vybraná zneč. látka	Počet ujetých kilometrů [km]					
		10 000	13 000	15 000	18 000	21 000	25 000
Lexus RX 400h	HC[g]	300	390	450	540	630	750
	NO _x [g]	1	1,3	1,5	1,8	2,1	2,5
	CO [g]	3000	3900	4500	5400	6300	7500
Lexus RX 350	HC[g]	380	494	570	684	798	950
	NO _x [g]	7	9,1	10,5	12,6	14,7	17,5
	CO [g]	1940	2533	2910	3492	4074	4850
MB ML 320 Cdi	HC[g]	189	246	284	340	397	473
	NO _x [g]	2797	3636	4196	5035	5874	6993
	CO [g]	143	186	215	257	300	358

Z uvedené tabulky je patrné, že vozy Lexus emitují několikanásobně menší objem NO_x oproti vozu Mercedes Benz. Musíme vzít potaz, že Mercedes Benz nemá zavedenou selektivní katalytickou redukci. Pokud bychom chtěli zhodnotit situaci, kdy český řidič ujede ročně v průměru 13000km bude hodnota NO_x rozdílná. U Mercedesu Benz to bude 3636g a u hybridního Lexusu pouhých 1,3g.

8. Závěr

Stále nové zprávy klimatologů potvrzují už známou skutečnost: nastávají klimatické změny a člověk se na jejich nástupu podílí velkou měrou. Jedním ze zdrojů skleníkového plynu oxidu uhličitého je doprava, přesněji spalovací motory. Sto osmdesát miliónů automobilů dennodenně zaplavuje silnice Evropy. A víc než 650 miliónů silnice celého světa. Symbol volnosti a pohyblivosti pro jednotlivce se stal během posledních let symbolem ohrožení pro celou planetu. Automobily jsou zdroje miliónů tun oxidu uhličitého a dalších skleníkových plynů, mračen smogu a nepatrných částic aerosolu, které ohrožují naše zdraví.

Na rozdíl od klasických automobilů spalující benzín a naftu, automobily využívající hybridní pohon mají před sebou slibnou budoucnost. Za touto technologií se skrývá kombinace pohonu pomocí elektromotorů se spalovacími motory. Testováním bylo prokázáno minimálně 30 % snížení spotřeby pohonných hmot, hlavně snížení produkce oxidu uhličitého. V jízdních vlastnostech se nijak neprojevila hybridní technologie, nedochází ke zhoršení potěšení z jízdy a zvláště kratší vzdálenosti je možné zdolat pouze s využitím elektrického pohonu hybridního automobilu úplně bez emisí.

Zákony o životním prostředí a dopravě díky svým požadavkům umožňují rozvoj a uplatnění hybridním automobilům. Snížení množství emisí ze silniční dopravy je významným faktorem pro zlepšení kvality ovzduší v městských oblastech, a to hlavně proto, že roste počet dieselových automobilů. V mnoha oblastech EU jsou překračovány limitní hodnoty pro NO_x, a to hlavně v hustě osídlených pásmech v blízkosti hlavních silnic. Nařízení Euro 5 navrhuje stanovit přísnější emisní limity pro prachové částice a NO_x pro nové automobily a lehké nákladní vozy prodávané na trhu EU (tj. 80 % snížení emisních limitů pro jednotlivé emise z dieselových automobilů).

Uvítala bych, jakožto obyvatel České Republiky zavedení finanční pomoci pro hybridní automobily, kterou by došlo k větší motivaci ke koupi úsporného automobilu s nižšími emisemi. Na rozdíl od ostatních zemí EU, které zavádějí

šrotovné a poskytují dotace na koupi ekologických automobilů, čímž přispívají ke zlepšení ekonomické situace, se v České Republice dodnes nic neděje.

9. Literatura

Knižní publikace

- [1] LAPČÍK, V. Možnosti snižování negativních vlivů silniční dopravy na životní prostředí. Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské - TU Ostrava (recenzovaný vědecký časopis), číslo 1, rok 2000, ročník XLVI, řada hornicko-geologická, s. 45 - 56. ISBN 80-7078-777-5, ISSN-0474-8476.
- [2] LAPČÍK, V. Oceňování antropogenních vlivů na životní prostředí (skriptum VŠB-TU Ostrava). Ostrava, 1996. 128s. ISBN 807078-316-8.
- [3] LAPČÍK, V. Vývoj v oblasti alternativních pohonů automobilů. In: Životní prostředí hutnictví železa a hutní druhovýroby v roce 2007 (sborník konference, Loucký klášter ve Znojmě, 13.-14.09.2007). VŠB-TU Ostrava, září 2007, s. 24 - 35. ISBN 978-80-248-1577-0.
- [4] VAHALA, František. Hybridní systémy : Když, tak naplno. Auto 7. 2009, roč. 6, č. 16/09, s. 44-47.
- [5] VLK František: Paliva a maziva motorových vozidel. Brno: František Vlk nakladatelství a vydavatelství, 2006. 376s. ISBN 80-239-6461-5

Internetové publikace

- [6] Automotorevue : Toyota technology - Zpráva o stavu hybridů [online]. 27 Červenec 2008. BusinessMediaCZ, 2003-2009 [cit. 2009-03-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.automotorevue.cz/auto/technika/toyota-technology-zprava-o-stavu-hybridu.html>>.
- [7] BISKUP, Ing. Pavel. 21.STOLETÍ: Hybridní auta jsou nejlepší při jízdě ve městě. 21. Století [online]. 2006 [cit. 2009-02-20], s. 1. Dostupný z WWW: <<http://www.21stoleti.cz/view.php?cislocclanku=2006081816>>.

- [8] BROŽA, Petr. Autorevue.cz : Toyota Prius: hybrid s nízkou spotřebou (velký test) [online]. 26. 4. 2005. CPress Media, a. s., 2009 [cit. 2009-03-16]. Dostupný z WWW: <<http://www.autorevue.cz/default.aspx?section=132&server=1&article=5457>>. ISSN ISSN 1214-189.
- [9] Carpricechecker : New Lexus RX 350 3.5 LE 5dr Auto Spec edn Off Road Petrol [online]. 2009 [cit. 2009-04-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.carpricechecker.co.uk/new/LEXUS/RX/350-3.5-LE-5dr-Auto-Spec-edn-Off-Road-Petrol/9/35956/prices&ei=QADzSZPLczhsAbG8PGJAQ&sa=X&oi=translate&resnum=2&ct=result&prev=/search%3Fq%3Dlexus%2Brx%2B350%2Bnox%26hl%3Dcs%26lr%3D%26rls%3Dcom.microsoft:cs>>.
- [10] CERMAN, Jiří. Nazeleno.cz : EURO 5: Zdraží emisní limity automobily? [online]. 2008. XBizon, s. r. o., 2008 [cit. 2009-03-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.nazeleno.cz/doprava/emise/euro-5-zdrazi-emisni-limity-automobily.aspx>>. ISSN ISSN 1803-416.
- [11] Energetický poradce PRE: Honda Civic [online]. Pražská energetika, a.s., 2008 [cit. 2009-03-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.uspora-energie.info/referencni-projekty/cista-jizda-hybridnimi-vozy/honda-civic.html>>.
- [12] Energetický poradce PRE: Schéma režimů jízdy [online]. Pražská energetika, a.s., 2008 [cit. 2009-03-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.uspora-energie.info/referencni-projekty/cista-jizda-hybridnimi-vozy/toyota-prius/schema-rezimu-jizdy.html>>.
- [13] Energetický poradce PRE: Toyota Prius [online]. Pražská energetika, a.s., 2008 [cit. 2009-03-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.uspora-energie.info/referencni-projekty/cista-jizda-hybridnimi-vozy/toyota-prius.html>>.
- [14] EnviWeb : Vodíkové spalovací motory [online]. 09.12.2007. 09.12.2007, 2003-2009 [cit. 2009-04-15]. Dostupný z WWW:

<http://www.enviweb.cz/?secpart=obecne_archiv_ghcff/Vodikove_spalovaci_motory.html>. ISSN ISSN 1803-668.

- [15] Euractiv.cz : Dohoda o emisích z aut: méně CO2 do roku 2015 nebo pokuta [online]. 2. 12. 2008. Euractiv.cz, 2004-2009 [cit. 2009-03-03]. Dostupný z WWW: <<http://www.euractiv.cz/obchod-a-export/clanek/dohoda-o-emisich-z-aut-mene-co2-do-roku-2015-nebo-pokuta-005366>>. ISSN 1803-2486.
- [16] HAMZA ST., Jan. Auto periskop: Nový hybridní Lexus RX 400h v testu redakce [online]. 7. listopadu 2005. Rubín s.r.o., 1999-2009. Dostupný z WWW: <<http://www.periskop.cz/cz/clanky/novy-hybridni-lexus-rx-400h-v-testu-redakce/>>.
- [17] JANDA, Pavel. Autorevue.cz : Lexus GS450h: divoký hybrid (první let) [online]. 25. 9. 2006. CPress Media, a. s., 2009 [cit. 2009-03-16]. Dostupný z WWW: <<http://www.autorevue.cz/Prehled-testu/Lexus-GS450h-divoky-hybrid-prvni-let/Uvod-Jak-funguje-hybridni-pohon/sc-132-sr-1-a-9898-ch-28426/default.aspx>>. ISSN ISSN 1214-189.
- [18] Jas. Auto periskop : Nový Lexus RX 450 s hybridním pohonem na právě probíhajícím autosalonu v Ženevě [online]. 9. března 2009. Rubín s.r.o., 1999-2009 [cit. 2009-03-09]. Dostupný z WWW: <<http://www.periskop.cz/cz/clanky/novy-lexus-rx-450-s-hybridnim-pohonem-na-prave-probihajicim-autosalonu-v-zeneve/>>. ISSN ISSN 1213-709.
- [19] Katalog automobilů [online]. 2006 [cit. 2009-04-15]. Dostupný z WWW: <<http://katalog-automobilu.cz/img/toyota-prius-1.jpg>>.
- [20] KRIŠTOFOROVÁ, Aneta. Počet čerpacích stanic s LPG v Česku klesá. Camping, cars & caravans [online]. 2009 [cit. 2009-03-05], s. 1. Dostupný z WWW: <<http://ccc.mise.cz/clanky/pocet-cerpacich-panic-s-lpg-v-cesku-klesa.html>>.
- [21] LCE: Hybridní automobily [online]. Lceproject, 2006 [cit. 2009-04-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.lceproject.org/pouziti/hybridni-automobily.php>>.

- [22] LEXUS: Jak hybrid funguje [online]. 2009 [cit. 2009-03-15]. Dostupný z WWW: <http://www.lexus.cz/hybrid/what-is-hybrid.aspx?WT.ac=Homepage_Main_Hybrid>.[23] Nationwide : http://www.nationwidevehiclecontracts.co.uk/Mercedes_M_Class-MI320_5dr_30_Cdi_Se_Auto-8851-Technical.htm [online]. 2008. 2008 [cit. 2009-04-22]. Dostupný z WWW: <http://www.nationwidevehiclecontracts.co.uk/Mercedes_M_Class-MI320_5dr_30_Cdi_Se_Auto-8851-Technical.htm>.
- [24] NICOLAUS. Auto motor a sport: auto motor a sport 8/08 [online]. 08/2008. Motor-Press Bohemia, 2004 [cit. 2009-04-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.auto-motor-a-sport.cz/index.asp?KatId=252&DatId=513>>.
- [25] PONCAROVÁ, Jana. Nazeleno.cz: Nová Toyota Prius 3 – silnější motor, stejná spotřeba [online]. XBizon, s. r. o., 29.1.2009 [cit. 2009-02-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.nazeleno.cz/doprava/hybridy-a-elektromobily/nova-toyota-prius-3-silnejsi-motor-stejna-spotreba.aspx>>. ISSN 1803-4160.
- [26] PRAŽÁK, Ing. Václav. ČESKÁ RAFINÉRSKÁ : Motorová paliva – historie a současnost [online]. 2004 [cit. 2009-03-22]. Dostupný z WWW: <http://www.ceskarafinerska.cz/data/publications/motorova_paliva_historie_soucasnost.pdf>.
- [27] Snižování emisí v dopravě v Uh. Hradišti : Emise a normy [online]. 2008 [cit. 2008-03-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.snizovani-emisi.ic.cz/emise-a-normy.php>>.
- [28] Toyota: Prius [online]. 2009 [cit. 2009-03-24]. Dostupný z WWW: <http://www.toyota.cz/cars/new_cars/prius/index.aspx>.
- [29] Toyota: Prozkoumejte Hybrid Synergy Drive® [online]. 2009 [cit. 2009-03-23]. Dostupný z WWW: <http://www.toyota.cz/innovation/technology/engines/interactive_demonstration.aspx>.

[30] Wikipedia: Toyota Prius [online]. 2001 , 25 April 2009 [cit. 2009-05-25]. Dostupný z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Toyota_Prius>.

[31] www.auto.cz: Lexus LS 600h – první jízdní dojmy! [online]. 03. 07. 2007. Anima Publishers, s.r.o. , 1997-2009 [cit. 2009-03-23]. Dostupný z WWW: <<http://news.auto.cz/dojmy/lexus-ls-600h-prvni-jizdni-dojmy.html>>.

[32] www.auto.cz: Toyota Prius: české ceny a jízdní dojmy [online]. 27. 10. 2004. 1997-2009 [cit. 2009-04-12]. Dostupný z WWW: <<http://news.auto.cz/dojmy/toyota-prius-ceske-ceny-a-jizdni-dojmy.html>>.

[33] www.autolexicon.net: Emisní norma EURO [online]. 4. 3. 2009 . 2008 , 4. 3. 2009 [cit. 2009-03-07]. Dostupný z WWW: <<http://cs.autolexicon.net/articles/emisni-norma-euro>>.

Seznam tabulek:

Tabulka č. 1: Limity emisí ve výfukových plynech - osobní vozy se zážehovými motory (podle různých starších předpisů)	19
Tabulka č. 2: Tabulka emisních norem pro naftové motory. Veškeré údaje jsou uváděny v g/km	21
Tabulka č. 3: Tabulka emisních norem pro benzínové motory. Veškeré údaje jsou uváděny v g/km	22
Tabulka č. 4: Srovnání technických parametrů Toyoty Prius II a Toyoty Prius III	25
Tabulka č. 5: Srovnání rozměrů Toyoty Prius II a Toyoty Prius III	26
Tabulka č. 6: Srovnání techn. parametrů Lexus RX 400h a Lexus RX 450h	27
Tabulka č. 7: Srovnání rozměrů Lexus RX 400h a Lexus RX 450h	28
Tabulka č. 8: Srovnání vybraných hybridních vozů	28
Tabulka č. 9: Porovnání množství emitovaných látek vozy Lexus RX400h, Lexus RX350 a MB ML 320CDi	52
Tabulka č. 10: Emise znečišťujících látek ujetím 1km	53
Tabulka č. 11: Vztah množství emitovaných znečišťujících látek a ujeté vzdálenosti	53

Seznam obrázků:

Obrázek č. 1: BMM Hydrogen ICE	13
Obrázek č. 2: Pevná konstrukce karoserie	15
Obrázek č. 3: Toyota Prius I	31
Obrázek č. 4: Toyota Prius současnost	32
Obrázek č. 5: Toyota Prius třetí generace	33
Obrázek č. 6: Lexus SUV RX 400h	36
Obrázek č. 7: Barevný ovládací panel	37
Obrázek č. 8: Lexus RX 450h	38
Obrázek č. 9: Lexus GS 450h	41
Obrázek č. 10: Lexus LS 600h	42
Obrázek č. 11: Standardní režim jízdy	45
Obrázek č. 12: Akcelerace	46
Obrázek č. 13: Regenerační brzdění	46
Obrázek č. 14: Nabíjení akumulátoru	47
Obrázek č. 15: Pohon pouze na elektromotor	48
Obrázek č. 16: Hybridní pohon (spalovací motor s elektromotorem) vyvinutý firmou Toyota	50
Obrázek č. 17: Jízdní režimy Toyoty Prius	50

Seznam příloh:

Příloha č. 1 - Řez Toyotou Prius II. Generace

64

Příloha č. 1 - Řez Toyotou Prius II. Generace [13]

Řídící jednotka

Tok elektrické energie do a z akumulátoru řídí elektrický převodník, který také přizpůsobuje velikost napětí potřebám elektrického motoru tak, aby systém dosahoval své maximální účinnosti. Převodník rovněž zajišťuje dodávku energie do klimatizace, která udržuje příjemné prostředí v kabině vozu i tehdy, když je spalovací motor vypnut.

Benzinový motor

Mimořádně účinný benzinový motor 1,5 l VVT-i dodává svoji energii prostřednictvím elektronicky řízené převodovky s plynule měnitelným převodem. Ta dává vozu mimořádné jízdní vlastnosti a zároveň umožňuje pohánět generátor, který nabíjí vysokonapěťový akumulátor.

Elektrický motor a generátor

Výkonný elektrický motor nemusí být nikdy napájen ze sítě. Pokud je jediným zdrojem energie, pracuje s optimální účinností, neprodukuje žádné emise a je extrémně tichý. Když jede vůz na vyšší výkon, je elektrický motor doplňujícím zdrojem k motoru benzinovému. Při brzdění nebo zpomalování se pohyb vozu využije na pohon elektrického motoru, který se v tu chvíli změní na generátor a začne dobíjet akumulátor.

Vysokonapěťový akumulátor

Při jízdě je vysokonapěťový akumulátor neustále dobíjen pomocí benzinového motoru nebo pomocí energie získané při brzdění nebo zpomalování.

