



**ENERGETICKÁ AGENTURA
ZLÍNSKÉHO KRAJE, o.p.s.**

Energetická agentura Zlínského kraje, o.p.s.

Šetrná jízda

Mgr. Rostislav Juříčka
Ing. Dagmar Kuběnová
Ing. Radek Sedlačík
Ing. Petr Unčovský

V rámci projektu

„Energetická efektivita v souvislostech vzdělávání“

Publikace byla vytvořena jako učební text ke vzdělávacímu programu Šetrná jízda, akreditovaného u MŠMT ČR pod č.j. 25089/2010-25-565. Projekt je financován v rámci Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

Obsah

Obsah	3
1 Historie a současnost nejen automobilové dopravy	5
1.1 Pojem doprava, její význam a členění	5
1.2 Vznik a vývoj dopravy	5
1.3 Charakteristika základních druhů dopravy	7
1.3.1 Silniční doprava	7
1.3.2 Železniční doprava	9
1.3.3 Vnitrozemská vodní doprava	11
1.3.4 Letecká doprava	11
1.3.5 Městská hromadná doprava	11
1.3.6 Kombinovaná doprava	12
2 Technologie pohonu vozidel od počátku po hybridní pohon	13
2.1 Parní stroj	13
2.2 Spalovací motory	14
2.2.1 Dvoudobý zážehový motor	14
2.2.2 Čtyřdobý zážehový motor	15
2.2.3 Vznětový motor	15
2.3 Alternativní paliva	16
2.4 Elektromobil	17
2.5 Hybridní pohon	17
2.6 Pohon na stlačený vzduch	18
2.7 Budoucí vývoj pohonných systémů	19
3 Tradiční fosilní paliva, plynná paliva a biopaliva	20
3.1 Fosilní paliva	20
3.1.1 Složky uhlovodíkových paliv	20
3.1.2 Výroba uhlovodíkových paliv	20
3.1.3 Základní parametry benzínu	22
3.1.4 Základní parametry motorové nafty	23
3.2 Plynná paliva	23
3.2.1 Bioplyn	23
3.2.2 Zemní plyn	24
3.2.3 Zkapalněný propan - butan LPG	24
3.2.4 Dimethyléter (DME)	25
3.3 Biopaliva	25
3.3.1 Kapalná biopaliva pro zážehové motory - oxygenáty	25
3.3.2 biopaliva pro vznětové motory	26
4 Vodík v dopravě - potenciál a realita	28
4.1 Technologie výroby vodíku	28
4.1.1 Parní reforming zemního plynu	28
4.1.2 Elektrolýza	28
4.2 Doprava a skladování vodíku	29
4.2.1 Skladování vodíku	30
4.2.2 Bezpečnostní opatření	30
4.3 Palivové články	31
4.3.1 Princip činnosti palivového článku	32
4.4 Vodík jako nejen automobilové palivo	32
5 Elektřina jako staronový hráč v oblasti dopravy	33
5.1 Olověný akumulátor (baterie)	34
5.1.1 Zhodnocení současných akumulátorů	37

5.2	Budoucnost elektřiny v oblasti dopravy.....	37
6	Definování energetické třídy automobilu	39
6.1	Jak zjistíme energetickou třídu automobilu?	39
6.2	Závisí spotřeba paliva na řidičově chování?	39
6.3	Dodržujte předepsanou rychlost.....	40
6.4	Jezděte plynule a předvídejte vývoj na silnici	40
6.5	Řazení.....	41
6.6	Palubní počítač – ekonoměr	42
6.7	Hmotnost, aerodynamika a elektrické spotřebiče ve vozidle.....	42
6.8	Olej, paliva	44
6.9	Pneumatiky.....	45
6.10	Kontrola a základní údržba vozidla	46
6.11	Výběr automobilu	46
7	Vliv dopravy na ekologickou zátěž	47
7.1	Vlivy dopravy na životní prostředí	47
7.1.1	Znečišťování ovzduší.....	47
7.1.2	Hluk a vibrace	50
7.1.3	Znečištění vod a půdy	51
7.1.4	Dopravní nehody	52
7.1.5	Zábor půdy.....	53
7.1.6	Trendy v oblasti znečišťujících látek u silničních vozidel	54
8	Zdokonalení řidičských vlastností a dlouhodobé udržení návyků.....	55
8.1	Problémové okruhy psychologie v silniční a městské dopravě	55
8.1.1	Studium systému „řidič – vozidlo – komunikace“	55
8.1.2	Způsoby a formy aplikace psychologie v silniční dopravě	55
8.2	Agresivita v dopravě	56
8.3	Obecně k problematice adolescentů v dopravě.....	57
8.3.1	Chování adolescentů v dopravních situacích.....	57
8.3.2	Rizikové faktory z hlediska bezpečné jízdy	58
8.3.3	Nehodovost mladistvých motocyklistů.....	58
8.3.4	Řidiči terénních speciálů – čtyřkolových motorek	59
8.3.5	Cyklisté a bezpečná jízda.....	59
8.4	Dlouhodobé udržení návyků řidiče	60
8.4.1	Význam pravidelných školení	60
8.4.2	Význam hospodárné jízdy pro řidiče	61
8.4.3	Uvědomění a snaha řidiče zlepšovat se	61
8.5	Evropské zkušenosti se zavedením institutu řidičského průkazu na zkoušku	61
9	Cvičení.....	63

1 Historie a současnost nejen automobilové dopravy

1.1 Pojem doprava, její význam a členění

Doprava je cílevědomá, účelně organizovaná činnost lidí, zaměřená na přemísťování osob, věcí a pošty. K její realizaci se používají dopravní prostředky a dopravní zařízení. Dějiny civilizace jsou spjaté s historií a rozvojem dopravy. Ta zpřístupnila člověku svět a stala se nevyhnutelností jeho každodenního života. Určuje rytmus hospodářství každého státu.

Možnosti, které světová doprava v současnosti nabízí cestujícím i nákladům jsou nepřeberné. Odhadem naši planetu ovinulo přibližně **1,5 milionu kilometrů železničních tratí** a asi **25 milionů kilometrů cest a dálnic**. Po železnicích jezdí téměř **půl milionu lokomotiv**, které uvádí do pohybu až **10 milionů vagónů**. Cesty zaplnilo kolem **půl miliardy osobních a nákladních automobilů**. Světová moře křížuje přibližně **60 000 převážně nákladních lodí**. Z 500 hlavních světových letišť startuje denně **několik tisíc dopravních letadel**. To jsou údaje ukazující na nezastupitelné místo dopravy i v dnešní době.

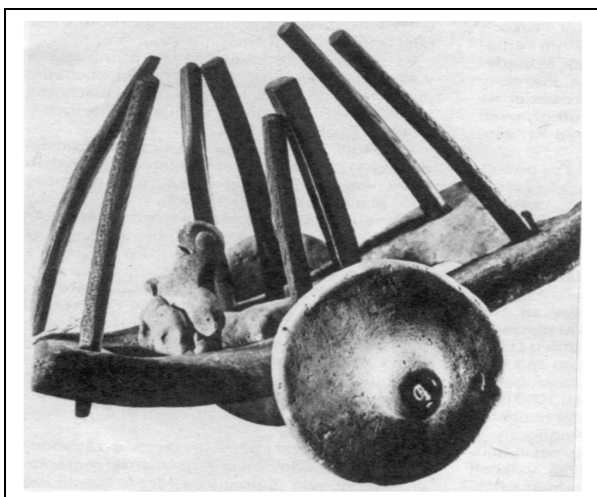
Dopravu můžeme dělit podle:

- množství cestujících či zboží na individuální a hromadnou
- druhu dopravní cesty na pozemní, vodní a leteckou
- charakteru činnosti na železniční, silniční, městskou hromadnou, vnitrozemskou vodní, námořní, leteckou.
- toho, zda překračuje nebo nepřekračuje hranice států, na dopravu vnitrostátní, dovoz, vývoz a tranzit

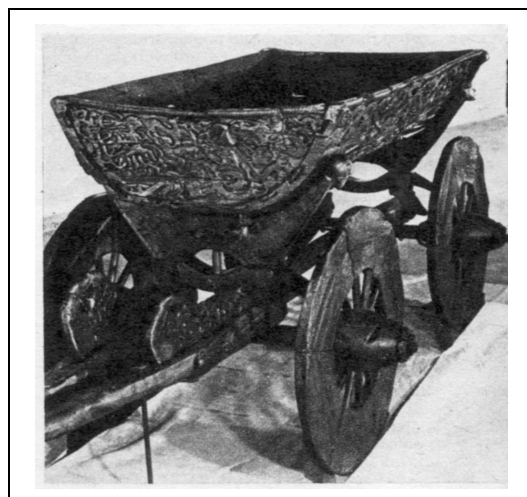
1.2 Vznik a vývoj dopravy

Už pravěký člověk si začal upravovat stezky, po nichž se dostal tam, kde našel lepší obživu a lepší příležitost k lovu. Odstraňoval překážky a přes bažiny a potoky kladl větve. Na větvích pravděpodobně i vlekl své úlovky a tento **smyk se zřejmě stal zárodkem saní** – jako jednoho z prvních primitivních dopravních prostředků.

O **původu vozů** víme velmi málo. Jejich začátky se datují do období před 5 tisíci lety. Kolem roku 3 200 před n. l. Mezopotámci upravili kolo s plným diskem, vyrobené spojením tří prken, pro použití jednoduchých, říditelných vozů, které byly taženy zvířaty.



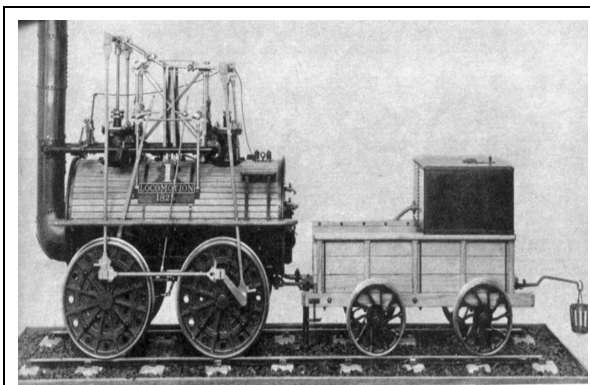
Obr. 1 Dvoukolový vozík (2000 let p. n. l.)



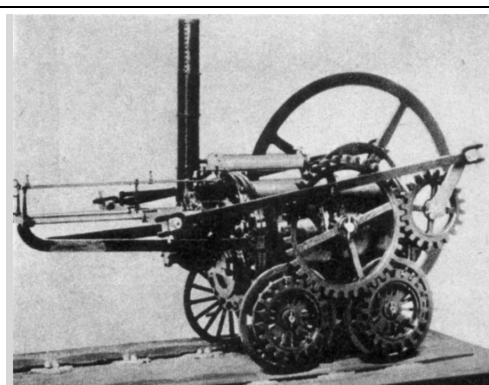
Obr. 2 Vůz vikinské kněžky (asi 850 n. l.)

Počátek používání **paprskových kol** se datuje kolem roku 2 000 před n. l., o dvě století později je Chetitě použili u svých bojových vozů. V přibližně stejném období byly používány vozy tažené koňmi také v Egyptě. Římané využívali ve značné míře kolová vozidla a stavěli kvalitní cesty pro rychlou meziměstskou dopravu. Postupně byly vyvinuty vozy s odpružením a řiditelnou přední osou. Byla vyráběna kola většího průměru, aby mohly být kompenzovány hrboлатé cesty, které byly po rozpadu římské říše ve velmi ubohém stavu.

Krátce po vynálezu kolových vozů vytvořily dvoukoláky a zvířata, která je tahala, hliněné cesty napříč krajinou. Ve městech byly některé cesty vydlážděny kamenem a tím se staly skutečnými **silnicemi**. Římané zřídili dlážděné silnice i mezi městy. Stavěli je zpevňováním hliněného silničního podloží, které pokryli šterkem zasazeným do písku a vápenné malty. Navrch položili kamenné desky, aby tak vytvořili vlastní silniční povrch, který měl vyvýšené obrubníkové kameny podél každého okraje souběžně s odvodňovacími příkopy.



Obr. 3 Trevithickova Invecta

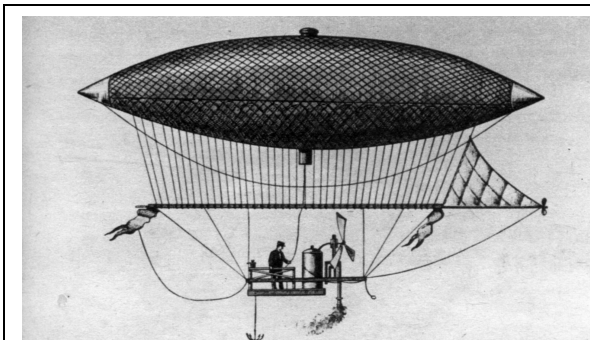


Obr. 4 Stephensonova Locomotion (1825)

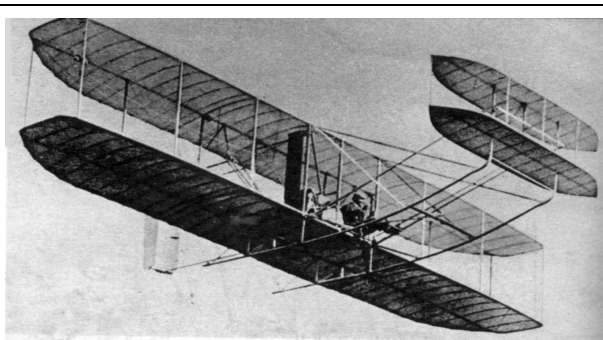
Historie železnice probíhala současně s vývojem parního stroje. Éru železnic zahájila Trevithickova lokomotiva z roku 1804, která dosáhla největší rychlosti 8 km/h a utáhla 26 tun. V roce 1814 předvedl George Stephenson svou lokomotivu (nazvanou Locomotion), která utáhla do svahu osm vozů o celkové hmotnosti 30 tun. Stephenson uvedl roku 1825 do provozu první veřejnou železniční trať pro dopravu osob na světě mezi městy Stockton a Darlington. Jeho lokomotiva byla již schopna utáhnout až 30 vozů s nákladem o 90 tunách rychlostí 19 km/h.

Rozvoj automobilů, jak je známe dnes, nastal až když německý inženýr Nikolaus Otto vynalezl v roce 1876 **spalovací motor**. V roce 1886 vyrábí Karl Benz **benzinový motor** a roku 1895 vynalézá Rudolf Diesel **vznětový motor**.

První **vzdušný balón** na ohřátý vzduch se vznesl r. 1783 a sestrojili ho bratři Montgolfierovi. První vzducholod' na parní pohon postavil v roce 1852 francouzský inženýr Henry Giffard. **Motorové létání** začal zkoušet už v roce 1890 Francouz Clément Ader, ale první historický let uskutečnili v roce 1903 bratři Wrightovi z USA se svým strojem Kitty Hawk¹.



Obr. 5 První vzducholod' H. Giffarda.



Obr. 6 Jeden z prvních letů bratří Wrightů

¹ rozpětí křídel letadla 12,3 m hmotnost 340 kg, čtyřválcový motor chlazený vodou poskytoval výkon 9 kW

1.3 Charakteristika základních druhů dopravy

Každý druh dopravy má své místo na dopravním trhu. Tento výklad je spíše zaměřen především na technické a technologické přednosti jednotlivých druhů dopravy a jejich využití v podmínkách současného měnícího se dopravního trhu.

1.3.1 Silniční doprava

Počínaje rokem 1990 došlo v silniční dopravě ČR k nejhustším a nejrychlejším změnám v rámci celého sektoru dopravy, protože tady existovaly nejlepší podmínky pro transformaci a realizace tržních podmínek. To potvrzují některé skutečnosti:

- silniční doprava zajišťuje přepravu „z domu do domu“, je velmi flexibilní z hlediska dostupnosti a změnám přepravních potřeb a provozních podmínek v prostoru a čase. Používá se jako náhradní doprava i v případě poruch nebo překážek v jiných druzích dopravy
- podnikání v silniční dopravě je kapitálově nejméně náročné ze všech druhů dopravy, kapitál vložený do podnikání se relativně rychle obrací
- silniční doprava je poměrně málo náročná na odbornou způsobilost k jejímu provozování
- forma provozování silniční dopravy nemá prvky monopolu, nezahrnuje vlastní dopravní cestu a regulaci na ní, která by upřednostňovala některé provozovatele nebo jim poskytovala nějaké technologické či ekonomické preference a výhody
- pravidla ekonomiky silniční dopravy jsou relativně jednoduchá, průhledná a lehce pochopitelná

Jako jeden ze základních záměrů současné dopravní politiky je v souladu s principy EU harmonizace přístupu na jednotný trh, která by zajistila nejen ručení za škody, ale rovněž nepřímou i perspektivní obměnu vozidlového parku směrem k „zeleným vozidlům“ (EURO IV, EURO V, EURO VI a další), což by zvýšilo konkurenční schopnost českých dopravců na trhu. V oblasti mezinárodní silniční dopravy je tento vývoj příznivý a je stimulován i různými pobídkami ze strany státu (rozdělování zahraničních vstupních povolení, slevy na daních, program na obnovu vozidlového parku).



Obr. 7 Silniční a dálniční síť v ČR (Pramen: Ředitelství silnic a dálnic)

V oblasti pozemních komunikací je hlavním rozvojovým záměrem modernizace silniční sítě při preferenci údržby a oprav před novou výstavbou. Výstavba bude soustředěna na postupnou dostavbu dálniční sítě a rychlostních silnic v hlavních dopravních směrech včetně urychlené výstavby expresního okruhu kolem Prahy. Rovněž se bude pokračovat i ve výstavbě silniční sítě na území měst Prahy, Brna, Ostravy a Plzně na komunikační síti převzaté do majetkové správy státu. Kromě toho se bude pokračovat i ve stavbách navazujících a podmiňujících výstavbu dálnic a rychlostních silnic, obchvatech, průtazích měst, hraničních přechodech a přístupech k nim a odstraňování dopravních závad. Stále většího významu nabývá *ekologické hledisko*, což vede k tomu, že je nutno důsledně respektovat zákonná ustanovení a volit řešení příznivější životnímu prostředí.

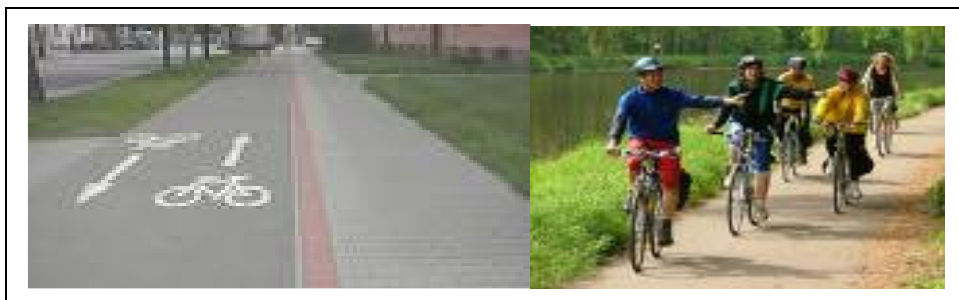
Silnice rozdělujeme z hlediska státně politického významu do tříd:

- *silnice I. třídy* - jsou silnice státního a mezinárodního významu, které současně mají mezinárodní význam v silniční dopravě, navazují na silniční síť jiných států a tvoří mezinárodní síť silnic, kterou doporučuje a vymezuje Evropská hospodářská komise OSN. Tyto silnice mají dvojí značení - státní jedno až dvoumístné číslo (11, 14, 35) a dále značení evropské doplněné písmenem E
- *silnice II. třídy* - jsou silnice krajského významu, označují se dvou až třímístnými čísly a prakticky spojují krajská města (324, 125)
- *silnice III. třídy* - mají místní a „okresní“ význam, jsou označovány čtyřmístnými nebo pětimístnými čísly, případně čísly za lomítky (3511/II)

Součástí pozemních komunikací jsou místní a účelové komunikace, které jsou součástí dopravního vybavení obcí a měst. Rovněž údržba a zodpovědnost za ně patří obcím a městům.

Rozdělujeme je podle významu do čtyř tříd²:

- *místní komunikace I. třídy* - technicky vyhovující všem druhům dopravy, je po nich vedena i veřejná hromadná doprava
- *místní komunikace II. třídy* - ostatní komunikace v obcích, které vyhovují provozu všech druhů motorových vozidel
- *místní komunikace III. třídy* - částečně přístupné provozu motorových vozidel (např. zákaz vjezdu nákladním vozidlům)
- *místní komunikace IV. třídy* - které nejsou přístupné provozu motorových vozidel (pěší zóny a chodníky, cyklistické stezky)



Obr. 8 Cyklistické stezky

Dopravními prostředky jsou pohyblivá zařízení, jimiž se uskutečňuje přeprava osob a nákladů. Můžeme je rozdělit na motorové (motocykl, automobil) a nemotorové (bicykly, přívěsy). Automobil lze dále rozčlenit podle užití³ na:

- osobní automobily
- autobusy

² Rozdělení pozemních komunikací podle dopravního významu stanovuje zákon č. 13/1997 Sb.

³ Rozdělení vozidel upravuje zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.

Historie a současnost nejen automobilové dopravy

- nákladní automobily
- tahače
- speciální automobily

Autobusy jsou vozidla určená pro přepravu osob a jsou mezinárodně označována jako vozidla kategorie M, člení se do tříd:

- Třída I. – městský autobus (se sedadly a s místy pro stojící cestující)
- Třída II. – meziměstský autobus (místa pro stojící jen v uličce)
- Třída III. – dálkový autobus (pouze pro sedící cestující)

Nákladní automobily jsou určeny pro přepravu nákladu. Je pro ně mezinárodní označení vozidla kategorie N, která se dělí podle celkové hmotnosti tak, že se k písmenu přidává index:

- 1 pro celkovou hmotnost do 3,5 tun
- 2 pro celkovou hmotnost od 3,5 t do 12 tun
- 3 pro celkovou hmotnost nad 12 tun

Přípojná vozidla jsou vozidla používaná pro přepravu věcí či osob, která nemají vlastní zdroj pohonu a zpravidla nemají hnací nápravy. Jsou určená k tažení motorovým vozidlem nebo tahačem, případně traktorem. Označují se jako vozidla kategorie O. Dělí se do čtyř skupin podle celkové hmotnosti k příslušné hnací nápravě.

Terénní vozidlo patří do kategorie M nebo N s přidáním doplňkového písmene G a musí splňovat zvláštní technické podmínky.

Zabezpečení silničního provozu

S rozvojem silniční dopravy se objevila nutnost vytvářet předpisy, které by zavedly *určitá pravidla do silničního provozu*⁴. V současné době lze zabezpečení silničního provozu a bezpečnost rozdělit na:

- silniční předpisy stanovující pravidla, jimiž se účastník silničního provozu musí řídit.
- předpisy stanovující podmínky pro provoz silničních vozidel.
- řidičské oprávnění, aby se občan mohl stát účastníkem silničního provozu, musí absolvovat a úspěšně zakončit řidičský kurz a získat řidičské oprávnění pro některou specifickou skupinu vozidel.
- silniční značení, představuje soubor značek vodorovných – značení přímo na vozovce a svislých – značky, které jsou umístěny na stojanech v zorném poli řidiče, rozdělené do několika skupin, např. příkazové, informační.
- konstrukční opatření, je příspěvkem k vyšší bezpečnosti dopravních prostředků, jako jsou: deformační zóny, zesílení boků vozidel, airbagy, ABS, netříštivá skla atd.

Rozvoj silniční dopravy je již nadnárodní a řada předpisů, značení a konstrukčních opatření je řešena a rozhodována v mezinárodních organizacích, které mají snahu sjednotit požadavky týkající se silniční dopravy. Především v Evropě se otázkami a problematikou zabývá Evropská hospodářská komise, která má řadu odborných komisí se specifickou náplní práce a jejich výsledky jsou potom závazné pro všechny zúčastněné státy.

1.3.2 Železniční doprava

Železniční doprava v Evropě v současné době prochází komplikovaným obdobím, kdy pominuly tradiční důvody její nepostradatelnosti. Má totiž celou řadu alternativ a *je vystavena silné konkurenci, především dopravy silniční*. Své výlučné postavení *ztratila i v oblasti strategické*. Je to dáno tím, že poptávka po službách železniční dopravy klesá tak, jak se

⁴ Jedním z prvních, kuriózních nařízení bylo, že před jedoucím vozidlem přes obec musel běžet člověk s praporkem, čímž upozorňoval okolí na blížící se vozidlo. Toto nařízení ztratilo význam s rostoucí rychlostí vozidel a s rostoucí hustotou provozu.

v souvislosti se snižováním těžkého průmyslu a těžby surovin snižují objemy přeprav obecně a také v souvislosti s výrazným rozvojem individuální automobilové dopravy. Vývoj v České republice je obdobou evropských zkušeností. Liší se pouze tím, že k němu došlo v podstatně kratším časovém období. Co trvalo v západní Evropě desetiletí, zde proběhlo za několik let. Novým požadavkům na přepravu jako jsou rychlost, včasnost, spolehlivost, operativnost – železniční doprava téměř není schopna vyhovět.



Obr. 9 Železniční doprava

Specifika železniční dopravy

Technologie práce v železničním odvětví je trochu odlišná od technologie v jiných výrobních odvětvích i v ostatních druzích dopravy. Je dána především požadavky, které jsou na železniční dopravu kladeny. Jedná se především o:

- **hromadnost** – je dána možností přepravovat velké množství nákladů a osob na jakékoliv vzdálenosti ve vazbě na existující železniční síť. Tato schopnost je především výrazná při přepravě na větší vzdálenosti a u přepravy důležitých substrátů jako jsou uhlí, železná ruda, stavebniny, chemikálie, hutnické výrobky a zemědělské produkty. Nezanedbatelnou součástí přepravy je i hromadná nakládka a vykládka. Železniční doprava je omezena pouze rozměry nákladu, který je charakterizován a určen průjezdovým průřezem. To je pomyslný obrys v dané vzdálenosti od trati, za nímž mohou být bezpečně budovány pevné stavby a signální zařízení, aniž by došlo k poruše bezpečnosti při provozu na trati.
- **nepřetržitost** – protože se na železniční dopravě podílí značné množství zaměstnanců, řídících a technologických míst, musí být nepřetržitá. Jedná se i o ekonomické využívání základních prostředků, které představují obrovské hodnoty. Železniční doprava je prakticky jediným druhem dopravy, jenž provádí přepravu za jakýchkoliv povětrnostních podmínek.

Základním výrobním plánem železnice je grafikon vlakové dopravy. Sestavuje se pro období jednoho roku na základě předpokladů požadavků národního hospodářství. Na druhé straně jsou kapacitní možnosti tratí z hlediska počtu kolejí, předpokládaných rychlostí atd.

Vybrané *charakteristiky železniční dopravy*:

- přeprava těžkých a hromadných zásilek
- výhodná na střední a delší přepravní vzdálenosti
- větší bezpečnost dopravního systému
- větší nezávislost na povětrnostních vlivech
- příznivější k životnímu prostředí
- nízká energetická náročnost
- velmi nízký odpor valivého tření oproti silniční dopravě

1.3.3 Vnitrozemská vodní doprava

Vodní doprava zaujímá významné místo v mezinárodním obchodě. I v našem hospodářství se řadí na významné místo pro svoje nesporné výhody oproti železniční, silniční a letecké dopravě. Jsou to především:

- nízká energetická náročnost
- nejvyšší produktivita práce při přepravovaném množství
- ekologická hlediska
- schopnost přepravovat zboží s velkými hmotnostmi a rozměry

Evropská unie přijala opatření k dalšímu rozvoji lodní dopravy při využití a rozšíření současné sítě vodních cest, která by měla ulehčit silniční a železniční dopravě, vzhledem ke snižování energetické náročnosti a ekologickým vlivům.

Vybrané charakteristiky vodní dopravy:

- vhodné pro přepravu nadměrně těžkých a nadrozměrných zásilek
- velká kapacita vodních dopravních cest
- nejmenší zatížení životního prostředí
- největší nevýhodou je její malá rychlost
- nevýhodná geografická poloha ČR při stávajících vodních cestách

1.3.4 Letecká doprava

Rozvoj letecké dopravy řízen novými poznatky ve vědě a technice a snahou lidí cestovat rychleji. Provoz letecké dopravy vnitrostátní a mezinárodní je zabezpečován leteckými dopravci, kterými jsou většinou obchodní společnosti. Největším leteckým dopravním podnikem v České republice jsou České aerolinie, a. s..

Zřizování, provozování a řízení dopravních letišť je stanoveno vnitrostátní úpravou každého státu. V minulosti byla veřejná letiště převážně zřizována státem. V poslední době docházelo často k odstátnění letišť a nová dopravní letiště jsou běžně provozována za tím účelem založenými obchodními společnostmi. Celkem je v ČR 86 letišť. Nejvíce jsou využívána veřejná mezinárodní letiště, která pokrývají většinu přepravní zátěže: Brno – Tuřany, Kunovice, Klatovy, Karlovy Vary, Praha – Ruzyně, Ostrava – Mošnov.

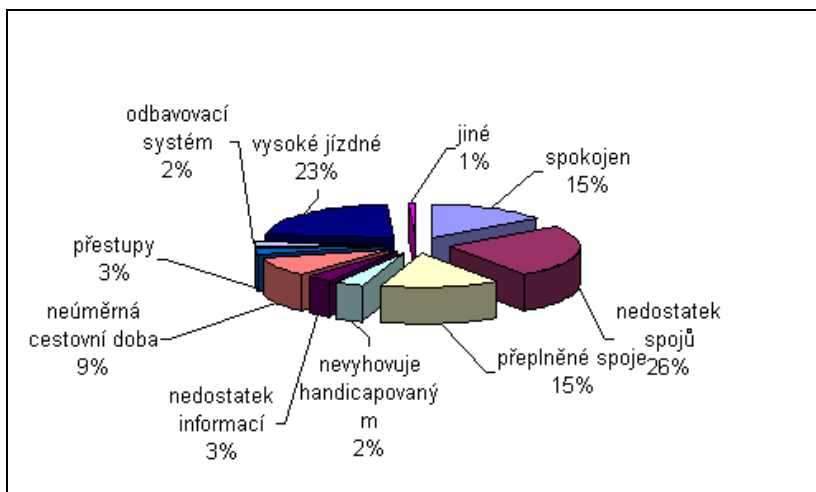
Vybrané charakteristiky letecké dopravy:

- pro svou vysokou rychlost je vhodná zejména na dlouhé vzdálenosti
- osobní letecká doprava je poměrně bezpečná
- při dopravní nehodě zpravidla velké ztráty na životech
- vysoká četnost spojů

1.3.5 Městská hromadná doprava

Městská hromadná doprava (MHD) se nejprve musela přizpůsobit městským komunikacím, ale s rozvojem měst a potřeb rostoucí dopravy vznikají nové komunikace nebo samostatné dopravní trasy MHD. Od druhé poloviny 19. století se objevují tramvaje jako kolejová vozidla městské hromadné dopravy a od počátku 20. století se začínají uplatňovat autobusy, s nástupem elektřiny se objevují trolejbusy. Nevhodnost starých zástaveb k rozvoji městské dopravy nutila projektanty hledat nová řešení, která se ubírala dvěma směry – podzemní železnice, předchůdce metra, vyžadovaly úpravy parních lokomotiv a tras pro vypouštění kouře. Druhým směrem pak byl rozvoj nadzemní železnice.

Rozvoj MHD je dán komplexním rozvojem jednotlivých druhů (složek) městské hromadné dopravy, které se navzájem doplňují a ovlivňují. Je nutné, aby MHD byla dostatečně dimenzována, vyhovovala současným a výhledovým potřebám objemu přeprav cestujících.



Obr. 10 Největší nedostatky hromadné dopravy

1.3.6 Kombinovaná doprava

Kombinovaná doprava podle normy ČSN 26 9375 je intermodální přepravou, při které hlavní část trasy prochází po železnici, vnitrozemskou vodní cestou nebo po moři a ostatní přeprava spadá pod silniční přepravu. Problémem kombinované dopravy oproti ostatním hlavním druhům dopravy je stále její absence v právní legislativě. Obchodní zákoník pojem „kombinovaná doprava“ nezná. Provozování kombinované dopravy není uvedeno v živnostenském zákoně jako samostatná činnost, na rozdíl od provozování vodní dopravy nebo provozování taxislužby. Provozovatelé této dopravy jsou tak nuceni zajišťovat činnost vydanou koncesí na „Silniční motorová doprava – nákladní“ a živnost pro „Vnitrostátní zasilatelství“ a „Mezinárodní zasilatelství“. Na základě absence v právním systému není kombinovaná doprava řazena mezi hlavní druhy dopravy.

Vybrané charakteristiky kombinované dopravy:

- snížení nákladů při manipulaci s materiálem
- vysoká bezpečnost přepravovaného zboží
- minimalizace podílu těžké ruční práce
- nedostatečná legislativní podpora státu
- jednotná technika mechanizace, automatizace, nakládky a vykládky
- nedostatečná harmonizace podmínek provozování jednotlivých druhů nákladní dopravy



Obr. 11 Kombinovaná doprava

2 Technologie pohonu vozidel od počátku po hybridní pohon

Historie automobilů začala na konci 18. století, kdy se podařily první pokusy s vozidly poháněnými parním strojem. Ve druhé polovině 19. století se konstruktérům podařilo zprovoznit první spalovací motory. Koncem 19. století se rovněž objevily první elektromobily. Soutěž mezi automobily s parním, elektrickým a spalovacím motorem trvala téměř až do konce prvního desetiletí 20. století. Poté začaly dominovat automobily se spalovacím motorem, i když z hlediska efektivity přenosu energie je i po století vývoje dvakrát výhodnější elektromobil. Vývoji spalovacích a vznětových motorů také velmi významně pomohl Henry Ford, který roku 1908 sestrojil Ford model T, který byl lidově dostupný a znamenal masové rozšíření automobilů.

2.1 Parní stroj

Parní stroj pracuje na následujícím principu: Hořením paliva vzniká teplo, které přeměňuje vodu na vodní páru. Pomocí vstupních orgánů je potom touto párou plněn parní válec. Následuje tzv. expanze páry - pára koná práci (hýbe pístem) a zároveň klesá její tlak a teplota. Poté následuje tzv. výfuk páry otevřením výstupních orgánů na druhé straně válce. Po vstupu páry z vstupních orgánů umístěných na druhé straně válce a zpětném pohybu pístu se pára vytlačuje, část páry se však ve válci ponechává a opět se stlačuje (komprese), aby se stěny válce před plněním čerstvou párou opět ohřály. V parním stroji pára pohybuje pístem a pomocí ojnice a klikové hřídele je takto vzniklá energie převáděna ke kolům. Část energie se tudíž spotřebuje k pohonu těchto součástí.

První pokusy s parním automobilem prováděl francouzský vynálezce Nicolas-Joseph Cugnot již v 18. století. Funkční prototyp jeho automobilu vyjel poprvé 23. října 1769. V dalším roce postavil vynálezce vylepšený model a v roce 1771 s ním narazil do cihlové zdi, **což je první známá automobilová nehoda.**



Obr. 12 Cugnotův model z roku 1771

Dnes jsou parní automobily spíš jen kuriozitou. Pokusy s osobním automobilem poháněným párou prováděla v 60. letech firma Saab, ale vývoj skončil u prototypu. Úspěšný byl naopak prodej britského vozu Stanley Steamer. Ve 20. století význam parního stroje postupně upadá. Z dopravy byl vytlačen spalovacím motorem a z průmyslu elektrickými stroji a parní turbínou, velkým problémem totiž byla jeho malá účinnost.

2.2 Spalovací motory

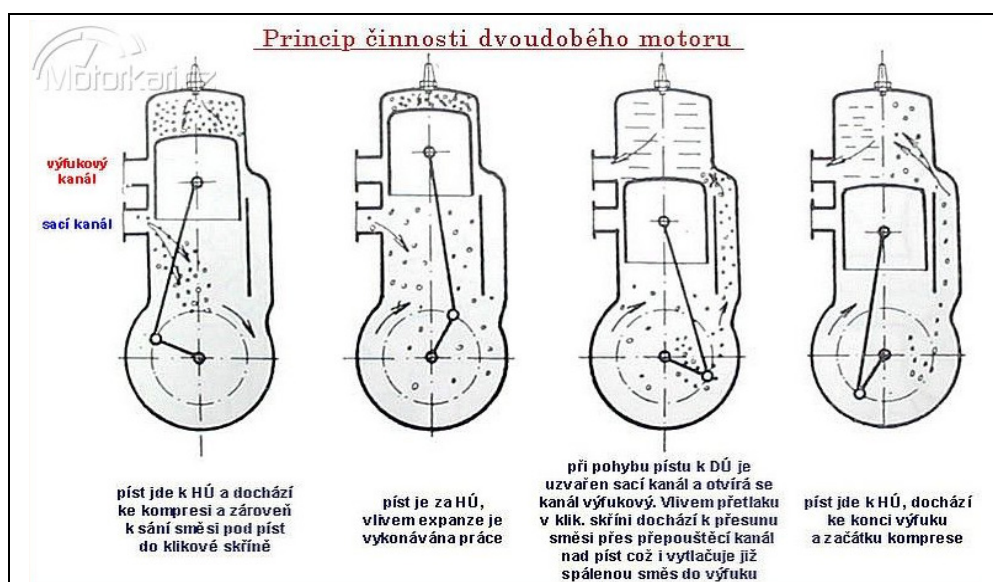
Problémem vozů poháněných vodní párou byla kromě jejich nízké účinnosti také velká hmotnost a velikost. Navíc manipulace a skladování pevného paliva představovala významné logistické problémy (u železniční dopravy to vzhledem k odlišným provozním podmínkám nebyl problém). Řešením byl přechod ke spalovacím motorům, který proběhl na přelomu 19. a 20. století. Spalovací motory jsou menší, lehčí, výkonnější a v některých případech i bezpečnější než parní stroje. Rozhodující výhodou však představuje palivo, kterým je u spalovacích motorů kapalina (benzín, nafta,...) nebo plyn (zemní plyn, propan-butan,...). S těmito palivy se snadno manipuluje a navíc představují neobvykle vysokou koncentraci energie v relativně malém objemu.

2.2.1 Dvoudobý zážehový motor

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 otevírá a zavírá kanály. U novějších motorů ovládá sání pod píst šoupátkový rozvod nebo klapky.

Mazání u zážehového dvoudobého motoru je prováděno olejem rozpuštěným v palivu. Tlakové oběhové mazání, používané u čtyřdobých motorů, nelze použít, protože na pracovním cyklu se podílí i dolní plocha pístu.

Proti čtyřdobým motorům jsou díky jednodušší konstrukci lehčí a obvykle mají při stejných otáčkách vyšší měrný výkon (daný dvojnásobným počtem pracovních cyklů na jednu otáčku), ale nižší účinnost danou tím, že komprese a/nebo expanze musejí být zkráceny, aby mohla proběhnout výměna paliva a výfukových plynů v pracovním prostoru. Proto velmi záleží na tvaru, délce a průměru výfuku, který velmi ovlivňuje vyplachování spalovacího prostoru čistou směsí. V současné době jsou ale dvoudobé zážehové motory na ústupu právě pro svou nižší účinnost a hlavně pro znečištění, způsobené příměsí nespáleného paliva ve spalinách (v závislosti na kvalitě vyplachování spalovacího prostoru) a spalováním oleje obsaženého v palivu.



Obr. 13 Princip činnosti dvoudobého motoru

Použití dvoudobých motorů

- jednostopá motorová vozidla např. mopedy, skútry, klasické motocykly a některé závodní stroje
- starší automobily např. Trabant či Wartburg
- motorové pily, křovinořezy, sekačky na trávu a podobná technika

2.2.2 Čtyřdobý zážehový motor

Čtyřdobý spalovací motor, také nazýván čtyřtaktí motor nebo zkráceně jen čtyřtakt, je pístový motor pracující na čtyřech pohybech pístu. První čtyřdobý spalovací motor, který využíval benzin, sestavil v roce 1876 německý inženýr Nicolaus Otto. Ve srovnání s v té době dominujícím parním strojem, byl menší, lehčí a postupem času i tišší, čistší a především účinnější, byť dosažení spolehlivosti parního stroje trvalo několik desítek let. V prvních deseti letech jeho existence se ho prodalo deset tisíc kusů.

Čtyřdobý motor je sice účinnější než motor dvoudobý, přesto ale dokáže přeměnit pouze o něco více než třetinu energie paliva v energii pohybovou. Zbytek energie je nevyužitý. Hlavní problém spočívá ve vratném pohybu pístu tam a zpět. Píst neustále zrychluje na vysokou rychlost jedním směrem, potom směr obrátí a zrychluje druhým směrem. Každý pohyb pístu nahoru a dolů několikrát za minutu spotřebuje část energie dodávané palivem.

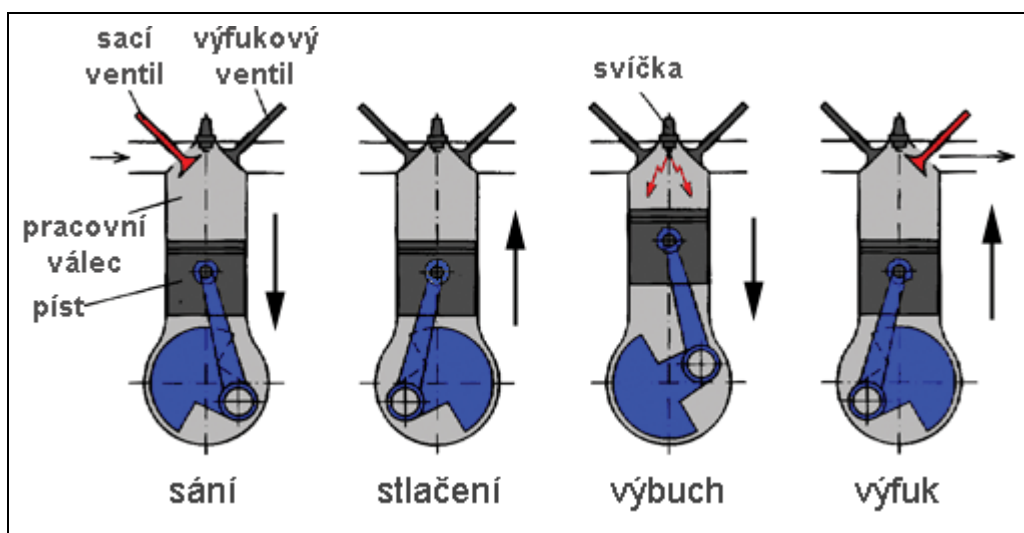
Pracovní fáze čtyřdobého zážehového motoru:

Sání – píst se pohybuje směrem do dolní úvratí (DÚ), přes sací ventil je nasávána pohonná směs.

Komprese – píst se pohybuje směrem do horní úvratí (HÚ). Oba ventily jsou uzavřené. Nasátá směs zmenšuje svůj objem, zvětšuje tlak a teplotu. Těsně před horní úvratí je směs zapálena elektrickou jiskrou.

Expanze – oba ventily jsou uzavřené. Směs paliva a vzduchu zapálená elektrickou jiskrou shoří. V pracovním prostoru válce se prudce zvýší teplota i tlak vzniklých plynů. Ty expandují a během pohybu pístu směrem dolů konají práci.

Výfuk – píst se pohybuje směrem do HÚ. Výfukový ventil je otevřený. Spaliny z pracovního prostoru válce jsou vytlačovány do výfukového potrubí.



Obr. 14 Princip činnosti čtyřdobého motoru

2.2.3 Vznětový motor

Podle tvaru spalovacího prostoru se rozlišuje vznětový motor s přímým vstřikováním a motor komůrkový, který má kompresní prostor rozdělen na dvě části. Svojí konstrukcí se podobá zážehovému motoru čtyřdobému, nemá však zapalovací svíčku ani karburátor, avšak má vstřikovací čerpadlo. Dříve se místo něj používaly kompresory. Zároveň se zvyšováním tlaku v kompresoru dochází ke zvýšení teploty. Pro stlačení je nutno dodat energii, obvykle pomocí hnacího motoru spojeného s kompresorem. Podle velikosti výsledného stlačení se kompresory dělí na nízkotlaké (výtlakový tlak je menší než 2,5 MPa), středotlaké (2,5 – 10 MPa) a vysokotlaké (10 – 250 MPa). Konstrukce vznětového motoru musí být masivní, protože musí

odolávat velkým tlakům. Proto je při stejném objemu těžší než motor zážehový. To omezuje jeho použití.

Protože palivo prohořívá volněji, spaluje se dokonaleji, a tím dosahuje vznětový motor vyšší účinnosti (až 40%). Také paliva mohou být méně kvalitní, a proto se používá motorová nafta, což je kapalná směs uhlovodíků vroucí při teplotě 170–360 °C, která se získává destilací ropy. Musí splňovat řadu požadavků: kromě cetanového čísla je důležitá filtrovatelnost motorové nafty, určující její použitelnost při nízké teplotě (vylučování krystalků parafínu).

Důležitý je také kompresní poměr, což je poměr mezi celkovým obsahem válce a kompresním prostorem. Kompresní poměr je důležitým parametrem spalovacích motorů, u zážehových motorů bývá až 10:1, u vznětových až 20:1.

Pracovní doby:

1. DOBA – SÁNÍ - Při pohybu pístu z horní úvratě (HÚ) do dolní úvratě (DÚ) je do válce přes otevřený sací ventil nasáván vzduch zbavený nečistot. Vzduch je zahříván od horkých částí motoru (ventil, píst, stěna válce). Vznětový motor pracuje vždy s přebytkem vzduchu, vstřík paliva trvá velmi krátkou dobu. Tyto dvě základní podmínky neumožňují vytvoření dokonalé zápalné směsi, přesto by mělo dojít k úplnému spálení směsi bez zvýšení kouřivosti.

2. DOBA - KOMPRESNÍ (STLAČOVÁNÍ) - Ventily jsou uzavřeny, píst se pohybuje z DÚ do HÚ a stlačuje vzduch ve válci. Tímto velkým stlačením se zvýší tlak na 3,0 MPa až 5,5 MPa (kompresní tlak) a vzduch se zahřeje na 600 °C až 900 °C (kompresní teplota). Krátce před koncem kompresního zdvihu se začne vstříkovat do válce jemně rozprášené palivo. Vstřikovací zařízení u vznětových motorů je konstruováno tak, aby hlavní část vstříkovaného množství paliva byla vstříknuta až po vznícení první části. Doba, která uplyne od začátku vstřiku do okamžiku vznícení paliva, se nazývá prodleva vznícení. Její velikost je za normálních podmínek asi 0,001 s a má velký vliv na tvrdost chodu vznětového motoru. Můžeme ji zkrátit zkvalitněním vstřiku paliva, větším rozvířením vzduchu ve spalovacím prostoru a použitím paliva s vyšším cetanovým číslem (CČ).

3. DOBA - EXPANZE (HOŘENÍ A ROZPÍNÁNÍ) - Na konci kompresního zdvihu se vstříkované palivo vlivem vysoké teploty vzduchu začne odpařovat a mísit se vzduchem. Dojde k samovznícení takto vzniklé zápalné směsi. Tlak plynů při hoření (nejvyšší tlak 6,5 MPa až 9 MPa) tlačí píst do dolní úvratě (pracovní zdvih pístu).

4. DOBA – VÝFUK - Vzhledem k přetlaku, který vznikne ve válci při spalování zápalné směsi, jsou po otevření výfukového ventilu výfukové plyny vytlačovány do výfukového potrubí. Přetlak je udržován pístem, který se pohybuje z DÚ do HÚ. Při plném zatížení je teplota výfukových plynů 600 °C až 750 °C.

2.3 Alternativní paliva

S blížícím se vyčerpáním světových zásob ropy, z níž se palivo do dnešních automobilů vyrábí, se přirozeně zvyšuje cena benzínu a nafty. Využíváním těchto paliv zároveň dochází ke znečišťování ovzduší a k produkci skleníkových plynů, zejména oxidu uhličitého. Toto jsou hlavní důvody zvýšeného tlaku na výrobce automobilů, aby začali vyrábět vozy poháněné motory nezávislými na klasických fosilních zdrojích.

Kompletní změna technologické základny celého dopravního odvětví může trvat i několik desetiletí a vyžádá si obrovské investice. Pro překlenutí dlouhého přechodového období se však našťastí nabízejí alternativy spočívající ve využití stávajících (případně mírně upravených) motorů v kombinaci s ekologicky přijatelnějšími palivy. Mezi tato paliva se řadí syntetická nafta, biopaliva, propan-butan a stlačený zemní plyn (bioplyn).

Fosilní dieselová paliva mohou být postupně nahrazována syntetickou naftou, kterou lze vyrábět ze zemního plynu, biologického odpadu a dalších materiálů. Syntetickou naftu je možné

Technologie pohonu vozidel od počátku po hybridní pohon

míchat s běžnou naftou a postupným zvyšováním jejího podílu usnadnit pozvolný přechod k alternativním pohonům bez dopadu na vlastnosti paliva, což bude vhodné pro starší vozidla.

Biopaliva, které jsou podrobně popsány ve třetí kapitole této publikace, jsou v současnosti kontroverzní téma. Tato kapalná paliva jsou vyráběna z rostlinných materiálů, a proto jsou z hlediska produkce oxidu uhličitého považována za neutrální⁵. U některých biopaliv (bionafta) se objevují problémy při dlouhodobém skladování, kdy dochází k degradaci těchto látek a tím ke zhoršeným vlastnostem daného paliva. Obrovskou výhodou je naopak možnost jejich použití ve směsi s klasickými palivy bez nutnosti upravovat motor vozu. Tato skutečnost platí obecně pro palivové směsi, kde podíl biopaliva nepřesahuje 10 %. Při překročení této hranice jsou již nutné menší úpravy motoru, které však nejsou technicky ani finančně náročné.

Využití plyných paliv (zemní plyn, propan-butan, bioplyn) vyžaduje menší úpravy stávajících motoru, popřípadě nové plynové motory, jejichž konstrukce vychází z klasických spalovacích motorů. Spalováním plyných paliv pocházejících z fosilních zdrojů se sice také produkuje velké množství oxidu uhličitého, ale koncentrace ostatních škodlivin prudce poklesnou⁶. Chod motorů spalujících plyné palivo je tišší, což výrazně přispívá ke zlepšení životního prostředí zejména v hustě obydlených aglomeracích. Plyná paliva mají také výhodu relativně rozsáhlých, doposud málo využitých zdrojů.

2.4 Elektromobil

Největší výhodou elektromotorů je jejich velká účinnost, která je 90%, ve srovnání s 30-40% spalovacích a vznětových motorů. Elektromobily neprodukují svým provozem výfukové plyny a i se započítáním výroby elektrické energie ze „špinavějších“ zdrojů (např. hnědé uhlí) je jejich bilance vlivu na životní prostředí obvykle lepší, než u automobilů se spalovacími motory. Další výhodou je v podstatě bezúdržbový provoz trakčního systému, pokud je vozidlo vybavené BMS (Battery Management System) a tepelnou ochranou trakční akumulátorové baterie. To bylo v minulosti podceňováno a elektromobily proto nedosahovaly optimálních parametrů. Technický průlom nastal až překotným vývojem v oblasti baterií a elektroniky na začátku 90. let minulého století. Tehdy řada světových výrobců představila vlastní moderní elektrizovanou řadu pod mandátem nulových emisí státu Kalifornie v USA. Jedná se například o tyto modely: GM EV-1, Ford Ranger EV nebo Toyota RAV4 EV. Elektromotory jsou podrobněji popsány v samostatné kapitole.



Obr. 15 Elektromobil General Motors EV1 (zdroj wikipedia.org)

2.5 Hybridní pohon

Hybridní pohon je označení pro kombinaci několika zdrojů energie pro pohon jednoho dopravního prostředku. Nejčastěji se má na mysli kombinace elektrické trakce jako u elektromobilu a spalovacího motoru. Hybridní pohony jsou využívány především v silniční a železniční dopravě.

⁵ Při započítání energie (= oxidu uhličitého) potřebné k vypěstování a sklizni biomasy (vstupní suroviny) a jejímu zpracování na finální palivo už nejsou biopaliva CO₂ neutrální, přesto jsou stále výhodnější než klasická fosilní paliva.

⁶ Emise oxidů síry a tuhých látek jsou u plynových motorů prakticky nulové.

Dnes se testují a vyvíjejí tyto druhy hybridních pohonů:

- spalovací motor + elektromotor + akumulátor
- spalovací motor + elektromotor + externí přívod elektrické energie (trolej)
- spalovací motor + setrvačnick
- plynová turbína + generátor + akumulátor + elektromotor
- lidská síla + elektromotor

Jako alternativa k elektrickému pohonu vozidel se začal intenzivně vyvíjet pohon s vynikajícími vlastnostmi elektromobilů a možností využívat kinetickou energii jedoucího vozidla pro rekuperaci energie, ale zároveň i přednosti klasického pohonu se spalovacími motory, tedy dlouhý dojezd a snadné doplňování energie. Automobil spojující výhodné vlastnosti obou koncepcí se nazývá hybridní je podstatně lehčí než elektromobil a má vyšší instalovaný výkon, který je plně využitelný pro akcelerace. Při rovnoměrném pohybu pracuje spalovací motor v režimu s maximální tepelnou účinností a koncepce hybridního pohonu umožňuje rekuperaci energie při brzdění motorem. Celá pohonná jednotka je založena na specifickém propojení spalovacího motoru a vhodných akumulátorů pro akceleraci a deceleraci vozidla. Existuje několik variant uspořádání hybridního pohonu se specifickými výhodami jednotlivých řešení.

První komerčně vyráběný hybridní automobil byla Toyota Prius⁷. Při rozjezdu je v činnosti pouze elektromotor. Zážehový motor se přidává až po rozjetí automobilu a při akceleraci. Při zpomalování se benzinový motor odmlčí a elektromotor funguje jako generátor elektrické energie a dobíjí akumulátory. Prius je navíc vybaven technologií "Stop and Go", což znamená, že se zážehový motor při zastavení například na křižovatce vypíná a elektromotor přechází do úsporného režimu.



Obr. 16 Toyota Prius

V současné době jsou sériově vyráběny desítky typů hybridních automobilů a další se intenzivně připravují do výroby. Cenově náročné hybridní automobily společností Toyota, Mitsubishi, Honda, Ford, GM a dalších poprvé zaujaly zákazníky svými nevšedními vlastnostmi. Americká armáda financuje projekt vývoje pokročilého lehkého transportéru FMTV⁸ založeného na hybridní sériové koncepci. Probíhající zkoušky ukazují možnou úsporu paliva oproti klasické koncepci transportéru v rozsahu 25 až 50 %. Podobné projekty mají připravené i evropské automobilky, a tak se zřejmě koncepce automobilu, která zůstala přes veškerou modernizaci po celých 100 let vývoje prakticky stejná, v následujících letech rychle změní a bude nahrazena hybridní koncepcí s vyšší efektivitou, s větší šetrností k životnímu prostředí a potenciálem nových, možná dosud netušených užžitných vlastností.

2.6 Pohon na stlačený vzduch

Špičkový francouzský konstruktér Guy Négre vynalezl automobil, který je velmi šetrný k životnímu prostředí. Do rychlosti 70 km/h je totiž motor poháněn stlačeným vzduchem a nevytváří žádné škodlivé výfukové plyny. Při vyšší rychlosti motor přejde k běžnému benzinovému pohonu, přičemž spotřebuje pouze 1 litr na každých 50 km. Díky tomu je vůz dvakrát hospodárnější než model Smile vyvinutý organizací Greenpeace. Motor váží jen 34 kg a váha celého vozidla nepřesahuje 600 kg. To, zda se auto na vzduchový pohon stane automobilem

⁷ Kombinovaná spotřeba tohoto vozu je 4,7 l na 100 km. Elektromotor má výkon 60 kW, spalovací motor pak 73 kW. Celkový výkon hybridního systému je 134 koní.

⁸ Family of Medium Tactical Wheeled Vehicles

budoucnosti, závisí na hlavních hráčích v automobilovém průmyslu. Největší automobilky mají zájem spíše o elektromobily a hybridní vozy, protože do jejich vývoje již investovaly značné prostředky.

2.7 Budoucí vývoj pohonných systémů

Spalovací motor se zlepšeným systémem přímého vstřikování a úpravou složení paliv (etanol, metylester mastných kyselin) zůstává pro dobu asi do roku 2020 dominantním pohonem pro automobily. Výrobci automobilů a jejich dodavatelé však budou snad využívat velké úsilí pro další zvyšování energetické účinnosti hnacího traktu a pro snižování emisí CO₂. S dalším pravděpodobným technickým vývojem se automobilovému průmyslu podaří zvládnout i budoucí zpřísnění mezních hodnot pro emise. Alternativní pohony jako hybrid budou u určitých profilů jízdy podstatně přispívat ke snižování CO₂.

Čistě elektrické hnací ústrojí je technicky možno vyrobit bez problémů již dnes. Než však elektromobil dokáže zvládnout přijatelné vzdálenosti na čistě elektrický pohon, bude nutno zdolat ještě mnoho technologických milníků, jako ve všech doposud známých technologiích pohonu.

3 Tradiční fosilní paliva, plynná paliva a biopaliva

Tradiční fosilní paliva (benzin, nafta) mají s plynnými palivy (LPG, CNG) i s biopalivy několik společných vlastností. Všechna tato paliva lze spalovat v konvečních vznětových nebo zážehových motorech a to buď přímo, nebo jenom s drobnou úpravou motoru. Tím je velmi usnadněn přechod mezi jednotlivými palivy a tak se mohou stát plynná paliva a biopaliva „mostem“ mezi fosilními kapalnými palivy a novými technologiemi jako jsou vodíkové motory a elektromotory.

3.1 Fosilní paliva

Motorová paliva tvoří směs různorodých uhlovodíků. Stavba a velikost molekul, stejně jako poměr počtu atomů uhlíku a vodíku v molekulách a množství určitých druhů uhlovodíků obsažených v palivu, silně ovlivňují spalovací procesy v pístových motorech.

3.1.1 Složky uhlovodíkových paliv

Požadavky na motorová paliva:

- vysoká výhřevnost,
- žádný nebo nepatrný obsah nespalitelných podílů,
- nekorozivnost, tj. možnost skladování a dopravy v nádobách z běžných materiálů,
- necitlivost na okolní vlivy, jako teplota a vlhkost,
- žádná nebo nízká fyziologická agresivita,
- dostupnost při co nejnižších výrobních nákladech.

Souhrnu těchto požadavků se nejvíce blíží **kapalná uhlovodíková paliva**, která se rozdělují podle bodu varu na tyto dva základní druhy:

- benzin pro automobily - bod varu 35 °C až 180 °C,
- motorová nafta - bod varu 150 °C až 360 °C.

V poslední době se na trhu s pohonnými hmotami začínají prosazovat také plynná fosilní paliva jako je stlačený zemní plyn (CNG) nebo směs propan-butanu známá jako LPG. Výhodou **plynných uhlovodíkových paliv** je především jejich poměrně nízká prodejní cena. Většímu rozšíření brání přetrvávající problémy s přepravou a skladováním zkapalněných plynů.

3.1.2 Výroba uhlovodíkových paliv

Nejdůležitějším zdrojem pro výrobu motorových paliv je *ropa*. Zdaleka ne všechny uhlovodíky obsažené v ropě jsou vhodné pro pohon zážehových a vznětových motorů, proto větší část ropy musí být chemicky upravována. Výroba motorových paliv se uskutečňuje v **rafinériích** a je složena ze dvou základních technologií:

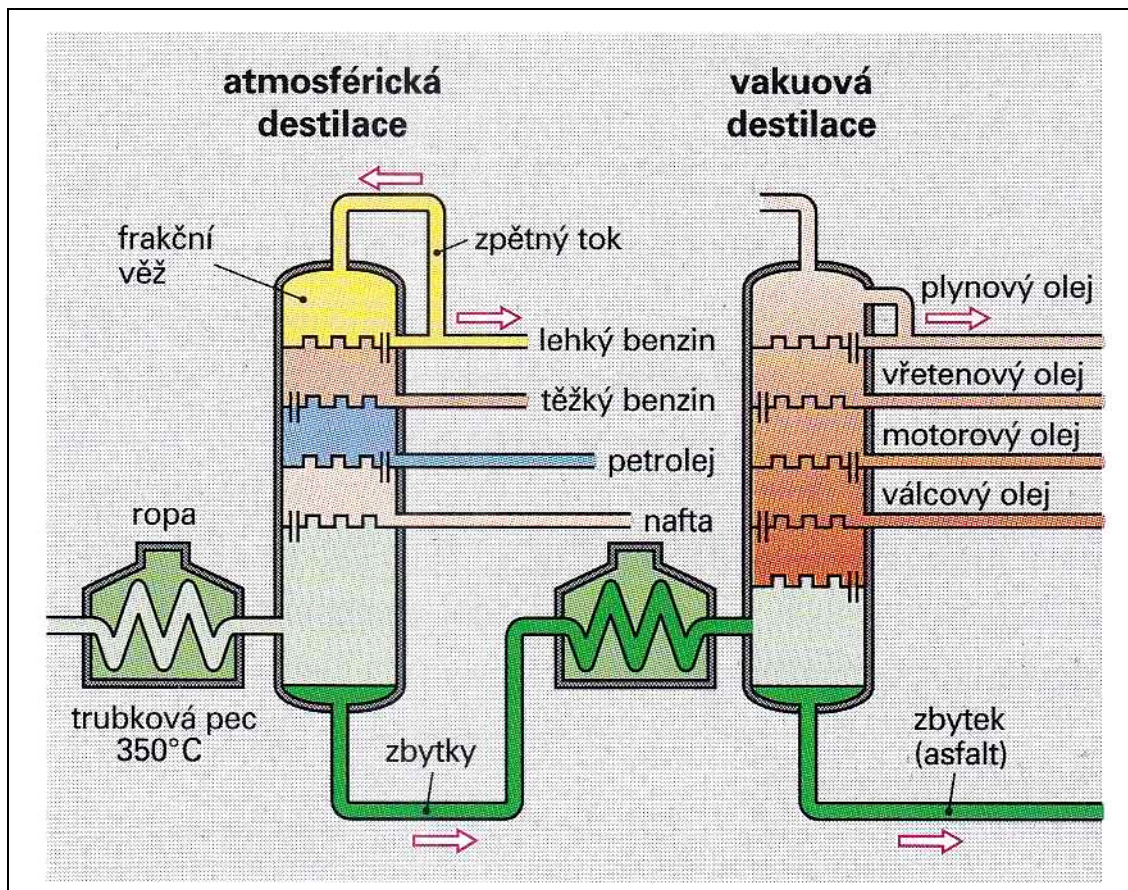
- oddělování různých uhlovodíkových složek (např. destilace, filtrace),
- přeměna uhlovodíkových složek (např. krakování, reformace).

Destilace ropy

Surová ropa se zpracovává procesem zvaným rektifikace, což je mnohonásobně opakovaná destilace ve speciálních rektifikačních kolonách. Ropa se zahřívá bez přístupu vzduchu v nepřetržitě pracujících destilačních věžích, v nichž se základní směs rozdělí na skupiny (**frakce**) s určitým rozmezím bodu varu, vhodným pro zamýšlené použití. Každá frakce ovšem obsahuje četné uhlovodíky lišící se počtem atomů uhlíku v molekule i jejich uspořádáním. Zahříváním se jednotlivé frakce odpařují a následně jsou pomocí kondenzace zkapalňovány. Uhlovodíky s bodem varu asi do 180°C tvoří tzv. **lehká motorová paliva**, převážně **benzin**.

Tradiční fosilní paliva, plynná paliva a biopaliva

Obsahují především parafíny (přímý řetězec) a cykloparafíny (kruhový řetězec). Uhlovodíky s bodem varu asi od 180 °C do asi 280 °C charakterizují tzv. **středně těžká motorová paliva (petrolej, kerosin)**, určená především pro pohon spalovacích turbín a proudových motorů. V rozmezí teplot asi od 210 °C až asi do 360 °C se předestilují uhlovodíky, které tvoří tzv. **těžká motorová paliva**, především **motorovou naftu**. Uhlovodíky s bodem varu nad 360 °C již nelze destilovat za normálního tlaku. Jsou to frakce **olejové**, které se charakterizují viskozitou a zpracovávají se destilací při podstatně nižším tlaku ve vakuových destilačních věžích.



Obr. 17 Destilace (rektifikace) ropy

Výroba a zušlechťování benzínu přeměnou uhlovodíků

Atmosférická frakční destilace poskytuje paliva pouze v takovém množství, v jakém jsou obsažena v základní surovině, tedy ropě. Ropa obsahuje jen velmi malý díl benzinové frakce, kromě toho benziny vyrobené destilací mají nedostatečné antidetonační vlastnosti (nízkou odolnost vůči detonačnímu spalování). Prudký růst spotřeby benzínu byl impulsem k vývoji a zavedení nových technologických procesů, jejichž výsledkem je větší množství kvalitnějšího benzínu získaného z ropy.

Krakování - Umožňuje zvětšit objem získaných benzinů z dané ropy tím, že tříští velké molekuly výševroucích těžkých frakcí na molekuly menší, zasahující svým bodem varu do rozsahu frakce benzinové. Jedná se zejména o izoparafíny a olefiny s velmi dobrými antidetonačními vlastnostmi. Docílí se toho buď vystavením těžších podílů vlivu teploty - **tepelné krakování**, nebo se využívá přítomnosti katalyzátorů **katalytické krakování**. Stále však zůstává ještě poměrně velké množství určitých druhů těžkých uhlovodíků, které se mohou dále zpracovat.

Reformace - Parafíny s přímým řetězcem, získané destilací ropy, se pomocí katalyzátoru (platina) přeměňují na izoparafíny a aromáty odolné vůči detonačnímu spalování.

Polymerace - Při tomto technologickém procesu se plynné uhlovodíky zůstávající po krakování a reformaci slučují pomocí katalyzátoru do větších molekul. Vzniknou hlavně izoparafíny.

Alkylace - Reakcí olefinů a parafínů vznikají izoparafíny s vyšší odolností vůči detonačnímu spalování. Takto vyrobené benziny se po rafinaci musí ještě dále ošetřit. Odstraní se plynné zbytky, síra a pryskyřice. Pomocí přísad (aditiv) se zlepši antidetonační vlastnosti, skladovatelnost, barevná stálost, chladové a antikorozivní vlastnosti.

3.1.3 Základní parametry benzínu

Jakost benzínu je charakterizována řadou vlastností, z nichž některé mají přímý vztah k funkci motoru, jiné pak mají význam spíše pro manipulaci, skladování a zajištění čistoty paliva. Výrazně ovlivňují dynamické chování motoru.

Mezi nejdůležitější parametry benzínu patří:

- oktanové číslo (OČ)
- karburační schopnost a odpařivost

Oktanové číslo (OČ)

Oktanové číslo je přímý jakostní parametr benzínu. Vyjadřuje jeho antidetonační schopnosti (mohutnost), tzn. odolnost benzínu proti detonačnímu spalování (klepání motoru).

Princip metody určení OČ spočívá ve srovnání odolnosti proti detonačnímu spalování **zkoušeného paliva** se směsí **standardních paliv**. Jako standardní paliva byly vybrány dva čisté uhlovodíky: **heptan** (C_7H_{16}), vykazující velmi malou odolnost proti klepání, (OČ = 0), a na druhé straně **izooktan** (C_8H_{18}) s velkou odolností (OČ = 100). Standardní paliva lze mísit v libovolném poměru a jejich antidetonační odolnost je lineárně závislá na jejich vzájemném poměru ve směsi. Hodnota OČ vyjadřuje, že dané palivo má stejnou odolnost proti detonačnímu spalování jako je podíl izooktanu ve směsi s heptanem. Např. pro benzin Natural 95 (OČ 95) platí, že má stejnou odolnost proti detonačnímu spalování jako standardní směs, která obsahuje 95 % izooktanu a 5 % heptanu.

Antidetonační

Oktanová čísla čistých benzinů ani zdaleka nevyhovují nárokům dnešních zážehových motorů. Zvýšení oktanového čísla se dosahuje přidáním antidetonátorů, které vykazují OČ vyšší než 100. U **olovnatých benzinů** se nejčastěji používají tetraethylolovo (TEO) a tetramethylolovo (TMO). Kromě zvýšení oktanového čísla, oxidy olova, vznikající ve spalovacím prostoru se usazují na povrchu sedel ventilů, kde vytvoří tenkou vrstvičku chránící sedla před mechanickým a tepelným namáháním (tzv. "mazání" sedel ventilů). Obsah olova v benzínu je z ekologického hlediska omezen na maximálně 0,15 g na 1 litr benzínu. Vozidla s katalyzátory nesmí olovnaté benziny používat vůbec. U **bezolovnatých benzinů** plní úlohu antidetonátorů nejčastěji látky éterického původu. K základním patří:

- metyltercbutyléter (MTBE),
- etyltercbutyléter (ETBE),
- tercamylmethyléter (TAME).

Karburační schopnost a odparnost benzínu

Jedná se o druhý základní parametr benzínu, který vyjadřuje schopnost vytvořit v karburátoru nebo vstřikovacím zařízení směs par a jemně rozprášených kapiček. Pro úplnost uvádíme výčet ostatních parametrů benzínu, které se hodnotí při posuzování jeho kvality:

- spalné teplo a výhřevnost,
- bod krystalizace,
- korozivní vlastnosti,
- reaktivnost na pryž,
- hustota benzínu,
- mísitelnost složek a citlivost vůči vodě.

3.1.4 Základní parametry motorové nafty

Kvalita a vhodnost motorové nafty pro spalování ve vznětových motorech se posuzuje na základě několika kritérií, jejichž hodnoty jsou dány u nás evropskou normou ČSN - EN 590.

Reaktivita nafty se vyjadřuje tzv. **cetanovým číslem** (CČ), které je obdobou oktanového čísla u benzinů. Při jeho stanovení se volí jako standardní palivo směs **cetanu** ($C_{16}H_{34}$; CČ = 100) a **heptametyl nonanu** (CČ = 15). Číselná hodnota CČ nafty znamená objemové procento cetanu ve směsi podle vztahu: $CČ = \% \text{ cetanu} + 0,15 \times \% \text{ heptametyl nonanu}$. Vývoj vznětových motorů směřuje ke zmenšování jejich závislosti na cetanovém čísle paliva, tvrdému chodu motoru se zabráňuje konstrukčními úpravami (např. většími vstřikovacími tlaky, které umožňují lepší rozprášení paliva). Cetanové číslo paliva má vliv i na spouštění studeného motoru, ale i zde přichází na řadu mechanické zásahy, jako je úprava dávky paliva, změna úhlu předvstřiku a předehtívání spalovacího prostoru žhavicími svíčkami. Cetanové číslo běžných paliv se pohybuje v rozmezí od 46 do 56. Je třeba dodat, že cetanové číslo neovlivňuje výkon motoru.

Pro motory silničních vozidel se obsah síry do 0,05 % hmotnosti považuje za přijatelný z hlediska negativních vlivů na motor (koroze). Určitý minimální obsah síry v palivu je však nezbytný, poněvadž síra zlepšuje jeho mazací schopnosti. Do motorové nafty s velmi nízkým obsahem síry (až 0,01 % hmotnosti), tzv. „ultra green“, se pro zlepšení mazacích vlastností přidávají aromáty.

Karbonizační číslo charakterizuje sklon motorové nafty k tvorbě karbonových úsad ve spalovacím prostoru. Kapky paliva hoří pouze na povrchu. Vlastní jádro kapky je tedy vystaveno velké teplotě bez dostatečného přístupu vzduchu, který je potřebný pro její spálení, a proto karbonizuje.

U motorové nafty, na rozdíl od benzínu, patří **viskozita** mezi významné parametry, a to ze dvou důvodů:

- z hlediska tvorby aerosolu při vstřiku do válce. Příliš viskózní nafta je příčinou vzniku koncentrovaného, nedostatečně se spalujícího aerosolu, který tvoří karbonové úsady, které zčásti odcházejí výfukem do atmosféry, ovšem také se usazují v motoru a pronikají do motorového oleje,
- z hlediska mazacích schopností paliva ve vstřikovacím čerpadle. Viskozita paliva ovlivňuje výrazně jeho životnost. Je opět dána normou, proto by u běžně nakupovaných produktů neměly vzniknout problémy.

Nafta je díky svému složení závislá na teplotě prostředí, problémy spojené zejména s přechodem na zimní provoz řadí chladové vlastnosti motorové nafty mezi její nejdůležitější parametry. Nafta obsahuje složky, které mají při nižších teplotách sklon krystalizovat a dále pak vytvářet krystalickou mříž, která znemožňuje tečení kapaliny.

3.2 Plynná paliva

Plynná paliva spalují především konvenční zážehové motory používající trojčinný katalyzátor s lambda regulací. S výjimkou hardwaru pro zplynování zkapalněného zemního plynu a absence zařízení pro studený běh motoru přejímají jinak veškeré moderní zařízení běžného zážehového motoru. Vedle toho existují u nákladních vozidel také speciální dvoupalivové motory, kde směs plynu a vzduchu není zapalována elektrickou jiskrou zapalovací svíčky, ale určitým množstvím vstříknuté motorové nafty, která se vznítí kompresním teplem. Tyto motory mohou běžet na plyn i 100% motorovou naftu. Obvykle se podíl motorové nafty pohybuje od 30 % do 50 %.

3.2.1 Bioplyn

Jedná se o plyn získaný při anaerobní fermentaci (vyhnilivání) organických látek živočišného nebo rostlinného původu. Bioplyn se obvykle spaluje ve speciálních plynových motorech kogeneračních jednotek, kde se současně vyrábí elektrická energie i teplo (odpadní teplo

ze spalin a chlazení motoru). Důvodem je přítomnost různých příměsí (CO_2 , H_2S , popř. NH_3), které poškozují standardní motory (koroze). Pro využití v dopravě se bioplyn čistí a zbavuje příměsí, dokud podíl metanu nepřesahuje 98 %. Tomuto plynu se pak říká biometan a je plně zaměnitelný s klasickým zemním plynem (lze ho využít v kogeneračních jednotkách, k vytápění, vaření, pohonu vozidel,...).

3.2.2 Zemní plyn

Obrovské světové rezervy tohoto paliva poskytují jedinečnou možnost širokého využití nejen jako topného zdroje, ale v poslední době také jako pohonné hmoty. Pro pohon vozidel se používá ve formě CNG (Compressed Natural Gas - stlačený zemní plyn) nebo LNG (Liquified Natural Gas - zkapalněný zemní plyn).

Vedle metanu (CH_4) jako hlavní složky (až 99 % objemu) obsahuje zemní plyn celou plejádu doprovodných složek: propan, butan, vyšší uhlovodíky, dále sirovodík, oxid uhličitý, vodní páry, dusík, argon a další plyny. Nežádoucími složkami jsou sirovodík a vodní páry, protože přispívají ke korozisčnosti zemního plynu.

Zemní plyn má vynikající odolnost proti detonačnímu spalování (klepání motoru). Díky této vlastnosti má většina motorů spalujících zemní plyn vyšší kompresní poměr než je u zážehových motorů zvykem, a to až 13:1. Rovněž plnicí tlak u přeplňovaných motorů může být vyšší. Další nespornou výhodou, kromě nízkých provozních nákladů, je rychlost tankování, kdy je při vysokotlakém plnění natankována plná nádrž za přibližně stejnou dobu jako u benzínu či nafty. Z hlediska logistiky má zemní plyn oproti ostatním palivům obrovskou výhodu, protože se přepravuje v potrubí standardními plynovody a tudíž odpadá pravidelné zásobování plnicí stanice pomocí cisteren.



Obr. 18 Plnicí stanice CNG v Přerově

3.2.3 Zkapalněný propan - butan LPG

Termín LPG (Liquified Petroleum Gas) se vztahuje na směsi propanu C_3H_8 a butanu C_4H_{10} , dále s menším množstvím i ostatních uhlovodíků, jako izobutanu, propenu a řady izomerů butanu. Také může zahrnovat malé množství etanu.

Složení LPG poměrně silně kolísá, na což má vliv především poměr propanu k butanu. Tento poměr je v různých zemích odlišný, v České republice je podíl propanu 40 % až 60 % objemu plynu, ale např. v Německu tvoří LPG 100 % propanu a propenu. Výhřevnost propanu je nižší, ale na druhou stranu má výborné antidetonační vlastnosti ($\text{OČ} = 95,9$). Na základě prováděných souběžných měření zážehového a LPG verze téhož motoru bylo zjištěno, že výkon motoru s LPG je o něco málo nižší (asi o 3 % až 4 %). Ve srovnání se zážehovými či vznětovými motory s kapalným palivem dává motor na čistý propan spaliny s tak malým procentem

Tradiční fosilní paliva, plynná paliva a biopaliva

škodlivých emisí, že může být zařazen mezi motory s velmi nízkou produkcí emisí (ULEV⁹). Nádrže na LPG umístěné v osobních a lehkých užitkových vozidlech jsou tlakové nádoby úředně testované na tlaky 1 MPa až 1,7 MPa. Riziko požáru a exploze je u neodborně instalovaných LPG souprav mnohem větší než v případě pohonu benzinem.

3.2.4 Dimetyléter (DME)

DME je plynné palivo, které funguje v dieselovém cyklu, proto může být DME spalován ve speciálně upraveném dieselovém motoru. Tento plyn připomíná LPG, na rozdíl od bioplynu a CNG však nepotřebuje skladování pod vysokým tlakem. DME lze vyrábět ze zemního plynu nebo biomasy zplyněné za vysokého tlaku a teploty. Pro zplynění a syntézu paliv, jako jsou DME nebo syntetická nafta, lze využít např. černý louh, zbytkový produkt papírenského průmyslu. V současnosti se DME nejvíce používá jako pohonná látka ve sprejích.

3.3 Biopaliva

Biopaliva jsou v současnosti velmi diskutovaným tématem. Jsou to kapalná paliva vyráběná z rostlinných materiálů a díky svým vlastnostem se mohou do určitého poměru míchat s fosilními palivy, aniž by došlo k poškození motoru. Existují dva druhy biopaliv, prvním jsou tzv. oxygenáty, jejichž nejznámějším zástupcem je bioetanol. Tato paliva se přidávají do směsi s benzinem. Druhá skupina slouží k pohonu vznětových motorů, přičemž jejími zástupci jsou nejrozličnější rostlinné oleje a jejich estery. Biopaliva první generace se vyrábějí ze stejných plodin, které se používají v potravinářském průmyslu (pšenice, slunečnice,...) a proto zde vyvstala otázka konkurence s potravinami. Svět si musí vybrat, jestli využije zemědělskou půdu pro pěstování biopaliv nebo potravin. Snahou o vyřešení tohoto problému jsou biopaliva druhé generace vyráběná z odpadů (převážně zemědělských). Z tohoto pohledu lze mezi biopaliva zařadit i dříve zmíněný biometan a dimetyléter, neboť vznikají rozkladem organického odpadu a lze je snadno využít k pohonu vozidel.

3.3.1 Kapalná biopaliva pro zážehové motory - oxygenáty

Společným znakem oxygenátů bez rozdílů druhu je zabudovaný kyslík v jejich molekule. Oxygenáty je možno definovat jako alternativní, popř. substituční paliva určená především pro zážehové motory. Jako paliva se prozatím prosadily alkoholy a étery, přičemž étery se používají pouze jako substituční paliva, která mohou nahradit tradiční paliva jen v některých vybraných (antidetonačních) vlastnostech, ale ne jako celek.

Metanol (CH₃OH) patří mezi výrobně nejlevnější alkoholy. Může být vyráběn z ropných i neropných surovin. Mezi jeho výhody jako palivo patří:

- vysoké oktanové číslo umožňuje použití i v zážehových motorech s vysokým kompresním poměrem, běžně 13:1, ale je možný i poměr 18:1
- vysoké výparné teplo (až 6x větší než u benzínu) a tím i velmi dobré vnitřní chlazení motoru
- emise s menším obsahem CO a bez uhlovodíků v důsledku 50 % zabudovaného kyslíku
- spalování metanolu probíhá při nižších teplotách, takže se ztrácí méně energie chlazením a produkce oxidů dusíku (NO_x) je prakticky nulová
- metanol hoří rychleji než benzin, tím se účinněji využije točivý moment
- metanol produkuje při hoření větší objem spalin a tím vzniká větší tlak ve spalovacím prostoru než u benzínu (vzhledem k dosahovaným spalovacím teplotám)

⁹ Ultra Low Emission Vehicles

Metanol má ale i několik významných nevýhod pro použití jako palivo:

- nízká výhřevnost, méně než poloviční ve srovnání s benzinem; ovšem objemová výhřevnost zápalné směsi o stechiometrickém složení je menší pouze nepatrně ($3,14 \text{ kJ/m}^3$ oproti $3,35 \text{ kJ/m}^3$ u benzínu)
- rozpustnost v benzinu je omezená (max. 20 % metanolu v objemové jednotce)
- nízká těkavost a vysoké výparné teplo zhoršuje spouštění studeného motoru
- **prudká jedovatost metanolu** vylučuje možnost laické manipulace, nebezpečné je i pouhé vdechnutí par.

Etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) není na rozdíl od metanolu přímo jedovatý a mísí se s benzinem v libovolném poměru. Jeho výhřevnost je sice větší než u metanolu, avšak stále podstatně menší než u benzínu. Objemová výhřevnost stechiometrické zápalné směsi ($3,31 \text{ kJ/m}^3$) je srovnatelná s benzinem ($3,35 \text{ kJ/m}^3$). Hygroskopičnost (schopnost pohlcovat a zadržovat vlhkost) etanolu může být příčinou nasávání vzdušné vlhkosti, „zvodnatění“ alkoholické směsi s benzinem v nádrži a selhávání motoru.

Tabulka 1 Vlastnosti metanolu a etanolu jako paliva

Parametr	Metanol	Etanol	Autobenzin
Obsah kyslíku (%)	50,0	34,8	0
Bod varu (°C)	65	78	35 - 200
Výhřevnost (MJ.kg^{-1})	19,9	26,8	cca 42,7
Stechiometrický poměr vzduch - palivo	6,45:1	9,0:1	14,6:1
OČ-RM (RON)	109	109	90 - 100
OČ-MM (MON)	89	90	80 - 90

Etanol je v současnosti nejvýznamnějším kapalným alternativním palivem pro všechny typy vozidel. Výroba tohoto paliva ve světě rapidně roste a tam, kde je vybudovaná potřebná síť, přináší etanol opravdové zlepšení životního prostředí. Etanol se obvykle vyrábí z cukrové třtiny či cukrové řepy, ale surovinou mohou být i obiloviny nebo biologické odpady, např. lesní odpad. Má sice nižší energetickou hustotu než nafta či benzin, ale jelikož je kapalný, snadno se s ním manipuluje, ve vozidlech i při distribuci. V ČR je od 1.3.2008 přidáván bioetanol do benzinů v množství do 5 % objemu. Povinný obsah z celkově prodaného objemu minimálně 2 %.

3.3.2 biopaliva pro vznětové motory

Pokud se píše nebo hovoří o **bionaftě 1. generace** (v angličtině Biodiesel, v němčině Ekodiesel), vždy se tím míní metylester níže uvedených rostlinných olejů (popř. živočišných tuků). Nabídka metylesterů je v současnosti velice pestrá:

- **RME** - mezinárodní označení metylesterů řepkového oleje (Rape - Metyl - Ester), produkovaného zejména ve střední Evropě a v Kanadě. U nás se často používá český název **MEŘO**
- **SME** - Sunflower - Methyl - Ester, což je metylester slunečnicového oleje, produkovaného zejména v Itálii a Španělsku
- **SOME** - SOya - Methyl - Ester, omezuje se na hlavní producenty sóji, např. USA
- **FAME** - FattyAcid - Methyl - Ester, metylester mastných kyselin vyrobený z živočišných tuků, sádla a loje
- **VUOME** - Vaste – Used – Oil - Methyl - Ester, ester vyrobený z použitých fritovacích olejů

Výhody bionafty 1. generace:

- biologicky rozložitelné palivo do 21 dnů podle testu CEC/L33 - A95,
- nízká produkce CO₂,
- alternativní palivo velmi podobné motorové naftě; dává možnosti rozvoje zemědělské výroby a využití tuzemských zdrojů paliva,
- palivo neobsahuje síru, aromáty a PAU (polyaromatické uhlovodíky),
- kouřivost vznětových motorů klesá na méně než 50 % oproti tradičnímu palivu.

Nevýhody bionafty 1. generace:

- v České republice omezené možnosti výroby, nejvýše 200 000 tun ročně, což činí asi 5 % spotřeby motorové nafty
- palivo RME má menší výhřevnost (37,8 MJ/kg) oproti komerční EHK motorové naftě (43,5 MJ/kg); tzn., že spotřeba paliva stoupne přibližně o 7,5 % až 8 %
- má negativní vliv na kvalitu mazacího oleje (způsobuje jeho želatinizaci), což vede k nutnosti zkrácení intervalu výměny o 50 %
- dlouhodobý pokles výkonu motoru, nutnost dekarbonizace motoru, vznik tzv. měkkých úsad na pevných i pohyblivých částech motoru
- je agresivní vůči plastům a lakům

Bionafta 1. generace má z provozního hlediska řadu nežádoucích vlastností, proto došlo k vývoji **bionafty 2. generace**, která se může skládat až ze čtyř složek:

Metylester řepkového oleje (RME) - jako alternativní palivo může být RME používán bez technických úprav v dieselových motorech ve všech druzích dopravy. RME se vyrábí z řepkového oleje a někdy je nazýván také FAME. Lze ho míchat s naftou a může tak podpořit přechod na alternativní paliva. Moderní dieselové motory se vstříkovacími jednotkami mohou pracovat se 100% RME až do teploty -10 °C. V ČR je od 1.9.2007 podíl FAME do 5 % objemu podle ČSN EN 590. Povinný obsah FAME z celkově prodaného objemu minimálně 2 %.

U některých výrobců existuje snaha tuto složku buď minimalizovat, nebo ji úplně vyloučit. Čím větší je totiž podíl RME, tím jsou větší potíže s oxidační stálostí paliva („stárnutím“), s tvorbou pryskyřic a úsad v palivovém systému a s jejich usazováním na pevných a hlavně pohyblivých částech motoru. Motor ztrácí výkon a zvětšuje se jeho přehřívání při plném zatížení, zvyšuje se spotřeba paliva (tzv. „řepková únava“ motoru). Výhodami spojenými s použitím RME je zvýšená mazací schopnost paliva, snížení emisí a biologická odbouratelnost.

Lehké a těžké alkany - představují druhou hlavní složku, která je biologicky odbouratelná a má navíc výborné fyzikálně - chemické a palivářské vlastnosti. Nevýhodou jsou nevhodné mazací vlastnosti, především u lehkých alkanů. Spotřeba i v jejich případě roste, protože mají nízkou měrnou hmotnost (hustotu).

Střední bezsírný destilát - přináší dostatečnou výhřevnost, dobrou spotřebu i výkon. Ovšem odbouratelnost a emise již nejsou zdaleka tak dobré. Důvodem snížení biologické odbouratelnosti pod 90 % podle CEC je poměrně velký obsah aromatických uhlovodíků.

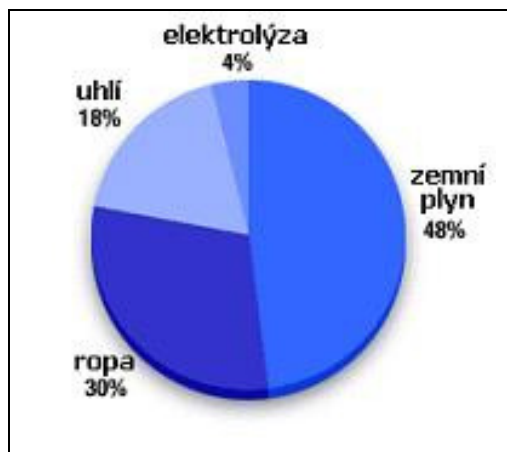
Alkoholy - především metanol a etanol. Alkoholy snadno splňují podmínky biologické odbouratelnosti podle CEC testu, navíc zlepšují emise motoru, zejména snižují vlivem vysokého výparného tepla množství NO_x. Rovněž zlepšují chladové vlastnosti paliva. K nevýhodám patří nízká výhřevnost, nízká měrná hmotnost, jejímž vlivem klesá i hmotnostní množství vstříknutého paliva, stoupá spotřeba a klesá výkon motoru. Kromě toho je cetanové číslo velmi nízké, tím se zvyšuje prodleva vznícení a motor má tvrdý chod. Alkoholy mají i nižší viskozitu a tím i horší mazací vlastnosti.

4 Vodík v dopravě - potenciál a realita

Vodík (H_2) jako palivo v dopravě má podobné vlastnosti jako tradiční fosilní paliva (vysoký obsah energie na jednotku paliva, manipulace obdobná plyným palivům). Oproti fosilním palivům však nedochází při jeho využívání k produkci nebezpečných škodlivin (oxidy síry a dusíku, uhlovodíky) a skleníkových plynů. Problémem je získávání vodíku, protože tento prvek se netěží, ale je nutné ho vyrábět z vody nebo z fosilních paliv pomocí energeticky náročných procesů.

4.1 Technologie výroby vodíku

Každý den je na světě vyprodukováno přibližně $1,4 \text{ mld. Nm}^3$, neboli 127 tis. tun vodíku. Vodík může být vyráběn mnoha způsoby z širokého spektra vstupních zdrojů. V celosvětové produkci vodíku dominuje v současné době výroba z fosilních paliv (parní reforming zemního plynu, parciální oxidace ropných frakcí a zplyňování uhlí). Za další perspektivní metody se považují: *elektrolýza vody*, *termické štěpení vody* a *zplyňování biomasy*, zvláště biomasy *odpadní*. Pro výrobu vodíku přímo z vody se jeví vhodné také některé vyvíjené jaderné reaktory čtvrté generace. Vysoká teplota chladiwa na výstupu z reaktoru je postačující pro některé perspektivní chemické cykly i vysokoteplotní elektrolýzu. Hlavním motorem rozvoje vodíkového hospodářství je nalezení alternativy k využívání fosilních paliv a to především v dopravním sektoru. Výroba vodíku pro tyto účely z fosilních paliv by proto byla z výše uvedených důvodů neobhajitelná.



Obr. 19 Podíl jednotlivých zdrojů vodíku na celosvětové produkci

4.1.1 Parní reforming zemního plynu

Tato technologie je v současnosti nejlevnějším a nejrozšířenějším způsobem výroby vodíku. Teplo pro reformní reakci i následnou konverzi oxidu uhelnatého je dodáváno z přímého spalování části zemního plynu. Proces má dvě fáze; v první se za přítomnosti katalyzátoru do vodní páry ($500\text{--}950\text{ }^{\circ}\text{C}$, $0,3\text{--}2,5\text{ MPa}$) přivádí metan (dominantní část zemního plynu). Směs metanu a páry reaguje za vzniku vodíku a oxidu uhelnatého a menšího podílu oxidu uhličitého. Reakce probíhá za výše zmíněných teplot a tlaků v reforméru. Poté následuje navýšování množství produkovaného vodíku konverzí CO z reforméru s další přidanou párou. Reakce probíhá již za nižších teplot.

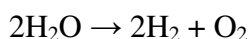
Reakce využívané při parním reformingu zemního plynu:

- reformní reakce: $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$
- konverze CO: $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$

Účinnost produkce vodíku je závislá na poměru páry a uhlíku ve směsi; pohybuje se okolo 80 %. Značnou nevýhodou je produkce vysokého množství oxidu uhličitého - na 1 kg vodíku se vyprodukuje 7,05 kg CO_2 .

4.1.2 Elektrolýza

Elektrolýza je proces, při kterém stejnosměrný proud při průchodu vodným roztokem štěpí chemickou vazbu mezi vodíkem a kyslíkem:



Vodík v dopravě - potenciál a realita

Proces elektrolýzy probíhá za pokojových teplot a pro jeho chod je nutná pouze elektrická energie. Tímto způsobem jsou vyrobena asi 4 % z celkové světové produkce vodíku. Účinnost procesu se pohybuje v rozmezí 80-92 %. Výstupem elektrolýzy je kyslík a vysoce čistý vodíkový plyn, pro většinu aplikací bez nutnosti dodatečného dočišťování.

Konvenční elektrolýza je výhodná zejména tam, kde je levná elektřina a dostatek vody. Příkladem může být Island s jeho geotermální energií. Elektrolytické zařízení je modulární, může být navrženo jako velká centrální jednotka či jako malé zařízení pro lokální použití se stejnou účinností (výroba vodíku přímo na čerpací stanici). K výhodám elektrolýzy patří možnost použití různých zdrojů vstupní energie a vysoká čistota elektrolytického vodíku. Nevýhodou jsou vysoké náklady na membránu v elektrolýzáru a vysoké ceny elektrické energie.



Obr. 20 Modul elektrolytického zařízení

4.2 Doprava a skladování vodíku

Velkovýrobní vodíku budou vázány na zdroje energie *tepelné* (jaderné), *elektrické* (vodní), nebo *solární*. Ty nebudou rozmístěny rovnoměrně, proto se bude uvažovat o dálkovém transportu, možná i transoceánském a transkontinentálním, přičemž druhý by mohl navazovat na první – zkapalněný vodík lze přepravovat buď v kontejnerech, nebo v říčních tankových lodích. Kontejnerová přeprava bude zřejmě efektivnější, neboť nebude vázána jen na splavné řeky, bude se kombinovat s železniční a silniční dopravou. Přepravní kontejnery umožní i skladování, resp. Vyrovnání bilančních výkyvů mezi výrobou, dopravou a spotřebou. Jejich nevýhodou zůstane výbušnost směsi vodíku se vzduchem, tedy riziko výbuchu při netěsnostech systému a při dopravních nehodách.



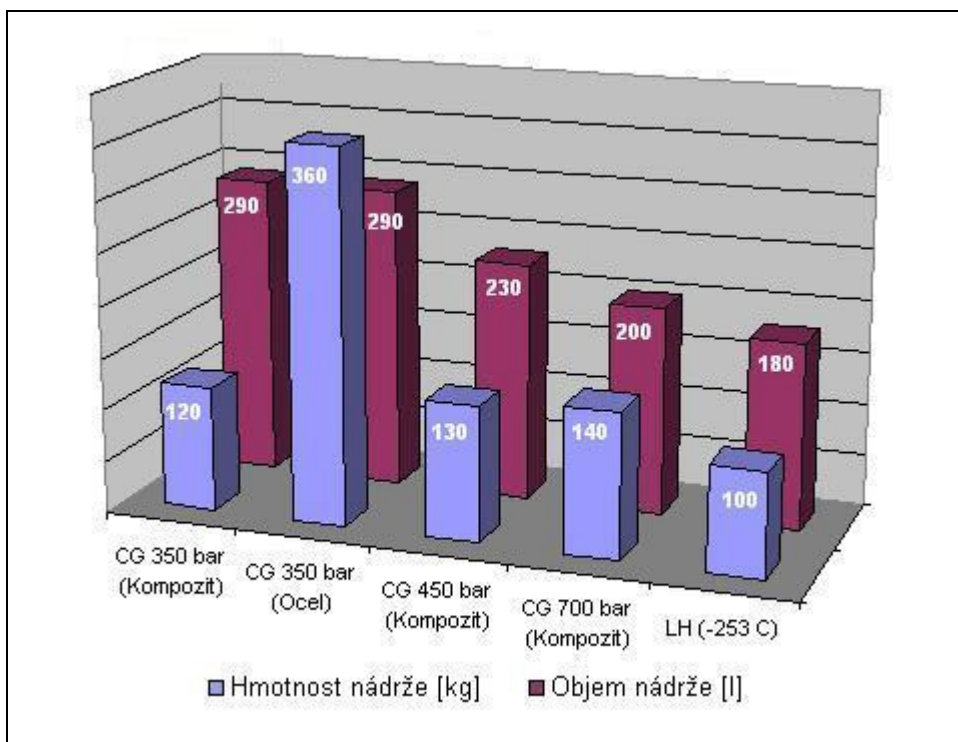
Obr. 21 Tanker pro přepravu zkapalněného vodíku

Vedle dálkového transportu zkapalněného vodíku se jistě uplatní potrubní rozvod plynného vodíku, tak jak je běžné u zemního plynu. Lze očekávat, zachování principu rozvodu vysoko-, středo-, a nízkotlakými plynovody. Tím bude zajištěna dosažitelnost vodíku jako nosiče energie jak pro velké, tak pro menší odběratele.

4.2.1 Skladování vodíku

Technologie pro skladování vodíku můžeme dle stupně výzkumu a vývoje v zásadě rozdělit na konvenční a alternativní. Ke konvenčním technologiím patří především tlakové nádoby pro plynný vodík a kryogenní nádoby pro zkapalněný vodík. Zástupcem alternativních technologií je např. skladování vodíku v metalhydridech, komplexních hydridech, v nanostrukturách uhlíku a jako součást chemických látek.

Na následujícím obrázku jsou naznačeny hmotnostní a objemové parametry pro plnou nádrž, která je schopna pojmout 6 kg H₂, což je hmotnost zajišťující osobnímu vozu střední třídy dojezd přibližně 500 km (ekvivalentní benzinová nádrž cca 55 kg, 45 l). Vozidlo s dojezdem 500 km bude mít tedy přibližně čtyřikrát až šestkrát objemnější nádrž oproti vozidlu spalující benzin a dvakrát až třikrát vyšší hmotnost nádrže (v případě ocelových lahví až sedmkrát!). Konvenční způsoby skladování vodíku jsou bezpečné a lety provozu ověřené systémy, jejich technologický potenciál je však téměř vyčerpán. Hmotnostní kapacita je závislá především na materiálu skladovací nádoby, vhodným materiálem tedy můžeme tento parametr mírně zlepšit. Naproti tomu objemová kapacita je závislá na skladovacím tlaku a teplotě vodíku (dolní limit určuje hustota zkapalněného vodíku) a je limitující pro oba tyto systémy.



Obr. 22 Hmotnostní a objemové parametry pro plnou nádrž

4.2.2 Bezpečnostní opatření

Vysoká hustota energie, hořlavost a výbušnost jsou vlastnosti, které jsou společné všem druhům paliv. Skladování takových paliv v prostoru vozidla představuje riziko vznícení případně výbuchu paliva vně spalovací komory tepelného motoru nebo palivového článku. Vodík není v tomto ohledu výjimkou, přesto je jeho chování v mnoha ohledech velmi odlišné od stávajících fosilních paliv.

Vodík v dopravě - potenciál a realita

- Vodík tvoří spolu se vzduchem hořlavou a výbušnou směs v širokém rozsahu koncentrací (4 - 75 % objemu pro hořlavou směs a 19 - 59 % objemu pro výbušnou směs).
- Při rychlé expanzi může dojít k samovznícení.
- Vodík má velmi nízkou zápalnou energii, již velmi malý elektrostatický náboj (0,02 J) může iniciovat vzplanutí paliva.
- Nízká viskozita a malá velikost vodíkové molekuly kladou zvýšené nároky na utěsnění palivové soustavy.
- Únik vodíku není možné rozpoznat lidskými smysly.
- Velmi nízká hustota plynu napomáhá rychlému rozptýlu do okolí a tedy k rychlému snížení koncentrace pod zápalnou mez.
- Nebyly zjištěny toxické účinky na člověka, při hoření nevznikají toxické zplodiny.
- Za denního světla není vodíkový plamen téměř viditelný.

Přestože většina výše uvedených parametrů je z hlediska bezpečnosti oproti běžným palivům méně příznivých, mnoho praktických zkoušek prokázalo menší destrukční účinky vzplanutí vodíkové nádrže na vozidlo i menší riziko pro posádku. Na následujícím obrázku je test úniku a následného vznícení vodíku a benzinu.

Při destrukci nádrže stoupá vodík díky své nízké hustotě velmi rychle vzhůru a případný požár vzniká ve větší míře vně vozidla. K zvýšení bezpečnosti paradoxně přispívá i menší množství paliva skladovaného ve vozidlech. Bezpečnost se dá dále zvýšit vhodným umístěním skladovací nádrže (například na střeche).

U konvenčních skladovacích systémů je vodík skladován v nádobách za velmi nízkých teplot případně za vysokých tlaků. Takovéto systémy jsou velmi náchylné na porušení pláště skladovací nádoby. Při mechanickém poškození nádoby může dojít ve velmi krátké době k úniku celého obsahu nádrže a k případnému vzplanutí nebo výbuchu.

Při skladování vodíku v kryogenní nádrži dochází vlivem přestupu tepla k pozvolnému odparu. V případě, kdy je odpařený vodík jednoduše vypouštěn do atmosféry je nutné dodržet zvýšená bezpečnostní opatření, aby se zabránilo hromadění vodíku v uzavřených prostorách. Velmi nízká teplota skladovaného vodíku představuje pro člověka vážné zdravotní riziko. Při kontaktu s pokožkou může dojít ke kryogenním popáleninám, omrzlinám a podchlazením; při vdechnutí studených par potom k vážnému poškození plic. Nebezpečné mohou být i vysoce podchlazené kovové části palivového systému, při manipulaci s takovými částmi systému je nezbytné používat ochranné rukavice. U alternativních systémů skladování vodíku je vodík vázán ve struktuře materiálu; při poruše pláště nádrže tedy nedochází k rychlému úniku vně nádrží vozidla.



Obr. 23 Test bezpečnosti nádrže na vodík (vlevo) a benzin (vpravo)

4.3 Palivové články

V palivovém článku dochází k reakci mezi vodíkem a okolním vzduchem – výsledkem této reakce je elektrický proud a voda. Celá věc však není tak jednoduchá, jak by se mohlo na první pohled zdát. Uprostřed palivového článku je umístěna ještě tzv. **polymerová membrána**. Ta je skutečným místem, kde vzniká elektrický proud reakcí vodíku a kyslíku.

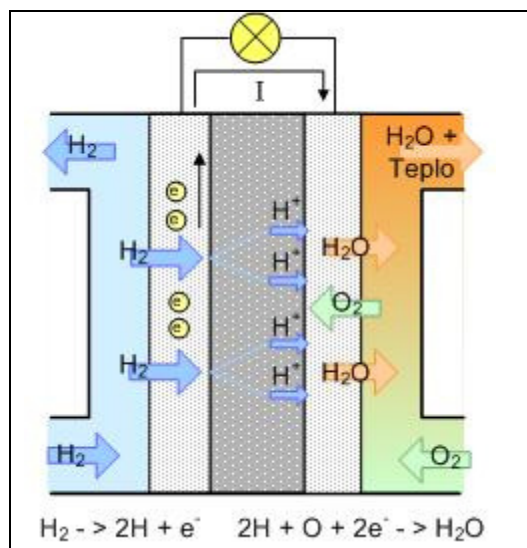
Zatím nejčastěji používaným palivem je čistý vodík, který může v palivovém článku přímo reagovat za vývoje elektrického proudu. Protože vodík není vhodným palivem pro všechny aplikace palivových článků, je věnována velká pozornost i tzv. nepřímým palivům, ze kterých je vodík uvolňován reformovacím procesem. Mezi nejvýznamnější nepřímé zdroje vodíku patří

zemní plyn, metan, metylalkohol, etylalkohol, případně čpavek. Reformováním těchto zdrojů vodní parou nebo tzv. parciální oxidací při vysokých teplotách vzniká vodík s kysličníky uhlíku.

V poslední době se pro řadu aplikací s využitím palivových článků ukazuje metylalkohol jako velmi perspektivní kapalné přímé palivo. Již v současné době byla totiž vyrobena řada prototypů palivových článků, ve kterých je používán metylalkohol jako přímé palivo bez potřeby reformování.

4.3.1 Princip činnosti palivového článku

Palivový článek můžeme definovat jako elektrochemický zdroj stejnosměrného proudu, ve kterém dochází ke katalytickým reakcím vodíkového paliva a oxidačního činidla na elektrodách. Pracuje na obráceném principu elektrolýzy vody. Vodík je přiváděn k anodě, na které dochází k jeho katalytické přeměně (oxidaci) na proton a elektron. Proton přechází elektrolytem ke katodě, zatímco uvolněný elektron přechází vnějším vedením. Na katodě reaguje proton s přiváděným kyslíkem a elektronem za vzniku vody. Na obou elektrodách vzniká přitom potenciální rozdíl kolem 1 V, při zatížení 0,5 až 0,8 V. Palivový článek obsahuje obvykle několik desítek jednotlivých cel v sériovém uspořádání, aby bylo dosaženo potřebného vyššího napětí. Podle požadavků na produkované napětí a



Obr. 24 Princip činnosti palivového článku

proud pak lze provádět sériové nebo paralelní propojení jednotlivých modulů. Svou činností se palivový článek podobá klasickým akumulátorům, na rozdíl od nich však používá z vnějšku dodávané palivo, což mu umožňuje libovolně dlouhý provoz.

4.4 Vodík jako nejen automobilové palivo

Využití vodíku jako paliva bude zajímavé pro proudové letecké motory. Ty mají měrnou spotřebu paliva na tunokilometr nejvyšší (přibližně třikrát až pětikrát vyšší proti silničním motorovým vozidlům) a jejich relativní podíl na ceně přepravy je vysoký. Odhaduje se, že do roku 2030 vzroste cena jejich současného paliva (kerosinu) zhruba pětikrát. Proto se v posledních letech známé letecké konstruktérské firmy (Tupolev, Daimler-Benz, Aerospace, Dornier, Airbus Aerospace aj.) a firmy se zkušenostmi v kryogenní technice (Linde A. G.) zabývají vývojem motorů, palivových nádrží a letounů poháněných vodíkem. Již roku 1988 se zkušel vodíkový tryskový motor na dopravním letounu TU-154 (vzlétl pod typovým označením TU-155).

Výhodou spalovacích turbín a jimi poháněných turbodmychadlových leteckých motorů je jejich poměrně jednoduchá adaptace na vodík. Spočívá hlavně v úpravě počtu směšovací trysky nebo zkrácení spalovacích komor pro vyšší rychlost hoření vodíku a nutnost jeho dokonalého směšování se spalovacím vzduchem. Větším problémem je konstrukce a umístění palivových nádrží, jejichž provozní teplota musí být -250 °C při provozním tlaku 1,2 MPa. Proto nemohou být v křídlech jako dosud, bude se muset změnit konstrukce letadel. Navíc se palivové systémy musí doplnit o tepelné výměníky - výparníky pro zplynění kapalného vodíku, čímž se patrně (dle dosavadních technologických znalostí) sníží nosnost nebo dolet letadel.

5 Elektřina jako staronový hráč v oblasti dopravy

V roce 2010 byly dominantním zdrojem energie v sektoru dopravy fosilní paliva od benzínu a nafty v osobních vozech, přes kerosin v letadlech a CNG v pozemní dopravě až po těžké oleje a mazut na zaoceánských lodích a výjimečně i uhlí pro pohon vlaků a lodí v méně vyvinutých oblastech. Tím druhým v pořadí však byla elektřina, která si vydobyla své místo především v železniční dopravě, dále v městské hromadné dopravě (trolejbusy, tramvaje, metro) a v mnohem menší míře i v silniční dopravě (od golfových vozíků, přes vysokozdvizné vozíky a osobní automobily až po malé nákladní vozy). V lodní dopravě je elektrická energie užívána pro pohon lodí na nádržích pitné vody, ledoborcích (jaderné reaktory) a ponorkách. Objevily se dokonce i první létající stroje na elektřinu, jejichž význam je však pouze doplňkový (malé bezpilotní helikoptéry, experimentální letouny a vzducholodě).

Při pohledu na současný stav je až překvapující, jaké postavení měly elektromobily před sto lety. Přibližně od roku 1890 nastává rozvoj elektromobilů, které dalších dvacet let soutěžili s parními vozy o vedoucí pozici na trhu. Spalovací motory (zážehové i vznětové) byly v té době v plenkách a oproti elektromobilům měly několik nevýhod. Vozy se spalovacím motorem byly nespolehlivé, hlučné, znečišťovaly ovzduší zplodinami nedokonalého a potřebovaly převodovku. Největší nevýhodou prvních automobilů se spalovacími motory byla nutnost namáhavě pomocí kliky nastartovat motor. I díky tomu byly elektromotory velmi oblíbené u žen.



Obr. 25 "La Jamais Contente", elektromobil a první vůz, který kdy překonal 100 km/h.

V roce 1899 elektromobil pojmenovaný „La Jamais Contente“ jako první silniční vozidlo rychlost 100 km/h! Bohužel, Achillovou patou elektromobilů byla a stále do značné míry je malá kapacita těžkých baterií, kvůli kterým měly omezený dojezd. Technologie vozů se spalovacím motorem se bleskově vyvíjela, rostla síť čerpacích stanic na levná kapalná paliva a roku 1912 byl vynalezen elektrický startér, díky kterému získaly spalovací motory převahu. V první světové

válce prokázaly vozy se spalovacím motorem svoji spolehlivost a do poloviny dvacátých let minulého století zcela vytlačili elektromobily ze scény.

Na konci 20. století nastala renesance elektromobilů jednak díky snaze snížit znečištění ovzduší ale hlavně díky rozvoji výpočetní techniky. Moderní systémy dokážou účelně hospodařit s energií (počítačem řízené nabíjení baterií) a technologie moderních lithiových baterií, původně vyvinutých pro notebooky, výrazně rozšiřují dojezd většiny elektromobilů.

V současnosti brání většímu rozšíření elektromobilů zejména kombinace nedostatečné osvěty a politicko-ekonomických vlivů. Z technického hlediska je elektromobil již schopen nahradit nezanedbatelnou část běžné individuální automobilové dopravy. Elektromobily bývají považovány za drahé, což je důsledek produkce menších sérií vozů oproti verzi se spalovacím motorem. Ve skutečnosti jsou jejich trakční agregáty složené z méně dílů a velkosériová produkce by podle některých analytiků byla levnější než současná výroba.

Automobilový průmysl dnes podle vlastních slov generuje zisk především prodejem náhradních součástek a leasingem, kde dosahuje nejvyšší marže. Prodejní cena nového automobilu často jen pokrývá výrobní náklady a vývoj daného modelu. Dlouhodobé investice do infrastruktury spjaté s výrobou spalovacích pohonů brání změně výroby odlišné koncepce, nad kterou nemá automobilový průmysl kapitálovou a licenční kontrolu, jako jsou pokročilé bateriové technologie, asynchronní trakční systémy apod. Obnovený zájem o elektromobily stoupá vzhledem k pozvolné změně chápání efektivního využití energie a hlavně s růstem cen ropy zohledňujícím nastávající trvalý pokles objemu její těžby (ropný vrchol).

5.1 Olověný akumulátor (baterie)

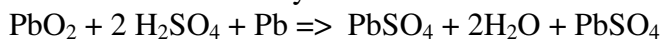
Akumulátor je baterie více olověných článků. Články akumulátorové baterie jsou umístěny ve společné nádobě, uzavřené víkem s plnicími otvory s uzávěry. Nádobu má na spodní části vystupující lišty, sloužící k upevnění akumulátoru ve vozidle kovovými lištami. Každý článek olověného akumulátoru má kladnou a zápornou olověnou elektrodu, které jsou kvůli zkratu oddělené separátorem. Aby mohl akumulátor dodávat velký proud, musí mít elektrody velkou plochu, jsou proto tvořeny mnoha tenkými destičkami. Napětí jednoho článku je 2 V a jejich sériovým spojením se tvoří akumulátorové baterie s napětím 6 V (pro motocykly), 12 V (pro osobní automobily) nebo 24 V (pro nákladní automobily). Prostor mezi deskami a separátorem vyplňuje elektrolyt (zředěná kyselina sírová H_2SO_4). Nad elektrodami je malá zásoba elektrolytu pro případ poklesu hladiny a pod deskami je prostor pro uvolněné částice olova z desek, tvořících kal, který může zkratovat desky. Póly akumulátoru jsou póly krajních článků v podobě olověných kuželů lišících se kvůli rozlišení průměrem (+ pól má větší průměr). K pólům se připevňují svorky kabelů palubní sítě.

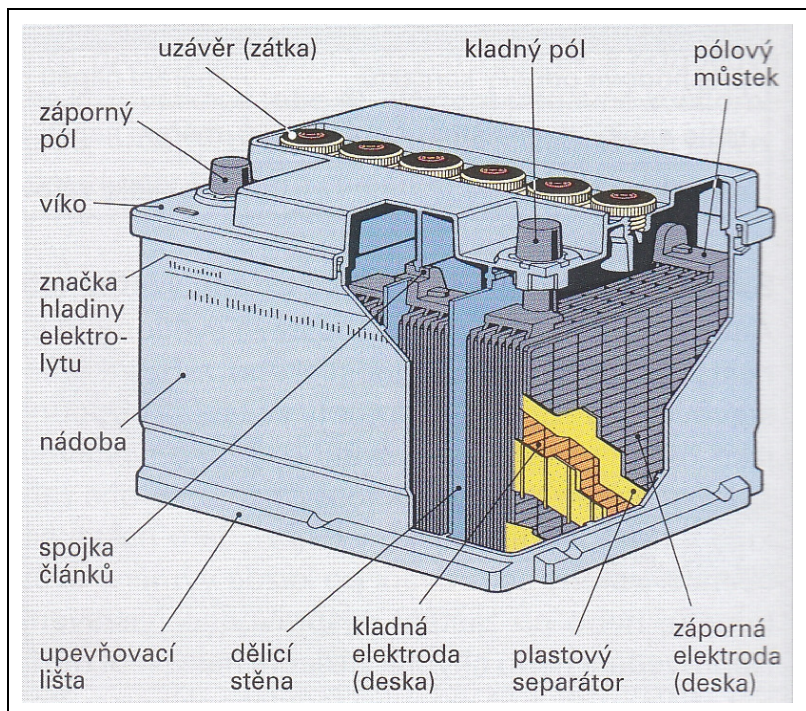
Kvůli srovnání a výměně baterií různých výrobců je předepsáno jejich označování evropskou normou EN 60095-1. Označení se skládá z devítimístného evropského typového čísla ETN (např. 544 105 045). Toto číslo obsahuje:

- jmenovité napětí např. číslice 5: 12 V,
- jmenovitá kapacita (náboj), např. číslo 44 : 44 Ah,
- informace o tvaru a způsobu upevnění, např. číslo 105,
- maximální vybíjecí proud, např. 045 : 450 A.

V Německu se navíc udává označení typu podle normy DIN 72310.

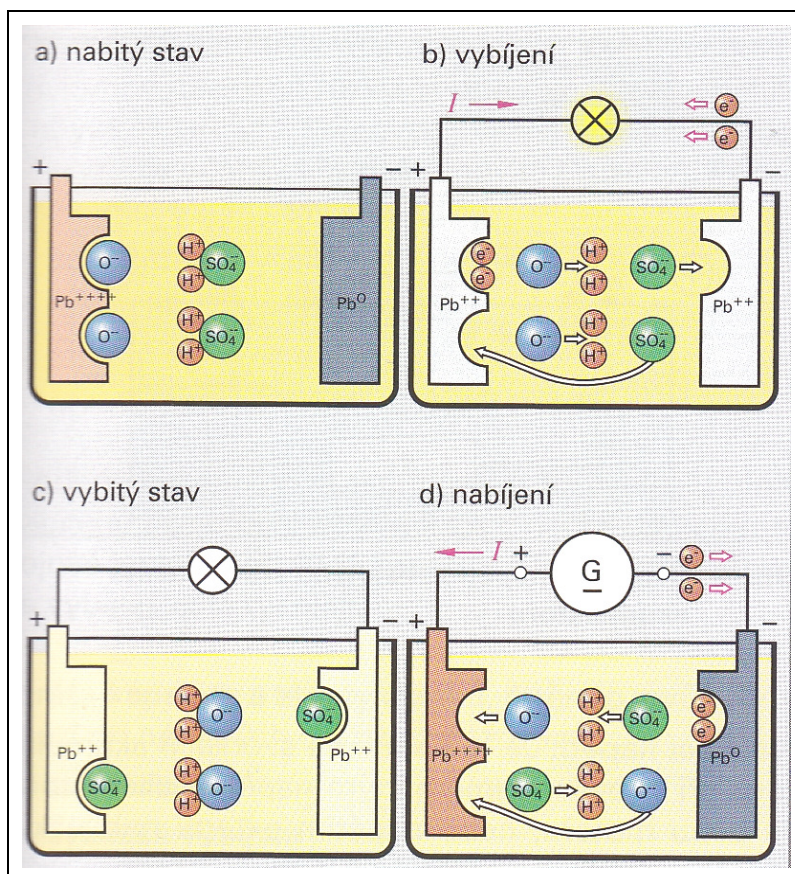
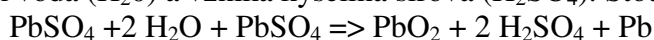
Odběr proudu z nabitého akumulátoru je provázen elektrochemickými procesy v člancích. Hnědý oxid olovičitý na kladných deskách i šedé olovo na minus deskách se reakcí s kyselinou sírovou (H_2SO_4) mění na bílý síran olovnatý (PbSO_4). Vzniká přitom voda (H_2O) a zmenšuje se koncentrace i hustota elektrolytu.





Obr. 26 Konstrukce olověného akumulátoru

Připojením napětí na elektrody (póly akumulátoru) vznikne nabíjecí proud provázený elektrochemickými procesy. Bílý síran olovnatý (PbSO_4) na kladných deskách se mění na hnědý oxid olovičitý (PbO_2) a na záporných deskách se mění na šedé olovo (Pb). Spotřebovává se při tom voda (H_2O) a vzniká kyselina sírová (H_2SO_4). Stoupá hustota a koncentrace elektrolytu.



Obr. 27 Elektrochemické procesy v olověném akumulátoru

Bezúdržbové startovací akumulátory (podle předpisů EN 5034)

Úbytek elektrolytu při běžném provozu musí být tak malý, aby nemusel být alespoň 2 roky doplňován. Mají plnicí zátky k naplnění kyselinou sírovou a k doplňování destilovanou vodou. Olověné mřížové desky těchto olověných akumulátorů obsahují antimon pro zvýšení pevnosti. Antimon však způsobuje samovybíjení, plynování a tím větší spotřebu vody. Vyrobené akumulátory se proto skladují suché a plní se nejméně 20 minut před prvním nabíjením 37% kyselinou sírovou.

Zcela bezúdržbové startovací akumulátory jsou těsně uzavřeny, nevyžadují doplňování elektrolytu, absorbují zpět vznikající plyny a fungují při náklonech do 70°. Tyto akumulátory nemají plnicí zátky a skladují se naplněné. Desky akumulátoru obsahují vápník místo antimonu. Velmi se tím omezí samovybíjení i rozklad vody. Zásoba elektrolytu nad deskami je pak dostatečná a akumulátor se hodí pro vozidla s delšími odstávkami. Jsou vybaveny pouze odplynovacími otvory s bezpečnostním labyrintem umožňujícím náklon. U těchto akumulátorů není možné zjišťovat hustotěrem stav nabití. Proto má mnoho těchto akumulátorů kontrolní ukazatel stavu nabití. Barva ukazatele může mít např. tento význam:

- zelená: v pořádku (OK)
- šedá: dobít (Check)
- bílá: vyměnit (Change)



Obr. 28 Bezúdržbový startovací akumulátor

Vysokoproudové akumulátory

Akumulátory se zvýšenou životností a odolností proti otřesům a cyklickému vybíjení. Obálkové separátory kladných desek jsou ze skelného rouna a zabraňují vzniku kalu z vydroleného materiálu na dně akumulátoru. Desky jsou stočené ve válcových člancích a jsou fixované zalévací pryskyřicí nebo plastem. Veškerý elektrolyt je absorbován do separátorů. Tyto akumulátory jsou vhodné i pro stavební stroje, vibrační válce, traktory a kombajny.

Olověné akumulátory s vázaným elektrolytem

Tyto akumulátory nemohou vytéci a mohou mít libovolnou polohu. Jsou odolné proti cyklickému vybíjení a ani úplné vybití nesnižuje jejich životnost. Elektrolyt je vázán v gelu nebo nasáklý ve skelné tkanině. Vzdálenost elektrod je menší a tím je také menší vnitřní odpor. Díky vnitřní rekombinaci kyslíku se neuvolňují plyny, protože se bezprostředně po vzniku opět slučují na vodu. Hlavní odlišnosti od akumulátorů s volně nalitým elektrolytem jsou tyto:

- nepatrné samovybíjení,
- kompaktní konstrukce bez volných prostorů pro elektrolyt nad a pod elektrodami,

Elektřina jako staronový hráč v oblasti dopravy

- velký zkratový proud díky velké ploše elektrod,
- při přebíjení unikají plyny přetlakovým ventilem.

Tyto akumulátory se hodí pro vozidla s dlouhými odstávkami a mohou být používány jako hlavní napájecí zdroje (např. přenosných zařízení). Rozlišují se akumulátory s gelem a akumulátory se skelným rounem.

Gelové akumulátory.

Elektrolyt je vázán v pevném (netekutém) vícesložkovém gelu, vytvořeném přidáním kyseliny křemičité do kyseliny sírové tvořící elektrolyt. Elektrochemické reakce probíhají v gelu stejně jako ve vodou zředěné kyselině sírové.

Akumulátory s obálkovými separátory (technologie AGM).

Elektrolyt je nasáklý v obálkových separátorech ze skelného rouna díky kapilárním jevům založeným na smáčivosti. Skelné rouno se označuje AGM (Absorbing Glass Mat = absorbční skleněná rohož). Separátor zároveň izoluje vzájemně elektrody. Aktivní hmota desek je přitlakem separátoru fixována a nemůže se vydrolovat. Separátory pevně fixují desky a zlepšují odolnost akumulátoru proti otřesům. U některých akumulátorů jsou desky se separátory stočeny ve válcových člancích (EXID MAXXIMA). Zlepšuje se tím poměr plochy elektrod k objemu akumulátorů a tím i hodnota maximálního proudu.

5.1.1 Zhodnocení současných akumulátorů

Trakční akumulátory zapojené v sérii měly původně bez zapojení kvalitního BMS a použití „inteligentních“ nabíjecích algoritmů relativně nízkou životnost. Nyní je ale možné dosáhnout životnosti přibližně 80 tisíc km s moderní olověnou rekombinační baterií (AGM/GEL). Novější lithium-polymerové akumulátory mají dokonce životnost přes 150 tisíc km. Zlepšení se očekává od nanotechnologií při výrobě akumulátorů všech typů. Očekává se také renesance olověné baterie v nové generaci s nano-uhlíkovým porézním kolektorem.

Měrná kapacita (energie na kilogram) nejlepších současných akumulátorů dosahuje přibližně 1/15 měrné kapacity benzínu, což omezuje akční rádius elektromobilů. Nej kvalitnější kapalná fosilní paliva (jako například benzin) mají výhřevnost přes 11 kWh/kg, což při 35% účinnosti motoru znamená asi 3,5 kWh mechanické práce, což je unikátní koncentrace dostupné energie, která se však vytvářela po miliony let. Běžná trakční olověná baterie dosahuje 40 Wh/kg, NiMH 80 Wh/kg, Li-ion 100-250 Wh/kg. Pro ilustraci: hmotnost baterie u elektromobilu s dojezdem odpovídajícím plné 40l nádrži benzínu (30 kg) odpovídá teoretické hmotnosti 400-500 kg moderních akumulátorů, nebo přes 1000 kg běžných olověných akumulátorů.

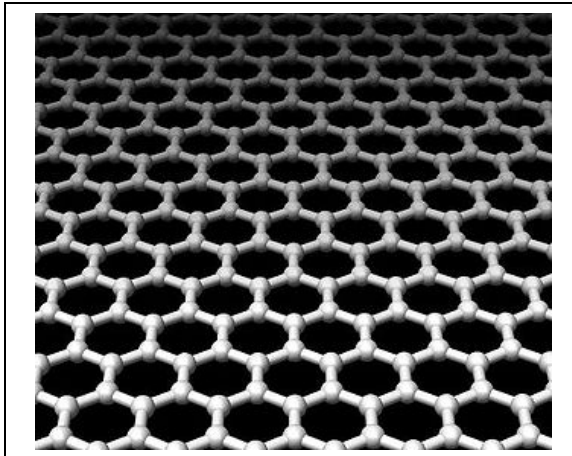
Náklady na provoz elektromobilu tvoří přibližně z 1/5-1/9 cena elektrické energie (nižší hodnota platí pro kombinaci olovo a odběr elektřiny v nejlevnějším, tzv. nočním tarifu) a zbytek provozní ceny pak amortizace akumulátorů. V přepočtu nákladů na km jsou náklady se spalovacím motorem téměř srovnatelné - záleží na druhu provozu. Pohonné ústrojí vozů se spalovacím motorem vykazuje však mnohem rychlejší a nákladnější opotřebení.

5.2 Budoucnost elektřiny v oblasti dopravy

I v budoucnu budou elektromobily závislé na kapacitě svých baterií, proto se v současnosti na tuto oblast zaměřuje nejvíce vědeckých výzkumů. Kromě již zmíněných lithium-iontových baterií se vyvíjejí také nové typy jako např. baterie zinek-vzduch (popř. hliník-vzduch). Tyto baterie mají vyšší kapacitu při nižší hmotnosti, protože jednou z reagujících složek je okolní vzduch. Navíc zinek i hliník jsou v porovnání s lithiem dostupné materiály, které se dají snadno recyklovat. Zvýšit kapacitu baterií lze i zvětšením povrchu elektrod a právě zde nacházejí uplatnění nanotechnologie. Vědcům se již podařilo v laboratorních podmínkách mnohonásobně zvětšit povrch elektrod klasických olověných akumulátorů, v současnosti se zabývají přenesením získaných poznatků do průmyslové výroby akumulátorů.

Další možností uchování elektrické energie jsou kondenzátory. Ve srovnání s elektrochemickou baterií je hustota energie malá, avšak díky nepatrnému vnitřnímu odporu lze tuto energii velmi rychle dostat ven. Kondenzátorové baterie se proto často využívají jako zdroje impulsního výkonu pro rozjezd vozidla. Zdroje na bázi superkondenzátorů dodají energii pro akceleraci a naopak akumulují energii při brzdění (tzv. rekuperace), čímž se ušetří kolem 25 % spotřeby. Vlastnostmi je superkondenzátor něco mezi baterií a kondenzátorem.

Kapacita kondenzátoru je tím větší, čím je větší plocha jeho desek a menší vzdálenost mezi nimi. U superkondenzátoru je jejich „supervelká“ kapacita dána tím, že elektrody jsou ze speciálního materiálu jako je mikroporézní aktivovaný uhlík, tzv. grafen. Je tvořen plochými molekulami o šířce jednoho atomu uhlíku. Jeho pomocí lze vytvořit atomární tenké vrstvy. Jeden gram takového materiálu je možné rozprostřít na ploše až 2630 m^2 (cca polovina fotbalového hřiště). Elektrická vodivost grafenu je až stokrát lepší než vodivost křemíku, vzdálenost mezi nabitými vrstvami je jen několik nanometrů. Dají se tak realizovat superkondenzátory s kapacitou až několika tisíc F (faradů), tedy o několik řádů více, než je možné u běžně používaných foliových kondenzátorů.



Obr. 29 Struktura grafenu (superkondenzátor)

Elektrickou energií potřebnou k rozpočívání elektromobilu nemusíme skladovat přímo ve vozidle. Trolejbusy např. získávají energii ze zavěšených trolejí. Troleje však nepůsobí zrovna esteticky a navíc omezují maximální výšku vozidla na dané komunikaci, což činí problémy např. při přepravě nadměrných nákladů. Energií lze přenášet i bezdrátově pomocí elektromagnetické indukce. Již se vyvíjejí elektrobusesy, které se mohou nabíjet cívkami zabudovanými pod zastávkami. Problémem je doposud vysoká cena takového řešení a nízká efektivita přenosu energie.

Existuje snadno dostupný zdroj, který energií zadarmo doslova zasypává silnice a tím je Slunce. Automobily na sluneční pohon převádějí sluneční světlo na elektřinu pomocí fotovoltaiických článků. Tento druh pohonu má ale bohužel nejmenší šanci na široké rozšíření, protože je s ním spojena řada problémů. Převod energie totiž zdaleka není efektivní (nízká účinnost fotovoltaiických článků). Sluneční články zabírají příliš mnoho prostoru, takže pro cestujícího už skoro žádné místo nezůstává. Automobil nemůže být příliš těžký, protože jinak by se (díky nízké účinnosti přeměny slunečních paprsků na elektrickou energii) nehnul z místa. V praxi tedy (zatím) nemohou fotovoltaiické články pohánět naše elektromobily, ale na druhou stranu mohou pokrýt spotřebu nejrůznějších zařízení (autorádio, GPS navigace,...) a tím uspořit energii z baterií.



Obr. 30 Vozidlo na sluneční pohon

6 Definování energetické třídy automobilu

Tato kapitola kromě definování energetické třídy automobilů představí také užitečné tipy, jak dosáhnou úsporné jízdy v běžném provozu a tím šetřit nejen svou peněženku, ale i životní prostředí.

6.1 Jak zjistíme energetickou třídu automobilu?

Podle množství emisí oxidu uhličitého co automobil při ujetí 1 km vyprodukuje, které je přímo úměrné výši spotřeby paliva, může být buď průměrný – třídy D, úsporný – třídy A, B, C, nebo je energetickým žroutem – třídy E, F, G.

Tabulka 2 Energetická třída podle množství emisí oxidu uhličitého

energetická třída	emise CO ₂ [g/km]	orientační spotřeba [l/100 km]	
		benzín	diesel
A	100 a méně	do 4,3	do 3,7
B	101 – 120	do 5,2	do 4,4
C	121 – 150	do 6,5	do 5,6
D	151 – 165	do 7,1	do 6,1
E	166 – 181	do 7,8	do 6,7
F	182 – 201	do 8,7	do 7,5
G	202 a více	nad 8,7	nad 7,5

6.2 Závisí spotřeba paliva na řidičově chování?

U každého (osobního) automobilu dnes výrobce uvádí spotřebu paliva na 100 km. Řidič má tak možnost porovnat ji se svou aktuální spotřebou, jíž ve skutečném provozu dosahuje (zaznamenanou např. palubním počítačem či sledováním množství ujetých kilometrů na dané množství paliva). Řidič, který dodržuje pravidla úsporné jízdy, je schopen při provozu dosáhnout nižší spotřeby, než je hodnota udávaná výrobcem a to i o více než 20 %. Takový řidič je skutečným mistrem v řízení a zasluhuje si být řidičem energetické třídy A. Avšak řidič, který na spotřebu nehledí, nemůže čekat dobré vysvědčení a spadne do energetické třídy E, F nebo nejhorší G.

Tabulka 3 Energetická třída podle průměrné spotřeby

energetická třída	průměrná spotřeba (S) v poměru k normované v %
A	$S < 80$
B	$80 \leq S < 90$
C	$90 \leq S < 100$
D	$100 \leq S < 110$
E	$110 \leq S < 120$
F	$120 \leq S < 130$
G	$S \geq 130$

Sledování míry efektivnosti co do spotřeby paliva a výše emisí se netýká pouze kategorie osobních automobilů. I provozovatelé nákladních automobilů a autobusů důsledně monitorují

spotřebu pohonných hmot. Jejich zkušenosti přitom jednoznačně říkají, že tím hlavním faktorem ovlivňujícím skutečnou výši spotřeby je nakonec řidič sám.

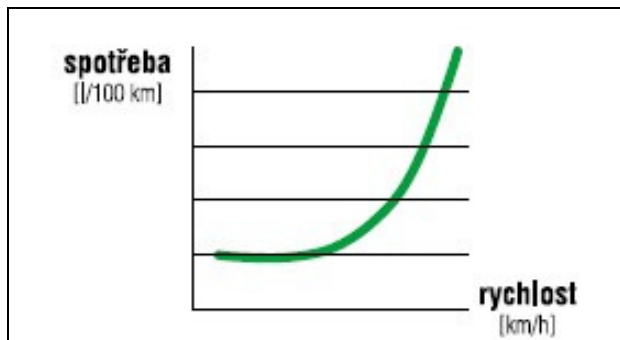
6.3 Dodržujte předepsanou rychlost

Platí, že čím vyšší rychlost, tím větší jízdní odpory a tedy i spotřeba paliva. Zcela zobecnit to ale nelze, protože pro každé vozidlo existuje určitá spodní hranice. Pod touto nejnižší ekonomickou rychlostí (zpravidla 50–60 km/h) už se motor špatně plní a vozidlo také nemá optimální setrvačnost, potřebnou pro zdolávání stoupání. Při vyšších rychlostech pak ale spotřeba paliva roste, a to exponenciálně. Jezdíte-li mimo obec 120 km/h namísto předepsané devadesátikilometrové rychlosti či na dálnici 150 km/h namísto 130 km/h, spotřebujete řádově **o desítky procent** či absolutně několik litrů paliva na sto kilometrů více.

Dodržování rychlostních limitů se tak ve světle spotřeby jeví jako velmi výhodné – můžete nejen ušetřit trestné body, ale rovněž nezanedbatelné množství paliva, tedy i financí. Z pohledu spotřeby paliva je nejhorší jízda na plný plyn. Oproti využití výkonu motoru jen ze $\frac{3}{4}$ vzroste spotřeba paliva při plně sešlápnutém pedálu **dvojnásobně!**

Také při stání za chodu motoru na volnoběh se spotřebovává palivo. Jedná se sice jen o cca 1–2 litry za hodinu (podle objemu válců motoru), ale už po 30–40 sekundách odstavení motoru je úspora pohonných hmot větší než množství paliva potřebného pro nové nastartování. Proto budete-li muset zastavit v koloně nebo u závor, mějte na paměti, že se vyplatí motor vypnout i na **méně než 1 minutu**.

Praktická rada: Vyplatí se dodržovat rychlostní limity.



Obr. 31 Závislost spotřeby paliva na rychlosti jízdy

Tabulka 4 Modelové vyjádření spotřeby paliva pro vůz Škoda Fabia 1.2

předepsaná / praktikovaná rychlost [km/hod]	spotřeba paliva [l/100 km]	rozdíl spotřeby [l/100 km]
90 / 120	4,9 / 7,3	+ 2,4
130 / 150	8,8 / 11,3	+ 2,5

Zdroj: Škoda Auto

6.4 Jezděte plynule a předvídejte vývoj na silnici

Plynulá jízda bez zbytečného zrychlování a brzdění je úsporná. A také bezpečnější. Každé zrychlování totiž znamená výdej energie, která se pak bez užitku přemění v brzdách na teplo. Platí totiž zákon o zachování energie; a zatímco při akceleraci se energie spotřebovává, zpět už se při nuceném zpomalení nevrátí (pokud vozidlo není vybaveno hybridním pohonem umožňujícím zpětné získávání energie - rekuperaci).

S plynulou jízdou úzce souvisí **předvídavost**. Ta opět nejen šetří pohonné hmoty, ale pomáhá řešit i krizové okamžiky; a to právě proto, že s nimi počítáte předem. Je zcela zbytečné pospíchat k semaforu, když na něm svítí červená. Podobně je to ovšem při zelené, jestliže jste od semaforu ještě příliš daleko. Pokud je předpoklad, že nebudete moci okamžitě pokračovat v jízdě, vyplatí se zase brzdit raději dříve, abyste nemuseli zastavit úplně, ale startovali „letmo“. Když dojíždíte k nějakému omezení, na křižovatku nebo k obci, vyplatí se už nezrychlovat, ale naopak vozidlo nechat volně dojet. Při dobrém odhadu tam pak budete mít tu správnou rychlost.

Setrvačnosti vozidla s úspěchem využijete nejen při dojíždění k překážkám, ale především při zdolávání stoupání. Čím lépe se vám podaří vozidlo rozjet před kopcem, tím méně budete

Definování energetické třídy automobilu

muset řadit a spotřebujete méně paliva. Se setrvačností je pak třeba počítat i při sjíždění s kopců, protože pojedete-li příliš rychle, ztratíte draze získanou energii při brzdění.

Brzdění je z hlediska spotřeby vždy negativní faktor, protože energie získaná z paliva se bez užítu zmaří. Při brzdění motorem u moderních aut však alespoň dochází k uzavření přívodu paliva (žádné palivo se nespotebovává), takže jedete takzvaně zadarmo a přitom se šetří brzdy (brzdové kotouče i destičky). Brzdění motorem může tak být u moderních aut výhodnější než „plachtění“ na volnoběh. U nákladních vozidel je navíc ostatně tento způsob jízdy bez zařazení rychlostního stupně zakázán. Namísto toho tato vozidla hojně využívají tzv. motorové brzdy, jež je účinná a bezpečná.

Důležitý parametr ovlivňující spotřebu je také **výběr trati**. Čím má komunikace vyrovnanější příčný i podélný profil, tím na její ujetí spotřebujete méně paliva. Negativní vliv na spotřebu pak mají různá dopravní omezení vyžadující častou změnu rychlosti, brzdění, akceleraci. Plánujte proto svou cestu dopředu a můžete-li, využívejte služeb dopravního zpravodajství.

Dobrým pomocníkem bývá **tempomat**. Některé nákladní vozy začínají být vybavovány inteligentními typy tempomatů, které jsou schopny lépe využívat potenciál kinetické energie v kopcovitém terénu – před stoupáním dočasně zvyšují nájezdovou rychlost (nad úroveň nastavenou na tempomatu) a před vrcholem naopak omezují další akceleraci, pokud rychlost vozidla neklesne pod stanovenou úroveň (např. pod 20 km/h) až do okamžiku, kdy vůz dosáhne vrcholu resp. vodorovné polohy. A na závěr: Vyhněte se jízdě na **krátké vzdálenosti** (do 4 km). Studený motor totiž nestačí dosáhnout potřebné provozní teploty, a tak spotřeba paliva roste na hodnoty 15, 20 i 30 l/100 km.

Praktická rada: Střídme využívání akcelerace a naopak maximální využívání setrvačnosti je základním předpokladem hospodárné jízdy, zvláště v dopravě ve městě. Omezte jízdy na krátkou vzdálenost.

6.5 Řazení

Až na výjimky platí: čím vyšší otáčky, tím vyšší spotřeba, čím vyšší rychlostní stupeň, tím nižší spotřeba. **Nevytácejte** tedy motor do vysokých otáček, včas zařadte vyšší rychlostní stupeň. Nejvíce škodlivé je vytáčení studeného motoru. Nejen spotřeba, ale i opotřebení motoru je větší.

Při rozjíždění je mnohem důležitější **práce se spojkou** než velké přidání plynu. Dobře seřízené vozidlo se rozjede téměř z volnoběžných otáček. Každé zbytečné vytáčení motoru znamená ztrátu paliva bez efektu. Při „jedničce“ má motor díky převodům obrovskou sílu, ale vysokou spotřebu. Proto okamžitě po uvedení vozidla do pohybu řadte „dvojku“ atd. Motor postupně menším zpřevodováním „ztrácí“ sílu, ale zároveň s řazením „nahoru“ klesá i spotřeba. Další rychlostní stupně tedy už je možné i vhodné řadit postupně při vyšších otáčkách.

Praktická rada: Na vyšší rychlostní stupeň řadte v okamžiku, když motor dosáhne asi 2-2,5 tis. otáček (za min.), u dieselových motorů i dříve.

Současné technologie nabízejí na tomto poli špičkové produkty - každá z dnes vyráběných samočinných převodovek je vybavena elektronickou řídicí jednotkou, jež ve většině případů komunikuje s elektronickým srdcem agregátu. Převodovka pak volí samočinně převod, který nejlépe odpovídá otáčkám motoru a požadovanému režimu jízdy. Obyčejný motorista nemá v zásadě možnost se efektivitě režimu dosahovaného samočinnou spoluprací motoru a převodovky vyrovnat. Na druhou stranu je jízda s automatem na delších trasách možná pocitově méně komfortní. Nastane-li například situace, že motor ztrácí otáčky, "elektronický dozorce" vyšle pokyn a zařízení samočinně přeřadí na nižší stupeň a motor tak stále pracuje optimálně. U vozidla s manuální převodovkou se řidič snaží jet co nejdéle na jeden stupeň a v popisované situaci si většinou řekne, že to motor ještě zvládne, a podřazuje, až když opravdu není zbytlí.

Automatizovaná manuální převodovka **MTA (Manual Transmission Automated)** vychází z **pětirychlostní** manuální převodovky, ale je vybavena prvky, které umožňují ovládat

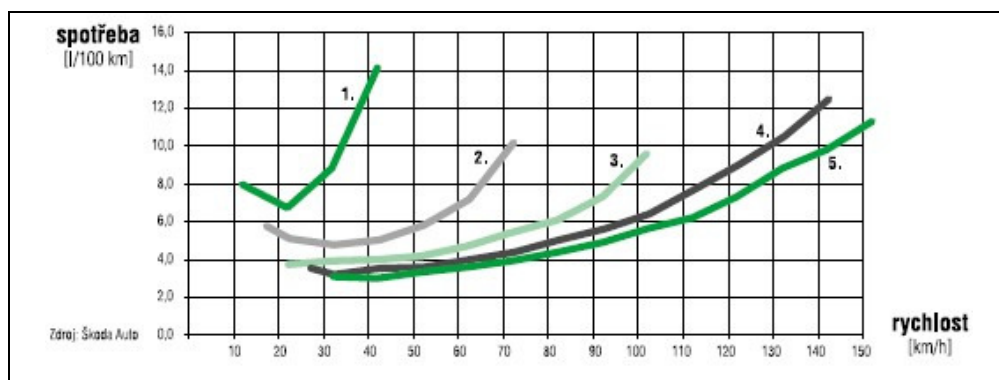
převodovku ručně nebo automaticky. Nicméně **spojka je vždy ovládaná automaticky**. V automatickém režimu jsou k dispozici dvě nastavení: **ekonomický režim**, který klade důraz na nízkou spotřebu a **normální režim**, který upřednostňuje sportovnější jízdu.

Výhody MTA proti AT (Automatické převodovce)

- Nízká spotřeba
- Větší ekologičnost
- Přímé řazení
- Možnost manuálního řazení
- Nižší hmotnost

Výhody MTA proti MT (Manuální převodovce)

- Možnost automatického řazení
- Funkce pro pomalou jízdu ve svahu
- Řazení bez spojky
- Bez přetěžování motoru
- Bez hluku/špatného vyšlápnutí spojky



Obr. 32 Modelový graf znázorňující závislost spotřeby paliva na zařazeném rychlostním stupni a rychlosti pro vůz Škoda Fabia 1.2 HTP

6.6 Palubní počítač – ekonoměr

Palubní počítač je **vhodným pomocníkem** pro výcvik optimálního způsobu řízení. Zpravidla umožňuje zobrazit nejen průměrnou, ale i aktuální spotřebu, a tak jej můžete využívat pro testování efektů různých stylů jízdy a jejich vlivu na spotřebu paliva. Buďte však opatrní, abyste přitom neztratili pozornost ve vztahu k provozu kolem Vás.

Kromě továrních přístrojů integrovaných do přístrojové desky pak existují i externí, dodatečně připojitelné jednotky. Pro instalaci si vyžadují, aby vůz byl vybaven tzv. OBD portem (komunikační rozhraní s řídící jednotkou vozu), a jsou schopny zobrazit některé další, pro hospodárnou jízdu zajímavé údaje.

Jedním z takových údajů je například přepočtená spotřeba paliva na jízdní náklady (dle zadané ceny pohonných hmot), čas strávený při jízdě či aktuální vzdálenost, kterou vůz při dané spotřebě paliva může ujet. Zvláště tento třetí ukazatel je velmi cenný, jelikož zohledňuje i aktuální změnu stylu jízdy. Tento údaj se totiž počítá z průměrné spotřeby za posledních např. 50 km a zbývajících množství paliva v nádrži a postupně se stále přepočítává. Z logiky a psychologie také vyplývá, že svítí-li kontrolka množství paliva, jedete úsporněji, zvláště když aktuálně zobrazovaný dojezd je menší než vzdálenost k nejbližší čerpací stanici.

Z takového měřiče se pak stává skutečný trenér hospodárné jízdy – **ekonoměr**.

Praktická rada: Palubní počítač – ekonoměr – je nejlepší trenér hospodárné jízdy

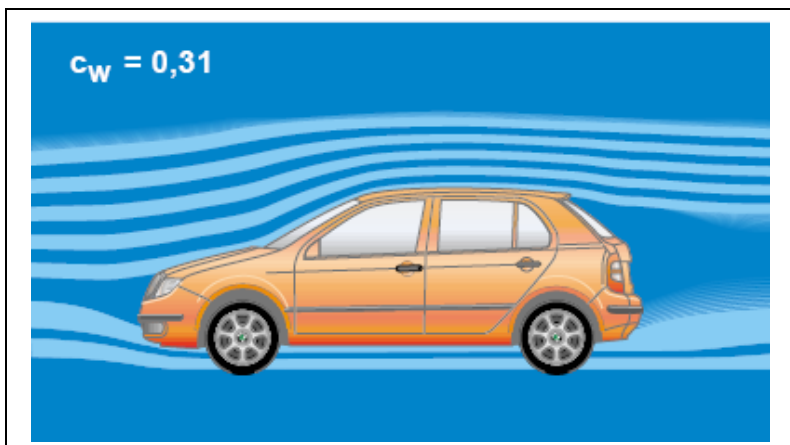
6.7 Hmotnost, aerodynamika a elektrické spotřebiče ve vozidle

Každý kilogram navíc, který vozíte s sebou, zákonitě zvyšuje spotřebu. Desetikilogramová zátěž automaticky znamená vyšší spotřebu paliva o asi 0,1 litru (na 100 km). Zdá se to být málo,

Definování energetické třídy automobilu

ale za celý rok Vás **nepotřebné** věci v kufru o takovéto hmotnosti budou v součtu stát až **několik desítek (!) litrů paliva**.

Podobným „žroutem“ paliva je i **prázdný** střešní nosič nebo různá aerodynamická neoriginální „vylepšení“, která ve skutečnosti zvyšují odpor vzduchu. Vozidlo se střešním nosičem spotřebovává při rychlostech nad 100 km/h minimálně o 10 % paliva více než bez něj. Negativní dopad na spotřebu má i **otevřené** okno bočních dveří, menší pak i střešní okno. Zhoršuje se obtékání karosérie a spotřeba paliva roste o několik procent.



Obr. 33 Aerodynamika osobního vozu

U nákladních automobilů pak aerodynamiku významně negativně ovlivňuje **nezakrytý** náklad či **špatně upnutá** ochranná plachta. Při rychlostech nad 75 km/h se **až polovina** energie z paliva spotřebovává právě jen na překonání odporu vzduchu! Znalost této skutečnosti tak řidiče třídy A nenechá lhostejným.

Praktická rada: Nevozte ve vozidle nepotřebné věci, zvláště to platí pro střešní nosič.

Spotřeba paliva není spojena jen s jízdou, ale i komfortem, který nám dnes vozy nabízejí. Vyhřívání oken, vytápění, klimatizace, autorádio – to všechno jsou spotřebiče vyžadující pro svůj chod energii v podobě elektřiny získávané v alternátoru, jenž je poháněn motorem vozu. Že se nejedná o malé spotřeby, můžete zjistit, pokud si zapnete některý z těchto spotřebičů a sledujete, jak se to projeví na spotřebě. Například autorádio pro svůj chod spotřebovává jen pár desítek wattů. V přepočtu na palivo je to však **několikanásobně** více, jelikož energetická účinnost současných vozidel – vyjádřena energií, kterou je vůz schopen z dodaného paliva efektivně pro svou jízdu či chod spotřebičů využít – je velmi nízká (dosahuje **jen asi 15 %**). Zpravidla největší vliv na (vyšší) spotřebu paliva má **klimatizace**, která Vám může odebrat až několik kW výkonu motoru. Proto je dobré ji využívat opravdu **racionálně**, a to i ze zdravotního hlediska.

Významným spotřebičem elektrické energie jsou pak i **světlomety** respektive v nich instalované světelné zdroje. Většina vozů je dnes vybavena světlomety s **halogenovými žárovkami**, jejichž měrný světelný výkon se pohybuje na úrovni 20–30 lumenů na watt (jednotku elektrického příkonu). Stále více se ale pro přední tlumená světla prosazují tzv. **xenonové světlomety**, u nichž zdrojem světla je výbojka s vysoce stlačeným xenonovým plynem a minerálními solemi. Tento typ světelného zdroje má několikanásobně (3–5 krát) vyšší účinnost, což umožňuje proporcionálně snížit množství spotřebované energie při zachování světelného výkonu (v praxi však bývá příkon zdrojů zachován a zvyšuje se světelný tok světlometu).

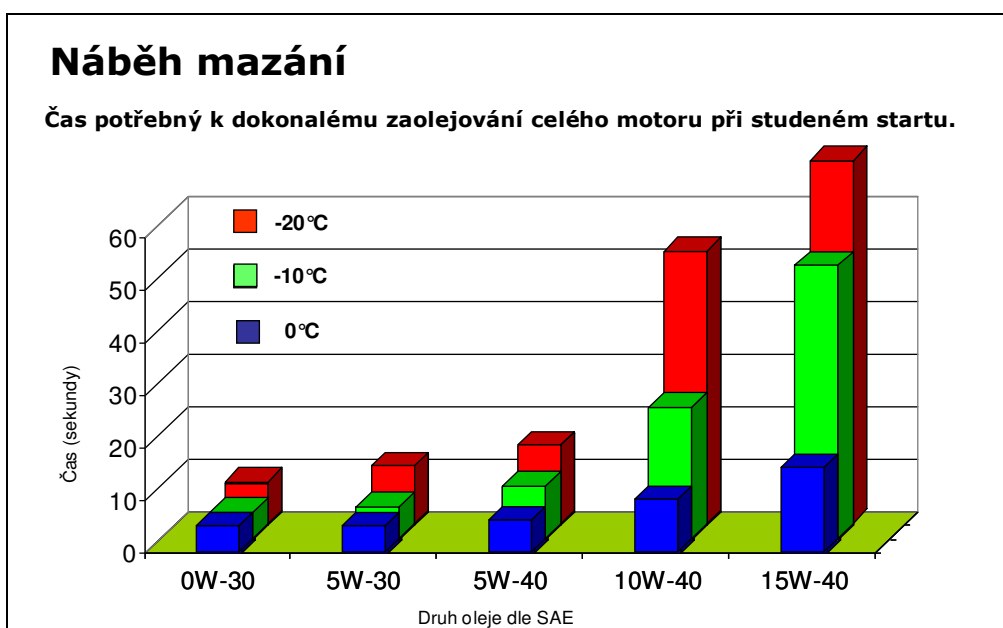
Na nových vozech se začínají (zatím na zadních světlometech) objevovat tzv. **LED (light-emitting diode)**, jejichž světelný výkon se postupně zvyšuje nad limitní hodnoty halogenových žárovek – to ve výhledu umožní jejich nasazení i u předních světel a navíc, díky vysoké předpokládané životnosti (dosahující řádu desítek tisíc hodin), nebude nutné tento typ světla bez vnějšího poškození fakticky vůbec měnit.

V zemích, kde je uzákoněno celoroční povinné svícení, je další možností jak snížit energetickou náročnost a tím potažmo spotřebu paliva použití předních světlometů pro tzv. **denní svícení**. Tyto speciální světlomety totiž mají nižší příkon a nevyžadují, aby byly zároveň v činnosti ostatní součásti osvětlení vozu, takže oproti klasickým tlumeným světlům spotřebují o cca $\frac{3}{4}$ elektrické energie méně.

Praktická rada: Vypínejte elektrické spotřebiče, jakmile je už nepotřebujete.

6.8 Olej, paliva

Kvalita oleje významně ovlivňuje spotřebu i životnost motoru. Markantní rozdíl v obou parametrech mezi olejem např. 15W/40 a 0W/40 se projeví zejména v zimním období nebo při častých studených startech. Zatímco u syntetického oleje 0W/40 se motor maže už po několika sekundách, u minerálního oleje běžné kvality 15W/40 na to potřebuje **desítky sekund**.



Obr. 34 Náběh mazání motoru při studeném startu

Investice do kvalitnějšího oleje se zúročí při každé cestě k čerpací stanici a významně prodlouží i životnost motoru. Důležité je přitom také dodržovat výměnné intervaly oleje předepsané výrobcem – zpravidla to bývá minimálně 1x ročně či po ujetí 15 tis. km. Pro orientaci uvádíme základní rozdělení typů olejů:

- *Minerální olej* je vyroben přímo z ropy a požadovaných vlastností je dosahováno přidávkou aditiv. Výhodou je především příznivá cena.
- *Syntetický olej* je uměle vyroben chemickou cestou, což umožňuje optimalizovat požadované vlastnosti již při výrobě. Vyznačuje se mimo jiné, na rozdíl od minerálních olejů, mnohem vyšší teplotní stálostí. V praxi to představuje zejména nízkou změnu hustoty při změně teploty, což umožňuje zachovávat stejné vlastnosti u studeného i velmi zatíženého motoru. Důsledkem je zejména nižší opotřebení motoru při startech a během provozu v zimních měsících. Je proto nejvhodnější volbou jako širokorozsahový olej pro celoroční použití.
- *Polosyntetický olej* je směs oleje minerálního a syntetického, čímž se optimalizují některé jeho vlastnosti. Kladem je zejména cena v porovnání s plně syntetickým olejem. Olejovou náplň je pak u vozidla nutno kontrolovat ve dvou základních místech: v motoru a v převodovce.

Kvalitnější palivo rovněž přispívá k hospodárnějšímu provozu – jeho vyšší cenu podle praktických testů provedených německým autoklubem ADAC vyvažuje několikaprocenní

Definování energetické třídy automobilu

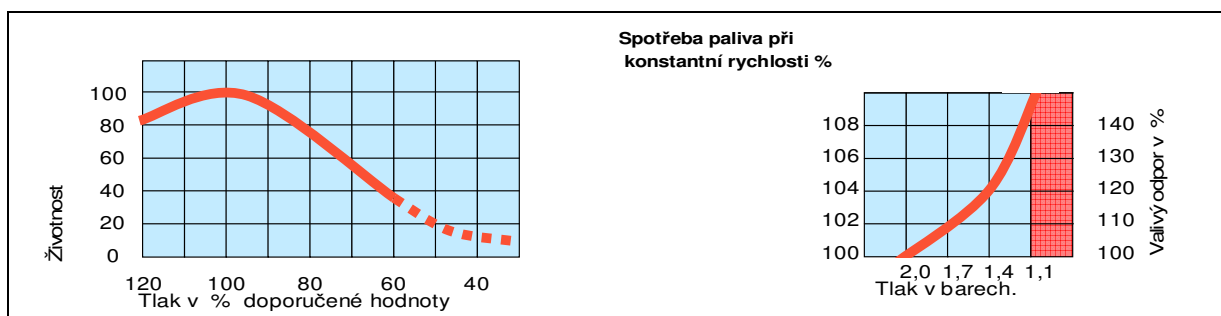
(1,0 až 5,6 %) **snížení spotřeby paliva**, ale také zvýšení výkonu motoru (v řádu kW) a nižší emise škodlivin (tuhých látek, NO_x), což prospívá i palivovému a výfukovému systému. Také způsob tankování ovlivňuje, kolik paliva spotřebujete. Každá kapka, která nenateče do nádrže, zvyšuje spotřebu a znečišťuje životní prostředí. Proto: **Tankujte chytře!**

Důležitá je pro nižší spotřebu paliva také **pravidelná údržba** vozidla. Špatně seřízený motor či zanesený vzduchový filtr či děravé výfukové potrubí může lehce zvýšit spotřebu o 10 % nad normální hodnoty. Pravidelná kontrola se tak vyplatí. **Negativní efekt** pak často mají dodatečná „vylepšení“ některých součástí vozu (tzv. tuning), která ve výsledku většinou vedou k vyšší spotřebě i zvýšené hlučnosti automobilu.

Praktická rada: Pravidelnou údržbou a používáním kvalitních paliv a maziv udržíte výkonové parametry motoru a nízkou spotřebu paliva.

6.9 Pneumatiky

Pneumatiky patří k nejdůležitějším součástem automobilu, protože jediné ony jsou v přímém kontaktu s vozovkou. Mají však významný vliv i na spotřebu paliva. Jejich konstrukce, provedení, typ i výrobce – vše je dané už předem. Někteří výrobci mají v nabídce speciální „**ekologické**“ pneumatiky. Tyto pneumatiky mají vždy běhounovou směs se silikou a zpravidla mají pásový charakter dezénu. Kysličník křemičitý – silika velmi podstatně snižuje valivý odpor pneumatiky a má přímý vliv na spotřebu paliva a tím i emise CO₂.



Obr. 35 Modelový graf životnosti pneumatiky a valivého odporu v závislosti na tlaku

Špatné nahuštění může ale vlastnosti pneumatik (zaplacené v ceně) zcela znehodnotit. Výrobci aut udávají doporučené rozmezí huštění pro poloviční a plné zatížení. Z hlediska spotřeby, ale i z hlediska jízdních vlastností – a tedy také bezpečnosti – se vždy vyplatí hustit na horní hranici tolerance. Mírné přehuštění však již zhoršuje jízdní komfort a také snižuje i životnost pneumatik. Z pohledu spotřeby je však významně horší i jen **malé podhuštění**. Pro představu: Pokles tlaku o 0,1 baru (10 kPa) pod předepsanou hodnotu zvyšuje spotřebu paliva **až o 5 procent**.



Obr. 36 Správné huštění pneumatik

Praktická rada: Tlak vzduchu pravidelně kontrolujte (1x měsíčně), a to vždy u studených pneumatik.

Jízda v zimě na letních pneumatikách není příliš rozumné řešení. Proto montujte v dostatečném předstihu pneumatiky zimní. Ty mají nejen vhodnou konfiguraci dezénu, ale

zejména měkkí směs pryže, která při poklesu denních teplot pod 7 °C zaručuje lepší přilnavost. Pokud naopak na jaře teploty vystoupí nad tuto hodnotu, pneumatiky už ztrácí význam, dochází k jejich většímu opotřebení a na suchém asfaltu mohou zvyšovat spotřebu paliva.

6.10 Kontrola a základní údržba vozidla

Kontrola a základní údržba jsou nezbytné pro bezpečný provoz vozidla, prodloužení jeho životnosti a dosažení úsporného provozu šetrného nejenom k naší peněženke, ale i k životnímu prostředí. Automobil již delší dobu není hračkou pro domácí kutily. I odborný servis dnes musí zaměstnávat vyškolené specialisty, kteří pomalu ale jistě vytlačují univerzálního českého všeměla. Z tohoto pohledu se zdá tedy zcela zbytečné, aby řadový motorista ovládal některé „kousky“ hodné automechanika. Pokud zvážíme všechny aspekty, je tomu opravdu tak. U nejmodernějších automobilů již není ani možnost provádět nic s výjimkou drobných úkonů jako např. doplnění vody do ostřikovačů. Ovšem technika zatím nepokročila tak daleko, aby se automobil dokázal obsloužit zcela sám, a proto je tedy nutné, aby řidič či řidička dokázali zvládnout alespoň některé ze základních úkonů.

6.11 Výběr automobilu

Existuje mnoho kritérií důležitých při výběru nového vozu včetně tzv. Eco-ratingu. Eco-rating je hodnocení zohledňující celkový dopad automobilu na životní prostředí a zdraví – zohledňuje energetickou náročnost (hodnocenou množstvím emisí CO₂ na ujetý kilometr- váha 40%), dále hlučnost automobilu 20 %, emise oxidů dusíku, uhlovodíků a částic 20 %, emise karcinogenních látek 15 % a dopad na živou přírodu 5 %.

Tabulka 5 Nejlepší modely v jednotlivých kategoriích dle šetrnosti k životnímu prostředí (rok 2010)

Kategorie	značka	Model	Eco-rating	Palivo	Spotřeba (l/100km)	Emise CO ₂ (g/km)	Objem motoru (cm ³)	Výkon (kW)
Minivozy (do 3,5m)	Citroen	C1 1.0i	79.5	benzin	4.6	109	998	50
	Peugeot	107 1.0i	79.5	benzin	4.6	109	998	50
	Toyota	Aygo 1.0	79.5	benzin	4.6	109	998	50
Malé vozy (3,5 - 4,0 m)	Daihatsu	Sirion 1.0 eco top	76.7	benzin	5	118	989	51
	VW	Polo 1.4 TDI PD blue M.	75.2	diesel	4.1	108	1422	59
	Opel	Corsa 1.3 CDTI Ecotec	74.9	diesel	4.5	122	1248	66
Kompaktní vozy (4,0 4,4 m)	Honda	Civic IMA	83.5	benzin	4.6	109	1339	85
	Mazda	3 1.6 CD	70.8	diesel	4.8	128	1560	80
	Honda	Civic 5D 1.4i	70.6	benzin	5.9	139	1339	61
Střední třída (4,4 - 4,7 m)	Toyota	Prius 1.5 Híbrid	83	benzin	4.3	104	1497	107
	Volvo	S40/V50 1.6D	66.7	diesel	4.9	129	1560	80
	Ford	Mondeo 2.0 TDCi	65.5	diesel	6	159	1998	96
Vyšší střední třída (4,7 - 4,9 m)	BMW	520d	55.8	diesel	5.9	158	1995	107
	Mercedes	E 200 NTG	55.3	zemní plyn	6.1	168	1796	80
	Volvo	S80 2.4 D	55	diesel	6.3	167	2400	96
Minivan (5ti místný, do 4,9 m)	Renault	Modus 1.5 dCi Fap	69.3	diesel	4.8	127	1461	76
	Ford	Focus C-MAX 1.6i TDCi	68.7	diesel	4.9	129	1560	80
	Opel	Meriva 1.3 CDTI	66.9	diesel	5	135	1248	55
Van (6ti místný)	Opel	Zafira 1.6 CNG	64.4	zemní plyn	5.4	145	1598	71
	Peugeot	307 SW 1.6 HDI	62.2	diesel	5.1	134	1560	80
	Peugeot	307 SW 2.0 HDI	61.7	diesel	5.6	148	1997	100

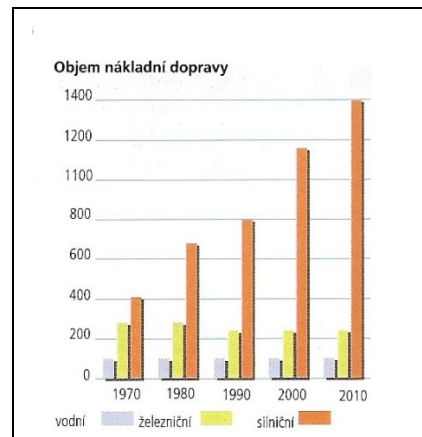
7 Vliv dopravy na ekologickou zátěž

7.1 Vlivy dopravy na životní prostředí

Doprava se ve vyspělých zemích obecně považuje za vůbec *největší zdroj zátěže životního prostředí*, jehož vývoj navíc jeví mimořádně negativní tendence. Pokud by například současné trendy silniční a letecké dopravy pokračovaly bez omezení do budoucna, bude situace vzhledem k rostoucí zátěži prostředí na místní, regionální i globální úrovni neudržitelná. Objem silniční dopravy by vzrostl o 30-40 % za deset až dvanáct let a letecká doprava by se za stejné období zdvojnásobila.

Prakticky ve všech ostatních odvětvích, ať už jde o energetiku, zemědělství či průmysl, se alespoň částečně daří naplňovat jednu ze základních myšlenek udržitelného rozvoje, kterou je rozdvojení křivek ukazatelů ekonomického výkonu (v průmyslu měřeno například hrubou přidanou hodnotou, v energetice vyrobenými megajouly a podobně) na straně jedné a různými indikátory zátěže prostředí na straně druhé.

To znamená, že ekonomická výkonnost stoupá výrazněji než zátěž prostředí, která v některých případech roste pomaleji, někdy dokonce stagnuje či přímo klesá. Nic takového však dosud neplatí pro dopravu. Spolu s tím, jak rostou dopravní výkony, prakticky stejně roste i zátěž prostředí emisemi, hlukem, zabíráním stále většího prostoru, narušením ekologické stability krajiny a dalšími negativními jevy. Katalyzátory či lepší silnice pomáhají jen velmi omezeně.



Obr. 37 Objem nákladní dopravy v miliardách tunokilometrů (EU;2010)

K nejvýraznějším vlivům dopravy na životní prostředí se řadí:

- znečištění ovzduší
 - oxidy dusíku
 - troposférický ozón
 - prach
 - uhlovodíky
 - oxid siřičitý a uhelnatý
 - toxické látky, především olovo
 - oxid uhličitý
- hluk
- znečištění vody a půdy
- dopravní nehody
- zábor půdy

Cesta ke zlepšení je namáhavá, sestává se z mnoha malých, někdy obtížných, ale nutných kroků, které musejí vycházet z pečlivé analýzy všech aspektů zátěže prostředí a z důsledné snahy po jejich minimalizaci a postupném odstranění.

7.1.1 Znečišťování ovzduší

Ke znečištění ovzduší dochází *vlivem nedokonalého spalování v motoru*. Kdyby byl spalovací motor úplně dokonalý, všechno palivo by shořelo. Místo toho jsou nespálené a částečně spálené palivo (uhlovodíky) a oxid uhelnatý emitovány do ovzduší. Navíc kyslík a dusík spolu reagují a vytvářejí za vysokého tlaku a teploty při spalovacím procesu oxidy dusíku.

I při započtení exhalací z výroby elektřiny pro elektrickou trakci dopravy (vlaky, metro, trolejbusy) zdaleka nejvíce exhalací produkuje automobilová doprava. Její podíl na emisích z dopravy po r. 1989 přesáhl 90 %. Zatímco exhalace z železniční, vodní a letecké dopravy jsou

soustředěny na nepočetných trasách, exhalace z aut jsou rozloženy vzhledem k všudypřítomnosti silniční dopravy prakticky všude a zejména v sídlech, kde je pociťujeme nejtěživěji. Škodí tudíž podstatně víc i vzhledem k místu působení.

Znečišťující látky jsou celostátně monitorovány v rámci **Registru emisí a zdrojů znečišťování ovzduší (REZZO)**. Bilanci emisí z dopravy (letecké, silniční, železniční a vodní) má v kompetenci **Ministerstvo dopravy ČR**.

Důležitými faktory zahrnutými do výpočtu celkových emisí¹⁰ jsou obměna vozového parku za kvalitnější vozidla, kdy vozidla se zážehovým motorem jsou vybavena řízenými třístennými katalyzátory a dále průměrná délka jízdy a doba stání jako faktor horkých a studených startů a odpovídajícího zvýšení emisí.

Trendy určující emisní bilanci:

- nárůst vlivem růstu intenzit dopravy a kongescí
- pokles vlivem rychlé obměny vozového parku.

Ke snižování emisí vede také výstavba obchvatů měst a přestavba pomalých křižovatek. Převážná většina nových silničních staveb, které řeší již neúnosnou lokální dopravní situaci, má v celkovém měřítku velmi pozitivní dopad na kvalitu ovzduší. To je zvláště zřejmé, jestliže je takto doprava převedena z nevyhovujících komunikací v obytném území do kapacitních komunikací, vedených mimo bezprostřední kontakt s obytnou zástavbou

Smog

Rozlišujeme dva základní typy smogu:

- londýnský
- losangeleský

Londýnský - nazývá se také redukční smog, je charakterizován směsí kouře, oxidu síry a dalších plynných zplodin, vznikajících při spalování uhlí při vysoké relativní vlhkosti vzduchu a je obvykle doprovázen hustou mlhou. Vysoká škodlivost se zde stupňuje přítomností popílku, který umožňuje snadný transport plynných složek smogu až do nejhlubšího nitra plic.

Losangeleský - oxidační typ smogu neboli letní smog. Jedná se o originální směs ozónu, peroxyacetylnitrátu, aldehydu a kyseliny sírové vznikající působením UV záření z oxidu dusíku, uhlovodíků a oxidu siřičitého. Vzniká spalováním kapalných a plynných paliv při teplotách vzduchu 25-30 °C za slunečných dnů (UV záření) a bezvětří. Ze zdrojů jednoznačně dominuje automobilová doprava. Zřejmě nejvhodnější pro tvorbu smogu jsou zvláštní meteorologické podmínky tzv. teplotní inverze. Většina typů smogů v současnosti je kombinací těchto dvou základních typů.



Obr. 38 Smog v dopravě

Epidemiologické studie jasně prokazují příčinnou souvislost mezi vysokou koncentrací škodlivin v ovzduší a zvýšenou hospitalizací v nemocnicích pro choroby dýchacích cest a nemoci srdce a cév. Do rizikové skupiny patří děti, lidé nad 65 let a více bývají postiženi muži. U dětí bylo zjištěno zpomalení zrání kostry, snížení hladin protilátek (imunoglobulinu), nízká porodní hmotnost, vyšší výskyt nezralých dětí, zvýšený počet alergií a průduškového astmatu v postižených oblastech. Existuje nebezpečí poškození zárodečných buněk a vzniku genetických defektů, které se projevují výskytem vrozených vývojových vad. U dospělých se obáváme karcinogenních účinků, schopnosti vyvolat zhoubné (rakovinné) bujení, zvláště rakoviny průdušek. Nicméně v těchto případech je výskyt výrazně ovlivněn a zkreslen kouřením. Popsány byly poruchy chování (nadměrná živost a nesoustředěnost).

Je vhodné sledovat informace o stavu ovzduší a v případě ohrožení omezit pobyt a pohyb venku. Větrat by se mělo krátce a intenzivně, už tak dost zkažený vzduch si neotravovat cigaretami, těkavými látkami a podobně. Doporučuje se posilovat obranyschopnost vlastního

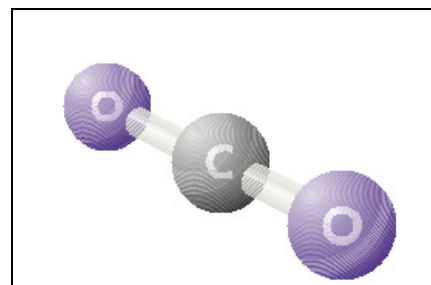
¹⁰ *Emise* - jedná se o látky tuhé, kapalné nebo plynné skupenství, obsažené v nosném odpadním plynu, který vychází ze zdroje znečišťování ovzduší do atmosféry; *Imise* - reálný obsah škodlivin v ovzduší.

Vliv dopravy na ekologickou zátěž

organismu, zvýšením příjmu tekutin na 2-3 litry denně, vyhýbat se nadměrnému stresu a otužovat se. Rovněž použití kvalitních čističek vzduchu a ionizátoru má svoje opodstatnění

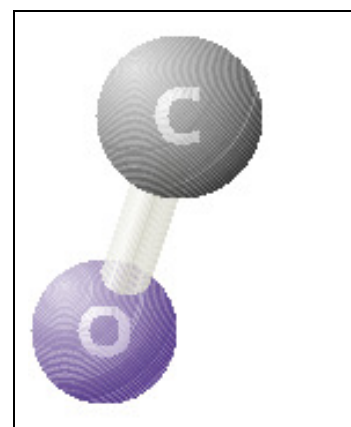
Výfukové plyny – hlavní škodliviny**a/ Oxid uhličitý (CO_2)**

Oxid uhličitý vzniká dýcháním aerobních organismů, což je přirozený jev. Jeho vysokou koncentraci v ovzduší ovšem výrazně ovlivňuje člověk, především spalováním uhlíkatých fosilních paliv. V současné době je dobře znám jako jeden z nejdůležitějších skleníkových plynů, který přispívá ke globálnímu oteplování. Silniční doprava vyprodukovala v r. 1995 téměř 93 % CO_2 , naopak železniční doprava přispěla k produkci CO_2 “pouhými” 4,4 %. Z uvedeného je zřejmé, že silniční doprava má zásadní vliv na produkci tohoto plynu.

Obr. 39 Oxid uhličitý CO_2 **b/ Oxid uhelnatý (CO)**

Oxid uhelnatý vzniká nedokonalým spalováním paliva v motoru. Hlavní negativní efekt CO spočívá v blokování přísunu kyslíku ke tkáním. Otrava oxidem uhelnatým je bohužel velmi častým případem. Koncentrace oxidu uhelnatého ve městech je závislá na hustotě silničního provozu během dne. Nejvyšší koncentrace korelují s ranní a odpolední dopravní špičkou.

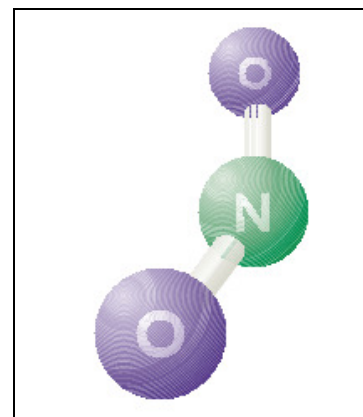
Rizikovými skupinami vystavenými oxidu uhelnatému jsou především těhotné ženy a malé děti, staré osoby, osoby s chronickou bronchitidou, jedinci se závažnými chorobami srdce nebo s akutní chorobou dýchacího ústrojí, jedinci trpící hematologickými onemocněními či s geneticky podmíněnými neobvyklými formami hemoglobinu, jedinci užívající drogy.



Obr. 40 Oxid uhelnatý CO

c/ Oxidy dusíku (NO, NO_2)

Emise oxidu dusíku mají v současnosti rostoucí tendenci. Je to způsobeno především spalováním fosilních paliv (ropy a zemního plynu) v silniční dopravě, ale také spalováním biomasy. Ačkoli je většina dnešních vozidel vybavena katalyzátory, koncentrace oxidů dusíku je stoupající, neboť počet automobilů na vozovkách neustále přibývá. Dle IRZ (Integrovaný registr znečištění) jsou emise oxidů dusíku až z 55 % vytvářeny antropogenní (lidskou) činností (silniční doprava). Oxidy dusíku mohou způsobovat vážné zdravotní potíže. Je způsobeno především tím, že oxidy dusíku se aktivně váží na krevní barvivo a tím znesnadňují přísun kyslíku z plic do tkání.

Obr. 41 Oxid dusičitý NO_2 **d/ Aldehydy**

Nejvýznamnějšími aldehydy jsou formaldehyd, acetaldehyd a benzenkarbaldehyd. Formaldehyd je součástí spalin dieselových i benzinových motorů. Vstřebává se v dýchacích cestách i trávicím ústrojí a působí dráždivě. Formaldehyd je klasifikován jako pravděpodobný karcinogen.

e/ Olovo (Pb)

Olovo má schopnost akumulovat se v těle, čímž vyvolává chronickou otravu. Ve výfukových plynech, které vznikají spalováním olovnatého benzínu, jsou obsaženy páry chloridu olovičitého a také pevné částičky mohou obsahovat olovo.

f/ *Polyaromatické uhlovodíky (PAU)¹¹*

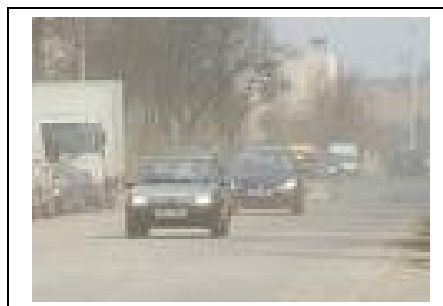
PAU projevují toxické, karcinogenní a mutagenní účinky. Mají výraznou schopnost bioakumulace (hromadit se v živých tkáních) a také lehce tvoří další sloučeniny, které mohou být ještě více toxické. Vznikají nedokonalým spalováním, čili kromě silniční dopravy je dalším zdrojem emisí PAU např. výroba energie, spalování odpadu, krakování ropy, výroba hliníku, koksu, asfaltu, cementu, rafinérie, krematoria, požáry a samozřejmě kouření.

g/ *Oxid siřičitý (SO₂)*

Oxid siřičitý je především vnímán jako plyn podílející se na kyselých srážkách. Vysoké koncentrace SO₂ v ovzduší může vyvolávat vážná onemocnění plic, dýchacích cest a také podráždění očí. Emise síry pocházejí hlavně ze spalování hnědého uhlí a dalších spalovacích procesů, kde je přítomna síra. Kromě spalování paliv v motorových vozidlech, oxidy síry vznikají např. při výrobě elektrické a tepelné energie, zpracování kovů a další.

h/ *Prachové částice*

Hlavním zdrojem prachových částí jsou automobily s dieselovými motory. Prachové částice jsou složeny z mikroskopických částic anorganických a organických látek, které mohou způsobovat onemocnění dýchacích cest a další zdravotní rizika. Kromě mechanického dráždění dýchacích cest jsou prachové částice nebezpečné tím, že na jejich povrchu se koncentrují těžké kovy a polycyklické aromatické uhlovodíky.



Obr. 42 Prach v dopravě

i/ *Přízemní ozón*

Přízemní ozón vzniká v ovzduší reakcí uhlovodíků a oxidů dusíku při intenzivním slunečním záření. Hlavní příčinou vysokých koncentrací škodlivého přízemního ozónu je narůstající automobilová doprava. Vyšší koncentrace způsobují bolesti hlavy, dýchací problémy, astmatické problémy a podráždění očí.

j/ *Těkavé škodlivé látky VOC*

VOC neboli těkavé organické látky, jejichž emise vznikají při dopravě, mají prokazatelně negativní vliv na lidské zdraví. Mají karcinogenní účinky. Mezi VOC patří benzen, 1,3-butadien, toluen, xyleny a etylbenzen.

7.1.2 Hluk a vibrace

Velkým problémem dopravy je produkce značného množství nadměrného dopravního hluku a vibrací. Většinový podíl má na něm těžká silniční doprava, citelně se na něm podílí i hlavní železnice, seřazovací nádraží, letiště a osobní auta. Rozhodujícími faktory, které ovlivňují hladinu hluku, je hustota osídlení, struktura a hustota silniční sítě a stále rostoucí množství automobilu. Psychologické studie prokázaly, že zatěžování hlukem způsobené jedním nákladním automobilem se rovná hluku vyvolanému šesti osobními automobily.

Hluk je každý zvuk, který svou intenzitou nepříznivě ovlivňuje pohodu člověka nežádoucími, nepříjemnými nebo škodlivými účinky. Hluk dělíme:

- *hluk ustálený* - hladina hluku se nemění o více než 5 dB (A)
- *hluk proměnný* - má větší změny intenzity než 5 dB (A)
- *hluk impulzní* - je tvořen jednotlivými impulzy nebo sledem impulzů
- *hluk vysokofrekvenční* - je způsoben neakustickými rušivými vlivy, jako jsou vítr, vibrace, elektrické a magnetické pole

¹¹ V anglicky hovořících zemích označené PAH = polyaromatic hydrocarbons

Vliv dopravy na ekologickou zátěž

Dále dělíme podle účinku na:

- *obtěžující* - tyto účinky působí na každého jedince jinak a to z důvodu pocitu, dojmu a zdravotní dispozice jedince, jenž je vystaven tomuto účinku. Také záleží na zdrojích hluku, z každého odvětví je intenzita rozdílná
- *škodlivé* - jedná se o účinky vyvolané nepřípustně vysokou hladinou hluku.
- *specifické* - sluchové, postihují činnost sluchového analyzátoru
- *systémové* - mimosluchové, ovlivňují regulační procesy a projevují se poruchami srdečně cévního systému, metabolismu, spánku, zažívacími problémy a psychickou výkonností

Dopravní hluk je pro většinu občanů dominantní složkou ze všech rušivých hluků, které na ně po celý život působí. Hluk v komunálním prostředí chápeme jako hluk v místech, kde občané bydlí, pohybují se ve svém volném čase apod. Jedná se o vnější prostředí, tj. o prostor vně budov a na venkovních místech, která občané užívají trvale, dlouhodobě nebo k zotavení. Při posuzování hluku vně budovy je rozhodující hodnota hluku ve vzdálenosti 2 m od fasády budovy. Celkově působení hluku každým rokem roste a to především z těchto důvodů:

- růstem počtu automobilů
- měnou vedení komunikačních tras
- zaváděním dopravy do míst, kde v minulosti téměř žádná doprava nebyla
- v některých lokalitách s intenzivní stavební činností
- na malé ploše je velká koncentrace obyvatel
- ne zcela vyhovující dopravní systém
- absence obchvatu a s tím spojené přivádění průjezdné dopravy do měst

Všechny tyto negativní jevy uvádějí občany do pohotovosti a v kombinaci s větší informovaností v hlukové problematice vedou k obavám občana o jeho zdraví a touze po zlepšení mnohde velmi špatného životního prostředí z hlediska hlukové expozice. Mnohde již došlo k realizaci různých **protihlukových opatření**, avšak na našem území je stále dost lokalit, kde by bylo žádoucí docílit zlepšení hlukových poměrů.



Obr. 43 Protihluková opatření

7.1.3 Znečištění vod a půdy

V ČR mají na znečištění vod největší podíl uniklé ropné látky při dopravních nehodách. Podle původců havárií je na prvním místě doprava, která z popředí vytlačila zemědělskou prvovýrobu. Z hlediska podílu jednotlivých druhů dopravy dominuje silniční doprava, při které dochází k 73 % haváriím, přičemž pětinu z nich způsobují zahraniční kamiony. Na druhém místě je železniční doprava s 21 % haváriemi.

Havarijní znečištění je jedním z faktorů, negativně ovlivňujících jakost povrchových a podzemních vod. Nejpočetnější skupinou znečišťujících látek jsou i nadále ropné látky, celkem 49 %, následují chemické látky se 16 %. Z hlediska původců havárií jsou nejpočetnější havárie v dopravě, které tvoří 16,7 % z celkového počtu havárií. Původce se nepodařilo zjistit v 21,5 % případů.

7.1.4 Dopravní nehody

Bilance dopravních nehod podle jednotlivých druhů dopravy se vysoce liší. Zdaleka nejnebezpečnějším druhem dopravy je doprava silniční a v jejím rámci individuální motorismus, což je dáno amatérismem většiny řidičů, kteří nepřizpůsobí rychlost a styl jízdy kvalitě komunikace, svým schopnostem a stavu počasí, častějším nedodržováním pravidel silničního provozu a nárůstem lehkomyšlnosti a bezohlednosti. V ostatních druzích dopravy je profesionalita řidičů dopravních prostředků podmínkou výkonu povolání. Podíl silniční dopravy na obětech dopravních nehod činí v ČR dlouhodobě cca 98,5 %. Nejbezpečnějším druhem dopravy je doprava letecká, v těsném závěsu za ní je doprava vodní a železniční.

Ve vlivu dopravních nehod na životní prostředí se dá asi nejvíce konkretizovat především střety dopravních prostředků s živou přírodou, kdy při různých haváriích dochází ke zranění, nebo usmrcení zvířete a ptactva. Rovněž při ekologických haváriích, kdy dochází k nejružnějším unikům pohonných hmot, či k úniku přepravovaného ekologicky nebezpečného materiálu.

Policii ČR od roku 2009 volána k dopravním nehodám v těchto případech:

- pokud při nehodě dojde ke zranění (třeba i jen drobnému) nebo k usmrcení osoby
- pokud při nehodě dojde na některém z vozidel včetně přepravovaných věcí ke škodě vyšší než 100 000 Kč
- pokud při nehodě dojde ke škodě (v jakékoli výši) na majetku třetí osoby (např. k poškození zaparkovaného vozidla, přilehlé nemovitosti apod.); policie se však nebude volat v případě, kdy půjde o škodu na vozidle, které sice je v majetku třetí osoby (např. leasingové společnosti, zaměstnavatele, ale třeba i někoho z rodiny), ale jeho řidič měl na nehodě účast
- pokud při nehodě dojde k poškození pozemní komunikace či ke zničení nebo poškození její součásti nebo příslušenství (např. dopravní značky, svodidel apod.)
- pokud při nehodě dojde k poškození obecně prospěšného zařízení (např. přejezdového zabezpečovacího zařízení) nebo životního prostředí (např. při úniku provozních kapalin z vozidla)
- pokud po nehodě nebudeme sami schopni (bez vynaložení nepřiměřeného úsilí) obnovit plynulost provozu

Ve všech ostatních případech bychom si měli vystačit sami, bez součinnosti policie. Nejpravděpodobnější změnou vlastně není ani stotisícový limit, nýbrž změna v koncepci ochrany vozidel třetích osob, pokud řidič takového vozidla měl přímou účast na nehodě. Zatímco dříve se policie volala ke každé nehodě, kterou jsme měli třeba se služebním autem nebo s autem na leasing, od ledna 2009 se policie i v těchto případech volá jenom tehdy, přesáhne-li škoda na vozidle (včetně přepravovaných věcí) částku 100 000 Kč.

Zákon od ledna 2009 účastníkům nehody ukládá jednu úplně novou povinnost. U dopravních nehod, ke kterým se policie nevolá, budou účastníci nehody povinni sepsat společný *záznam o dopravní nehodě*. Ten musí obsahovat popis času a místa vzniku dopravní nehody, její příčinu, průběh a následky, identifikaci účastníků nehody a zúčastněných vozidel. Účastníci nehody budou povinni záznam podepsat a neprodleně předat pojistiteli, který by měl plnit vůči poškozenému (tj. pojišťovně viníka dopravní nehody). Záznam o dopravní nehodě může mít v zásadě libovolnou formu, žádný pevně stanovený formulář zákon nepředepisuje. Přesto lze doporučit tzv. „Euroformulář“ záznamu o dopravní nehodě, který současně doporučujeme všem řidičům vozit v autě s sebou. Pokud by vám některý z účastníků nehody odmítl poskytnout součinnost při sepsání záznamu o nehodě, zavolejte k nehodě policii.

Vliv dopravy na ekologickou zátěž

Poplatek za neoprávněný výjezd policie k nehodě (pro případy, kdy škoda na jednom vozidle nepřesáhne 100 tis. korun) se v zákoně nakonec neobjevil. Nevystavujete se tak žádnému finančnímu postihu.

Desatero správného postupu při dopravní nehodě (DN):

- Neprodleně zastavte vozidlo a zabezpečte místo nehody (zapněte varovná světla a umístěte výstražný trojúhelník).
- Zjistěte, zda při dopravní nehodě nedošlo ke zranění některé ze zúčastněných osob. Pokud ano poskytněte v rámci svých možností adekvátní pomoc (poskytnutí první pomoci, přivolání Záchrané služby).
- V rámci svých možností a znalostí vyhodnoťte vzniklou škodu a další okolnosti dopravní nehody a případně nehodu oznamte na policii (Pozor povinnost přivolat policii se vždy řídí právním předpisem země, ve které k dopravní nehodě došlo).
- Pokud došlo ke škodě na zdraví anebo k poškození obecně prospěšné věci (např. veřejné osvětlení, komunikace) anebo nelze zabezpečit plynulý provoz na komunikaci, vždy je nutné přivolat policii.
- V případě, že je nutné zabezpečit obnovení provozu na komunikaci, můžete vozidla odstranit pokud:
 - je nehoda nahlášena policii a vy jste řádně vyznačili konečné postavení vozidel
 - shodli jste se na odstranění s dalšími účastníky DN a toto nebude na škodu sepsání záznamu.
- Pokud na místě nehody není přítomna Policie, společně s dalším účastníkem DN sepište společný záznam o dopravní nehodě. Pro tento účel nejlépe použijte tiskopis „Evropský záznam o nehodě“. Tento dokument obsahuje všechny údaje, které jsou nutné pro řádné zdokumentování nehodového děje. Vzhledem k tomu, že dokument je stejný ve všech evropských jazycích, můžete s pomocí tohoto dokumentu vyplnit dokument i v případě, že dalším účastníkem bude osoba jiné národnosti. Nemáte-li tento tiskopis u sebe, můžete záznam provést na jakýkoliv jiný papír, ovšem nezapomeňte na podpisy všech účastníků nehody!
- Doporučujeme také kontaktovat z místa nehody klientské centrum pojišťovny viníka (jste-li na zavinění nehody dohodnutí).
- Nezapomeňte, že pro lepší prokázání vzniku dopravní nehody je vhodné zajistit na místě nehody případné svědky, fotodokumentaci apod.
- Před opuštěním místa nehody se přesvědčte, že máte všechny potřebné údaje o druhém účastníkovi DN. Jedná se zejména o: Jméno a příjmení druhého účastníka, údaje o vozidle (registrační značka, typ vozidla), údaje o vlastníkovi vozidla (jméno, bydliště – sídlo), údaje o pojištění druhého vozidla (číslo zelené karty, číslo PS, název pojistitele, platnosti ZK).
- Zajistěte neprodlené předání sepsaného záznamu o dopravní nehodě své odpovědnosti pojišťovně.

7.1.5 Zábor půdy

Celkový zábor půdy dopravou v ČR byl odhadnut na 1 293 km², kdy celková délka silnic a dálnic v tomto roce (2010) byla 55 922 km, z toho dálnic 392 km, což je asi 1,65 % celkové plochy státu. Nebyly zde započítány plochy pro parkoviště, nádraží, dopravní uzly. Nejvíce půdy zabírá silniční doprava, celkem 78 %, přičemž její podíl bude neustále růst výstavbou dálniční a silniční sítě. Zábor půdy železniční dopravou je kolem 21 %. Odhaduje se, že se dále příliš zvětšovat nebude, neboť nedochází k výstavbě nových tratí, nýbrž jen k jejich rekonstrukci a modernizaci.

Výstavba dopravních cest v řadě případů vede k rozsáhlému zásahu do krajiny a ničení mimořádně hodnotných přírodních lokalit. Opominout nelze ani nezanedbatelný zábor orné

pudy. Ve všech těchto aspektech jsou negativa silniční dopravy v porovnání s ostatními druhy dopravy nesrovnatelně větší. Větší negativa silniční dopravy se projevují zejména v případě výstavby hlavních silnic a především dálnic či rychlostních silnic. Je to dáno jejich větší plochou, především šířkou, konstrukcí a intenzitou provozu. Sít železnic a lokálních silnic je navíc patrně prakticky uzavřená, zatímco výstavba zejména dálnic pokračuje a prudce se rozvíjí. Řada nových projektů vede k přímému poškození či ničení mimořádně cenných přírodních lokalit.

7.1.6 Trendy v oblasti znečišťujících látek u silničních vozidel

Došlo k podstatnému poklesu emisí škodlivých znečišťujících látek u silničních vozidel. Toto snížení lze přičíst emisním standardům EU pro silniční vozidla, které se postupně od 90. let minulého století zpřísnovaly, přičemž toto zpřísnování i nadále pokračuje. Emise regulovaných znečišťujících látek poklesly o 24 % až 35 % (do těchto ukazatelů není zahrnuta mezinárodní letecká a lodní doprava). Nicméně i přes pokles znečištění ovzduší ze silniční dopravy v městských oblastech nadále přetrvávají závažné problémy s kvalitou ovzduší. Je třeba vyvíjet další opatření k tomu, aby byli lidé méně vystavováni škodlivým znečišťujícím látkám působícím na jejich zdraví. Zajistit, aby testovací cykly odrážely řízení motorových vozidel v reálných podmínkách, včetně zohlednění 'čipového ladění' automobilů s dieselovým motorem, může být stejně důležité jako samotné zpřísnování standardů pro silniční vozidla.

Dopravní infrastruktura vyvolává tlak na biologická sídliště a na biologickou rozmanitost tím, že přímo využívá území, ruší svým hlukem a světlem, znečišťuje ovzduší a rozčleňuje krajinu. S rozšiřující se dopravní infrastrukturou je tlaku vystaveno stále více chráněných přírodních oblastí. V průměru kolem poloviny chráněných oblastí v Evropě je již zasaženo dopravou. Existují velké rozdíly mezi jednotlivými regiony, které jsou těsně spjaté s proměnlivou hustotou obyvatelstva.

8 Zdokonalení řidičských vlastností a dlouhodobé udržení návyků

8.1 *Problémové okruhy psychologie v silniční a městské dopravě*

Předmětem zájmu dopravní psychologie je *psychicky regulované chování člověka* ve specifických dopravních podmínkách, které jsou dány individuálními vlastnostmi člověka, jeho předběžnou přípravou a výcvikem, druhem a charakterem dopravy a dopravní techniky.

8.1.1 Studium systému „řidič – vozidlo – komunikace“

Spolehlivost celého dopravního systému je dána správnou funkcí a spolehlivostí všech jeho částí. Studium systému *řidič – vozidlo – komunikace* zahrnuje několik oblastí:

- Těžiště psychologické analýzy spočívá ve studiu činností **řidiče** a jeho začlenění do systému.
- Podrobně se zkoumají senzorické vstupy (proces přijímání informací), proces zpracovávání informací (rozhodování a řídicí procesy) a řídicí jednání řidiče.
- Závažná je otázka přesnosti, rychlosti a spolehlivosti řidiče a možnosti rozdělení úkolů mezi vozidlo a řidiče. Psychologická analýza **vozidla** se týká především toku informací mezi vozidlem a řidičem, tzn. řešení oznamovacích a ovládacích prvků ve vozidle, interiéru vozidla. Cílem je přizpůsobení konstrukce vozidla psychologickým kapacitám člověka.
- Studium **komunikací** se zaměřuje především na psychologické působení komunikace a jejího okolí, vlivy trasy, dopravního značení a signalizace, řešením cest a objektů v jejich blízkosti; působením přírodních a klimatických faktorů.
- **Výcvik a příprava řidičů.**
- **Výchova a výuka účastníků silniční dopravy**, hlavně dopravní výchova dětí a mládeže (propagace, osvěta).
- **Racionalizace a organizace práce řidiče** – režim práce a odpočinku řidiče.
- **Sociálně-psychologické aspekty práce řidiče** (mezilidské vztahy, vztah k práci a pracovní motivace, aj.).
- **Analýza nehodovosti a úrazovosti** (prevence nehod a úrazů).
- **Psychodiagnostika dopravního chování**, psychologické posuzování způsobilostí pro řízení motorového vozidla, diagnostika starších řidičů, ad.

Některé z těchto aktivit jsou výlučně psychologickou záležitostí, může je vykonávat pouze psycholog (psychologické vyšetření), při jiných psycholog aktivně spolupracuje (osvěta, zkoumání dopravní nehodovosti) a v některých aktivitách psychologie poskytuje zásady a normy, které slouží odborníkům z jiných oblastí (spolupráce při konstruování automobilů, projektování a stavbě komunikací, osazování dopravního značení, atd.).

8.1.2 Způsoby a formy aplikace psychologie v silniční dopravě

V silniční a městské dopravě psychologická pracoviště zabezpečují řešení základních úkolů dopravní psychologie následujícími formami:

- **expertizní činnost** – řeší se otázky bezpečnosti a racionalizace práce, sledují se nároky profese na psychické vlastnosti a schopnosti člověka, analyzují se možnosti prevence dopravních nehod z psychologického hlediska, řeší se problémy motivace, atd.
- úkoly v oblasti **personálních činností podniků**
- **poradenská činnost** (podnikové poradenství)

- **činnost v oblasti pedagogicko-psychologické** (psychologická pracoviště se podílí na sestavování učebních plánů pro kvalifikační přípravu zaměstnanců)
- činnost na úseku **inženýrské psychologie**, psychologických otázek **organizace řízení a racionalizace práce** (zabývají se vztahem řidič – dopravní technika, optimálními podmínkami organizace a řízení práce)

8.2 Agresivita v dopravě

Agresivita – tendence k nepřátelskému, útočnému až destruktivnímu jednání vůči druhé osobě, živočichovi nebo okolí; je to dispozice osobnosti. U člověka je její příčinou často frustrace, kterou v moderní společnosti trpí stále více lidí.



Obr. 44 Následky agresivity v dopravě

Agrese – technika vyrovnávání se s náročnými životními situacemi. Vede k odstranění nebo destrukci překážky stojící na cestě k cíli. Aktivní způsob vypořádání s životními překážkami, součást normálního chování, do jisté míry společensky schvalovaný a podporovaný. V civilizovaných zemích je však hodnoceno převážně negativně a je proto trestáno.

Frustrace a agrese

Frustrující situaci v dopravě může vyvolat chování nepřizpůsobivé aktuální dopravní situaci s různě závažnými projevy:

- pouze myšlenková, navenek se neprojevující
- verbální (nadávky, kletby výhrůžky)
- projevy destrukce (poškrábání laku, kopání do karoserie, propíchnutí pneumatik, apod.)
- projevy fyzického násilí vůči ostatním řidičům



Obr. 45 Agresivita v dopravě

Agresivita za volantem:

- jednání nepřizpůsobené aktuální dopravní situaci, hustotě provozu, stavu komunikace, povětrnostním podmínkám, délce trasy, vlastním schopnostem a zkušenosti se zaměřením škodit ostatním účastníkům silničního provozu

Zdokonalení řidičských vlastností a dlouhodobé udržení návyků

- s rozmyslem zvyšované riziko kolize, motivované netrpělivostí, nepřátelstvím nebo snahou o získání času
- anonymita a subjektivně pocíťovaná určitá bezpečnost uvnitř vozidla (tónovaná skla, obtížněji identifikovatelné vozidlo, např. tanga přes SPZ, integrální helmy, apod.)
- snížení příznaků sociální odpovědnosti (nikdo neví, kdo jsem, nikdo se o mne nestará)
- situační podmíněnost agresivního chování – situace má na lidské chování mnohem větší vliv, než se obecně uznává
- nalepení se na vozidlo před sebou, nadměrná rychlost, předjíždění v nebezpečných úsecích, gestikulování, houkání či probíkávání, stíhání či pronásledování, užití vozidla jako zbraně, použití skutečné zbraně

8.3 Obecně k problematice adolescentů v dopravě

Kladný nebo záporný postoj k požadavkům dopravní bezpečnosti je vytvářen ještě před tím, než se dítě začne samostatně pohybovat v dopravních situacích. Dítě vychovávané k dopravní bezpečnosti bude i bez doprovodu otce, matky nebo jiné zodpovědné osoby napodobovat chování svého okolí. Mírou účinnosti jednotlivých forem dopravní výchovy ve vztahu k prevenci dopravních nehod se zabývají četné výzkumy a studie. Některá šetření hovoří dokonce o tzv. „**dědičnosti dopravního charakteru člověka**“ jako souhrnu vnitřních předpokladů pro chování v dopravě.

Získání řidičského průkazu je pro mladého člověka často významnějším sociálním rituálem vstupu do dospělosti, než například možnost jít k volební urně. Vlastnit řidičské oprávnění a být aktivním řidičem je navíc považováno soudobou zaměstnaneckou sférou za jednu ze samozřejmých dovedností perspektivní pracovní síly. U mužů více než u žen, jak dokazují některé studie plní dopravní prostředek nejen funkci instrumentální, ale i symbolickou a emocionální. Způsob, jakým se zejména muži o auta nebo motorky včetně čtyřkolových zajímají, starají, jak je kupují a používají, ukazuje, že pro ně nejsou jen dopravními prostředky. Vlastněné dopravní prostředky jsou mezi lidmi obecně prezentovány jako **symbol sociálního postavení a prostředek, skrze který lidé vyjadřují sami sebe**.

Ženy, řidičky dle výsledků studií hodnotících atraktivitu auta, se více než muži domnívají, že **řízení auta je stresující záležitostí**. Muži v podobných studiích kladou větší důraz než ženy na **sebe prezentaci** prostřednictvím dopravního prostředku a také k němu mají silnější emotivní vztah. Jízda v autě či na motorce je mnohými řidiči vnímána jako **dobrodružství přinášející radost, pocity síly, svobody a vzrušení**. Ve světle toho, co ovládání vlastního nebo i půjčeného dopravního prostředku pro mnohé lidi znamená, může být zejména pro mladé a navíc nezkušené řidiče problematické zachovávat zásady bezpečné jízdy, respektovat pravidla silničního provozu a setrvávat u defenzivního, respektive kooperativního stylu jízdy.

8.3.1 Chování adolescentů v dopravních situacích

Výsledné dopravní chování adolescentů bývá ovlivněno nejen získanými postoji k respektování dopravních pravidel, ale i typickým vnitřním prožíváním a jemu odpovídajícími vnějšími projevy této svérázné skupiny účastníků dopravního provozu.

Mladiství vystupují v dopravních situacích v nejrůznějších rolích:

- jako řidiči motorových vozidel
- jako cyklisté
- jako chodci

Z hlediska dopravní bezpečnosti adolescenti jako chodci již nepatří do rizikové skupiny dětí a mládeže, kdy nebezpečí úrazu vlivem dopravní nehody je přibližně dvakrát tak velké jako riziko pro chodce mezi 16 až 60 roky. Avšak dospívající chlapci mají jako chodci obecně více úrazů než dívky, protože se obvykle chovají riskantněji. Jejich *impulsivnější a dobrodružnější chování* je přivádí do nebezpečných situací častěji v porovnání s opatrnějšími dívkami.

8.3.2 Rizikové faktory z hlediska bezpečné jízdy

V porovnání s mladšími věkovými skupinami je u sledované věkové kategorie vyšší pravděpodobnost úrazů vlivem dopravní nehody, ke kterým dojde ve tmě. Adolescenti jsou běžně mimo domov ve večerních a nočních hodinách. Pro mladé lidi je podle poznatků vývojové psychologie charakteristická změna v trávení volného času, a to ve směru zvyšování pestrosti aktivit a jejich posunu k pozdějším hodinám. Adolescenti se **v noci** také často nacházejí za volantem. V německé výzkumné studii z roku 1996 byla analyzována vysoká nehodovost u věkové skupiny 18–24 let. Během tříměsíčního pozorování bylo zaznamenáno na území státu 359 nehod v nočním provozu. Při těchto nehodách bylo 225 mladých lidí usmrceno a 572 těžce zraněno. Většinou (71 %) byl viník nehody ve věku 18–24 let. Nehody se staly zejména v pátek a sobotu. Jednalo se o jízdy v souvislosti s návštěvou diskotéky (57 %), restaurace (18 %), párty (8%) atd. **Alkohol** sehrál roli v 45 % případů tzv. disko-nehod.

Rizikový z hlediska bezpečné jízdy není jen alkohol, ale i **kouření**. Nikotin ovlivňuje hlavně vidění ve tmě, kyslíčnická uhelnatá brání přívodu kyslíku ke tkáním – je tlumena činnost centrální nervové soustavy. Totéž platí, ale ve zvětšené míře, pro **kuřáky marihuany**. Statistiky sledující výskyt pravidelných kuřáků tabáku a marihuany mezi žáky středních škol jsou alarmující. Přitom většina z těchto mladých lidí vstoupí do dospělosti nejen s maturitním vysvědčením nebo s výučním listem, ale i s řidičským průkazem.

Mnozí adolescenti spojují zábavu ve volném čase s kouřením, alkoholem i s jinými drogami. Při jízdě motorovým vozidlem může jít při jejich nevyježděnosti a nezkušenosti o smrtelnou kombinaci. Nárůst narkomanie a nebezpečí z ní vyplývající se nevyhýbá ani českým řidičům. Odhaduje se, že každý osmý člověk v Česku již nějakou drogu vyzkoušel. Z šetření BESIPU v roce 1995 mezi žáky středních škol a učilišť vyplynulo, že **třetina užívá nějakou nelegální drogu**. Nejdostupnější a nejlacinější z drog je marihuana. Po vykouření cigarety z marihuany prožívá člověk obvykle blažené, omamné pocity. Droga zkresluje vnímání a třísť pozornost. Marihuana, která je považována za lehkou drogu, může způsobit i halucinace, účinkuje nevyzpytatelně a její zbytky lze zjistit v krvi i mnoho dnů po požití. Motorista, který řídí dopravní prostředek v přesvědčení, že droga vyprchala, se může mýlit.

V poslední době se objevuje stále více dopravních nehod v souvislosti s **požitím menšího množství alkoholu** (hladiny kolem 0,6 promile alkoholu v krvi) a **kombinací** sedativ, hypnotik, antiastmatik aj. **léků**. Účinek alkoholu se může zvýšit těmito léky až trojnásobně.



Obr. 46 Rizikový faktor alkohol

8.3.3 Nehodovost mladistvých motocyklistů

Z hlediska důsledků dopravních nehod je mimořádně závažným problémem u mladistvých řidičů **nebezpečný způsob jízdy** nejen v automobilu, ale i **na motocyklu**. Statistika nehodovosti udává asi šestkrát větší četnost smrtelných nehod pro motocyklisty než pro uživatele aut, i když z celkového počtu dopravních nehod, které se u nás stanou, tvoří nehody motocyklistů jen jedno procento. Za rok 2008 zahynulo v Česku 123 motocyklistů. O rok předtím jich ztratilo život „jen“ 95.

Nejčastěji umírají řidiči motorek ve věku 18–29 let. Právě oni mají také nejvíce nehod. Pokud jde o délku zkušenosti, nedojeli hlavně ti, co řídili méně než rok. Téměř každá druhá nehoda byla způsobena řidičem *motorky nejvyšší kubatury nad 500 cm³*. Při každé 16 nehodě zaviněné motocyklistou byl ve hře alkohol. Nejčastějšími viníky dopravních nehod zaviněných pod vlivem alkoholu byli mladí muži ve věku 18–30 let.

Studie zabývající se chlapci ve věku 17–18 let, kteří se vzdělávají v učebním oboru mechanik opravář motorových vozidel a opravář zemědělských strojů a kteří se po vyučení budou profesně orientovat na práci řidiče z povolání prováděná ve Střední odborné škole Josefa

Zdokonalení řidičských vlastností a dlouhodobé udržení návyků

Sousedíka ve Vsetíně, ukázala ve své výzkumné a výsledkové části, nakolik významné jsou v osobnostních charakteristikách budoucích řidičů **rizikové vlastnosti**, které mohou snižovat pravděpodobnost beznehodové řidičské činnosti adolescentů ze zkoumaného souboru.

Je zřejmé, že existují rozdíly mezi jednotlivými řidiči i adolescenty, ale také je evidentní, že můžeme řidiče a adolescenty zařazovat do různých skupin dle mnoha hledisek. Profesní zájem adolescentů o povolání profesionálního řidiče bez ohledu na jejich věk byl vyvolán a dlouhodoběji udržován určitými psychickými dispozicemi a naopak. Vykonávání činností prostřednictvím vzdělávání ve zvoleném učebním oboru pro realizaci a naplnění profesních cílů postupně vedlo k rozvoji požadovaných charakterových vlastností.



Obr. 47 Autoškola

8.3.4 Řidiči terénních speciálů – čtyřkolových motorek

Novým fenoménem v dopravě jsou **řidiči terénních speciálů – čtyřkolových motorek**. Majitelé čtyřkolek jsou často soukromí podnikatelé, vlastníci soukromých pozemků nebo rodinných statků, kteří užívají toto vozidlo k dopravě ve svých rozlehlých areálech nebo i k vlastní podnikatelské činnosti zapůjčováním čtyřkolek zájemcům o jízdu v terénním stroji. Této službě využívají zejména mladí muži k uspokojení své touhy po adrenalinu, dobrodružství či k naplnění potřeby si zazávodit, pokud se jich sejde víc.

Legálně řídit čtyřkolku je možné jen s platným řidičským průkazem pro skupinu odpovídající hmotnosti stroje. V případě, že jezdí uživatelé čtyřkolek po svém pozemku nebo jiném soukromém pozemku se souhlasem vlastníka, nemusí být vozítko registrované.

Řidiči čtyřkolek pravděpodobně lehce podléhají nutkání sjet si něco „načerno“ a postupně se stávají hrozbou pro zemědělce, kterým přejíždějí přes louky a výsadbu na polích, pro přírodní parky a jiné chráněné lokality, ve kterých svou bezohledností ničí přírodu a svou rychlou jízdou ohrožují chodce. Na komunikacích jsou nebezpeční hlavně sami sobě a svým spolujezdcům.



Obr. 48 „Čtyřkolky“ a nehody

8.3.5 Cyklisté a bezpečná jízda

Zranitelnější skupinu než jsou motocyklisté a řidiči automobilů, jestliže dojde k nehodě na silnici, představují **cyklisté**. Cyklisté jsou málo viditelní, nestabilní a nedostatečně chráněni. Nejčastějšími příčinami nehod zaviněných mladými cyklisty je jízda na kole po nesprávné straně vozovky zvláště v klidnějších obytných zónách, vjíždění do jednosměrných ulic, nerespektování přednosti v jízdě, špatné odbočení, neočekávané přejíždění přechodů pro chodce, jízda ve skupinkách, bez osvětlení, pod vlivem alkoholu apod.

U mladistvých v roli cyklistů, stejně jako v roli chodců a řidičů, se může objevovat sklon podceňovat dopravní rizika, zejména pokud nezískali pozitivní postoj k dodržování dopravních předpisů a pravidel.

Vytvářet kladný vztah účastníků dopravního provozu k požadavkům dopravní bezpečnosti je tedy nutné od raného



Obr. 49 Cyklisté a nehodovost

dětství. Stejně jako na děti, tak i na adolescenty, budoucí řidiče by mělo být výchovně působeno v oblasti bezpečnosti silničního provozu. Měla by být podporována jejich vůle jezdit bezpečně, rozvíjeny řidičské schopnosti, znalosti a dovednosti pro jízdu technicky dobrou a bezpečnou, získávání jejich trvalý zájem o vlastní zdraví a zlepšování bezpečnostních podmínek.

8.4 Dlouhodobé udržení návyků řidiče

Ani ten nejdokonalější systém ve vozidle nemůže nahradit základní prvek - řidiče a jeho způsob jízdy. Jedině soustavné vzdělávání řidičů vede ke zvýšení bezpečnosti a hospodárnosti provozu. Výchozím bodem tohoto systému však je vždy řidič sám a jeho kladný přístup ke zdokonalování vlastní práce.

Nejnovější vývoj vozidel je zaměřen na maximální bezpečnost a ekonomiku provozu. Armáda elektronických řídicích jednotek vozidla je připravena na základě sebemenšího signálu nebezpečí pro posádku zasáhnout do téměř všech systémů řízení a aktivovat prvky pasivní bezpečnosti, které mají za úkol kompenzovat důsledky případné dopravní nehody. Přesto je naprostou nezbytností soustavné opakování zásad první pomoci.



Obr. 50 Nácvik první pomoci

Rovněž moderní pozemní komunikace, po kterých vozidla za svým cílem putují, jsou navrhovány s důrazem na **bezpečnost všech účastníků provozu**. Pasivní a aktivní bezpečnost zajišťuje soubor stavebních úprav a inteligentních prvků pozemních komunikací. Jako příklad si uveďme zřejmě nejstarší stavební úpravu pro zvýšení bezpečnosti provozu - kruhový objezd, který poprvé nahradil klasickou křižovatkou v roce 1904 v New Yorku. Studie potvrdily, že právě oproti klasické křižovatce dochází na kruhovém objezdu o 40 % méně kolizí, o 80 % méně zranění, z nichž o 90 % méně je vážných nebo smrtelných.

Pokud ke stavebním prvkům připojíme v poslední době hojně zaváděné inteligentní prvky, jako jsou například komunikační tabule upozorňující na různé překážky, nebezpečí či jen hustotu provozu, můžeme nabýt dojem, že dopravní nehoda musí být vzácným jevem. Bohužel ani nejmodernější technika vozidel, ani ta nejbezpečnější pozemní komunikace nemůže nahradit **základní prvek, kterým je osobnost řidiče**. Stále je to řidič, kdo vozidlo ovládá a kdo rozhoduje o způsobu jízdy na pozemní komunikaci.

8.4.1 Význam pravidelných školení

Tak jako každou dovednost i správné ovládání vozidla je nutné se nejen naučit, ale dále se v něm po *celý život vzdělávat*. Ve všech oborech lidské činnosti, které přímo ovlivňují zdraví nebo bezpečnost člověka, je soustavné vzdělávání pracovníků uloženo ze zákona. Řidiči z povolání proto pravidelně navštěvují povinná školení.

V případě řidičů osobních a dodávkových vozidel do celkové hmotnosti 3,5t je jejich pravidelné proškolení povinností zaměstnavatele, jedná se v podstatě o školení bezpečnosti práce. Od toho faktu se odvíjí obsah, který je soustavné práci na zdokonalování způsobu řízení často velmi vzdálen. V případě řidičů nákladních vozidel s celkovou hmotností nad 3,5t a autobusů je pak ze zákona povinností každého řidiče absolvovat pravidelné školení profesní způsobilosti v délce sedmi vyučovacích hodin každý rok. Je to krok kupředu, bohužel v praxi však ani tato školení nenaplňují podstatu soustavného zdokonalování činnosti profesionálních řidičů.

Jedině teoretická příprava pro konkrétní vozidla spojená s praktickými jízdami s instruktorem může **odhalit chybné návyky řidiče a korigovat je**. Mállokterý řidič z povolání si však připustí, že na jeho způsobu řízení je něco v nepořádku. V autoškole si osvojil základní pravidla silničního provozu, naučil se ovládat vozidlo a svou dlouholetou praxí v provozu se zdokonalil. Nikdo už ho nemá co naučit.

Pouze malá část řidičů si uvědomuje, že v autoškole se většinou učili řídit na vozidle, které se dnešním moderním strojům velmi vzdaluje jak v parametrech, tak ve způsobu ovládání.

Zdokonalení řidičských vlastností a dlouhodobé udržení návyků

V rozsahu času pro praktické jízdy v autoškole navíc ani není prostor pro vštěpování základů hospodárné jízdy.

8.4.2 Význam hospodárné jízdy pro řidiče

Paradoxně až teprve hospodářská krize zvedla vlnu zájmu o školení hospodárné jízdy ze strany zaměstnavatelů. Snižování výrobních nákladů, je v dnešní době prioritou každé zdravé firmy. V případě společností, které se zabývají přepravou osob či nákladů je základním výrobním prostředkem vozidlo, potažmo řidič. Právě jeho způsob jízdy má největší vliv na spotřebu paliva a opotřebení vozidla, tedy má největší podíl na provozních nákladech.

V případě nákladní kamionové dopravy nabízí **školení hospodárné jízdy pro řidiče** svých zákazníků přímo výrobci vozidel. Přední z nich jsou schopni kombinovat povinné školení profesní způsobilosti řidičů s vlastními programy pro zdokonalení práce řidičů na vozidlech dané značky. Pro profesionální řidiče osobních a dodávkových vozidel tato nabídka na trhu chybí, přestože podíl těchto vozidel na celkové dopravě je převažující.

8.4.3 Uvědomění a snaha řidiče zlepšovat se

Všichni řidiči se v dobré autoškole seznámí s teorií zákonitostí provozu vozidla, avšak jen malá část z nich umí tuto teorii využívat v praxi. Každý čerstvý vlastník řidičského oprávnění získává zkušenosti teprve postupně, vlastní praxí, a přebírá zkušenosti a návyky ostatních řidičů ve svém okolí.



Obr. 51 Školení hospodárné jízdy pro řidiče

Stejně jako v jiných oborech i v případě řízení vozidla jsou nejčastěji přebírány hlavně návyky špatné a mezi řidiči se šíří mnoho mýtů. Například názor, že při brzdění z kopce při zařazeném nižším převodovém stupni vozidlo spotřebovává více paliva než při volnoběhu a navíc se poškozuje. Řidič pak má většinou tendenci hledat chybu ve vozidle, nákladu, plánování tras či servisu. Výchozím bodem pro úspěšné vzdělávání v principech hospodárné, a tím i bezpečné jízdy, je však právě uvědomění a snaha řidiče zlepšovat se. Po překonání tohoto bodu má řidič otevřenou cestu k osvojení si základních principů hospodárné jízdy a okolností, které na ni působí. Pochopení a důsledné respektování souvislostí mezi fungováním vozidla a okolnostmi jízdy řidiči umožní soustavné a správné zdokonalování jeho umění v praxi.

8.5 Evropské zkušenosti se zavedením institutu řidičského průkazu na zkoušku

Zavedení institutu řidičského průkazu na zkoušku je třeba z pohledu bezpečnosti rozhodně doporučit. Jde o současný trend v zemích EU, který prostřednictvím tohoto nástroje umožňuje motivovat řidiče v prvních 2 letech (obvyklá délka v EU) samostatné praxe k bezpečné jízdě a dodržování příslušných předpisů. Důvod je prostý: *je jím možnost urychleného a zjednodušeného odebrání řidičského oprávnění*.

Řidič tak pod hrozbou poměrně jednoduchého mechanismu odebrání řidičského oprávnění **má snahu nejezdit na hranici (příp. za hranicí) svých reálných možností, současně je nucen striktně dodržovat příslušnou legislativu** (resp. především tu její část, jež je sledována a postihována prioritně). Současně mohou během zkušebního období

vyjít najevo **patologické stránky řidičovy osobnosti** (a to bude zřejmě hlavní význam pro existenci zkušebního období v prvních etapách řidičovy samostatné praxe).

Za základní momenty v oblasti bezpečnosti silničního provozu z hlediska řidiče motorového vozidla považujeme:

a) náročnou a objektivní zkoušku

b) kvalifikovaný sankčně motivační systém

Základním smyslem zkušebního období je dočasně či trvale eliminovat jedince s poškozeným intelektem či osobnostními defekty, jež jsou neslučitelné se samostatným řízením motorového vozidla. Než se osoba stane „plnoprávným“ řidičem, projde několika filtry, jež by měly včas vyloučit uvedené jedince z možnosti řídit motorové vozidlo:

Podávání žádosti o zařazení do výcviku v autošcole.

- Praktický lékař na základě záznamů v kartě pacienta rozhodne o způsobilosti uchazeče, možno rozšířit o další doložitelné náležitosti. V této fázi dochází k eliminaci zjevně nezpůsobilých osob.

Vlastní výcvik.

- Rizikový jedinec často dříve či později přípravu předčasně ukončí. V uvedené fázi typicky dochází k eliminaci osob, jež často patří k jedincům s inteligencí pod spodní hranicí průměru nebo s nedostatečnými morálněvolnými vlastnostmi (zde není vyloučeno, že později, po dozrání osobnosti, dojde k úspěšnému absolvování předepsaného výcviku).

Závěrečná zkouška.

- Opakovaný neúspěch u závěrečné zkoušky vedoucí k definitivní eliminaci jedince z možnosti získat řidičské oprávnění (příp. danou skupinu řidičského oprávnění při rozšiřování) - často neuspějí jedinci, kteří mají sice intelekt alespoň v pásmu průměru, nicméně schopnost motoricky ovládat motorové vozidlo, typicky v kontextu s nutností řešit běžné dopravní situace a pod psychickým tlakem, je nad jejich schopnosti.

Zkušební období následující po získání prvního řidičského oprávnění (sk. A, B), tzv. řidičské oprávnění na zkoušku.

- Zpravidla půjde o jedince schopné absolvovat předepsaný výcvik a závěrečnou zkoušku, nicméně osobnostní rysy (po pominutí nutnosti držet se tzv. na uzdě v přítomnosti učitele či zkušebního komisaře) uvedené osoby předurčují k páchání deliktů, jež jsou definovány jako neslučitelné se samostatnou kariérou řidiče.
- Je třeba zdůraznit, že pokud se nový řidič v průběhu předepsaného zkušebního období dostane do konfliktu s platnou legislativou v takové míře, že mu bude pozastavena platnost řidičského oprávnění, nepůjde o neznalost příslušných pasáží pravidel silničního provozu, ale zpravidla o osobnostní problém.

Posledním (trvalým) filtrem je permanentní účinný dozor nad bezpečnostní silničního provozu a dodržováním předepsané legislativy, přičemž uvedené aktivity jsou plně v kompetenci státu.

- Pokud někdo přijde o řidičské oprávnění v této fázi, bude se nutně jednat o osobnostní problémy (hrubou neznalost legislativy či základů řízení motorového vozidla těžko předpokládat), případně o jednostranný exces (spáchání dopravní nehody).

Z uvedeného vyplývá, že v případě pozbytí řidičského průkazu ve zkušebním období je třeba trvat na pohovoru s určeným odborníkem v oblasti psychologie, zatímco pokračovat v Evropě prozatím běžným a často formálním doškolování z pravidel silničního provozu je neúčelné.

9 Cvičení

Cvičení č. 1

Jak by podle Vás mělo vypadat úsporné a ekologické auto budoucnosti?

1. Navrhněte vzhled takového auta
2. Popište materiály, ze kterých byste auto vyrobili
3. Vyberte palivo, na jaké by mělo Vaše auto jezdit
4. Vyberte mezi sebou ve třídě 3 nejlepší auta budoucnosti (svůj výběr zdůvodněte)

Cvičení č. 2

Zamyslete se, jak naložíte s těmito informacemi:

- Jeden strom vyrobí 750 kg kyslíku za 1 den
- Jeden člověk spotřebuje 750 kg kyslíku za 1 den
- Jeden automobil spotřebuje 750 kg kyslíku za 10 hodin jízdy



Jste schopni a ochotni upravit svůj přístup k rozvoji automobilismu????

Cvičení č. 3

1. Víte o nějakém protihlukovém opatření v blízkosti Vašeho domova nebo školy, které snižuje dopad hluku způsobeného dopravou?
2. Navrhněte design protihlukové stěny podle Vašich představ (musí však zůstat účel)
3. Vyberte tři nejlepší návrhy ve třídě (svůj výběr zdůvodněte)

Cvičení č. 4

Řada českých firem utrácí za palivo do svých automobilů mnohem více, než by musela. Tréninkem úsporné jízdy pro své řidiče by firmy mohly dosáhnout snížení těchto nákladů i o více než **25 procent**.

Úsporu v podobě 25 % nákladů za pohonné hmoty prokázaly kurzy bezpečné a hospodárné jízdy spojené s testy. Na jedné Octavii 1,9 TDi lze ročně (při cenách ceně nafty v roce 2010) ušetřit **při nájezdu 40 tisíc kilometrů 13,5 tisíc korun**. Jak ukazují zkušenosti, většina řidičů služebních automobilů pravidla hospodárné jízdy buď nezná, nebo je nedodržuje. Firmy tak ročně zbytečně přicházejí o statisíce.

Firma, která má ve svém autoparku deset Octavií 1,9 TDi, za rok zaplatí při spotřebě udávané v technickém průkazu a při nájezdu 40 tisíc kilometrů zhruba 540 tisíc Kč.

1. Na kolik klesnou náklady této firmy při dodržování pravidel úsporné jízdy
2. U firmy se sto automobily se uspořená částka za rok vyšplhá dokonce na Kč. A to je ještě zapotřebí připočíst ušetřené náklady na opotřeбенé pneumatiky, spojky či brzdy, které při nevhodné jízdě značně trpí. Doplňte chybějící údaj.
3. Zkuste sestavit na základě Vašich znalostí a zkušeností desatero ekologické a hospodárné jízdy

Řešení:

1. na 405 000,- Kč

2. na 1.350.000,-Kč

3. Desatero ekologické a hospodárné jízdy

1. Řadit včas vyšší převodové stupně
2. Vyhybat se vysokým rychlostem, respektive vysokým otáčkám
3. Udržovat rovnoměrnou rychlost – využívat kinetické energie
4. Nebrzdit zbytečně – řídit předvídavě
5. Po spuštění motoru se okamžitě rozjet
6. Využívat schopnosti techniky
7. Motor nenechávat bezdůvodně běžet naprázdno
8. Nejezdit s nepotřebnými nastavbami a konstrukcemi
9. Nejezdit se zbytečným a nepotřebným zatížením (výbavou)
10. Udržovat správný tlak vzduchu v pneumatikách