



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

*Daniela Vysloužilová*

**Energetická a surovinová náročnost  
v dopravě. Možnosti zmírnění  
negativních vlivů dopravy**

Metodická příručka

Ing. et Ing. Daniela Vysloužilová  
Energetická a surovinová náročnost v dopravě. Možnosti zmírnění negativních vlivů dopravy  
Metodická příručka

Vydalo  
Centrum pro studium vysokého školství, v.v.i. , Praha, 2015

Návrh obálky  
Radka Šebková

Číslo projektu  
CZ.1.07/2.3.00/45.00 29

Publikace vznikla jako výsledek projektu Věda pro život, život pro vědu (VĚŽ).  
Projekt byl řešen v rámci programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost, prioritní osa Terciární  
vzdělávání, výzkum a vývoj, v období březen 2014 až červen 2015.



ISBN 978-80-86302-73-7

# **ENERGETICKÁ A SUROVINOVÁ NÁROČNOST V DOPRAVĚ**

**Daniela Vysloužilová**

**Ústí nad Labem 2015**

1	Spotřeba energie v dopravě.....	5
2	Paliva v dopravě.....	7
2.1	Ropa.....	7
2.2	Benzín.....	7
2.3	Nafta .....	8
2.4	Letecký petrolej (kerosin) .....	8
2.5	Zkapalněný ropný plyn (LPG) .....	8
2.6	Zemní plyn (CNG, LNG).....	9
2.7	Biopaliva .....	10
2.7.1	Biotanol.....	11
2.7.2	Bionafta.....	12
2.7.3	Rostlinné oleje.....	13
3	Náhrada konvenčních zdrojů energie v současnosti .....	13
3.1	Hybridní pohony.....	14
3.2	Elektrické pohony.....	15
3.3	Vodík .....	15

## ÚVODEM

Studijní opora je učena studentům předmětu Podnikové finance prezenčního i kombinovaného studia na Fakultě výrobních technologií a managementu Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, může ji ale využít i všichni ostatní, jež se zajímají o řízení podnikových financí.

Podnikové finance můžeme chápat jako souhrn všech peněz vložených do majetku podniku vlastníky (vlastní kapitál) i věřiteli (cizí kapitál). Stejně tak veškeré činnosti související s podnikovými financemi můžeme definovat jako finanční řízení. Finanční řízení je komplexní rozhodování, které zasahuje do veškerých podnikových činností a začíná v oblasti vrcholového řízení.

Předkládaná opora by Vás tedy měla seznámit se základními oblastmi podnikových financí. Pro úspěšné zvládnutí finančního řízení je nutná, kromě teoretických poznatků uvedených v předkládané opoře, praktická aplikace metod v prostředí podniku. Proto jsou Vám na konci každé kapitoly předkládány otázky a úkoly k řešení.

Opora je členěna celkem do osmi na sebe navazujících kapitol. Každá kapitola je věnována jiné oblasti finančního řízení.

## ANOTACE

Kapitola seznamuje posluchače se základními formami dopravy.



### CÍLE KAPITOLY

- Představení základních pojmů v oblasti podnikových financí
- Pochopení pojmu finanční řízení a jeho principů
- Přiblížení zdrojových dat a jejich použití



### KLÍČOVÁ SLOVA

Spotřeba energie v dopravě, konvenční zdroje energie v dopravě, biopaliva. LPG, hybridní pohony, elektrické pohony, vodíkové technologie

## 1 SPOTŘEBA ENERGIE V DOPRAVĚ

Získávání energie pro pohon automobilů a ostatních dopravních prostředků je z velké části spojeno se spalováním fosilních paliv. Ty jsou buď přímo spotřebovávány ve spalovacích motorech nebo při výrobě elektrické energie, kterou potřebují ke svému provozu elektrické vlaky, trolejbusy a tramvaje.

Kromě fosilních paliv doprava spotřebovává i další suroviny, které jsou použity na výrobu dopravních prostředků a dopravní infrastruktury.

Mezi tyto materiály patří například stavební suroviny (písek, štěrk) pro stavbu silnic, nebo železná ruda na výrobu plechů automobilových karosérií. Jejich průmyslové zpracování vyžaduje další energii a způsobuje produkci znečištění.

Na spotřebu přírodních zdrojů je navázána produkce odpadů, ať už jde o stavební odpady, průmyslové odpady nebo autovraky.

V současné době je upřednostňována energeticky nejnáročnější doprava letecká a silniční.

Fyzikální podstata: překonání gravitační síly

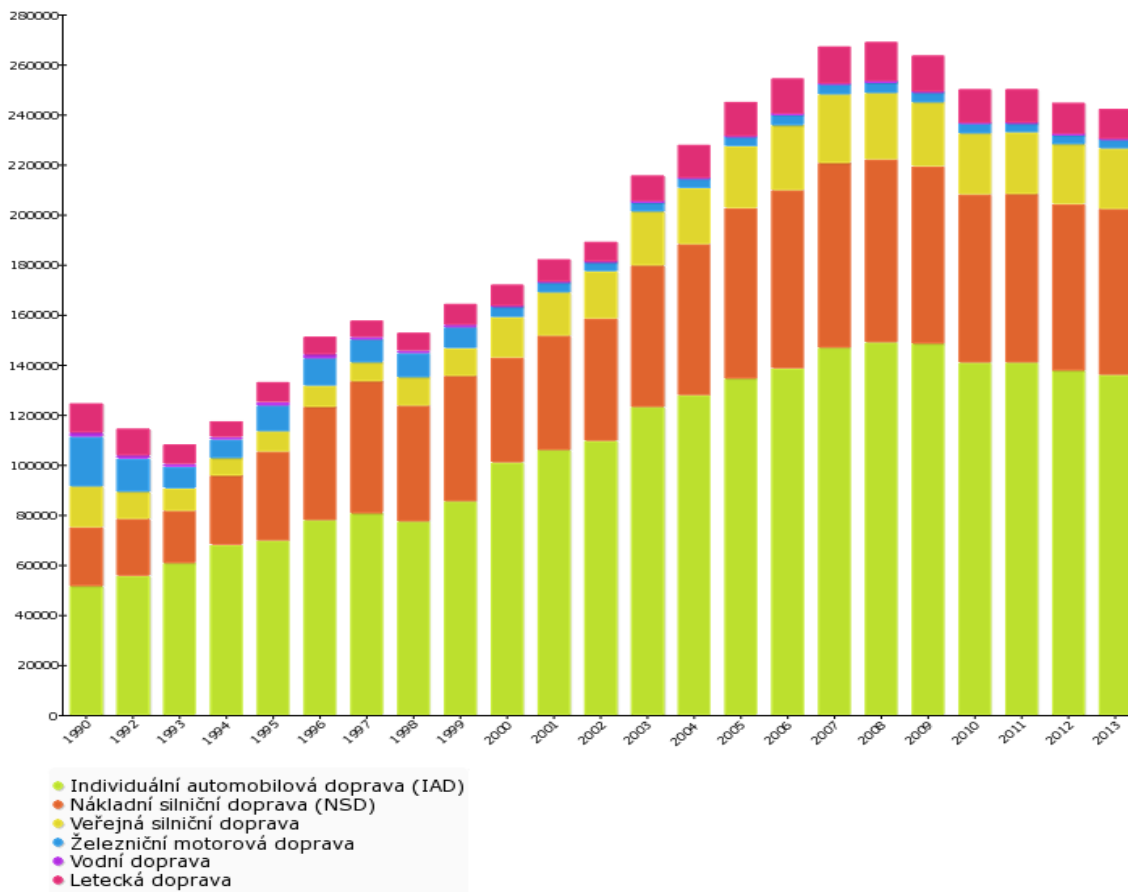
Energii je tedy potřeba vynaložit především na samotné přemístění dopravního prostředku, který je často těžší, než náklad (osoby nebo zboží).

→ 1 osoba v autě = 1/10 hmotnosti oproti automobilu

Značné energetické ztráty: tření kola o vozovku, odpor vzduchu i nízkou účinností přeměny energie paliva na mechanickou energii (účinnost motorů).

Ke zjišťování spotřeby energie v dopravě musíme znát údaje o přepravních výkonech a spotřebě paliv jednotlivých druhů dopravy. Její vývoj dle jednotlivých druhů dopravy je zobrazen v grafu 1.

Vývoj spotřeby energie jednotlivými druhy dopravy v ČR [TJ]

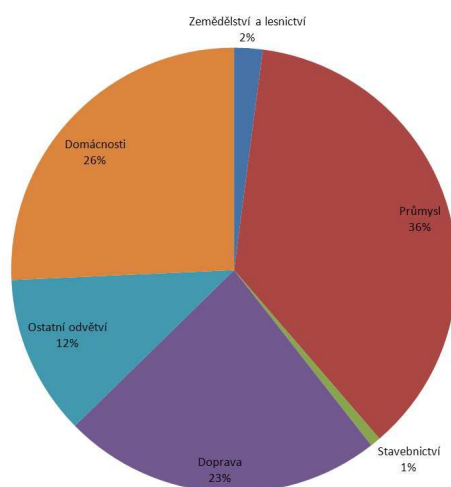
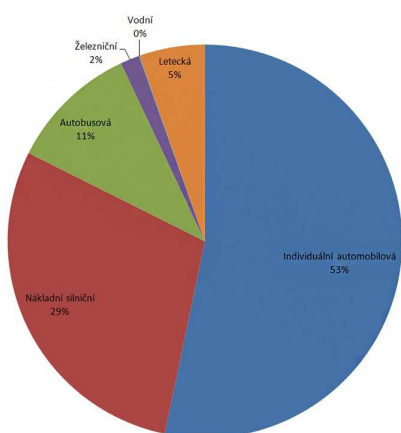


V ČR spotřeba energie v dopravě trvale stoupá, podíl dopravy na celkové konečné spotřebě energie se pohybuje okolo 23 %.

Doprava tak je po průmyslu druhým největším spotřebitelem energie.

Dynamiku rozvoje dopravy dokládají data za období 2000–2011, kdy se spotřeba energie v dopravě zvýšila o 52 %, tj. přibližně o polovinu.

Spotřeba energie v dopravě v ČR v roce 2011 [TJ, %]      Struktura konečné spotřeby energie v ČR v roce 2010 [PJ, %]



## 2 PALIVA V DOPRAVĚ

Doprava je v současnosti téměř plně závislá na spalování fosilních paliv, v přímé formě (ropné produkty), nebo prostřednictvím elektrické energie získané z uhlí, ropy a zemního plynu.

Menší část elektrické energie pro dopravu je vyráběna z nefosilních, tj. čistých zdrojů (obnovitelné zdroje energie a energie jaderná).

Ropné produkty: benzín, nafta, topný olej a letecký petrolej

Většina alternativních paliv také z fosilních zdrojů (LPG, CNG, LNG)

Nefosilní palivo budoucnosti: vodík

Závislost dopravy na neobnovitelných zdrojích dlouhodobě neudržitelná, se spalováním fosilních paliv spojeny zátěže životního prostředí skleníkové plyny apod.)

### 2.1 Ropa

nejdůležitější přírodní surovinou současnosti.

označována jako „palivo“ globální ekonomiky.

Využívá se nejen jako palivo pro dopravu a k výrobě elektřiny, ale i jako surovina k výrobě plastů, hnojiv, pesticidů i některých léků.

Při měření objemu ropy se používá jednotka barel, který představuje přibližně 160 litrů. Ropa je materiál s menší hustotou než voda.

Rozlišujeme ropu lehkou (do 0,85 g/cm<sup>3</sup>), středně těžkou (0,85–0,93 g/cm<sup>3</sup>) a velmi těžkou (nad 0,93 g/cm<sup>3</sup>). Z tohoto důvodu nelze jednoduše udělat přepočítání z barelů ropy na hmotnostní jednotky – barel ropy váží mezi 97 a 167 kg.

Ropa je hnědá až nazelenalá hořlavá kapalina tvořená zejména směsí uhlovodíků která se nachází ve svrchních vrstvách zemské kůry do hloubky cca 8 km.

Dle vědci široce přijímané teorie vznikla ropa z prehistorických živočichů a rostlin žijících v oceánu před 300–400 miliony lety. Organické usazeniny vzniklé z těchto organismů byly překryty mocnou vrstvou písku a dalších usazenin a v době před cca 100 miliony lety pod nimi za působení vysokých tlaků a teplot začala vznikat ropa.

### 2.2 Benzín

Automobilový benzín je lehká destilační frakce ropy (je tvořena uhlovodíky, které se destilují za nižších teplot a mají menší množství atomů uhlíku v molekule). Benzín se vyrábí průmyslově v ropných rafinériích.

Kvalitu benzínu udává tzv. oktanové číslo, které je mírou plynulosti spalování benzínu v motoru, tzv. antidetonačních vlastností (čím je hodnota oktanového čísla vyšší (max. 100), tím je benzín kvalitnější a dochází k jeho dokonalejšímu spalování).

Benzín se používá pro spalování v zážehových motorech, které pohání většinu osobních automobilů a motocykly. Při jeho spalování vzniká oproti naftě méně tuhého znečištění, protože má menší obsah uhlíku. Proto nemusejí mít automobily poháněné benzínovými motory tzv. filtr pevných částic.

K zlepšení antidetonačních vlastností benzínu se dříve používal antidetonátor na bázi olova (tetraetylolovo) a benzín byl označován jako olovnatý. Kvůli poškozování životního prostředí a také kvůli zavedení vylepšených katalyzátorů výfukových plynů se v současné době již olovnatý benzín (dříve pod označením Special) nepoužívá. Tetraetylolovo nahradily sloučeniny na bázi etheru a benzín je označován jako bezolovnatý (obchodní označení Natural).



Současná nabídka benzínu u benzínových čerpadel v ČR zahrnuje Natural 95 a Natural 98, a speciální vysokooktanová paliva. Číslo za názvem paliva pak udává hodnotu oktanového čísla.

Běžně se do benzínu přidávají také malá množství dalších aditiv, například pro zlepšení výkonu motorů a snížení škodlivých emisí.

## **2.3 Nafta**

Jako palivo ji využívá nejen nákladní automobilová doprava, ale výrazně také stoupá počet malých užitkových vozů a osobních automobilů. Nafta slouží jako pohon u většiny zemědělských a stavebních strojů.

Spotřeba v ČR je tak oproti benzínu zhruba dvojnásobná.

Motorová nafta patří mezi střední ropné destiláty, získává se podobně jako benzín destilací ropy.

Nafta obsahuje více uhlíku než benzín, s jejím spalováním je proto spojena (kromě dalších škodlivin) i produkce pevného znečištění (sazí) škodlivých pro lidské zdraví.

Kvalitu nafty udává cetanové číslo, které určuje zážehovou teplotu. Čím je jeho hodnota vyšší (max. 100), tím je nafta kvalitnější a dochází k jejímu dokonalejšímu spalování (palivo se ve válci dříve vznítí a lépe hoří, čímž poskytuje i lepší výkon).

Další významnou vlastností nafty je její chování za nízkých teplot, kdy se v naftě začínají vylučovat krystalky pevných parafínů, což pak způsobuje její „mrznutí“.

Standardní nafta do cca  $-17\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Na čerpacích stanicích se od prosince povinně prodává zimní motorová nafta (do  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Při nižších teplotách je nutné použít speciální (tzv. arktickou) naftu.

## **2.4 Letecký petrolej (kerosin)**

nerozšířenější letecké palivo, používané v proudových motorech. Je složen z lehčích ropných frakcí a do určité míry je podobný lehké motorové naftě pro arktické klima.

Složení a fyzikálně-chemické vlastnosti kerosinu musí odpovídat náročným provozním podmínkám (např. velmi nízké teploty okolo  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), proto podléhá velmi přísným kontrolám kvality, jelikož nelze připustit technickou závadu letadla způsobenou nevyhovující kvalitou paliva. Při výrobě se do petroleje pro zlepšení jeho vlastností přidávají tzv. aditiva. Jedná se o antioxidant, antistatické přísady, dále se používají především antikorozi a protivymrazovací kapaliny.

Dopravní letadla pojmu ve svých nádržích i několik desítek tisíc litrů kerosinu, obří i více než 200 tis. litrů.

Největší dopravní letadla (např. Boeing 747/400 s kapacitou 524 cestujících) mají spotřebu okolo 15 tis. litrů kerosinu za hodinu, což je 266 litrů za minutu a 4,4 litry za sekundu.

## **2.5 Zkapalněný ropný plyn (LPG)**

směs lehkých uhlovodíků převážně se třemi až čtyřmi atomy uhlíku v molekule (propan a butan). LPG je v kapalném stavu bezbarvá, snadno těkající kapalina.

Zkapalněné ropné plyny jsou doprovodným produktem vznikajícím při těžbě ropy, kromě toho vznikají v jednotlivých technologických procesech při jejím zpracování. Přesto je LPG řazen mezi alternativní paliva.

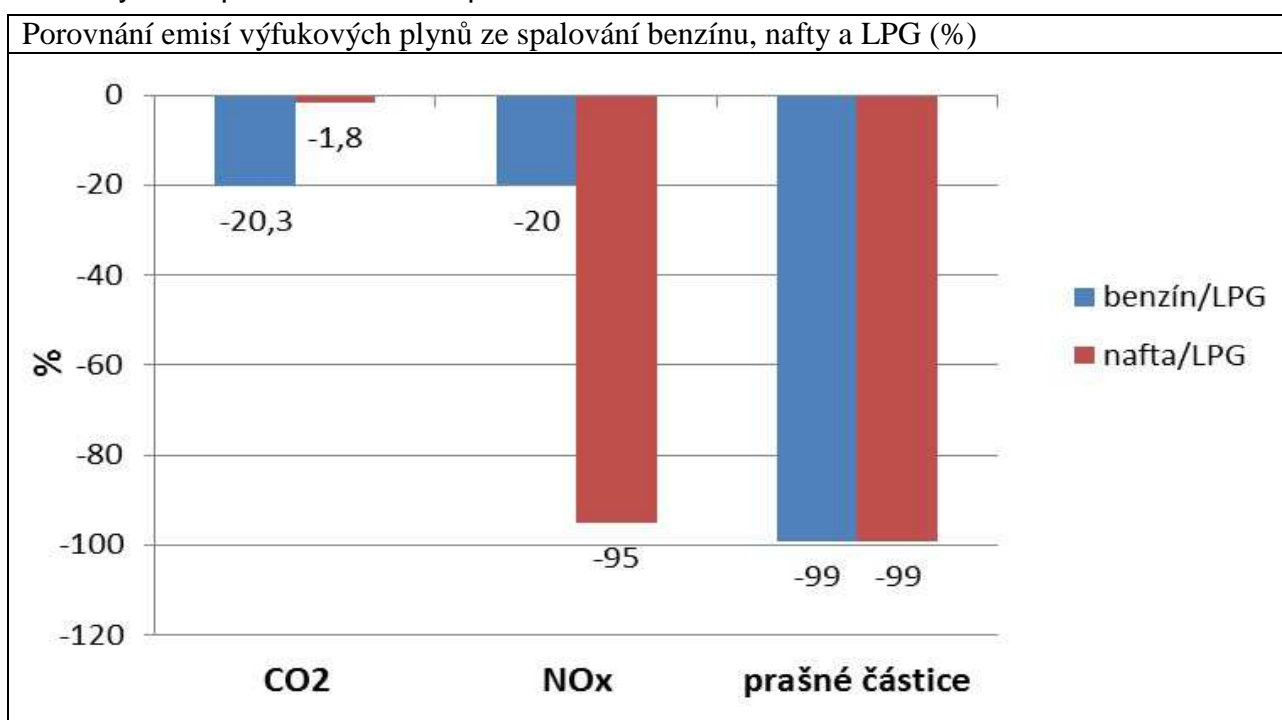
LPG je v současné době nejrozšířenějším představitelem plyných motorových paliv. Používá se při spalování v zážehových motorech, které je nutné pro provoz na plyn speciálně upravit (LPG, podobně jako CNG, má vyšší teplotu vzplanutí než benzín).

Výhodou je oproti benzínu výrazně nižší cena a čistší provoz. Emise  $\text{NO}_x$  a  $\text{CO}_2$  jsou oproti benzínu nižší cca o 20 %. Podíl nespálených uhlovodíků ( $\text{H}_x\text{C}_y$ ) ve výfukových plynech je zhruba poloviční, emise CO a prašných částic jsou u LPG prakticky nulové

Nevýhodou je naopak nutnost umístění další nádrže v prostoru pro zavazadla nebo namísto rezervního kola, poněkud vyšší spotřeba a nižší výkon motoru, a také nemožnost parkovat ve většině podzemních garáží (LPG je těžší než vzduch, v garážích by se hromadil a mohl by vybuchnout).

V ČR jezdilo na LPG koncem roku 2014 okolo 200 000 vozidel.

LPG se kromě pohonu automobilů používá i na topení a vaření, místo zemního plynu. Kvůli bezpečné manipulaci musí mít LPG používaný pro pohon vozidel nepříjemný zápach. LPG je dostupný ve specializované síti čerpacích míst, která jsou často spojena s klasickými čerpacími stanicemi pro benzín a naftu.



## 2.6 Zemní plyn (CNG, LNG)

Nejčistší fosilní palivo. Přibližně z 98 % je tvořen  $\text{CH}_4$ , nejlehčím uhlovodíkem s jedním atomem uhlíku v molekule.

Společně s LPG patří mezi nejlevnější varianty, i v důsledku nízké spotřební daně ve srovnání s klasickými palivy.

Přímo se těží, nemusí se vyrábět náročnými technologickými postupy. Jeho zásoby jsou větší než v případě ropy.

V dopravě se zemní plyn používá zejména ve formě stlačené (*Compressed Natural Gas, CNG*), začíná se prosazovat i ve formě zkapalněné (*Liquidified Natural Gas, LNG*), což je jediná forma zemního plynu, kterou je možné přepravovat tankery.

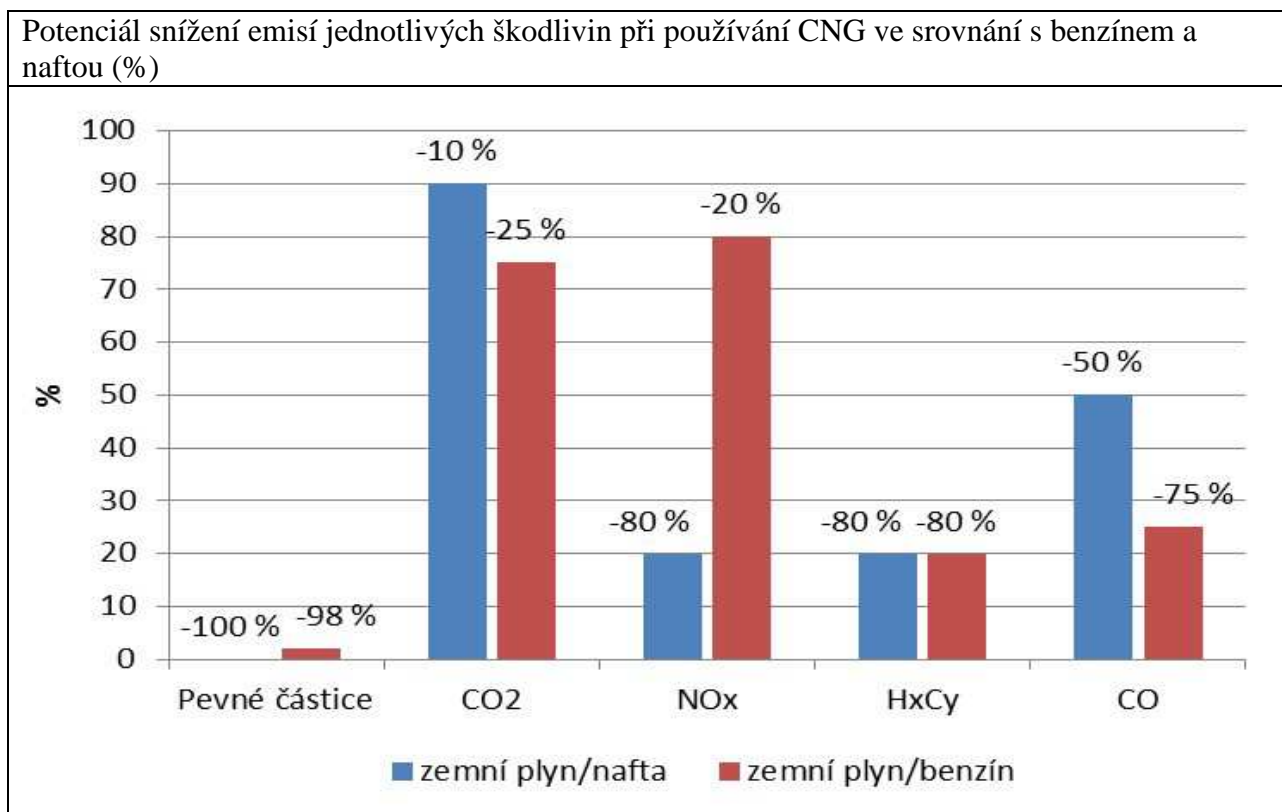
Chemické složení zemního plynu předurčuje jeho velmi příznivé emisní vlastnosti. Při spalování téměř nejsou produkovány prašné částice, PAU a další reaktivní uhlovodíky ( $H_xC_y$ ),  $SO_2$  a jsou výrazně (cca o 15–20 %) sníženy emise  $CO_2$ , CO a  $NO_x$ .

Kromě menšího produkovaného znečištění je předností využití CNG tišší chod motoru, což může být výhodou hlavně u městské hromadné dopravy.

Zemní plyn se využívá především pro pohon velkých dopravních prostředků. Využití má zejména v městské hromadné dopravě v nízkoemisních zónách a hromadné dopravě ve zvláště chráněných územích, jako jsou např. národní parky.

V ČR podle posledních údajů jezdí na CNG cca 2 500 vozidel, celosvětově je to okolo 13 mil. vozidel. V Evropě jich je nejvíce v Itálii, kolem 700 tisíc. Na LNG (zemní plyn ochlazený na  $-162\text{ }^\circ\text{C}$  při normálním tlaku) jezdí v současnosti na světě několik tisíc vozidel, nejvíce v USA a Japonsku.

CNG je dostupný prostřednictvím specializované sítě stanic, kterých je v ČR zatím poměrně málo, cca kolem 45. V Evropě se toto číslo blíží hodnotě okolo 1600.



## 2.7 Biopaliva

Vyráběna z obnovitelných surovin rostlinného původu – z tzv. biomasy

Za biopaliva se považují : bioetanol, bionafta (estery mastných kyselin rostlinných olejů), bioplyn, biometanol, biodimetyléter, bio-ETBE, bio-MTBE, biovodík, rostlinné oleje a syntetická paliva, jejichž složky byly vyrobeny z biomasy

Oproti běžně používaným palivům mají několik výhod:

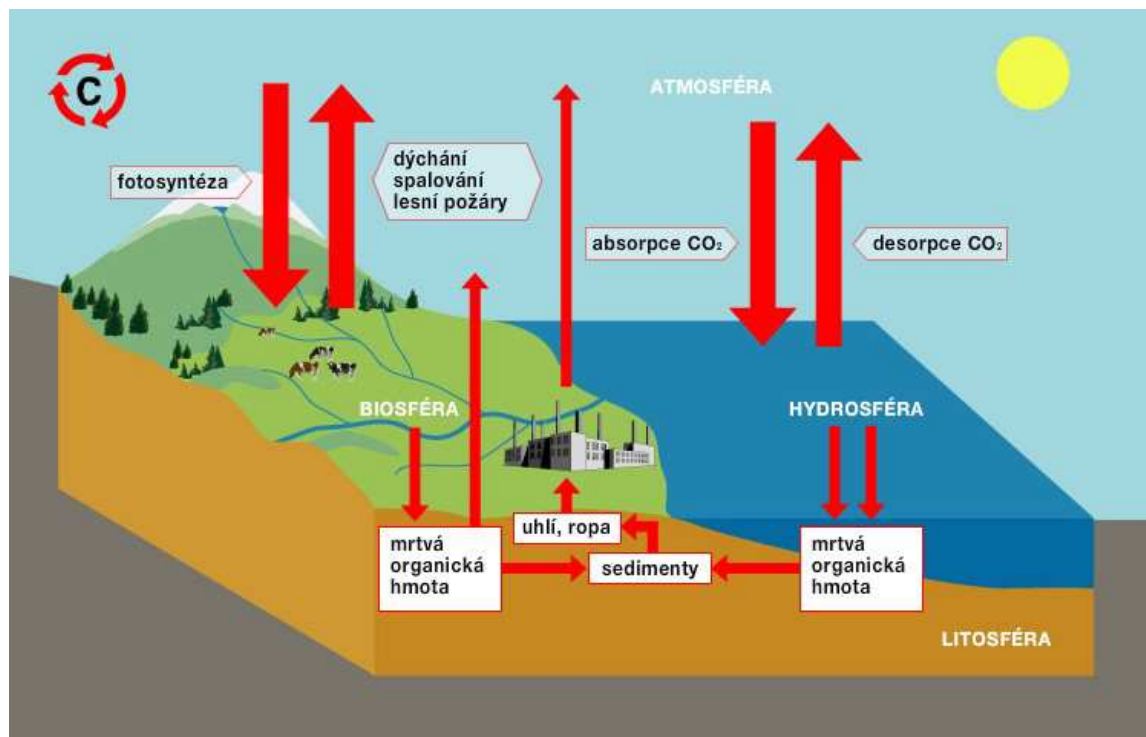
Suroviny pro jejich výrobu se vypěstují a zpracovávají na jednom místě, resp. v jedné zemi. Snižuje se tím závislost státních ekonomik na dovozu ropy a zemního plynu ze zahraničí.

Biopaliva jsou rovněž kvůli svému původu snadno biologicky rozložitelná. Pokud tedy dojde k jejich úniku do vody nebo do půdy, nezpůsobí takové škody, jako ropné látky (benzín a nafta).

Jejich ceny jsou nižší i navzdory vyšším nákladům na jejich výrobu, většina zemí na biopaliva uplatňuje nižší nebo i nulové daně.

Jejich používání je tzv. uhlíkově neutrální. Co to znamená? Uhlík je, jak známo, základní stavební prvek všech organických sloučenin a tím i všech živých organismů na této planetě. Množství uhlíku, obsaženého v biomase, které je při spalování biopaliv vyprodukováno v podobě  $\text{CO}_2$ , se zase prostřednictvím fotosyntézy spotřebovává pro růst nových rostlin. Tím se uzavírá jeho cyklus a biopaliva proto nepřispívají ke klimatické změně.

Výroba a zpracování biopaliv – dynamické schéma koloběhu uhlíku



Využití biopaliv je však i kontroverzní téma. Při jejich výrobě jsou spotřebovávány zemědělské plodiny (např. obilí, kukuřice, řepka, sója) pro nepotravinové účely. Přitom kvůli dnešní potravinové krizi strádá přibližně 100 miliónů lidí.

Vysoká energetická náročnost některých procesů výroby. Jen samotné pěstování rostlin vyžaduje spousty úrodné půdy, hodně vody, hnojiv a mechanizace. Proto vědci přicházejí s novými nápady.

Biopaliva tzv. 2. generace se vyrábí z rostlinných odpadů, případně speciálně pěstovaných energetických rostlin. K jejich pěstování lze využívat málo úrodné půdy. Jak se ale ukazuje, ze slámy, dřevní štěpky a pilin se líh získává poměrně těžko.

V současnosti jsou proto naděje upínány na biopaliva tzv. 3. generace. Tato alternativní paliva vznikají z vodních řas, produkujících malé kapky oleje, které pak mohou být snadno přeměněny na výsledné palivo. Výnos na jeden hektar může být až 30krát vyšší než při použití energetických rostlin. Tato technologie je však na samotném počátku.

### 2.7.1 Biotanol

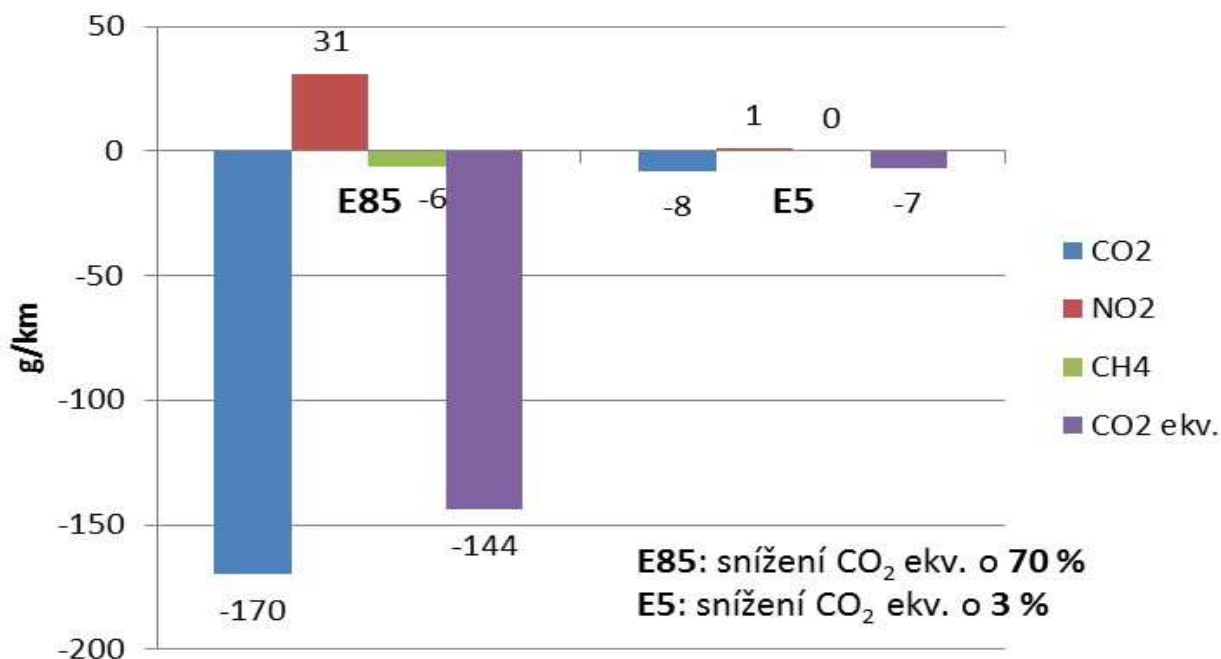
Bioetanol (biolih) se vyrábí alkoholovým kvašením z biomasy. Je to stejný proces, kterým vzniká alkohol při výrobě piva z ječného sladu nebo vína z hroznů. Biolih patří k biopalivům tzv. 1. generace. Na jeho výrobu se používají rostliny obsahující větší množství škrobu a sacharidů (cukrů), např. kukuřice, obilí nebo brambory. Mezi největší výhody

používání bioetanolu ve srovnání s benzínem jsou nižší náklady na jeho výrobu, snížení emisí CO<sub>2</sub> a toxických zplodin a vyšší oktanové číslo. Z jednoho hektaru obilí lze v podmínkách ČR získat asi 1 600 litrů bioetanolu.

Bioetanol se používá pro spalování v zážehových motorech, a to buď samotný, nebo je míchán v určitém podílu s benzínem. U čerpacích stanic je označen zkratkou E následovanou procentuálním podílem bioetanolu v palivu.

Nejčastěji je používán E 85, který obsahuje 85 % bioetanolu a 15 % bezolovnatého benzínu. V ČR zatím není moc rozšířen, v některých zemích, např. ve Švédsku, je však velmi populární. Přimíchávání menšího množství bioetanolu do benzínu (4,5 %) je v současné době v ČR povinné.

Změna emisí jednotlivých škodlivin v g/km při použití paliva E85 a E5



Pro provoz automobilu na bioetanol je potřeba motor speciálně upravit. Díky jeho vlastnostem má o něco vyšší výkon, ovšem i vyšší spotřebu paliva. Při spalování bioetanolu E 85 se snižují CO<sub>2</sub> až o 70 %, snižují se rovněž emise prашných částic (PM) a PAU.

## 2.7.2 Bionafta

Jedná se o ekologické palivo rostlinného původu vyrobené z oleje pocházejícího z tzv. energetických plodin. Vstupní surovinou pro výrobu bionafty je olej, který se získává lisováním většinou řepkového semene. Z hektaru řepky lze získat asi 1 200 litrů oleje. Lze ale použít i jiné olejnaté plodiny, např. slunečnici, sóju. Bionafta se používá pro spalování ve vznětových motorech, jako náhrada za naftu.

Základem bionafty je chemická látka zvaná metylester řepkového oleje (MEŘO). Protože výroba metylesteru je dražší než výroba běžné motorové nafty, mísí se „čistá bionafta“ s některými lehkými ropnými produkty, aby byla cenově konkurenceschopná.

Výsledkem je palivo tvořené 30 % metylesterů a 70 % ropných látek, které si zachovává svou biologickou odbouratelnost a svými vlastnostmi se více přibližuje běžné naftě. Proto se dá bez problémů míchat s ropnou naftou. Při nízkém podílu bionafty dokonce není třeba upravovat motory vozidel. V ČR je, podobně jako u biolihu, stanovena povinnost přimíchávání 6,3 % podílu bionafty do klasické nafty.

Při spalování v motoru bionafta lépe hoří, snižuje tak kouřivost naftového motoru, emise polévatého prachu ( $PM_{10}$ ), síry,  $CO_2$  a PAU. Má také vysokou mazací schopnost a snižuje tak opotřebení motoru. Jednou z hlavních nevýhod bionafty je energetická náročnost celého výrobního procesu a také vysoká produkce skleníkových plynů při výrobě.

Poměrně významnou nevýhodou je zkrácená doba skladování. Bionafta totiž poměrně rychle stárne, neměla by zůstat ve vozidle déle jak jeden měsíc. Pro využití bionafty není třeba budovat speciální čerpací stanice, jako v případě LPG nebo CNG.

### 2.7.3 Rostlinné oleje

Rostlinné oleje mají vlastnosti výrazně odlišné od vlastností motorové nafty. Jako paliv pro vznětové motory je možno oleje využít dvěma základními způsoby:

rostlinný olej upravit transesterifikací nebo hydrogenací na bionaftu přímo použitelnou pro naftové motory

přizpůsobit naftové motory a jejich palivové příslušenství vlastnostem rostlinného oleje

V současné době jsou rostlinné oleje jako motorová paliva využívány téměř výhradně ve formě směsných motorových naft - směsí motorové nafty s metylestery mastných kyselin rostlinných olejů.

Rostlinami, ze kterých lze získat olej, jsou např.: olejná palma, sója, řepka olejná, slunečnice, bavlník, podzemnice olejná, len, kukuřice, kokos, jojoba.

Přes 80 % světové produkce rostlinných olejů je tvořeno čtyřmi oleji: palmovým, sójovým, řepkovým a slunečnicovým. Nejrozšířenější jsou olej palmový a sójový, každý z nich se podílí na celkové světové produkci rostlinných olejů zhruba 30 %.

Rostlinné oleje mají v porovnání s motorovou naftou vysokou viskozitu, která neumožní dobré rozprášení oleje vstřikovaného do spalovacího prostoru, vysokou teplotu vzplanutí, vysokou teplotu tání, nízké cetanové číslo, vyšší měrnou hmotnost, nižší výhřevnost, malou oxidační stabilitu a snadno polymerují.

Obsahují přibližně 11 % kyslíku.

Rostlinné oleje lze spalovat přímo, a to v upravených dieselových motorech.

Zásadní nevýhodou je, že motor je třeba upravit. Automobil je pak schopen spalovat běžný rostlinný olej, který se používá v kuchyni. Olej nemusí být ani nový. Po vyčištění od usazenin a odfiltrování vody je možné jezdit na použitý olej, například z fritovacího hrnce z restaurací. Výkon motoru se přechodem na olej mění jen málo nebo vůbec, stejně je na tom i jeho spotřeba.

Emise motoru provozovaného na olej mohou být vyšší i nižší než při provozu na naftu, záleží na typu motoru. Pouze emise  $CO_2$  a PAU jsou vždy nižší.

Využití rostlinných olejů jako paliva však naráží na přístup výrobců motorů vozidel, kteří pro své motory doporučují provoz pouze s naftou nebo s bionaftou.

Podle silničního zákona lze vozidlo provozovat jen s pohonnými hmotami předepsanými výrobcem. Palivo musí také vyhovovat příslušným normám. Z tohoto pohledu je provoz většiny automobilů na olej problematický a řidiči se tak mohou setkat s problémy. Legální a poměrně běžné je používání olejů jako paliva např. v USA.

## 3 NÁHRADA KONVENČNÍCH ZDROJŮ ENERGIE V SOUČASNOSTI

OIL GAP, neboli ropná produkční mezera. S velkou pravděpodobností čeká svět během tří až pěti let ropný cenový šok. Vzdálenost od OIL GAP závisí na tom, jak rychle poroste světová ekonomika. Překvapivě světové HDP nemusí růst nijak závratným tempem a přesto dojde na produkční mezera a ropy bude na přechodnou dobu nedostatek. Tato

přechodná doba může ale trvat od deseti do patnácti let. Zapomeňme tedy na dlouhodobí pokles cen ropy díky stagnaci světového hospodářství.

Největším problémem nynějšího ropného světa je podkapitalizování ropného sektoru (velmi málo nově otevřených ropných nalezišť). Dalším problémem, který nastal je paradoxně poměrně dlouhá doba, kdy byla ropa velmi levná. Cena ropy se musí dlouhodobě pohybovat kolem alespoň 80 USD za WTI barel, aby bylo pro společnosti zajímavé investovat peníze do nových nalezišť ropy.

Svět nemá problém s nedostatkem ropy. Světu hrozí, že v poměrně krátké době nebude stačit nabídka poptávkové straně s tím, že svět upřeně hledí na to kolik je spotřeba. Jen velmi málo lidí si uvědomuje, že daleko větší problém leží na straně nabídky. Připomeňme si jeden paradox z období poslední krize. Cenu ropy ke svému maximu bezmála 150 USD za WTI barel dohnalo prudké snížení úrokových sazeb v USA. Netrvalo dlouho a svět začal očekávat velkou recesi světového hospodářství a cena ropy letěla volným pádem až k hranici 35 USD za WTI barel. Podíváme-li se, ale na hlavního hybatele změny fundamentu, tedy nabídky a poptávky, zjistíme, že poptávka po ropě klesla o pouhá cca 3% z cca 86 milionů denní světové spotřeby na cca 83-84 milionů barelů denně. Trh usoudil, že ropa prakticky není potřeba.

I kdyby svět okamžitě začal intenzivně pracovat na otvírce co největšího množství ropných nalezišť okamžitě, jsou před námi dva zásadní problémy. Prvním z nich je cena takového projektu. Ropa musí stát minimálně 80 USD za WTI barel, aby společnosti investovali do nových nalezišť a takto vyprodukovaná ropa bude velmi drahá. Již nyní je jasné, že zdroje levně dostupné ropy jsou za svým produkčním vrcholem. Již nikdy nebudeme těžit kvalitní ropu s náklady na vytěžení 5 USD za barel.

Druhým a možná ještě závažnějším problémem je doba otvírky nového naleziště. Poměrně dlouho trvá ropné pole nalézt, ale nejvíce časově náročné je ropné pole zprovoznit. Průměrná doba potřebná k otevření nového ropného pole se nyní pohybuje v rozsahu 9 – 12 let! Je tedy velmi pravděpodobné, že vlivem výpadku na straně nabídky dojde k rozevření nůžek na straně nabídky a poptávky. (Ceny poletí nahoru)

Problém deklarované ropné rezervy jednotlivých členů kartelu OPEC. Bohužel prakticky všechna levná a kvalitní ropa pochází z kartelu OPEC. Obecně řečeno, státy produkující ropu, své ropné zásoby dělí do tří základních částí. Proved, probable, posible. Máme ověřené a neověřené zásoby. Ty se pak dělí na pravděpodobné a možné. (Problematika efektivní těžby)

### **3.1 Hybridní pohony**

Kombinace spalovacího motoru s elektromotorem. Který při brzdění pracuje jako generátor elektrické energie nabíjející baterie

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 + elektromotor + akumulátor
- Lidská síla+ elektromotor (např. elektrokolo)

Hybridní automobil se tak v podstatě neliší od klasického automobilu, má však výrazně nižší spotřebu paliva a produkci emisí

Jeho handicapem je však poněkud vyšší cena v porovnání s vozy s klasickými pohony.

### 3.2 Elektrické pohony

Automobily s elektrickým pohonem (tzv. elektromobily) používají k pohonu elektromotor. Ten je napájen z akumulátorů, případně kombinací akumulátorů a palivových článků.

Úsporu energie je možné dosáhnout tzv. rekuperací, kdy se při brzdění pohání generátor elektřiny dobíjející akumulátor. Výhodou elektromobilů je zcela čistý provoz a velká účinnost, přesahující 50 %.

Mezi elektromobily počítáme i vozy poháněné solární energií pomocí fotovoltaických článků.

Automobil nemůže být při své cestě napájen z trolejového vedení, podobně jako tramvaje, trolejbusy nebo vlaky, ale musí si energii „vézt s sebou“.

→ AKUMULÁTORY - nedokáží na jednotku hmotnosti vyrobit a nastřádat takové množství energie jako např. benzín.

Měrná kapacita (množství energie na kg) u nejlepších akumulátorů dosahuje zhruba 1/15 energie z benzínu.

Hmotnost akumulátoru pro stejný dojezd jako při 40litrové nádrži benzínu by byla 450–1050 kg.

Elektromobily z tohoto důvodu mají menší výkon a menší dojezd. U současných elektromobilů je dojezd jen cca 200 km.

Elektrický pohon je vhodný pro malá a lehká vozidla, pro klasické osobní automobily se častěji používá pohon hybridní.

Srovnání vlastností různých typů akumulátorů

Porovnání elektrického pohonu (Adamec a kol., 2008)

### 3.3 Vodík

Použití vodíku (H) jako paliva v dopravě patří z hlediska životního prostředí mezi velmi nadějně technologie.

Vodík je lehký hořlavý plyn, bez barvy a zápachu, a jedná se o zcela čisté palivo. Při jeho spalování vzniká pouze vodní pára a v případě spalování se vzduchem malé množství NO<sub>x</sub>, protože vzduch dusík obsahuje. Pokud by bylo spalování okysličováno jiným způsobem než ze vzduchu, i tyto emise by odpadly. Při spalování vodíku v žádném případě nevznikají skleníkové plyny.

Vodík je téměř nevyčerpatelný zdroj, jeho získávání je však energeticky velmi náročné.

Vodík lze získávat nejen z vody (elektrolýzou nebo termickým rozkladem), ale z jakýchkoliv surovin vodík obsahujících, jako je biomasa, bioplyn, odpady apod. Vodík je rovněž jednou z podstatných složek zemního plynu, vyskytuje se i v ložiscích uhlí. Získávat vodík ze zemního plynu nebo pomocí elektřiny z fosilních zdrojů by však bylo neefektivní a potíralo by jeho výhody.

Problém vyčerpatelnosti zdrojů by tak vodíková technologie neřešila. Řešením tak je použít energii z jádra, obnovitelných zdrojů, nebo vyvinout nové technologie k výrobě vodíku.



## Úspory konvenčních paliv pohonnými systémy vozidel

Pohon	Potenciál efektivity	Výfukové emise	Termín plošného uvedení na trh	Navýšení nákladů	Ostatní
Efektivnější konvenční	Mírný (50 %)	Postupně se snižující	Současnost až krátkodobý (0-5 let)	Minimální	Příznivé pro zákazníky, závislost na ropě
Hybridní	Významný (100-200 %)	Až nulové	Krátkodobý (2-7 let)	Významné (10-20 %)	Stoupající zájem, akceptováno výrobci
Palivové články	Velmi vysoký (150-300 %)	Nízké až nulové	Střednědobý (5-12 let)	Velmi vysoké (>20 %)	Potenciální ropná nezávislost
Elektrický	Velmi vysoký (300 %)	Nulové	Krátkodobý (2-7 let)	Velmi vysoké (>20 %)	Kapacita akumulátorů
Nový, dosud neznámý	Velmi vysoký (400 %)	Neznámé	Dlouhodobý (15-20 let)	neznámé	neznámé

Porovnání potenciálu paliv v dopravě – konvenční kapalná paliva



## SHRNUTÍ KAPITOLY

Rozhodovací proces je jedním ze základních nástrojů řízení. Finanční rozhodování je proces výběru optimální varianty získávání peněz a kapitálu a jejich užití z hlediska plnění finančních cílů. Pro správné rozhodnutí jsou vždy důležitá výchozí data. Problematické je ovšem určení přesné výše některých z nich jako např. budoucích peněžních příjmů či kapitálových výdajů. Stejně tak důležité je i reálné určení podnikové diskontní míry, jež se odvíjí od určení nákladů na cizí a vlastní kapitál.

Velmi důležitý je pro rozhodování také faktor času, který způsobuje, že dnešní hodnota peněz je cennější než jejich hodnota v budoucnu. Základními metodami pro vyjádření faktoru času jsou metody složeného úrokování.



## OTÁZKY

Co je to podniková diskontní míra?

---



---

Jaké znáte metody určení nákladů na vlastní kapitál?

---



---

Vysvětlete pojem časová hodnota peněz.

---

---

Kolik bude v bance po deseti letech uloženo peněz, pokud budeme každý rok vkládat 15 000 Kč a banka peníze úročí 5 %?

(Příklad na střadatele, 188 668 Kč)

---

---

Jakou částku musíme ročně vložit, abychom za 8 let měli k dispozici 120 000 Kč? Banka dává úrok 7 %.

(Příklad na fondovatele, 11 693 Kč)

---

---

Firma byla nucena vypůjčit si 400 000 Kč od banky s roční úrokovou mírou 12 %. Dluh chce splatit za 4 roky pravidelným ročním splácením části dluhu. Kolik bude muset pravidelně splácet? (Příklad na umořovatele, 131 694 Kč)

---

---

Kolik musíme vložit na účet, abychom mohli každoročně po dobu 5 let vybírat 12 000 Kč? Banka úročí vklad 6 %.

(Příklad na zásobitele, 50 548 Kč)

---

---

Jakou částku musíme vložit do banky, abychom po čtyřech letech měli na kontě 1 500 000 Kč? Úroková míra je 4 %.

(Příklad na odúročitele, 1 282 206 Kč)

---

---

Chceme zhodnotit 120 000 Kč vložením do banky. Úroková míra je 5 %. Kolik budeme mít na účtu po 4 letech?

(Příklad na úročitele, 145 861 Kč)

---

---



## ODKAZ NA LITERATURU

LEVY, H., SARNAT, M. Kapitálové investice a finanční rozhodnutí, Grada Publishing a.s., 1999, str. 920, ISBN 80-7169-504-1

KISLINGEROVÁ, E. a kol. Manažerské finance, Praha: C.H. Beck, 2010. ISBN 978-80-7400-194-9

VALACH, J. Investiční rozhodování a dlouhodobé financování, Praha, Ekopress, 2006. str. 464. ISBN 80-86929-01-9

VALACH, J. a kol. Finanční řízení podniku. 2. vyd. Praha: EKOPRESS, 1999. 324 s. ISBN 80-86119-21-1



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

# MOŽNOSTI ZMÍRNĚNÍ NEGATIVNÍCH VLIVŮ DOPRAVY

**Daniela Vysloužilová**

**Ústí nad Labem 2015**

1	Opatření na komunikacích .....	21
1.1	Protihluková opatření .....	22
1.1.1	Protihlukové stěny.....	22
1.1.2	Vzduchová neprůzvučnost .....	22
1.1.3	Zvuková pohltivost .....	23
1.1.4	Stavby.....	24
1.1.5	Zemní valy .....	24
1.1.6	Pásy zeleně .....	25
1.2	Nízkohlučné povrchy komunikací.....	25
1.2.1	Protihluková řešení obrusných vrstev .....	27
1.2.2	Nátěrové technologie .....	27
1.2.3	Vymývaný beton .....	28
1.2.4	Protihlukové tenké asfaltové koberce .....	28
1.2.5	Nízkohlučné asfaltové koberce mastixové.....	28
1.2.6	Asfaltové koberce drenážní (PA) .....	29
1.3	Ochrana před kontaminací vod a půdy.....	30
1.4	Ekodukty a průchody pro faunu .....	30
2	Opatření na vozidlech .....	32
2.1	Emisní limity a obnova vozového parku .....	32
2.2	Technologické možnosti snížení emisí.....	33
2.2.1	Katalyzátor .....	34
2.2.2	Systém recirkulace spalin.....	35
2.2.3	Systém katalytické redukce.....	36
2.2.4	Filtr pevných částic .....	37
2.3	Snižování hluku vozidel .....	40
2.4	Zlepšování kvality pohonných hmot .....	40
3	Podpora druhů dopravy šetrných k životnímu prostředí.....	41
3.1	Zvyšování atraktivity veřejné dopravy .....	41
3.2	Zavádění systémů integrované dopravy .....	42
3.3	Zvýšení komfortu pro cestující.....	42
3.4	Zavádění systémů „Park and Ride“ .....	42
3.5	Zavádění systémů „Bike and Ride“ .....	42
3.6	Systémy kombinované nákladní přepravy .....	42
3.7	Podpora cyklistické dopravy .....	43
3.8	Mobility management.....	43
4	Environmentální vzdělávání, výchova a osvěta (EVVO) .....	43
5	Ecodriving.....	44
6	Územně plánovací opatření.....	44
7	Překážky v realizaci opatření .....	45

## ANOTACE

Studijní materiál je učen studentům středních škol. Předkládaný materiál seznamuje s možnostmi zmírnění negativních vlivů dopravy na životní prostředí.

Studijní text je členěn do šesti kapitol. První kapitola se zabývá opatřeními na komunikacích jakovou např. protihluková opatření případně aplikace nízkotučných povrchů na dopravní cesty. V druhé kapitole jsou představeny opatření na vozidlech. Následující kapitola představuje další možnosti podpory druhů dopravy šetrnějších k životnímu prostředí. Další kapitoly v krátkosti seznamují s environmentálním vzděláváním, ecodrivingem a problematikou územně plánovacích opatření. Poslední kapitola krátce definuje možné překážky v realizaci výše uvedených opatření.



### CÍLE KAPITOLY

- Seznámení s možnými opatřeními pro zmírnění negativních vlivů dopravy na životní prostředí
- Rozdělení opatření do skupin včetně jejich vysvětlení



### KLÍČOVÁ SLOVA

Protihlukové stěny, ekodukty, ecodriving, emisní limity, Park and Ride, katalyzátor, katalytická redukce, filtr pevných částic.

Možnosti zmírnění negativních vlivů dopravy můžete rozdělit do několika skupin:

- Opatření na komunikacích
- Opatření na vozidlech
- Zlepšování kvality pohonných hmot
- Podpora druhů dopravy šetrných k životnímu prostředí
- Mobility management
- EVVO
- Zapojení veřejnosti
- Ecodriving
- Územně plánovací opatření

## 4 OPATŘENÍ NA KOMUNIKACÍCH

Opatření na komunikacích můžeme rozdělit do následujících okruhů:

- Protihluková opatření
- Nízkohlučné povrchy komunikací
- Ochrana před kontaminací vod a půdy

- Ekodukty a průchody pro faunu

## 4.1 Protihluková opatření

Jedná se zejména o stavbu protihlukových clon, kde je výsledkem snížení o cca 4 a více dB v závislosti na podmínkách (geometrii) šíření hluku.

Obecně platí, že požadovaná účinnost je zajištěna, není-li ze žádného místa příjemce vidět zdroj hluku, pak proniká pouze energie po ohybu nebo odraz zvukových vln.

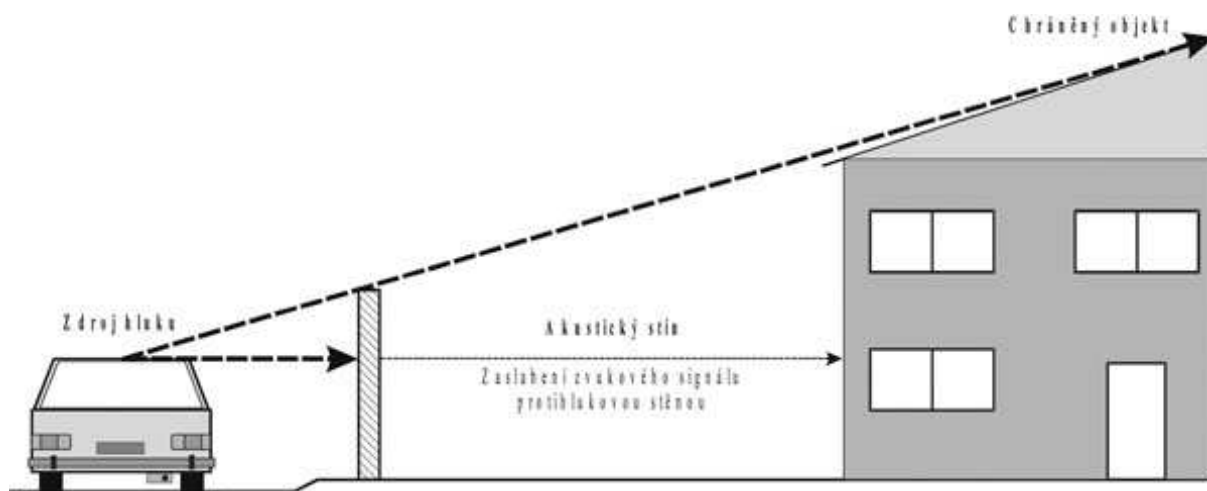
Protihlukové clony

- Protihlukové stěny
- Stavby (domy, garáže)
- Zemní valy (přírodní nebo umělé)
- Pásy zeleně

### 4.1.1 Protihlukové stěny

Protihlukové stěny se mají k zajištění maximální akustické účinnosti protihlukové stěny umísťovat co nejbližší ke zdroji hluku. Zároveň je žádoucí splynutí stěny s prostředím. Důležité je i ukončení zdi, aby vozidla na komunikaci nebyla ohrožena náhlou změnou dynamiky proudění větru.

*Princip fungování protihlukových stěn*



Protihlukové stěny musí zajistit vzduchovou neprůzvučnost, zvukovou pohltivost, musejí být pevné a stabilní, trvanlivé, musejí odpovídat hlediskům pasivní dopravní bezpečnosti a dobře esteticky působit.

### 4.1.2 Vzduchová neprůzvučnost

Vzduchovou neprůzvučností rozumíme schopnost protihlukových stěn snížit hladinu akustického tlaku zvukových vln procházejících přes tyto stěny. Zkoušení těchto výrobků je popsáno v ČSN EN 1793-2:1997, kde je deklarována jednočíselná hodnota DLR [dB], podle které jsou protihlukové stěny rozčleněny do čtyř kategorií.

Snížení prostupu hluku 25 dB zajišťují stěny již při plošné hmotnosti od 40 kg/m<sup>2</sup>. Z tohoto hlediska není tedy příliš obtížné navrhnout vhodný typ stěny. Je jen třeba dodržet, aby plošná hmotnost nebyla nižší než 40 kg/m<sup>2</sup> v žádném místě stěny.

### 4.1.3 Zvuková pohltivost

Z hlediska zvukové pohltivosti se obecně protihlukové stěny člení na kategorie:

- odrazivé stěny, které sníží při odrazu hladinu hluku o méně než 4 dB;
- absorpční stěny, které sníží při odrazu hladinu hluku o 4 dB až 8 dB;
- vysoce absorpční stěny, které sníží při odrazu hladinu hluku o více než 8 dB.

Určení zvukové pohltivosti protihlukových stěn je deklarováno dle ČSN EN 1793-1:1997. Pro hodnocení zvukové pohltivosti protihlukových stěn byla zavedena jednočíselná hodnota DL<sub>α</sub> [dB], podle které jsou protihlukové stěny rozčleněny do pěti kategorií.

U pohltivých protihlukových stěn (jednoduchých – monolitických) tvoří vnější vrstvu materiál s vysokým činitelem zvukové pohltivosti. Hodnota zvukové pohltivosti u stavebních materiálů závisí především na jejich pórovitosti, protože v pórech materiálu dochází k pohlcování akustické energie, a to následujícími způsoby:

- násobnými odrazy zvukového paprsku a pórech materiálu;
- třením vzduchu přenášejícího akustickou energii o stěny pórů;
- přeměnou akustické energie na expanzní práci periodicky stlačovaného vzduchu v pórech.

Při návrhu zvukopohltivého materiálu je podmínkou jeho otevřená pórovitost a dále to, aby distribuce pórů odpovídala požadavku na pohltivost materiálu v jistých frekvenčních oblastech.

Dále obecně platí, že čím je větší aktivní povrch protihlukových stěn, tím je vyšší stupeň absorpce hluku, kterého lze dosáhnout různými kombinacemi tloušťky žeber, popř. osovými vzdálenostmi žeber z různých pohltivých materiálů.

Obtížnější je zajistit zvukovou pohltivost stěny. V místech, kde jsou potřebné oboustranné protihlukové bariéry, je nezbytné, aby byly tyto stěny provedeny jako vysoce absorpční, neboť jinak dochází k odrazu zvukových vln šikmo nahoru a tedy nad protihlukovou stěnu na protější straně silnice

*Protihluková stěna Liadur – pohltivá vrstva je tvořena lehkým mezerovitým betonem z pórovitého kameniva Liapor*



*Protihluková stěna Silent – pohltivá vrstva je tvořena z mezerovitého drobnozrnného betonu (křemičité písky)*





Protihluková stěna Prefa Akustik – pohltivá vrstva je tvořena dřevocementovými tvarovkami



Protihluková stěna PHS 2 z recyklované pryže



Protihluková stěna z hliníkových panelů



Protihlukový panel ze sklovláknobetonu



#### 4.1.4 Stavby

Urbanistické řešení s využitím bariérových domů, patrových garáží a jiných „clonových objektů“

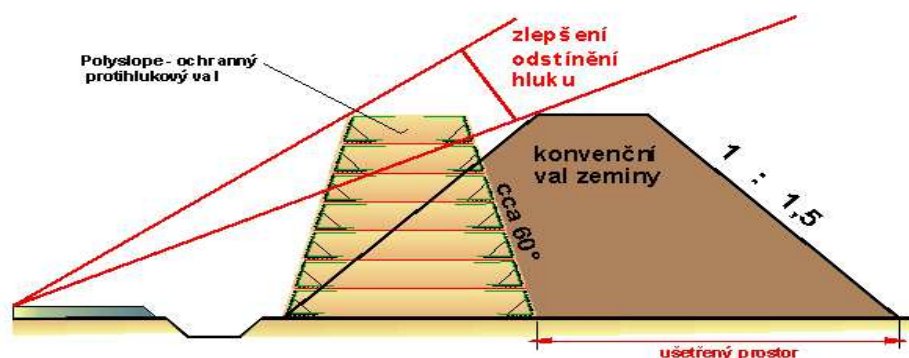
#### 4.1.5 Zemní valy

Oproti stěnám náročnější na půdorysnou plochu

Vzhledem k větší vzdálenosti vrcholu svahu od komunikace i menší tlumící účinky

Dá se ovlivnit osázením svahu zelení

#### System Polyslope S



#### 4.1.6 Pásy zeleně

Nevýhodou je plošná náročnost

Výhodou pásy zeleně plní funkci bioklimatickou, hygienickou, architektonickou a estetickou

Zeleň může škodlivý dopad hluku na člověka výrazně snížit (jeho subjektivní vnímání), přestože se hluk objektivně nezmění

#### 4.2 Nízkohlukné povrchy komunikací

Definováno 5 tříd hlučnosti povrchu vozovky

- Velmi hlučný (referenční povrch +3 dB a více)
- Hlučný (referenční povrch +1 až 2dB)
- Normální (referenční povrch)
- Tichý (referenční povrch -1 až 2 dB)
- Hluk snižující (referenční povrch -3 dB a více)

Referenční povrch = asfaltový beton s maximální zrnitostí kameniva 11 až 12 mm nebo silniční povrch s podobně jemnou povrchovou strukturou

V případě asfaltových vozovek, které i v ČR dnes tvoří rozhodující podíl silniční infrastruktury, existuje dostatek poznatků, praktických ověření a technologických řešení, jak zlepšovat životní podmínky a komfort s ohledem ke snižování hluku generovaného silniční dopravou.

řada poznatků z vyspělých zemí ukazuje, že pro obrusné vrstvy lze výraznějšího efektu snížení hlučnosti dosáhnout vyšší mezerovitostí zhutněné asfaltové vrstvy nebo vhodnou makrotexturou povrchu vozovky, v ideálním případě potom kombinací obou těchto faktorů. V tomto případě lze hladiny hluku snižovat v rozmezí 4–7 dB(A) po dobu 8–10 let.

Pokud dojde k zohlednění poznatku, že redukce hladiny hluku alespoň o 5 dB(A) odpovídá snížení subjektivnímu vnímání hlučnosti u člověka o 50 % nižší, nabízejí tyto technologie v kombinaci s dalšími protihlukovými opatřeními (v případě nutnosti) kvalitní technologický nástroj pro omezení negativního aspektu hlukové zátěže.

Využití technologií upravených obrusných vrstev má opodstatnění při zohlednění obecných předpokladů:

- hluk vznikající na styku pneumatiky a povrchu vozovky („valivý hluk“) se dle současných zkušeností stává dominantní teprve při rychlostech mezi 30 a 40 km/h;
- z hlediska uplatnění jednotlivých technologií zejména obrusných vrstev vozovky je nezbytné zohlednit vždy též celoroční klimatické podmínky (masivní rozšíření drenážních koberců, které fungují např. v Nizozemí, neznamená, že stejně funkční bude tato technologie v chladnějších či hornatějších regionech s častějším sněžením a jiným klimatem);
- nepřeceňovat význam mezerovitosti konstrukční směsi, naopak hledat vyváženost mezi parametrem mezerovitosti a texturou povrchu;

- v případě asfaltových vrstev věnovat dostatečnou pozornost volbě vhodných asfaltových pojiv (vyšší pružnost, vyšší lepivost, homogenita a nižší tendence k rychlejšímu stárnutí) i kameniva (s ohledem k mnohdy jiné stavbě kostry směsi);
- v případě úprav snižujících hlučnost nepřipustit snahy po co nejlevnějších řešeních a naopak požadovat důsledné dodržení technologických postupů a kázně. V případě popisované skupiny technologií totiž více než obvykle neplatí „co je levné, je kvalitní a dobré“. U asfaltových technologií je třeba počítat s aplikací modifikovaných typů asfaltových pojiv a s nezbytností dodržení mírně zvýšeného dávkování pojiva v porovnání s klasickými typy asfaltových směsí.

Kategorizace textury povrchu vozovky (o vlnových délkách)

- mikrotextura  $m = 0 - 0,5$  mm; určená drsností povrchu,

Mikrotextura je důležitá z hlediska dostatečných protismykových vlastností na styku pneumatiky a povrchu vozovky a tedy bezpečnosti provozu na pozemních komunikacích.

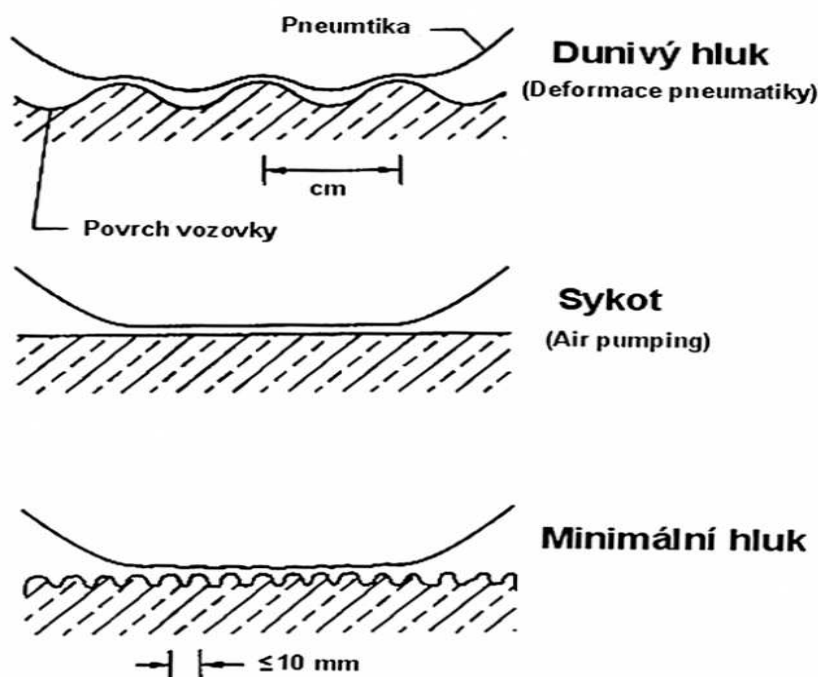
- makrotextura  $m = 0,5 - 50$  mm; určená křivkou zrnitosti a největším zrnem ve směsi,

Makrotextura má oproti tomu nezastupitelnou úlohu z hlediska drenážní funkce obrusné vrstvy a díky tomu umožňuje dostatečné působení mikrotextury.

- megatextura  $m = 50 - 500$  mm; určená způsobem technologického provedení obrusné vrstvy.

Megatextura je důležitá z hlediska jízdního komfortu.

*Vliv makrotextury na hlučnost vznikající mezi pneumatikou a povrchem vozovky*



Na základě určení textury povrchu vozovky, lze vymezit klíčové mechanismy, které ovlivňují do značné míry vznik a šíření valivého hluku:

- **radiální oscilace (kmitání):** Nerovnosti vozovky, především v intervalu vlnových délek 30–100 mm, vyvolávají u pneumatiky tzv. radiální kmitání. Intenzita hluku, který při tom vzniká, je tím větší, čím drsnější je povrch vozovky. Tato složka hluku dosahuje největší amplitudy při nejnižších frekvencích a spektrální skladba je funkcí rychlosti.
- **rezonance a air-pumping efekt:** Dezén pneumatiky s řadou drážek působí při přejezdu vozovky (v místě styčných ploch) jako akustické rezonátory. V drážkách profilu pneumatiky se navíc stlačuje vlivem valivého pohybu pneumatiky vzduch, který je ihned explozivně uvolňován (air-pumping). Vznikající hluk se zvětšuje v závislosti na míře, kterou textura povrchu vozovky utěsňuje prostor kolem drážek. Tato složka hluku dosahuje největší amplitudy při vysokých frekvencích a je závislá na rychlosti.

#### 4.2.1 Protihluková řešení obrusných vrstev

V současné době existuje několik technologií konstrukčních vrstev vozovky, které lze označit jako nízkohlučné. Rozlišovat se přitom musí provádění v extravilánu nebo v intravilánu.

Mimo obce lze aplikovat v zásadě všechny z dosud rozvíjených nízkohlučných úprav obrusných vrstev – od drenážních koberců, přes tenkovrstvé úpravy makrotextury až po uzavřené obrusné vrstvy s malou mezerovitostí avšak optimalizovanou strukturou povrchu.

Specifickým a v Evropě ve stádiu vývoje se nacházejícím povrchem s potenciálem snížení hladiny hluku až o 10 dB(A) při rychlostech 50 km/h jsou poroelastické povrchové úpravy s pryží.

V případě místních komunikací je situace o poznání složitější. To je způsobeno především okrajovými podmínkami vlastní komunikace (možnosti pokládky, pravděpodobnost pozdějších výkopů nebo překopů v důsledku oprav či provádění nových inženýrských sítí) jakož i odlišnou dopravní situací (řada míst, kde dochází ke změně směru jízdy – malé oblouky v křižovatkách – zóny zpomalování a brzdění nebo naopak rozjíždění a zrychlování, čímž vznikají poměrně velké horizontální síly). V případě těchto komunikací lze proto uplatnit obrusné vrstvy s upravenou texturou, které jsou méně náchylné na působení mechanických účinků. Zpravidla lze využít upravené asfaltové koberce mastixové či některou z tenkovrstvých úprav.

#### 4.2.2 Nátěrové technologie

Vyvinuty pro použití na vzletových a přistávacích drahách letišť jako technické opatření zlepšující protismykové vlastnosti povrchu.

Technologii tvoří tenká vrstva asfaltové emulze, speciálního modifikovaného asfaltu či epoxidové pryskyřice s následným podrceným kamenivem vhodné frakce. Předností této úpravy je provedení pouze tenké vrstvy ve většině případů bez potřeby předešlého frézování povrchu.

Z hlediska protismykových vlastností lze u těchto technologií docílit v porovnání se zbývajícími možnostmi nejlepších hodnot.

Z akustického hlediska vede použití kameniva úzké frakce k dílčímu omezení vlivu oscilace pneumatik a ke snížení airpumping efektu. Tato úprava samozřejmě nemá s ohledem ke své tloušťce a celkovému principu provedení zásadnější drenážní funkci.

### 4.2.3 Vymývaný beton

Betonové kryty obecně představují systém uzavřené obrusné vrstvy bez výrazné makrotextury. Z akustického hlediska lze zlepšení docílit vhodnou úpravou povrchové vrstvy.

Prvního zlepšení v oblasti makrotextury a megatextury bylo docíleno použitím hladicí lišty, která urovnává příčné zvlnění vznikající za kladecím rámem finišeru. Z hlediska podélné textury se používalo vlečení zvlhčené juty. I tento technologický krok přispívá k počátečnímu snížení hladiny hluky, v důsledku omezené odolnosti proti ohladitelnosti se tento efekt po relativně krátké době vytrácí.

Dalším krokem proto byl vývoj technologie vymývaného betonu. Při této technologii se na čerstvý betonový kryt aplikuje postřík zpomalovače tuhnutí, který působí do hloubky cca 2 mm. Současně se pro zamezení nadměrného odparu překryje celý povrch vhodnou folií. Zhruba po 24–30 hodinách od pokládky se ochranná fólie odstraní a speciálním kartáčováním se vytváří struktura vymývaného betonu.

Z akustického hlediska je hlavním přínosem snížení vlivu oscilace pneumatiky.

### 4.2.4 Protihlukové tenké asfaltové koberce

Tato technologie představuje úpravu s konstrukční tloušťkou do 25 mm. Provádí se za horka pokládkou klasickými finišery. Dosud se tyto technologie v zahraničí nejčastěji používaly v rámci oprav betonových i asfaltových vozovek.

Cílem této aplikace bylo především zlepšit protismykové vlastnosti a uzavřít rozrušený povrch vozovky. Tenké asfaltové koberce s kamenivem frakce 0/4 nebo 0/8 a s mezerovitostí max. do 15 %-obj., používané například v Rakousku, jsou z hlediska čáry zrnitosti podobné drenážnímu koberci. Tyto úpravy se nerealizují s cílem zlepšení drenážní schopnosti, nicméně mezerovitá struktura umožňuje snižovat air-pumping efekt, na druhé straně však nelze očekávat vyšší absorpční schopnost a to díky malým a relativně rychle se zanášejícím mezerám. Prokázaný efekt snížení hlučnosti se pohybuje na úrovni 3 dB(A).

Za dalšího zástupce tohoto typu tenkovrstvé úpravy lze považovat tenké asfaltové koberce s označením Rugosoft, jež jsou patentovanou technologií francouzské společnosti COLAS a dle dostupných informací umožňují snižování hluku až o 7 dB(A). Tato směs se provádí zpravidla v tloušťce 2–3 cm a existují zkušenosti s jejím použitím v extravilánu i intravilánu.

### 4.2.5 Nízkohlučné asfaltové koberce mastixové

Speciální typy asfaltových koberců mastixových se sníženou hlučností (LSMA) jsou především v Rakousku a Německu od poloviny devadesátých let 20. století aplikovány jako alternativa protihlukové technologie drenážních koberců. Předností jsou zejména menší nároky na pravidelnou údržbu, nižší náročnost zimní údržby a výrazně snížené riziko zanášení mezer nečistotami. Díky stavebně technickým charakteristikám této asfaltové úpravy, především co do textury a minimálních

podélných nerovností je možné dosahovat snížení hlukové emise v úrovni cca 4 dB(A).

Tento typ směsí se od klasického asfaltového koberce mastixové odlišuje změněnou čarou zrnitosti. Z hlediska návrhu směsi u nich dochází k dalšímu snížení podílu jemných částic a současně se musí využívat asfaltová pojiva s vysokou lepivostí. Mezerovitost těchto směsí se zvyšuje v porovnání s klasickým SMA na úroveň 10–15 %-obj. Jejich předností je zejména dále vylepšená makrotextura. Současně je nutné zdůraznit, že v porovnání např. s drenážními koberci lze využít jako protihlukové opatření pro všechny dopravní rychlosti. Jelikož se jedná o upravený typ asfaltového koberce mastixového, jsou tyto směsi navíc aplikovatelné pro všechny třídy dopravního zatížení.

V případě úpravy se zrnitostí 0/5 obecně platí, že zmenšení největšího zrna je z hlediska omezení vzniku hluku výhodnější – obzvláště v případě pneumatik osobních vozidel. Na druhé straně samozřejmě platí, že s menšími zrny se snižuje též únosnost a trvanlivost vrstvy při velkém dopravním zatížení. Dle dosavadních německých zkušeností lze tento typ směsí aplikovat na pozemních komunikacích se středním dopravním zatížením. Z akustického hlediska lze u těchto směsí docílit v porovnání se SMA 0/8 dalšího snížení hlukové zátěže a to o 2–2,5 dB(A).

#### 4.2.6 Asfaltové koberce drenážní (PA)

Asfaltový koberec drenážní se definuje jako vysoce mezerovitá asfaltová směs. Zvýšené mezerovitosti je docíleno upraveným návrhem čáry zrnitosti, kde se téměř výhradně uplatňují zrna největší použité frakce. V současné době se dokonce preferuje, aby z důvodu dosažení co nejvyšší mezerovitosti bylo aplikováno více jak 90 %-hm. drčeného kameniva dané frakce. Díky této stavbě vzniká omezený podíl kontaktních ploch mezi zrny, což na druhé straně vede k většímu namáhání celé kamenné kostry. Z tohoto důvodu jsou kladeny značné kvalitativní požadavky na použité kamenivo a to především co do jeho otlukovosti, ohladitelnosti, odolnosti proti mrazu, tvarového indexu a pevnostních charakteristik. Na druhé straně je třeba zcela otevřeně zdůraznit, že výroba směsí je z hlediska požadavků na kvalitu a na použité vstupní materiály velmi náročná a poměrně nákladná.

Dalším významným aspektem je použité asfaltové pojivo, jehož hlavním úkolem je dostatečné slepení jednotlivých zrn kameniva na omezených kontaktních ploškách. Důvodem je skutečnost, že oproti například směsi typu SMA se drenážní koberec vyznačuje minimálním podílem asfaltové malty, která by vyplňovala prostor mezi většími zrny. Kohezi tak zajišťuje zejména pojivo a kvalita jeho vazby se zrny kameniva

PA v porovnání s jinými typy směsí náchylné na vylamování zrn kameniva a to zejména při vyšších smykových silách (např. náhlá ostrá změna směru jízdy apod.). Vzniklé mezery jsou z větší části vzájemně propojené a tvoří komplexní systém, který umožňuje rychlé odvedení srážkové vody z povrchu vozovky a následný k ose komunikace příčný transport do krajů tělesa vozovky.

Životnost drenážních asfaltových koberců se dnes uvažuje v úrovni 10 let, přičemž po tomto období vrstva definitivně ztrácí vylepšené akustické vlastnosti a může ještě po určitou dobu fungovat jako obdoba asfaltového koberce mastixového. Z provozního hlediska nelze opomenout ani náklady spojené s podélným dopravním značením a se zimní údržbou. Při provádění dopravního značení dochází zpravidla k větší spotřebě materiálu. Z hlediska zimní údržby je třeba upozornit na skutečnost,

že povrch PA je obecně chladnější a dochází k rychlejší tvorbě námrazy. Při chemickém posypu je třeba počítat s vyšší spotřebou, která může znamenat až 50% nárůst.

Nejvýraznějšího snížení hluku, a to navzdory postupnému snižování efektu snižování hluku v čase (rychlost a průběh ztráty schopnost snižovat hluk jsou závislé na řadě faktorů, z nich nejvýznamnější je nadměrné znečištění a nedostatečná údržba). Jak prokázala řada dříve provedených měření, nejvyššího snížení hluku lze přitom docílit při vyšších rychlostech (snižování rezonance a air-pumping efektu ve frekvenčním intervalu nad 1 kHz), a proto jsou PA vhodné především na rychlostní komunikace či dálnice procházející v blízkosti zastavěného území. Z hlediska snížení hlukové emise přitom v porovnání s tradiční asfaltovou vrstvou lze docílit snížení až o polovinu.

### **4.3 Ochrana před kontaminací vod a půdy**

Ochrana před splaškovými vodami z komunikací pomocí sedimentačních nádrží, do kterých jsou zaústěny sběrné kanalizace odvádějící dešťovou vodu z povrchu vozovek.

**Sedimentační nádrže** je možné si představit jako stavební systém nádrží, jež umožňují řešení z hlediska účelu objektu a výstupních parametrů kvality vody v základních technologických stupních:

1. sedimentace nerozpuštěných částic
2. gravitační odlučování ropných látek
3. koalescenční odlučování ropných látek

Dalším typem jsou tzv. **retenční nádrže**. Umístění vhodně dimenzované retenční nádrže do systému dešťové kanalizace je nejen ekonomicky a ekologicky vhodné řešení, ale v místech s nevhodnou geologií pro vsakování je jediným možným řešením, jak splnit ustanovení platné legislativy (viz vyhláška MMR ČR č. 501/2006Sb. o obecných požadavcích na využívání území, § 20 odst. 5, písmeno c).

Dle ustanovení této vyhlášky je nutno na každém stavebním pozemku, na kterém nelze realizovat vsakovací systémy (jíly nebo skála v podloží), zadržet 20 mm denního úhrnu srážek.

Vodu akumulovanou v retenční nádrži je možno využívat jak pro sociální zázemí objektu, tak pro mytí aut či údržbu zeleně.

Retenční nádrže slouží pro zadržení určitého množství dešťové vody na určitou dobu, před vypuštěním do kanalizace. Chrání kanalizační systém před zahlcením srážkovou vodou z přívalových dešťů. Nejčastěji jsou budovány při průmyslových objektech a velkých zpevněných plochách.

### **4.4 Ekodukty a průchody pro faunu**

**Ekodukt** je speciální mostní objekt, který překonává umělou liniovou překážku v migračních trasách divoké zvěře (dálnici, rychlostní komunikaci) a má sloužit migraci živočichů, zejména velkých savců, a snížit negativní dopady fragmentace krajiny. Jejich existence na dopravních stavbách snižuje riziko střetu vozidel s přebíhající zvěří.

Ekodukt je tvořen mostní nebo tunelovou konstrukcí, na které byl obnoven původní terén a vysázena vegetace, tak aby byl zajištěn „přírodní“ vzhled migračního

koridoru. Jsou-li správně navrženy a postaveny, využívá je velmi široké spektrum druhů bezobratlých živočichů i obratlovců včetně velkých druhů savců.

Jako ekodukty se obvykle označují pouze nadchody pro zvěř. Prostupnosti krajiny však slouží i podchody, tvořené zejména částmi silnice vedenými po mostě nebo estakádě primárně z jiných důvodů, zejména při překlenování údolí či jako estakády v plochých záplavových územích.

Nadchodové ekodukty nebo speciální podchody pro živočichy se tak staví zejména v rozsáhlejší ploché krajině mimo údolní nivy. Nadchody jsou živočichy využívány více, protože jsou pokryty vegetací, jejíž rozvoj srážkový a světelný stín v podchodech neumožňuje (podchody se někdy budují pro drobné obojživelníky či plazy, například žáby či užovky).

V českých podmínkách je ekoduktů v poměru k délce dálniční sítě relativně hodně, ale z hlediska účelnosti a nákladů je jejich výstavba ve srovnání s jinými zeměmi výrazně méně efektivní. Označování některých mostních staveb za ekodukty se uplatňuje například jako způsob, jak most sloužící primárně jinému účelu rozpočtově vykázat jako ekologickou stavbu.

Ekodukty postavené v nevhodných místech, kde přechodu zvěře fakticky neslouží, slouží i k navyšování nákladů na stavby a také jako prostředek, jak do budoucna dokázat, že jsou ekodukty nepotřebné.. ŘSD ve své studii tvrdilo, že 12 již vybudovaných ekoduktů velcí savci vůbec nevyužívají, přičemž údajnou studii odmítá zveřejnit. Zřejmé není ani to, které ze staveb ŘSD vykazuje jako ekodukty.

Modelový příklad zcela nefunkčního ekoduktu se nachází na rychlostní silnici R6 západně od Karlových Varů. Původně byl navržen správně, ovšem pozdější změna územního plánu sousední obce výstavbou zablokovala všechny přístupové cesty zvěře k ekoduktu na jižní straně. Ekodukt však byl přesto postaven.

V Německu bylo podle údajů Spolkového úřadu pro ochranu přírody koncem roku 2011 v provozu 58 ekoduktů, dalších 18 ve výstavbě a 55 plánovaných.

Cena standardního ekoduktu o šířce 40–60 metrů se v Německu a Rakousku pohybuje kolem 2,5 – 3 milionů euro, v dalších dotazovaných zemích (Polsko, Holandsko, Španělsko) v rozsahu 2,5 až 5 milionů euro, tedy v přepočtu asi 62 až 125 milionů Kč. Ceny staveb stejných parametrů v České republice jsou i několikanásobně vyšší.

### *Ekodukt Voleč*





## 5 OPATŘENÍ NA VOZIDLECH

Opatření na vozidlech je možné rozdělit do tří skupin:

- Emisní limity a obnova vozového parku
- Zařízení pro úpravu spalín
- Snižování hluku vozidel

### 5.1 Emisní limity a obnova vozového parku

Vozidla vyřazená z provozu jsou většinou starší typy s nefunkčními katalyzátory nebo bez nich, jsou nahrazeny novými plnicími přísnější emisní limity

Od 1.10.2006 zakázána registrace, prodej, uvedení do provozu či užívání nových těžkých nákladních vozidel s nižším emisním limitem než je EURO 4.

*Emisní limity EURO osobních vozidel se zážehovým motorem*

Limit	Rok	CO [g/km]	HC+NO <sub>x</sub> [g/km]	HC [g/km]	NO <sub>x</sub> [g/km]	PM [g/km]
EURO1	1992	2,72	0,97	-	-	-
EURO2	1996	2,2	0,5	-	-	-
EURO3	2000	2,3	-	0,2	0,15	-
EURO4	2005	1	-	0,1	0,08	-
EURO5	2009	1	-	0,1	0,06	0,005

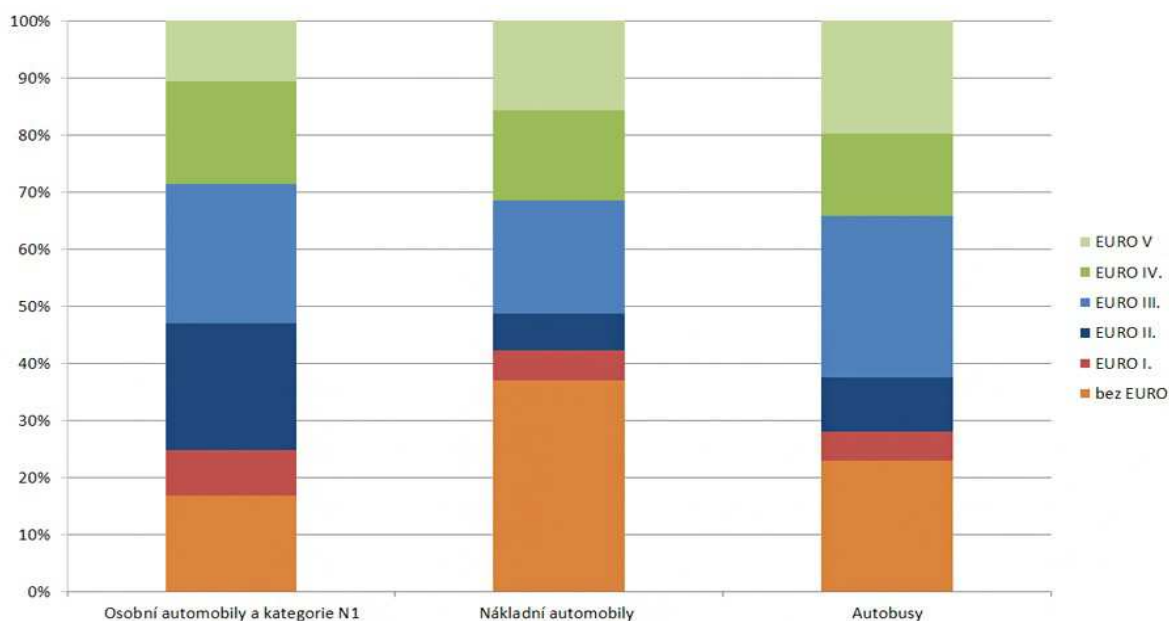
*Emisní limity EURO osobních vozidel se vznětovým motorem*

Limit	Rok	CO [g/km]	HC+NO <sub>x</sub> [g/km]	HC [g/km]	NO <sub>x</sub> [g/km]	PM [g/km]
EURO1	1992	2,72	0,97	-	-	0,14
EURO2	1996	1	0,7	-	-	0,08
EURO3	2000	0,64	0,56	-	0,5	0,05
EURO4	2005	0,5	0,3	-	0,25	0,025
EURO5	2009	0,5	0,23	-	0,18	0,005

*Emisní limity EURO těžkých nákladních vozidel se vznětovým motorem*

Limit	Rok	CO [g/km]	HC [g/km]	NO <sub>x</sub> [g/km]	PM [g/km]
EURO1	1992	4,5	1,1	8	0,36
EURO2	1996	4	1,1	7	0,25
	1998	4	1,1	7	0,15
EURO3	2000	2,1	0,66	5	0,1
EURO4	2005	1,5	0,46	3,5	0,02
EURO5	2009	1,5	0,46	2	0,02

*Struktura vozidel jednotlivých kategorií dle souladu s emisními EURO normami v ČR, 2011 [tis. vozidel]*



## 5.2 Technologické možnosti snížení emisí

Snížit spotřebu paliva a tím i produkci znečištění. Toho dosáhneme využitím méně výkonných a energeticky efektivnějších motorů, snižováním valivého odporu pneumatik, elektrické výbavy vozidla apod. V dnešní době je např. stále oblíbenější systém STOP/START, který automaticky vypíná motor při delším stání např. na křižovatkách a po sešlápnutí plynu jej opět spouští.

Upravit spalovací proces v motoru takovým způsobem, že při stejné spotřebě paliva vzniká méně znečištění. Do této kategorie technologických postupů se řadí použití vysokotlakého vstřikování, řízeného průběhu vstřikování, čtyřventilové technologie, turbodmychadla s variabilní geometrií nebo systém recirkulace spalin (EGR).

Nejčastěji používanou variantou je odstraňování již vzniklého znečištění filtrem pevných částic nebo přeměnou na neškodné látky v katalyzátoru.

V praxi se často používají kombinace všech těchto technologických řešení.

Nižší spotřeby paliva lze dosáhnout i pomocí úprav karoserie vozidel, resp. snižováním jejich aerodynamického odporu, již při návrhu automobilu

### *Orientační srovnání součinitelů aerodynamického odporu (Cx) automobilů*

Typ vozidla	Součinitel odporu vzduchu (Cx)*
Běžný osobní automobil	0,3–0,4
Sportovní automobil	0,25–0,3

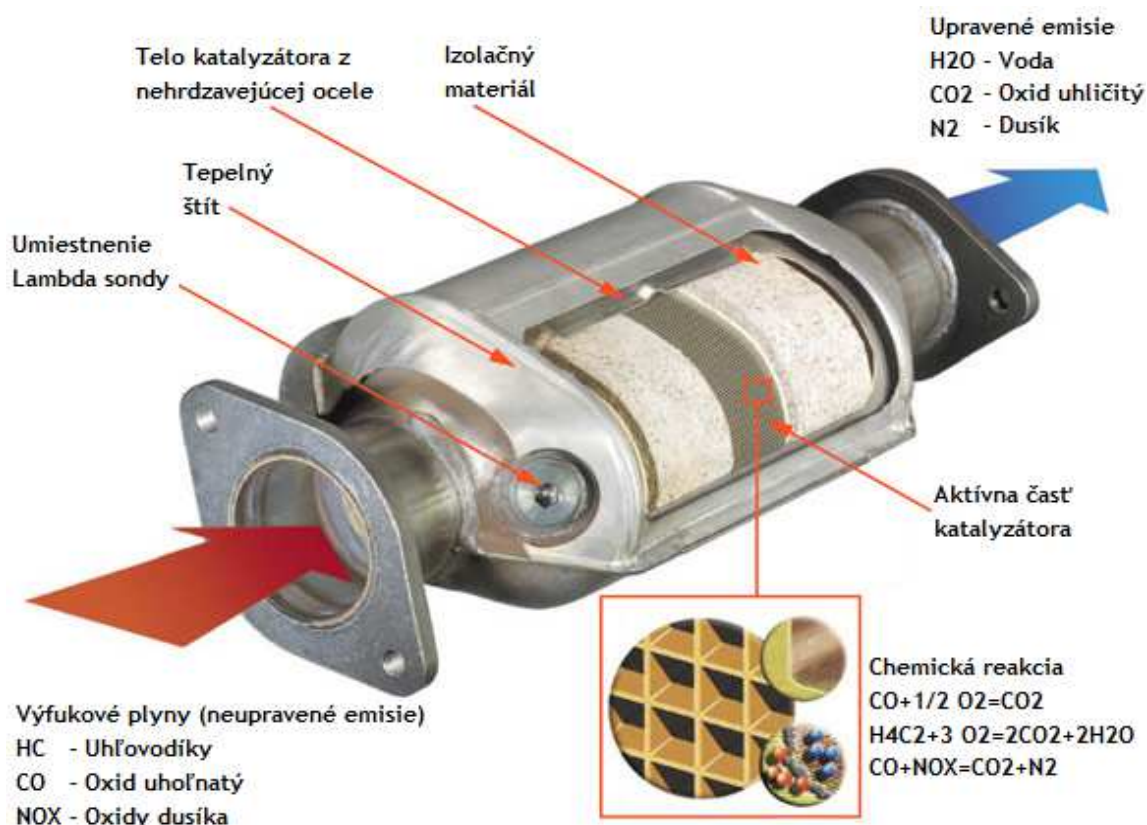
Autobus	0,5–0,7
Nákladní automobil	0,8–1,0
Nákladní automobilová souprava – přívěs	1,0–1,2

\* Čím menší je hodnota  $C_x$ , tím menší odpor vzduchu na automobil působí. Nejnižším odporem se vyznačují speciální elektromobily na solární pohon, určené k vytrvalostním závodům těchto speciálů ( $C_x = 0,07$ ).

### 5.2.1 Katalyzátor

Katalyzátor je zařízení na snižování obsahu nebezpečných látek ve výfukových spalinách motorových vozidel.

Schéma katalyzátoru



V katalyzátoru jsou urychlovány (katalyzovány) chemické reakce, vedoucí k přeměně škodlivých produktů spalování, konkrétně CO a NO<sub>x</sub> na CO<sub>2</sub>, vodu a dusík, které jsou z pohledu lidského zdraví neškodné.

Je umístěn na konci výfukového potrubí. Spaliny v něm procházejí keramickou nebo kovovou strukturou podobnou včelím plástvím, na které jsou nanášeny vzácné kovy (Pt, Pd a Rh) podporující chemické reakce.

V současné době je katalyzátor schopen odstranit až 97 % uhlovodíků, 96 % CO a 90 % NO<sub>x</sub> a montuje se do všech nových automobilů vyráběných předními výrobci v Evropě, Americe, Japonsku i Asii.

Katalyzátory dělíme na třícestné (oxidačně-redukční), využívané v zážehových motorech a dvoucestné (oxidační) využívané ve vznětových motorech.

Nejefektivnějším a nepoužívanějším je v současnosti řízený třícestný katalyzátor. Třícestný mu říkáme proto, že odstraňuje tři škodliviny (oxid uhelnatý, uhlovodíky a oxidy dusíku) a řízený kvůli tomu, že je vybaven tzv. lambda sondou. Ta řídí spalovací proces v motoru tak, aby mohl katalyzátor optimálně fungovat.

Chemické reakce v katalyzátoru jsou účinné přibližně při 300–600 °C. Při nižších provozních teplotách je funkce katalyzátoru omezena. Proto automobil produkuje nejvíce znečištění v prvních kilometrech jízdy při studeném motoru.

Víte, že automobil vybavený katalyzátorem nesmíme roztlačovat? Nespálené palivo by se dostalo do katalyzátoru a trvale by jej zničilo.

*Počet vozidel v České republice vybavených katalyzátory*

	Rok						
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
<b>Počet</b>	183	280	436	517	670	842	981
<b>%</b>	6,8	9,5	14	17,5	20,6	24,1	26,6
	Rok						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
<b>Počet</b>	1181	1306	1517	1759	1994	2244	
<b>%</b>	32,02	37,1	41,6	47,5	52,3	56,8	

### 5.2.2 Systém recirkulace spalin

Systém recirkulace spalin (EGR, z angl. *Exhaust Gas Recirculation*) se používá u vznětových motorů ke snížení emisí NO<sub>x</sub>, které není schopen zlikvidovat katalyzátor.

EGR funguje na principu přepouštění části výfukových plynů (až 10 %) nazpět do sání motoru. Jejich přimícháním do směsi paliva a kyslíku se sníží množství kyslíku ve válci a sníží se tak teplota spalování i množství produkovaných NO<sub>x</sub>.

Problematické je, že při snižování teploty spalování automaticky rostou emise prašných částic (PM), protože probíhá nedokonalé spalování, a obráceně. Proto musí mít motory vybavené EGR ještě zařízení ke snižování emisí prašných částic (vysokotlaké vstřikování nebo filtr pevných částic).

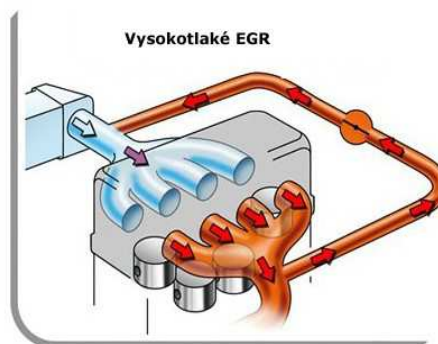
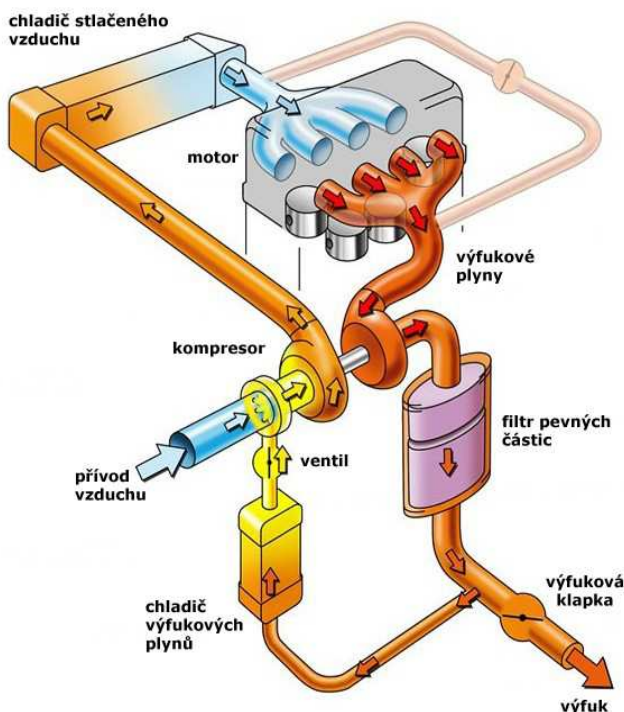
Nevýhodou EGR je mírný pokles výkonu motoru, způsobený tím, že horké spaliny, přepouštěné do válce, mají velký objem, snižují tak množství nasávaného paliva a kyslíku do válce motoru, čímž vzniká i méně energie při jejich hoření.

Někdy se proto ještě ochlazují v mezichladiči stlačeného vzduchu. Dalším problémem je také zanášení sacího systému nečistotami z výfuku a nutnost nasazení složité elektroniky.

Za použití této technologie lze snížit emise výfukových plynů vznětových motorů na úroveň norem EURO 5.

### Schéma systému EGR

#### Nízkotlaké EGR s chladicím obvodem



Nízkotlaké EGR: méně znečišťujících emisí, efektivnější spalování, méně CO<sub>2</sub>



#### 5.2.3 Systém katalytické redukce

Selektivní katalytická redukce (SCR, z angl. *Selective Catalytic Reduction*) je určena k odstraňování NO<sub>x</sub> z výfukových spalin vznětových motorů. Používá jej naprostá většina výrobců nákladních vozidel a dokáže snížit emise NO<sub>x</sub> o 70–90 %. Díky tomuto systému lze jednoduše snížit emise motorů splňující normu Euro 3 na úroveň EURO 4 - EURO5.

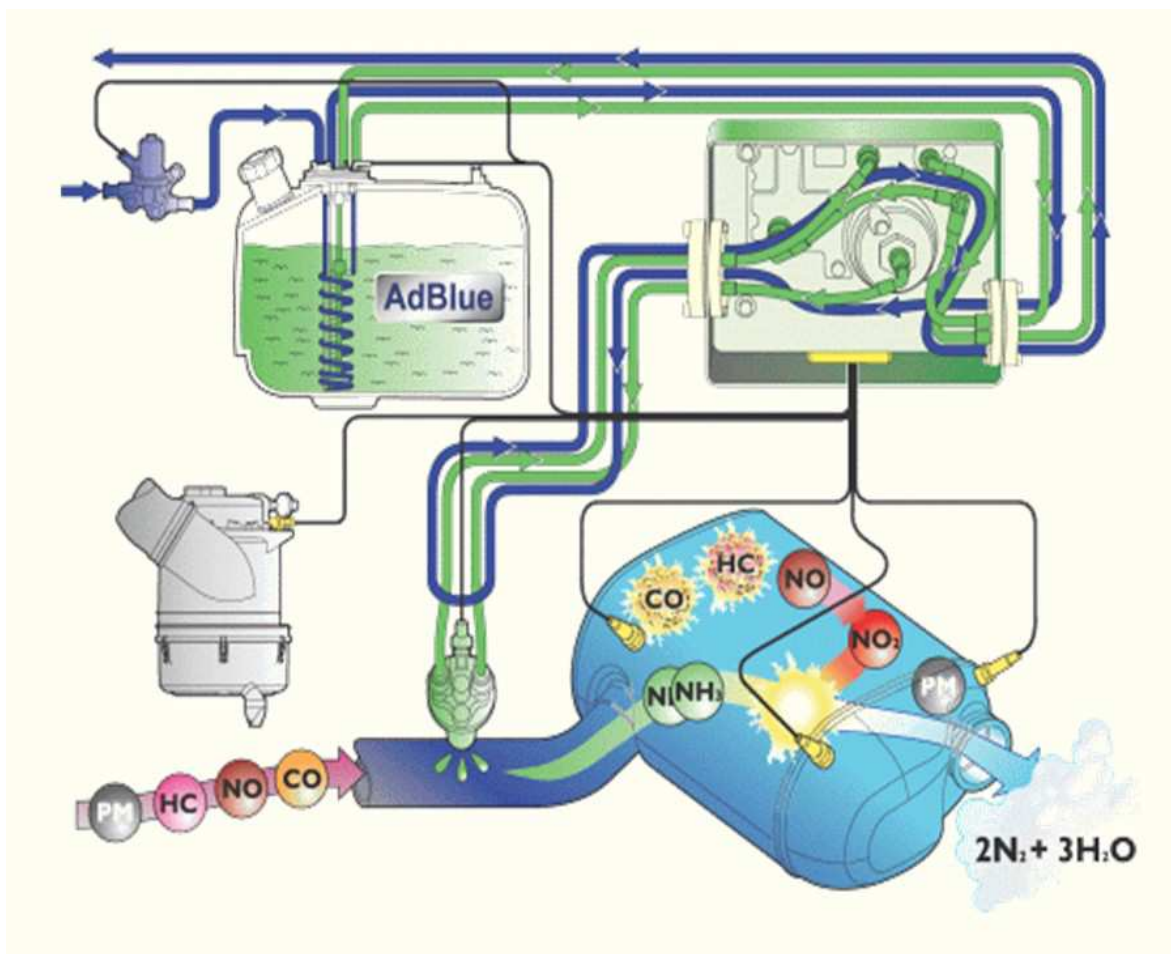
Systém je založen na řízeném vstřikování vodního 30% roztoku močoviny (NH<sub>2</sub>CONH<sub>2</sub>, komerční název je Ad Blue) do výfukového potrubí před katalyzátor. Zde se močovina rozkládá vlivem tepla na NH<sub>3</sub> a CO<sub>2</sub>. Amoniak se dále účastní katalytické redukce, tj. odbourávání NO<sub>x</sub>.

Snižování emisí je účinné jen při zahřátém motoru, jinak nedochází k rozkladu močoviny a reakce na odbourávání NO<sub>x</sub> neprobíhá.

Ad Blue je tankován do speciální nádrže ve vozidle (s modrým víčkem), jejíž objem je nejčastěji mezi 75–150 litry. Při spotřebě paliva cca 30 l/100 km vydrží největší používaná nádrž až na 7 000 km jízdy.

Nevýhodou systému je, že Ad Blue mrzne při teplotách pod -10 °C a celý systém se tak stává neúčinným, dokud nádrž není rozmrazena.

Schéma systému AdBlue



#### 5.2.4 Filtr pevných částic

Filtr pevných částic (DPF, z angl. - *Diesel Particulate Filter*) se používá pro odstraňování prašných částic (PM) ve výfukových spalinách vznětových motorů.

PM = jemné saze, které tvoří částice nespáleného uhlíku z paliva a malé množství oxidů kovů, vznikajících mechanickým oděrem uvnitř motoru. Emise pevných částic vznikají zejména ve vznětových motorech, které ve srovnání s benzínovými motory produkují až 200krát větší množství PM.

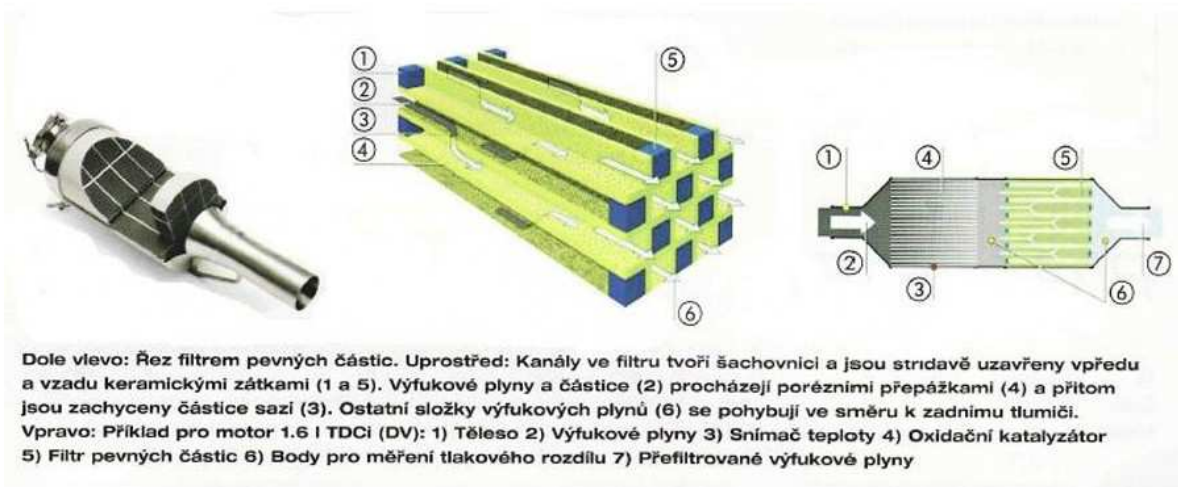
Filtr pevných částic je schopen zachytit více jak 95 % pevných částic, které klasický katalyzátor odbourat nedokáže. Podle měření výrobců vypustí automobil vybavený s filtrem pevných částic za 80 tis. km do ovzduší pouze 100 gramů sazí. Pokud jím není vybaven, jsou to zhruba 3 kilogramy.

Filtr je možné si představit jako jemné sítko, které je umístěno v kovovém plášti. Oproti katalyzátoru má filtr jednu zásadní odlišnost – zatímco v katalyzátoru se škodliviny chemicky odbourávají, ve filtru se pouze mechanicky zachycují a následně hromadí. Pokud by nebyly odstraněny, časem by ho ucpaly. Tento problém je vyřešen dodatečným spalováním sazí přímo ve filtru po zahřátí motoru. Tím dochází k regeneraci, resp. čištění filtru.

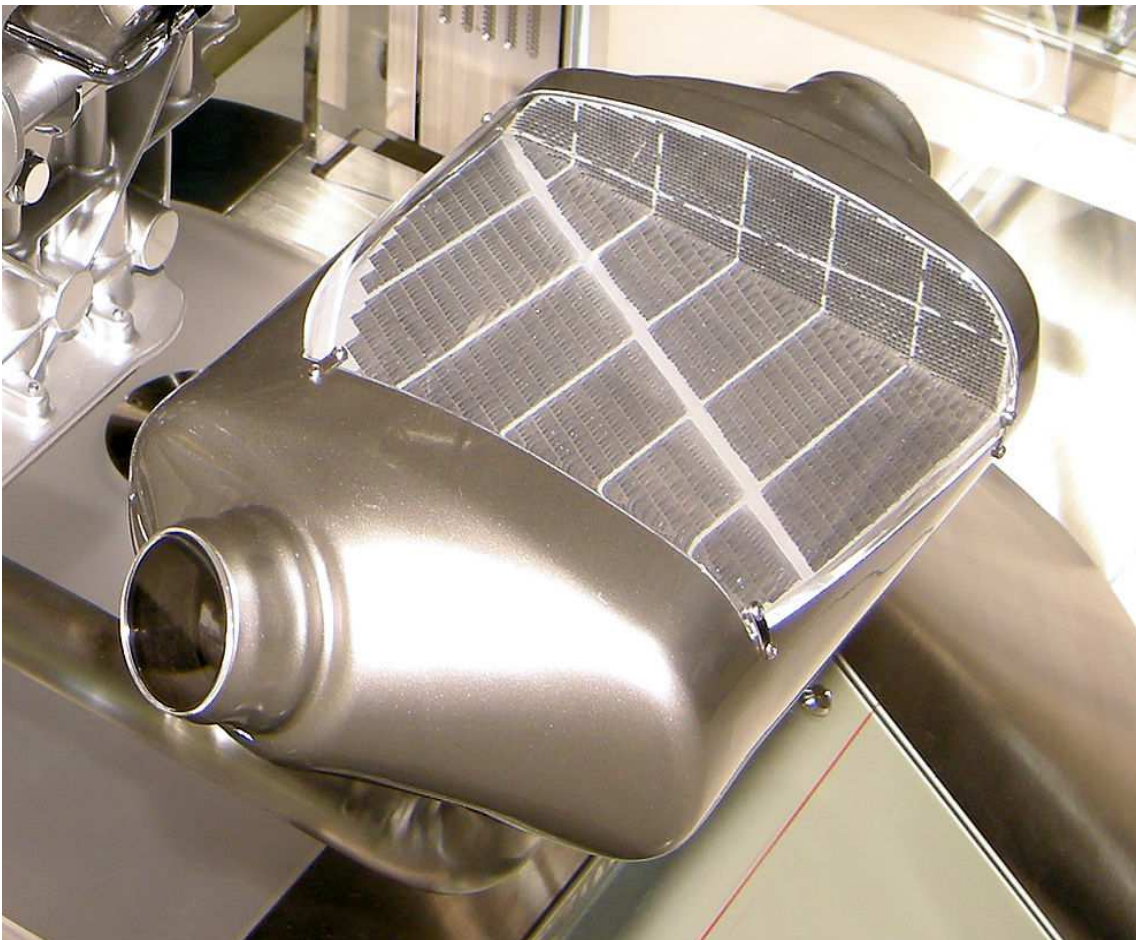
Do automobilů s filtrem pevných částic nelze používat tzv. bionaftu, a to kvůli jejím odlišným charakteristikám spalování, které neumožňují dostatečnou regeneraci filtru.

Filtru pevných částic nesvědčí jízda na krátké vzdálenosti, stejně jako časté a pomalé jízdy po městě.

### *Filtr pevných částic - schéma funkce*



### *Průřez filtrem pevných částic*



*Pořadí značek podle průměrných emisí CO<sub>2</sub>*

Pořadí	Značka	Průměrné emise CO <sub>2</sub> (g/km)
1.	Renault	108,4
2.	Peugeot	109,4
3.	Citroën	111,4
4.	Toyota	112,5
5.	Nissan	113,8
6.	Seat	117,3
7.	Fiat	117,3
8.	Skoda	121,5
9.	Ford	121,7
10.	Volkswagen	123,3

Pozn.: Jedná se o 20 nejprodávanějších značek v Evropě seřazených podle průměrných emisí CO<sub>2</sub> svých modelů. V tabulce je zachyceno prvních deset značek. Zdroj: Jato Dynamics

Údaje o emisích jsou ale důležité i z jiného důvodu: čím dál více zemí zdaňuje vozidla i podle toho, jak zatěžují životní prostředí. Podle údajů Asociace evropských automobilek (ACEA) má už zdanění podle CO<sub>2</sub> 20 zemí Evropské unie. To se projevuje i na žebříčku prodávaných aut podle emisí v jednotlivých zemích.

Auta s nejnižšími emisemi podle statistik kupují Nizozemci, především díky daňovému systému, který výrazně prodražuje nákup méně ekologických vozů. Velmi výrazně klesají emise v Norsku, kde jsou daňově zvýhodněné hlavně elektromobily a díky tomu je země hlavním odbytištěm těchto vozů.

Za poklesem emisí je ale i měnící se struktura prodávaných aut. Klesá střední třída i sportovní vozy, naopak loni vzrostl segment nejmenších vozů.

*Prodej aut podle segmentů*

Segment	Podíl v roce 2014 (%)	Podíl v roce 2013 (%)
A	8,68	9,16
B	26,21	25,88
C	24,62	23,81
D	8,68	9,44
E1	2,80	3,01
E2	0,28	0,23
Malé MPV	8,48	9,45
Střední a velké MPV	3,33	3,51
Sportovní	2,34	2,46
SUV	14,12	12,54
Jiné	0,46	0,51

Zdroj: Jato Dynamics



### 5.3 Snižování hluku vozidel

Snižování hluku vozidel můžeme rozdělit na několik podskupin:

- Omezení hluku pohonné jednotky - Závisí na otáčkách motoru a na zatížení motoru, ne na rychlosti jízdy, dominantní při rozjezdech, zrychlování či brzdění motorem
- Omezení hluku sání a výfuku
- omezení hluku pneumatika/vozovka (tzv. valivý zvuk) – závisí na pneumatice (její povrchové textuře), povrch vozovky ovlivňuje hluk vozidla v místě jeho vzniku a má vliv na jeho šíření

### 5.4 Zlepšování kvality pohonných hmot

Na zlepšení kvality pohonných hmot mají vliv:

- Stupňující se kvalitativní požadavky na automobilová paliva (vyhláška 133/2010Sb.)
- 2001 skončila distribuce olovnatých automobilových benzínů
- Od 2000 důraz na snižování obsahu síry a dalších škodlivin
- Plynofikace vozového parku provozovatelů veřejné dopravy (zejména CNG)

Jakostní ukazatele pro motorovou naftu

Jakostní ukazatel <sup>(1)</sup>	Jednotka	Mezní hodnoty <sup>(2)</sup>	
		Minimum	Maximum
Cetanové číslo <sup>(3)</sup>	-	51,0	-
Hustota při 15 °C	kg/m <sup>3</sup>	-	845,0
Destilace: • 95 % (V/V) předestiluje při teplotě	°C	-	360,0
Polycyklické aromatické uhlovodíky	% (m/m)	-	11,0
Obsah síry	mg/kg	-	350,0
Obsah methylesterů mastných kyselin	% (V/V)	-	5,0

## Jakostní ukazatele pro motorový benzín

Jakostní ukazatel ( <sup>1</sup> )	Jednotka	Mezní hodnoty ( <sup>2</sup> )	
		Minimum	Maximum
Oktanové číslo stanovené výzkumnou metodou	-	95 ( <sup>3</sup> )	-
Oktanové číslo stanovené motorovou metodou	-	85	-
Tlak par stanovený metodou DVPE - letní období ( <sup>4</sup> )	kPa	-	60,0
Destilace:			
-odpařené množství při 100 °C	% (V/V)	46,0	-
-odpařené množství při 150 °C	% (V/V)	75,0	-
Složení uhlovodíků:			
-olefiny	% (V/V)	-	18,0 ( <sup>5</sup> )
-aromáty	% (V/V)	-	42,0
-benzen	% (V/V)	-	1,0
Obsah kyslíku	% (m/m)	-	2,7
Obsah kyslíkatých látek:			
-methylalkohol, musí být přidány stabilizátory	% (V/V)	-	3,0
-ethylalkohol, mohou být přidány stabilizátory	% (V/V)	-	5,0
-isopropylalkohol	% (V/V)	-	10,0
-terc-butylalkohol	% (V/V)	-	7,0
-isobutylalkohol	% (V/V)	-	10,0
-ethery obsahující 5 nebo více atomů uhlíku v molekule	% (V/V)	-	15,0
-jiné kyslíkaté látky ( <sup>6</sup> )	% (V/V)	-	10,0
Obsah síry	mg/kg	-	150,0
Obsah olova	mg/litr	-	5,0

## 6 PODPORA DRUHŮ DOPRAVY ŠETRNÝCH K ŽIVOTNÍMU PROSTŘEDÍ

Do této kapitoly můžeme zahrnout:

- Zvyšování atraktivity veřejné dopravy
- Zavádění systémů „Park and Ride“ a „Bike and Ride“
- Systémy kombinované nákladní přepravy
- Podpora cyklistické dopravy

### 6.1 Zvyšování atraktivity veřejné dopravy

Pro zvýšení atraktivity veřejné dopravy můžeme využít tyto možnosti:

- Zavádění systémů integrované dopravy
- Zvýšení komfortu pro cestující
- Preference vozidel veřejné dopravy

- 

## **6.2 Zavádění systémů integrované dopravy**

Při tvorbě integrované dopravy se vychází z výše uvedených podmínek:

- Zajištění dopravní obslužnosti území veřejnou osobní dopravou
- Jednotliví dopravci a druhy dopravy si nekonkurují, naopak spolupracují
- Jednotná tarifní politika
- Vzájemné provázání jízdních řádů

## **6.3 Zvýšení komfortu pro cestující**

Pro zvýšení komfortu jsou realizována následující opatření:

- Moderní nízkopodlažní vozidla – snadnější výstup, vhodná pro handicapovaných osob
- Kvalitní informační systémy pro cestující
- Výstavba nebo modernizace přestupních terminálů
- Klimatizace, čistota, design prostředí, apod.
- Preference vozidel veřejné dopravy

Předpokladem zvýšení využití této dopravy je její dostatečná rychlost. Z toho důvodu jsou zaváděna preferenční opatření – vytvoření vyhrazených pruhů pro autobusy a trolejbusy v přepravně exponovaných místech apod.

## **6.4 Zavádění systémů „Park and Ride“**

V rámci tohoto systému řidič dojedne autem na záchytné parkoviště, kde přesedne na vozidlo veřejné dopravy. Většinou se kombinuje se zvýšením sazeb parkovného v lokalitách, které mají být zklidněny (městská centra), případně zavedení poplatků za vjezd.

Podmínkou je vybudování záchytných parkovišť zejména ve vnějších zónách, vytvoření přehledné naváděcí dopravní značení.

Ideálně se využívá také finanční motivace (např. sloučení parkovacího lístku s jízdenkou MHD).

## **6.5 Zavádění systémů „Bike and Ride“**

Obdoba systému „Park and Ride“, místo automobilu se uplatňuje jízdní kolo. Podmínkou je zabezpečení úschovy a bezpečného parkování kol na konečných stanicích a významných přestupních uzlech MHD. Přednostně by měly být využity parkovací plochy či veřejná prostranství v majetku města

## **6.6 Systémy kombinované nákladní přepravy**

Převod části přepravy vybraných komodit s pomocí vybudování logistických center ve významných železničních stanicích. Podmínkou je vytvoření prostor pro sklady zboží.

Předpokladem je umístění logistických center s přímou návazností na hlavní železniční tahy a umístění příjezdových tras pro nákladní automobily mimo osídlené oblasti.

## **6.7 Podpora cyklistické dopravy**

Jedná se o vybudování sítě ucelených cyklistických stezek, zpracování generelu (studie) sítě cyklistických stezek. Navržená síť by měla splňovat zásady: ucelenost sítě, propojení zdrojů a cílů, atraktivita stezek z hlediska délky, bezpečnosti a celkové přehlednosti. Důležité je oddělení od motorové dopravy (vodící pruh, obrubník, zábradlí, svodidlo).

## **6.8 Mobility management**

Jedná se o poptávkově orientovaný přístup v osobní a nákladní dopravě (česky řízení poptávky po dopravě). Snaží se o změnu postojů a chování obyvatel směrem k udržitelným druhům dopravy.

Nástroje jsou založeny na informování, komunikaci, organizaci a koordinaci. Jedná se o preventivní a systémový přístup.

Důležité je ovlivňování lidské volby dopravy předtím, než se lidé rozhodnou, jakým způsobem, kam a zda vůbec budou cestovat

Měkká opatření jsou služby zabývající se potřebami uživatelů a ovlivňující je ke změně jejich dopravních zvyklostí směrem k udržitelné dopravě. Zároveň jsou poskytovány informace, poradenství, konzultační činnost (např. analýzy dostupnost a návrhy alternativ).

Občas se plete s managementem dopravního systému (traffic system management), což je naopak nabídkově orientovaný přístup, snažící se o optimalizaci kapacit dopravních koridorů telematickými způsoby, cenovými systémy a podobně. Je více zaměřený na řešení koncového přístupu

# **7 ENVIRONMENTÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ, VÝCHOVA A OSVĚTA (EVVO)**

Změny systému dopravy nejsou realizovatelné bez široké podpory veřejnosti. Dopravní odborníci musí být tedy patřičně environmentálně vzdělaná a motivovaní. Zároveň je nezbytná politická podpora projektů, které povedou ke snížení zátěže. Dopravní chování je v současnosti motivované rychlostí, pohodlím a atraktivitou dopravy.

Patří se:

- Ekologická výchova ve školách
- Zapojení veřejnosti

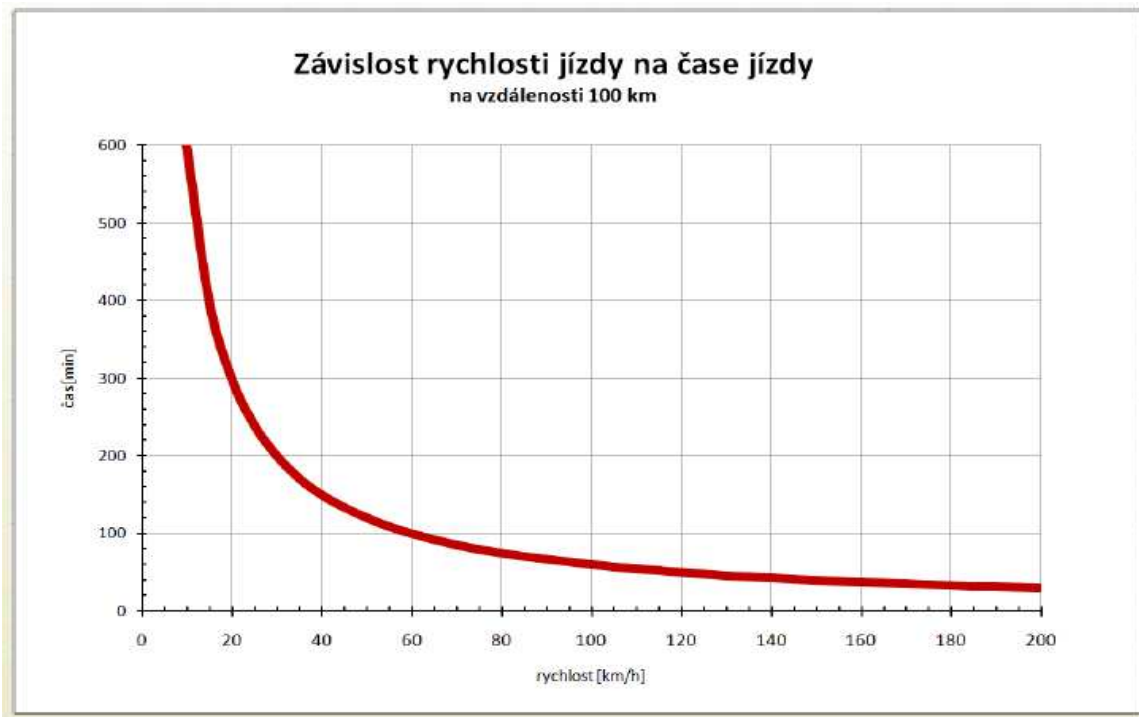
Včasný zapojení veřejnosti do vyhodnocování dopravních potřeb a alternativ dopravních rozhodnutí vede k tomu, že občané přijímají rozhodnutí „za své“, snáze je tolerují a lépe přijímají i negativa realizovaných dopravních projektů. Občan by měl být chápán jako rovnocenný partner a názory veřejnosti by měly být reflektovány

## 8 ECODRIVING

Často nazýván jako „ekologické řízení“. Snižuje spotřebu pohonných hmot, emise skleníkových plynů i počet dopravních nehod. Jedná se o udržování konstantní rychlosti vozidla, předvídání dopravních kongescí a nalezení alternativ „volné“ trasy, pozvolná akcelerace a brzdění

Vychází z lidového moudra „Pospíchej pomalu“.

Nemá cenu honit čas ve vysokých rychlostech, ale jen nepatrně přidat v rychlostech nižších, kdy to není tak nebezpečné. Proč tomu tak je a jak to funguje?



- zvýšení rychlosti jízdy o 10 km/h z původní rychlosti 40 km/h ušetří 30 minut z celkového času jízdy;
- zvýšení rychlosti o stejných 10 km/h z původní rychlosti 80 km/h ušetří už jen 8 minut;
- stejně málo času, jen 8 minut, získáme při zvýšení rychlosti ze 110 km/h na 130 km/h;
- jízda rychlostí 160 km/h ušetří oproti jízdě nejvyšší dovolenou rychlostí na dálnici (130 km/h) rovněž jen 8,5 minuty na 100 kilometrech;
- zvýšení rychlosti jízdy o 50 km/h z původní rychlosti 150 km/h ušetří na 100km vzdálenosti jen 10 minut jízdy.

## 9 ÚZEMNĚ PLÁNOVACÍ OPATŘENÍ

Jedná se o preventivní nástroj, řeší příčiny ne následky. Snaží se docílit snížení potřeb cestování i délky cest automobilovou dopravou. Patří sem:

- Budováním sídelních lokalit s pracovními příležitostmi

- Změny dělby přepravní práce ve prospěch ekologicky příznivějších druhů dopravy – budování rychlých linek veřejné dopravy
- Odklon dopravy z míst, kde jsou obyvatelé přímo vystaveni emisím a hluku z automobilů

## 10 PŘEKÁŽKY V REALIZACI OPATŘENÍ

Problematické je vždy přijatelnost opatření pro veřejnost:

- Opatření, která omezují automobilovou dopravu mohou být přijímány velmi negativně
- Zpoplatnění vjezdu do městských center, zvyšování poplatků za parkování, ekologické daně za pohonné hmoty
- Nepopularita těchto opatření bývá také příčinou jejich neplnění (nerealizace)

Mezi další překážky patří:

- Opatření navržená v krajských a městských programech mají velice často průřezový charakter – nutnost zapojení více odborů
- Finanční náročnost opatření
- Investiční náklady vybraných opatření (cenová úroveň 2006)



### SHRNUTÍ KAPITOLY

V současné době doprava patří mezi největší znečišťovatele životního prostředí. Tento studijní materiál se snaží vytvořit jednoduchý přehled opatření vedoucích ke snížení jejich negativních vlivů na životní prostředí. V textu jsou představeny možná opatření jak na komunikacích, tak i na vozidlech. Nedílnou součástí je i podpora druhů dopravy šetrnějších k životnímu prostředí včetně environmentální výchovy a zapojení veřejnosti.



### OTÁZKY

Jaká znáš protihluková opatření?

K čemu slouží sedimentační a retenční nádrže?

Co je to ekodukt?

Jaké znáš opatření na vozidlech

Jakým způsobem můžeme zlepšovat kvalitu pohonných hmot?

Vysvětli systém Park and Ride

Vysvětli podstatu ecodrivingu



## ODKAZ NA LITERATURU

Adamec, V. et. al. *Doprava, zdraví a životní prostředí*. Grada Publishing, Praha, 2008. Praha, 2008

*Energy, transport and environment indicators*. European commission, Eurostat, Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2013, ISBN 978-92-79-33105-3

Vyhláška č. 133/2010Sb.o požadavcích na pohonné hmoty, o způsobu sledování a monitorování složení a jakosti pohonných hmot a o jejich evidenci (vyhláška o jakosti a evidenci pohonných hmot)





