

Měření emisí automobilů – současnost a budoucnost

U3V

Doc. Ing. Milan Graja, CSc.

1.11.2016



Exhalace

Za exhalace jsou označeny emise, jejichž zdrojem je spalovací proces motoru. Energie obsažená v palivu je v procesu prudkého okysličování – spalování - přeměněna na kinetickou. Nároky na tento proces jsou vysoké, přičemž podmínky pro tyto děje jsou omezené, např. rychlostí hoření, teplotou, tlakem a dalšími faktory. Proces proto není dokonalý a z motoru odchází více látek, které zatěžují životní prostředí. V následujícím textu je přehled exhalací, které v procesu spalování motor emituje a jejich vztah k legislativě (**červeně označené jsou sledovány teprve nedávno (od Euro 5, rok 2009):**

Legislativně určené limity škodlivin:

- **plynné:** oxid uhelnatý CO, nespálené uhlovodíky HC, oxidy dusíku Nox, **nemetanové uhlovodíky NMHC.**
- **aerosolové:** kouřivost (opacita), hmotné emise – částice, **počet částic.**

Pozn.:

- Běžnými škodlivinami v městských oblastech jsou **nemetanové uhlovodíky (NMHC)**, oxidy dusíku, oxid siřičitý a různé typy částicových látek. Městský smog je výsledkem kombinace slunečního záření a NMHC a oxidů dusíku, přičemž stejný proces způsobuje i nebezpečně nízkou koncentraci ozónu. Znečištění vzduchu je nebezpečné pro lidské zdraví i pro městskou zástavbu.
- **počet částic** znamená celkový počet částic průměru většího než 23 nm, přítomných ve zředěném výfukovém plynu, poté co to byl z odebraného vzorku odstraněn prchavý materiál, jak je uvedeno v Příloha 4a, Dodatek 5, Předpis EHK/OSN č. 83, Revize 4, účinnost od 23.12.2010.

Legislativně nepřímo omezené škodliviny:

- cestou limitů chemického složení paliva: S, oxid siřičitý SO₂,
- cestou snižování spotřeby paliva: oxid uhličitý CO₂.

Legislativně dosud neomezené škodliviny:

- vyvolávající zápach: více než 1000 složek včetně aldehydů,
- iritující zrak: zejména aldehydy a některé oxidy dusíku,
- karcinogenní a mutagenní: polycyklické aromatické uhlovodíky a další organicky rozpustné částice

Druhy zkoušek exhalací:

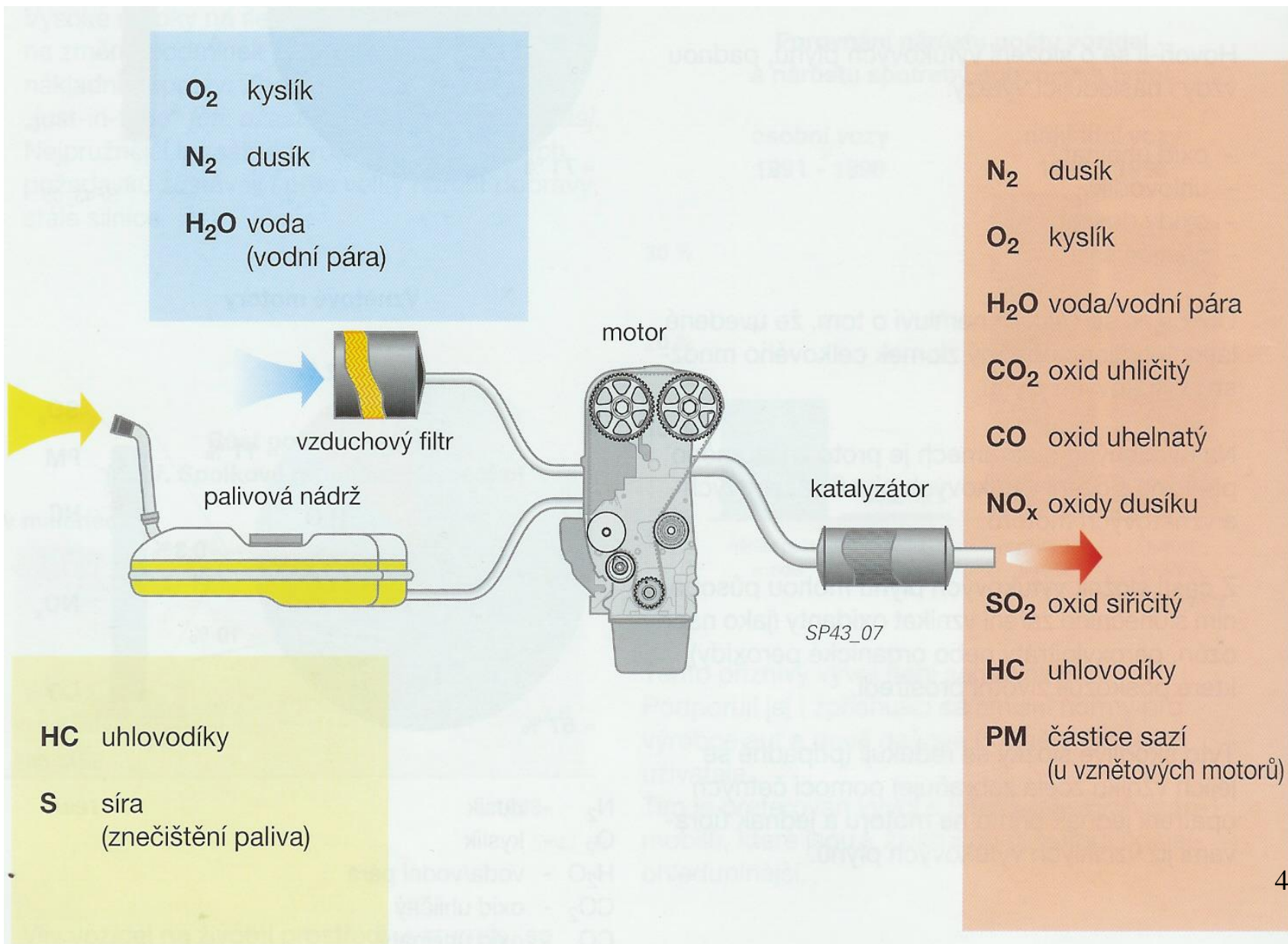
a) Zkoušky při **schvalování typu** provádí akreditovaná zkušebna. Druh a rozsah těchto zkoušek závisí na: legislativa, typ motoru, druh paliva, kategorie vozidel, technická úroveň vozidel a kompatibilita.

b) Kontrola **shody výroby a udržení jakosti** provádí akreditovaná zkušebna na základě informací výrobce.

c) Zkoušky **vozidel v provozu** provádí stanice měření emisí: vizuální kontrola skupin a dílů ovlivňujících tvorbu emisí, kontrola stavu katalyzátoru, sondy λ , seřízení motoru a funkce řídicího systému, obsah CO a HC při volnoběhu, obsah CO a HC při 2500 – 2800 ot.min⁻¹, součinitel přebytku vzduchu λ , kouřivost motoru metodou volné akcelerace, atd.

Jak provoz automobilových motorů ovlivňuje životní prostředí.

Za exhalace jsou označeny emise, jejichž zdrojem je spalovací proces motoru.



Abychom vše správně pochopili, je vhodné nejdříve si zopakovat některé pojmy a principy z oblasti konstrukce spalovacích motorů.

Proces spalování zážehových a vznětových motorů.

Vlastní hoření směsi ve spalovacích motorech je složitý děj, který je ovlivňován mnoha faktory.

Při spalování uhlovodíkového paliva (benzin, motorová nafta ale i bionafta, LPG, NG) se vzduchem vzniká při dokonalém hoření oxid uhličitý (CO₂) a voda (H₂O). Dokonalého spalování je však za běžných podmínek prakticky nemožné dosáhnout.

Vlivem nedokonalého spalování a jiných faktorů je ve spalinách přítomný také oxid uhelnatý (CO), vodík (H₂) a nespálené uhlovodíky (HC).

Protože vzduch použitý při spalování obsahuje také dusík (N₂), bude i on a jeho oxidy (NO_x) produktem hoření (vliv vysokých kompresních tlaků, vysokých teplot při spalování).

U vznětových motorů vznikají navíc nedokonalým shořením kapiček paliva saze (u zážehových motorů taktéž, ale v minimální míře).

Jak již bylo výše uvedeno, největší pozornost se věnuje emisím těchto plynů:

Oxid uhelnatý (CO) - Váže se na krevní barvivo a blokuje přenos kyslíku krví. Nejcitlivějším orgánem na nedostatek kyslíku je mozek.

Oxidy dusíku (NO_x) - Některé z těchto oxidů způsobují již při malých koncentracích pocit dušení a nucení ke kašli. Na černou listinu sledovaných škodlivých látek se ovšem oxidy dusíku dostaly zejména kvůli významnému podílu na tvorbě tzv. letního smogu. Pro letní smog jsou typické především zvýšené koncentrace přízemního ozónu (O₃), který je pro člověka jedovatý. Oxidy dusíku přispívají k chemické reakci, při níž ozón vzniká. Za jistých klimatických podmínek (teplé slunečné počasí a bezvětří) je tvorba tohoto smogu nejvýznamnějším negativním dopadem emisí na životní prostředí. Takové podmínky panují např. v Kalifornii, proto se někdy používá označení "kalifornský smog".

Nespálené uhlovodíky (HC) - Některé skupiny uhlovodíků dráždí sliznici a oči. Také podporují tvorbu jedovatého ozónu. Uhlovodíky jsou tedy významnou složkou při vzniku letního smogu. Navíc některé skupiny uhlovodíků mohou být karcinogenní **(o nemetanových uhlovodících (NMHC) byla řeč v úvodu tohoto materiálu).**

Pevné částice - Vznikají nejčastěji při provozu vznětových motorů. Jedná se zejména o pevný uhlík ve formě sazí. Saze mohou být nosičem rakovinotvorných látek, které se po vdechnutí usazují v plicních sklípcích. Pevné částice jsou též hlavní příčinou výskytu tzv. zimního smogu, typického pro inverzní charakter počasí v zimních měsících. Jedná se většinou o směs kouře a mlhy. Zimní smog se také projevuje zvýšenými koncentracemi oxidů dusíku **(taktéž o počtu pevných částic).**

Oxid uhličitý (CO₂) - Není přímou škodlivinou, proto není legislativně omezen. Avšak přispívá k tvorbě tzv. skleníkového efektu, který má za následek globální oteplování Země.

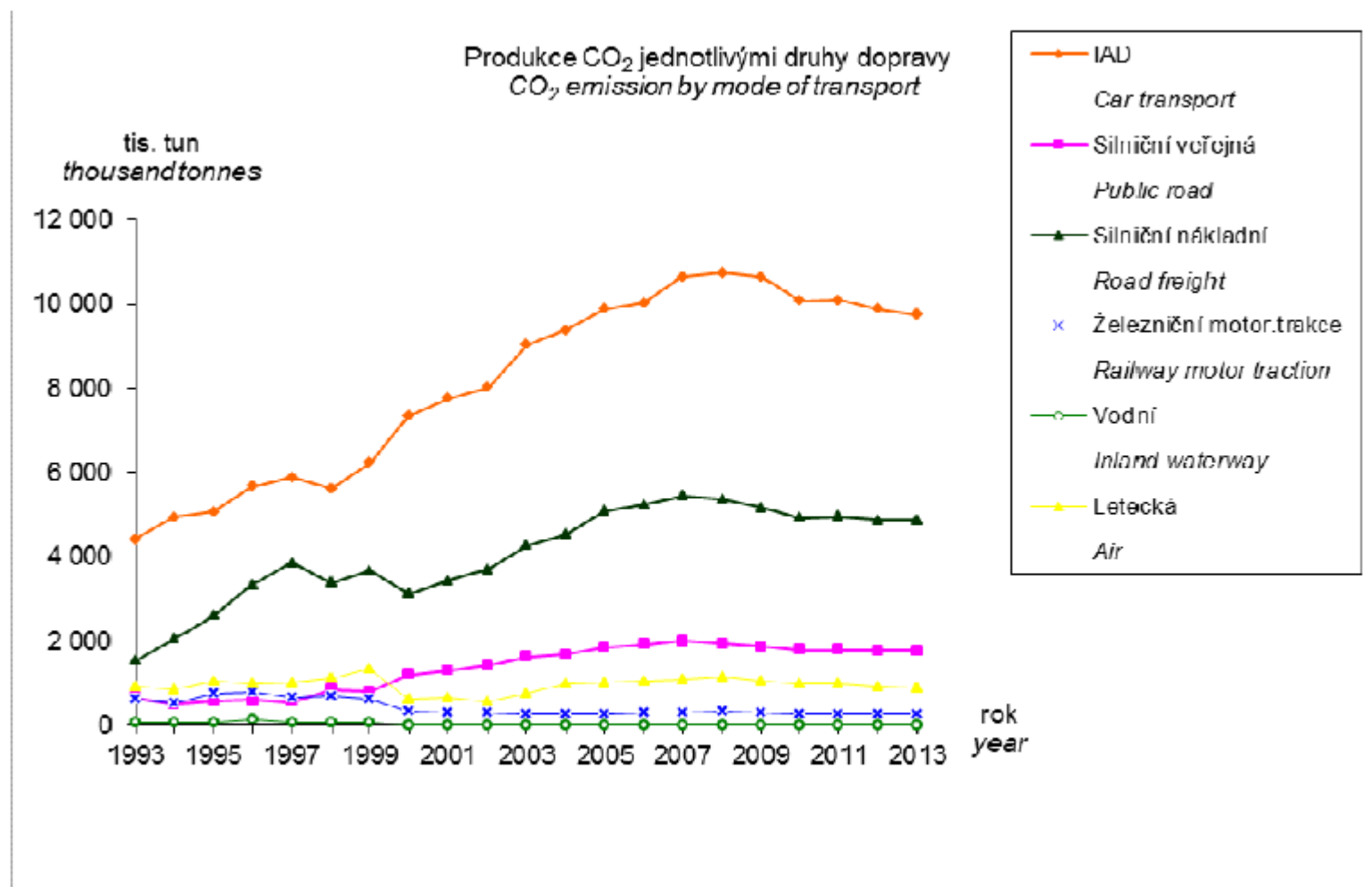
Opatření, která vedou ke snížení produkce škodlivin, jsou pro zážehové a vznětové motory odlišná. Všechna však lze zahrnout do následujících kategorií:

- Ovlivnění součinitele přebytku vzduchu lambda a tvorby směsi.
- Vnitřní opatření v motoru k ovlivnění průběhu spalování.
- Dodatečná redukce škodlivin za motorem.

Proč je potřebné zabývat se problematikou měření emisí vyplývá z analýzy produkce nejvíce sledovaných složek emisí podle druhů dopravy, která je uveřejněna ve studii:

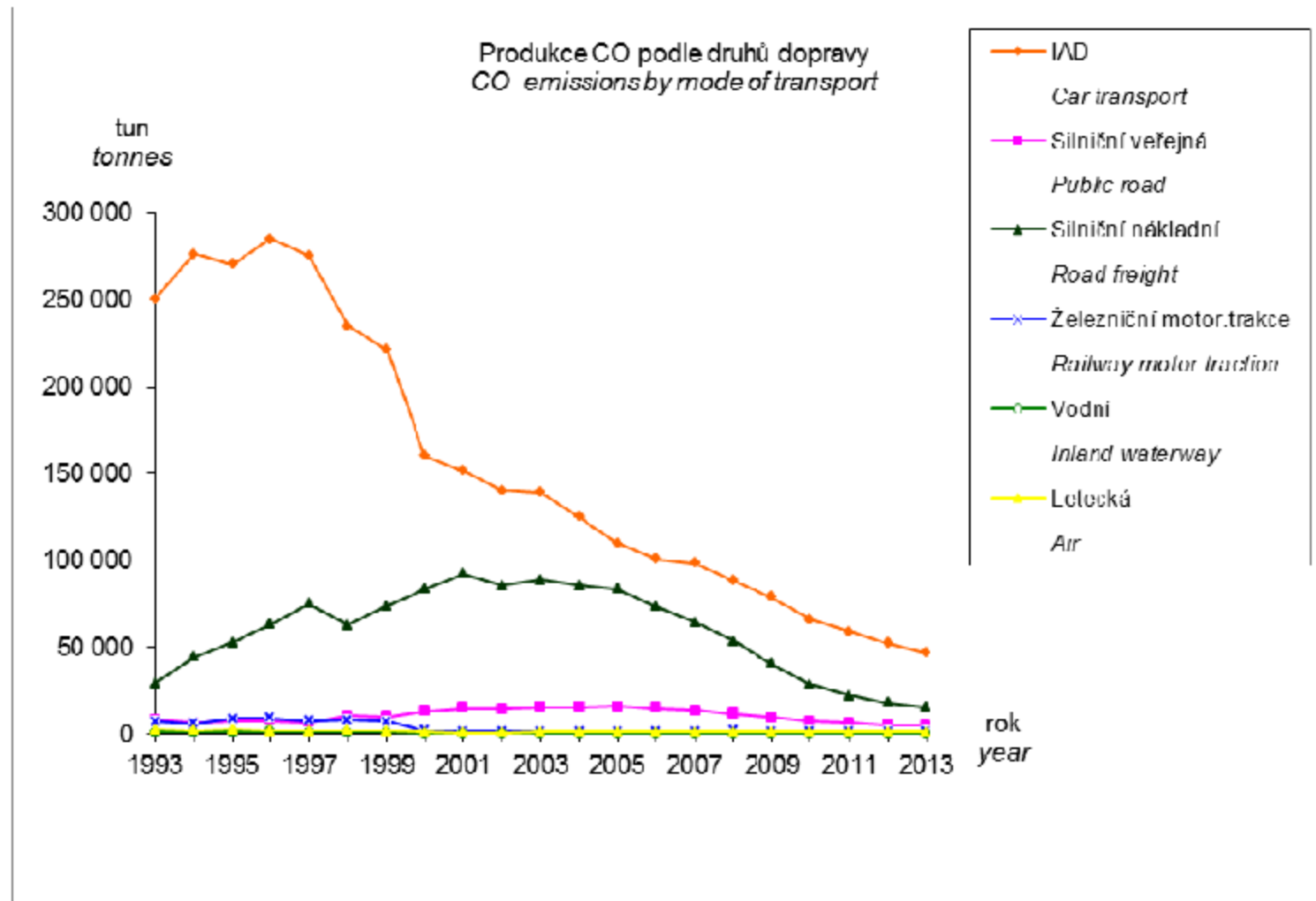
STUDIE O VÝVOJI DOPRAVY Z HLEDISKA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ V ČESKÉ REPUBLICE ZA ROK 2013. Kapitola 8. Znečištění ovzduší z dopravy. Centrum dopravního výzkumu, v. v. i. Brno, září 2014

Kapitola uvádí časové řady ročních emisí z dopravy. Data od roku 1993 do roku 2012 prezentují konečný stav, data za rok 2013 stav předběžný. Emisní bilance z dopravy jsou počítány pro **látky přispívající k dlouhodobému oteplování atmosféry - oxid uhličitý (CO₂), metan (CH₄) a oxid dusný (N₂O), látky znečišťující ovzduší, na které se vztahují emisní limity - oxid uhelnatý (CO), oxidy dusíku (NO_x), těkavé organické látky – nespálené uhlovodíky (C_xH_y) a pevné částice pro dieselová vozidla (PM).**

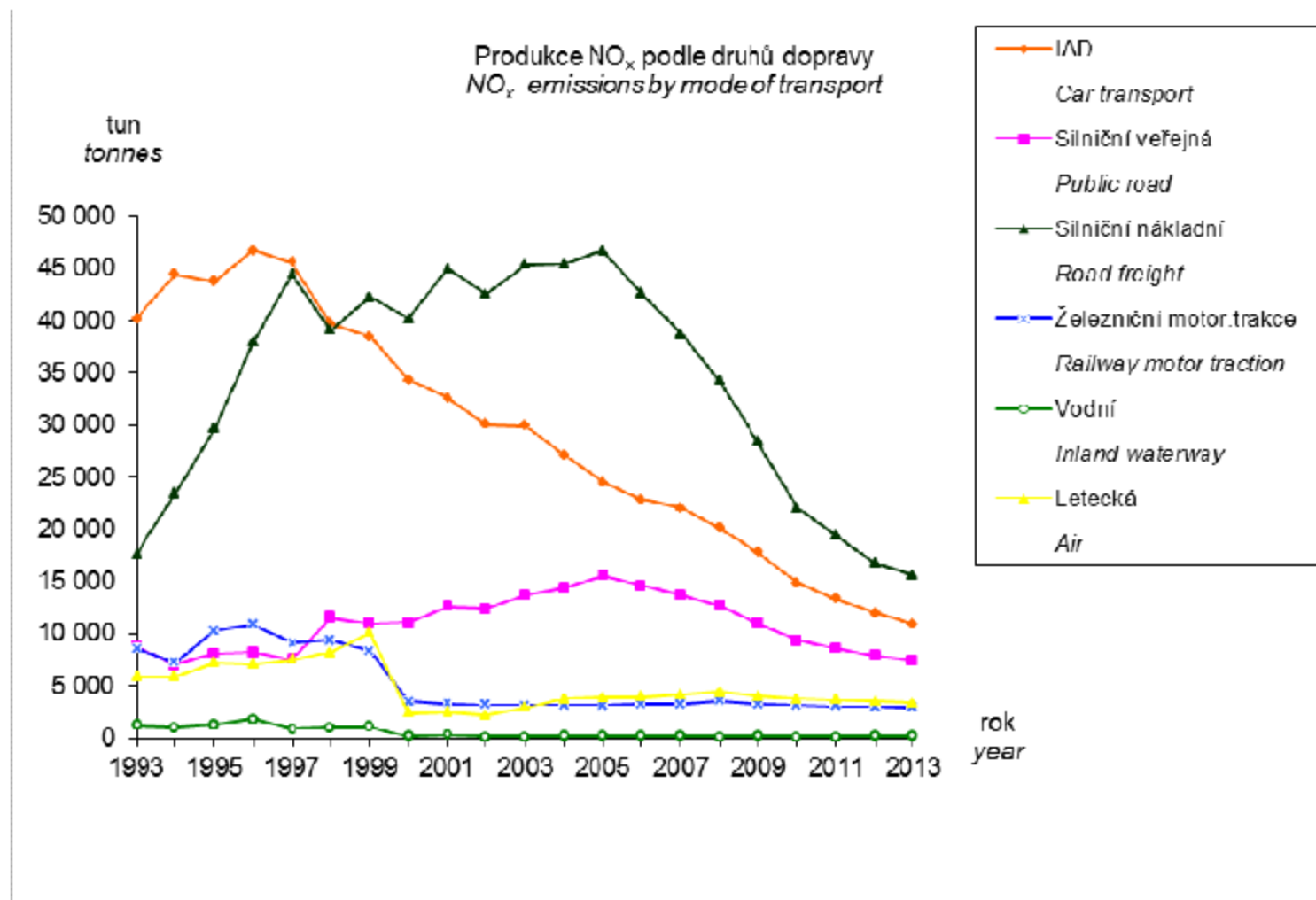


Poznámka: Pro zážehové motory platí přibližná rovnice: spotřeba paliva [l/100km] = množství CO₂[g/km]/24,
Poznámka: Pro vznětové motory platí obdobně rovnice: spotřeba paliva [l/100km] = množství CO₂[g/km]/26,7.

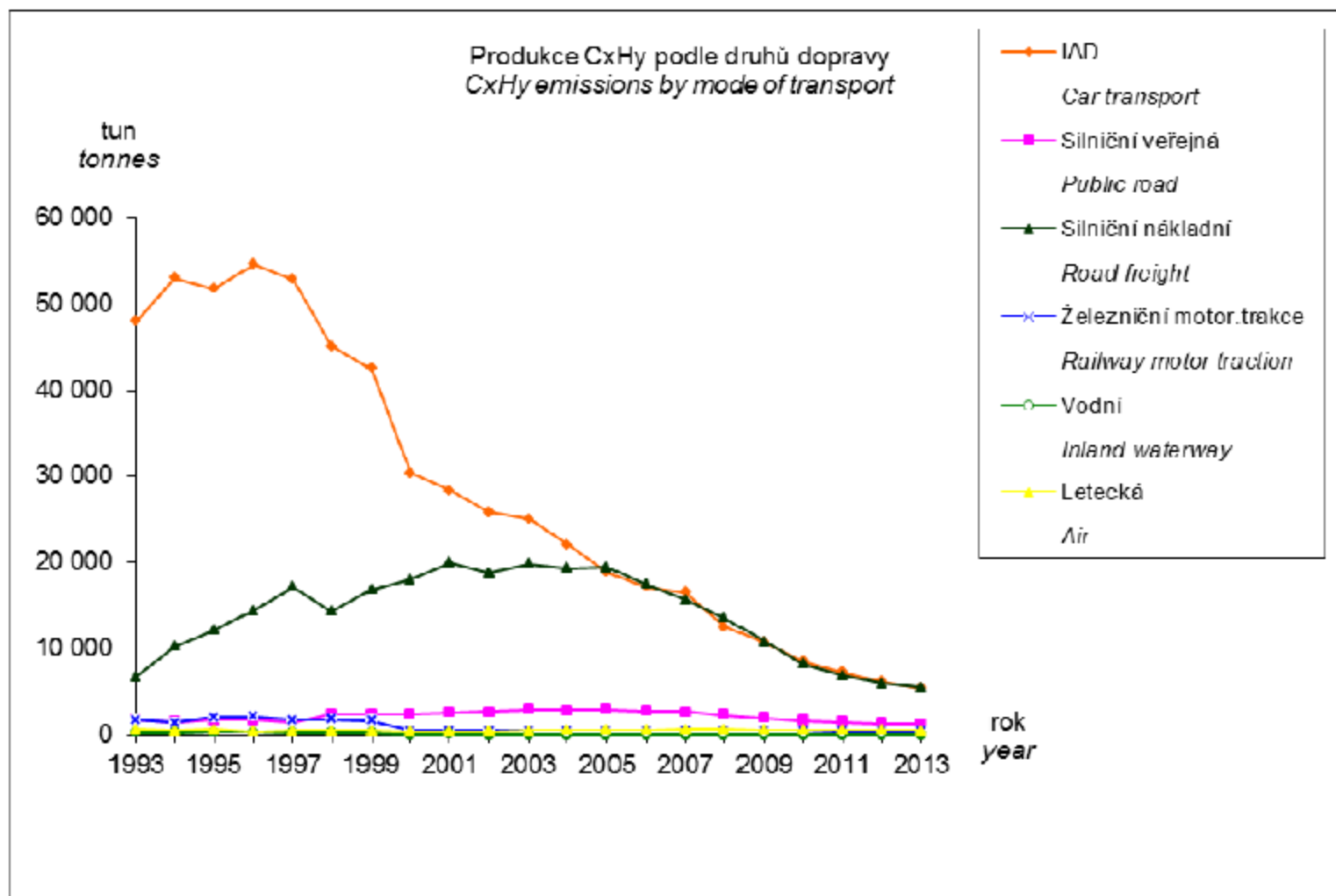




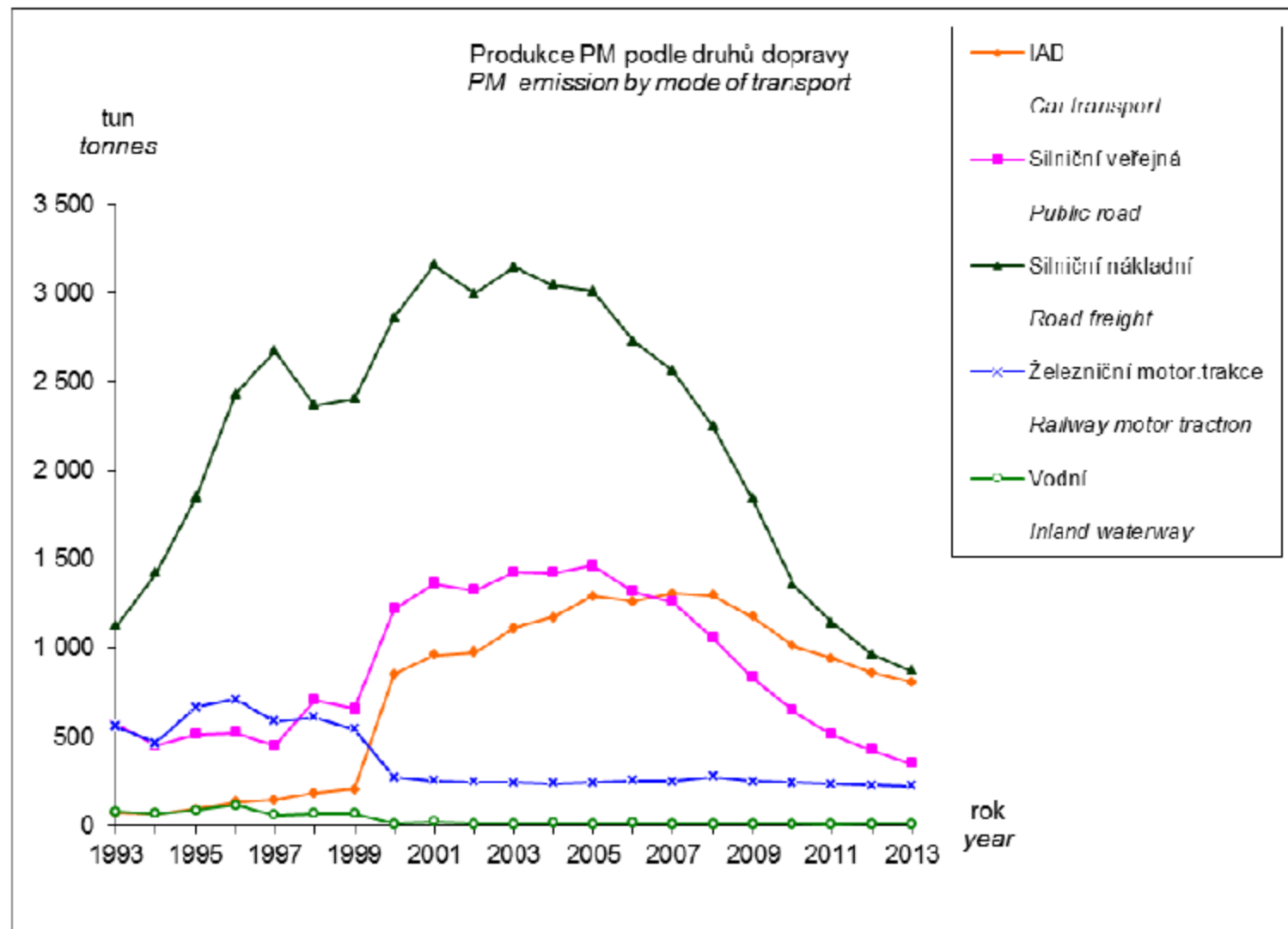
Zdroj: GDV
Source: GDV



Zdroj: GDV
Source: GDV



Zdroj: GDV
Source: GDV



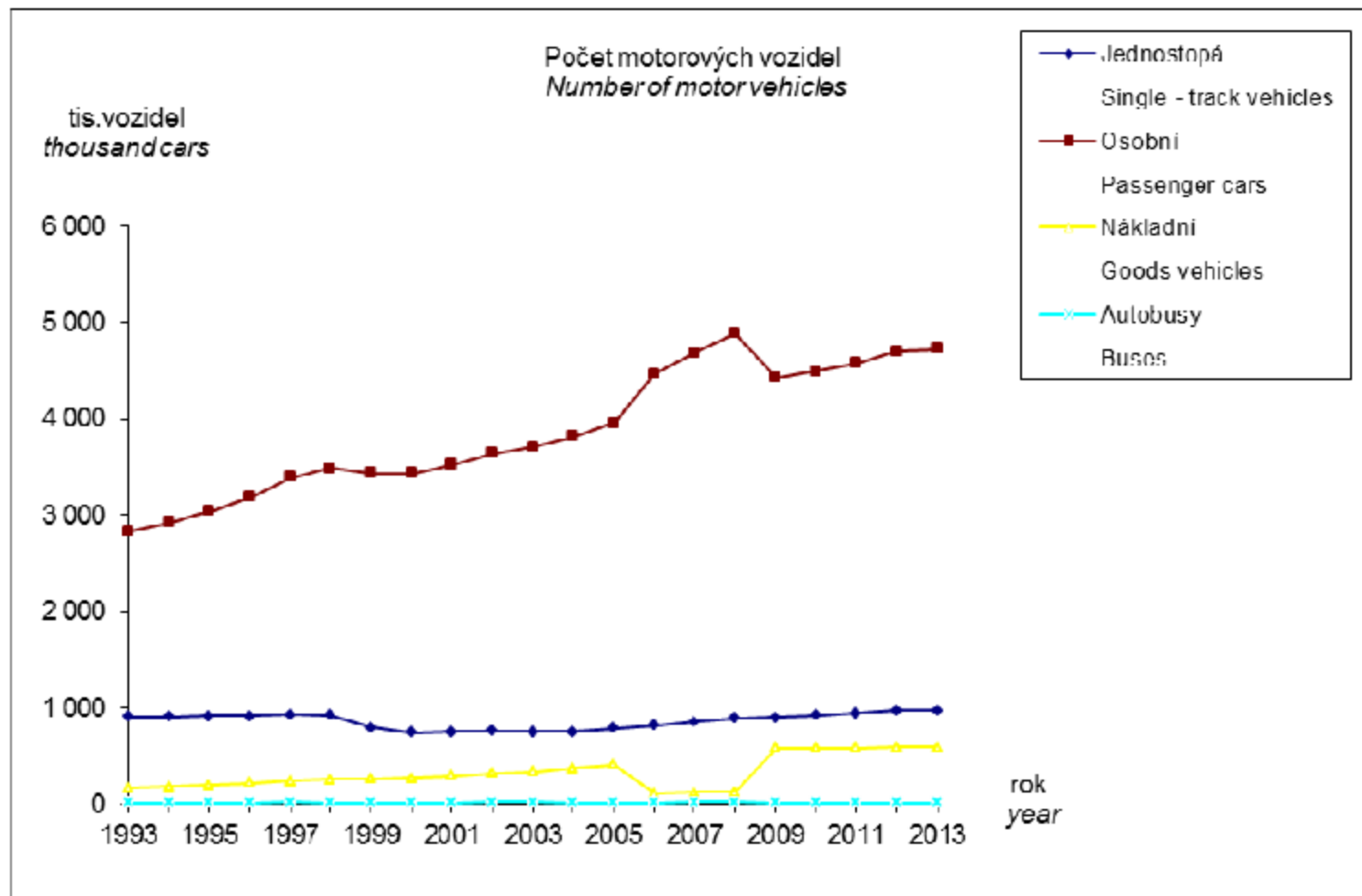
Zdroj: GDV
Source: GDV

Abychom si utvořili komplexnější pohled na prezentovanou problematiku, je potřebné uvést, **jak to vypadá s počtem motorových vozidel v členění: IAD (jednostopá a osobní), autobusy a nákladní vozidla.** To ukazuje následující grafické znázornění.

I když výraznější vzestup vykazují pouze osobní motorová vozidla, nijak se to neprojevuje v (předcházejících grafech prezentovaných) časových řadách ročních emisí z dopravy. Ty vykazují po dosažení určitého vrcholu (např. CO₂ u IAD v letech 2007 – 2008, CO u IAD okolo roku 1997, atd.) sestupné tendence. Co je zapříčinilo, bude ozřejmáno v další části této přednášky.

Jak je uvedeno v názvu této přednášky, bude jejím cílem informovat Vás o měření emisí automobilů v současnosti a též v budoucnosti, které jsou důležitým pomocníkem při řešení úloh, spojených se **snižováním negativních dopadů provozu motorových silničních vozidel na okolí** – aneb jinak řečeno – **snižováním emisí, obsažených ve výfukových plynech silničních motorových vozidel -automobilů, které produkují při svém provozu.**



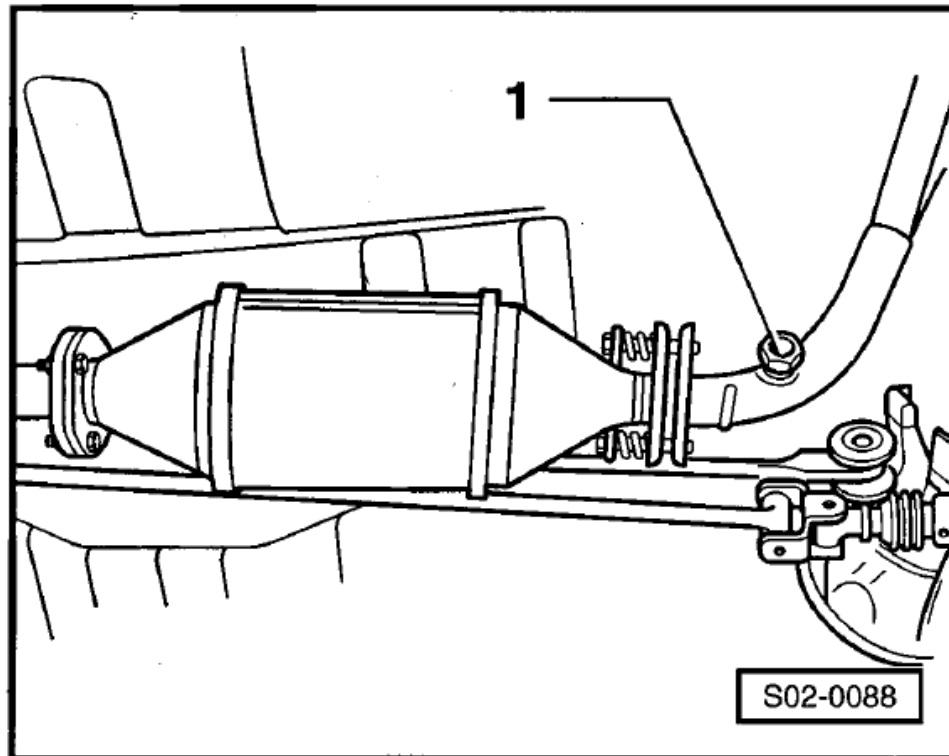


Zdroj: GRV, GDV
Source: GRV, GDV

„Měření emisí“ v nedávné minulosti: příklad osobní automobil ŠKODA Felicia

Zkouška emisí

Zkouška emisí u vozidel s karburátorem, typ 135 bez katalyzátoru nebo s neřízeným katalyzátorem



U vozidel bez katalyzátoru:

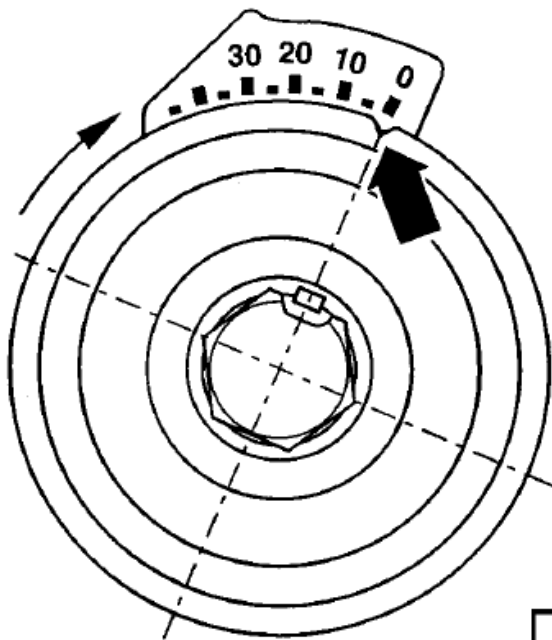
- Zkušební přístroj na měření CO (na př. V.A.G 1363A nebo 4-dílný V.A.G 1788) připojit do koncové části výfukového potrubí.

U vozidel s neřízeným katalyzátorem:

- ◀ - Připojit zkušební přístroj na měření CO (na př. V.A.G 1363A nebo 4-dílný V.A.G 1788 s hadicí od adaptéru V.A.G 1763/3) do měřicího místa v přední části výfukového potrubí -pos.1-
- Po provedeném měření musí být měřicí místo -pos.1- opět těsně uzavřeno

Průběh zkoušky pro všechny typy vozidel:

- Nastartovat motor a nechat běžet při volnoběžných otáčkách.
- Změřit volnoběžné otáčky.
- Odpojit hadici podtlakové regulace od rozdělovače a hadici utěsnit.
- Změřit předstih.
- ◀ - Stroboskopickou lampou posvítit na stupnici, která je na předním víku motoru.
- V případě zjištění hodnoty mimo předepsanou toleranci, seřídít předstih otáčením tělesa rozdělovače.
- V případě, že jsou naměřené hodnoty CO a volnoběžných otáček mimo předepsanou toleranci, seřídít tyto hodnoty střídavým otáčením seřizovacích šroubů.

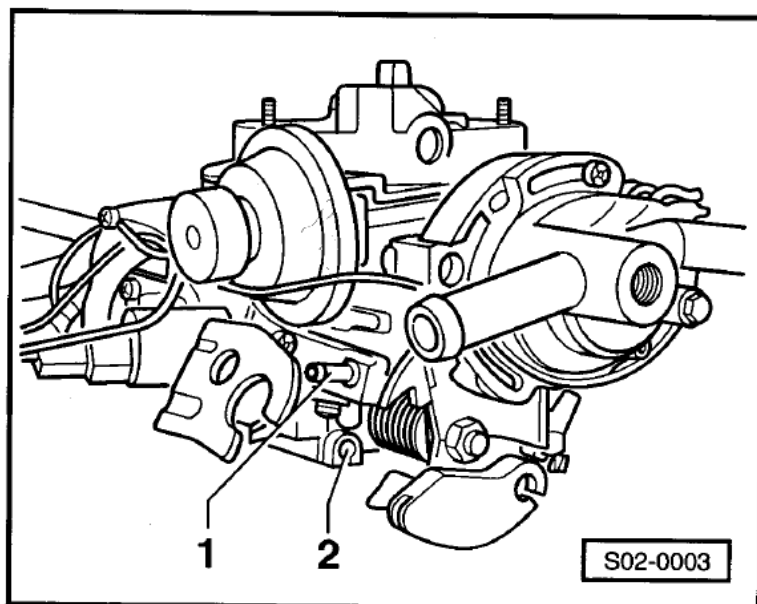


S02-0002

Kontrolní a seřizovací hodnoty pro motor 135

Bez katalyzátoru		
	Kont. hodnota	Seřizovací h.
Teplota oleje	min. 65°C	
Volnoběžné otáčky	750 ... 850 1/min	800 ± 50 1/min
Předstih Hadice podtl. regulace	0°... 4° před HÚ odpojena	2 ± 2° před HÚ odpojena
Obsah CO při volnoběhu	0,5 ... 1,5%	1,0 ± 0,5%
Obsah HC	max 500 ppm	< 500 ppm

Neřízený katalyzátor		
	Kont. hodnota	Seřiz. hodnota
Teplota oleje	min. 65°C	
Volnoběžné ot.	800 ... 850 1/min	800 ± 50 1/min
Předstih Hadice podtl. regulace	0° ... 4° před HÚ odpojena	2° ± 2° před HÚ odpojena
Obsah CO při volnoběhu	Měřeno před katalyzát.	
	0,5 ... 0,8%	0,5 + 0,3%
Obsah HC	max 500ppm	< 500ppm
Obsah CO při volnoběhu	Měřeno za katalyzát.	
	max 0,2 %	0,1 ± 0,1%
Obsah HC	max 300 ppm	< 300 ppm



- ◀ - Volnoběžné otáčky seřídít pomocí dorazového šroubu škrťací klapky -1-.
- Obsah CO odečíst na přístroji.
- Obsah CO seřídít otáčením šroubu bohatosti směsi -2-.

Po skončení měření věnujte pozornost následujícímu upozornění:

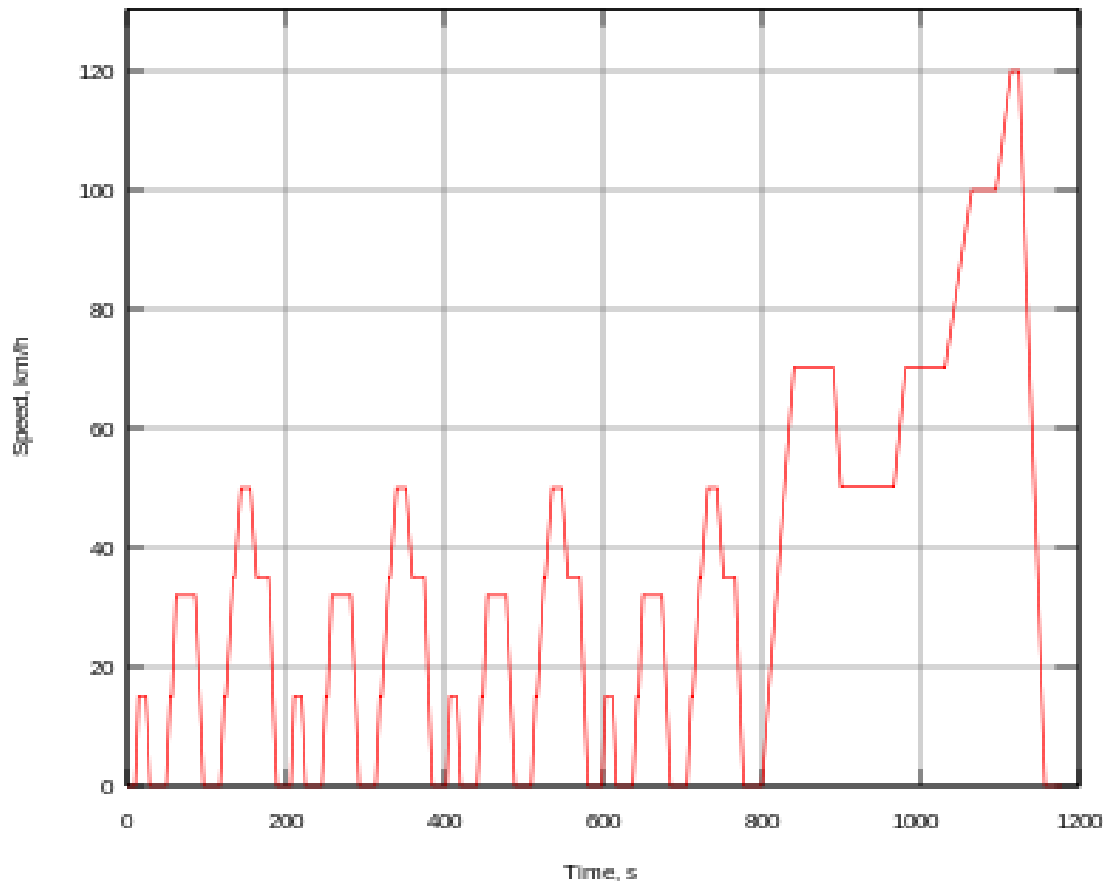
Všechny hadice a konektory, které byly, z důvodu měření odpojeny, je nutno opět všechny správně zapojit.

Měření emisí v současnosti

V současné době probíhá měření emisí výfukových plynů podle **tzv. nového evropského jízdního cyklu (NEDC), jehož aktuální verze pochází – poněkud neaktuálně – z roku 1997.** NEDC je založen na striktně standardizovaných procedurách, které se realizují za přesně daných pravidel a probíhají výhradně ve specializovaných laboratorních podmínkách. Problémem tohoto způsobu testování produkovaných emisí je, že – i s ohledem na posun ve vývoji v silniční dopravě – příliš neodpovídá jízdě vozidla v reálném provozu, takže jeho vypovídajícího hodnota pro zákazníka, jak bude vůz „kouřit“ při skutečném provozu, je prakticky nulová.

Na situaci proto reagovala i Evropská komise a navrhla zavedení nového systému měření emisí, které by nově mělo probíhat v reálném provozu (RDE). RDE by měl postupně nahradit současný NEDC. Důvodem postupného zavádění je skutečnost, že stávající výše evropských emisních norem by měla zůstat zachována, avšak napříště je budou muset automobilky plnit i v reálném provozu. Výsledky emisních zpráv zmiňovaných výše však napovídají, že to bude pro drtivou většinu současných výrobců vozidel obrovský problém.

Připravovaná legislativa EU by tak měla přispět k zlepšení čistoty ovzduší nejen na papíře, ale i v reálu. Je ovšem otázkou, zda se evropské orgány nenechaly příliš unést a zda jsou nová pravidla nastavena správně – tedy tak, aby skutečně přinesla podstatné snížení produkovaných emisí, ale současně byla pro automobilky při stávajícím technickém stavu splnitelná a nenutila je opětovně k hledání cest, jak nemístně přísné limity obcházet způsoby na hranici zákona.



Současnost: Zkoušky při schvalování typu provádí akreditovaná zkušebna



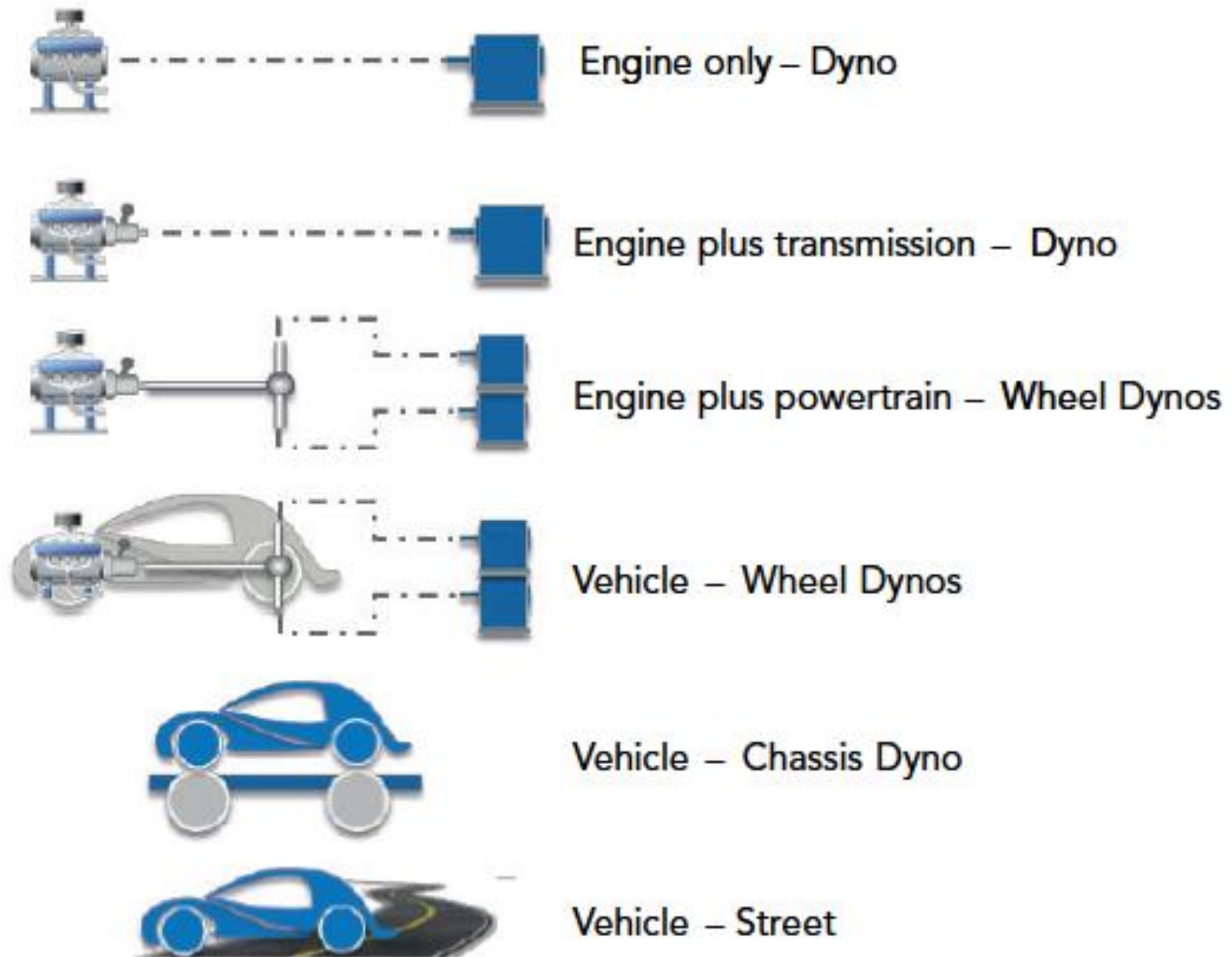
**Přísné laboratorní podmínky
by v budoucnu mohl nahradit
reálný provoz.**

- A nebo -

**Budoucnost měření emisí v
EU: Ze sterilních laboratoří na
zaprášené silnice**



Následující obrázek nás informuje, jak se vyvíjel a vyvíjí systém zatěžování vozidel při měření emisí



Engine only – Dyno

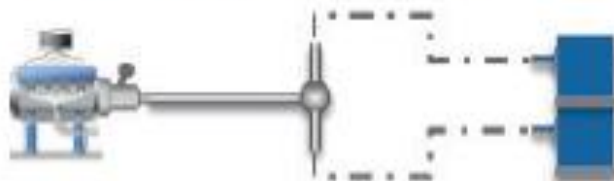


Powertrain (Driveline) – Dyno

Engine plus transmission



Engine plus powertrain



Vehicle Wheel Dynos



Shaft Connection



Light Duty Passenger Car



Non-Road Vehicle



Heavy-Duty Vehicle

Vehicle Chassis Dynos



Light Duty Passenger Car Chassis Dyno



Motorcycle and 3 -Wheeler



Truck and Bus

Road testing (Real Driving Emission)



Light Duty – Passenger car



Heavy Duty Vehicle



Non-Road Vehicle



Vývoj a využití zařízení k odběru vzorků výfukových plynů a měření emisí motorových vozidel za jízdy

Centrum dopravního výzkumu, SEKO Brno

3 roky v období od 1. 1. 2012 do 31. 12. 2014

Ve světě není mnoho vývojových týmů zabývajících se realizací zmíněného typu měření. Dalo by se říci, že vývoj techniky měření v této oblasti je zatím na začátku cesty. Ale již dosud zveřejněné studie využívající výsledky emisního měření za jízdy ukazují, že přínos výsledků měření je významný.

Jedním z technických problémů měření emisí za jízdy je i dosud nejednoznačně vyřešená otázka reprezentativního odběru vzorku spalin.

V průběhu řešení znikl první funkční prototyp odběrové aparatury. Ta byla umístěna na přívěsném vozíku, který byl tažen měřeným vozidlem. Do tohoto tzv. měřicího vozíku byly zavedeny ohebnou hadicí výfukové plyny. Na vozíku byly umístěny v horizontální poloze měřicí nástavec pro kouřové plyny, měřicí sondy, analyzátory, řídicí a regulační prvky a elektrocentrála na napájení přístrojů a vytápění propojovacích hadic a potrubí.

A ještě vzdálenější budoucnost měření emisí: Budeme sledovat emise na palubní desce automobilu?

Na Fakultě pro chemické inženýrství a rozborů Univerzity v Manchesteru vyvinuli metodu měření úrovně oxidu uhličitého, oxidu uhelnatého a metanu ve výfukových plynech pomocí laserů a diod citlivých na infračervené záření.

Doposud se analýza výfukových plynů provádí tak, že jsou zavedeny do komory, která obsahuje sadu čidel. Tento způsob má mnoho nevýhod. Má dlouhou dobu odezvy, a kromě toho plyny při průchodu přívodní trubicí do měřicí komory reagují s jejím materiálem. Systém je náchylný k rušivým vlivům.

Metoda využívající lasery a infračervené diody dává výsledky rychleji a je méně citlivá na rušení. Kromě toho přístroj může pracovat v pokojové teplotě. Funkční vzorky vyrobené na Univerzitě of Manchester obsahují dva lasery s různou vlnovou délkou, jeden pro oxidy uhlíku a druhý pro metan. Pracuje se na přidání dalších laserů, a to na oxidy dusíku a specifické uhlovodíky. Vývojáři testovali přístroj na automobilovém motoru umístěném na zkušební stoličce a sledovali jak se emise mění v závislosti na pracovním režimu motoru. Hladina CO₂ po nastartování rychle narůstá po dobu asi dvou sekund. Hladina CO má špičku v okamžiku startu a pak klesá. Rovněž metan vykazuje v okamžiku startu vysoké hodnoty, které s náběhem motoru do obrátek rychle klesají. Podobné informace je možno získat o jiných proměnných, například co se děje při změnách obsahu vzduchu v palivu.

Agreement

Concerning the Adoption of Uniform Technical Prescriptions for Wheeled Vehicles, Equipment and Parts which can be Fitted and/or be Used on Wheeled Vehicles and the Conditions for Reciprocal Recognition of Approvals Granted on the Basis of these Prescriptions*

(Revision 2, including the amendments which entered into force on 16 October 1995)

Addendum 82: Regulation No. 83

Revision 4

Incorporating all valid text up to:

Corrigendum 1 to Revision 3 - Erratum (English and Russian only)

Corrigendum 2 to Revision 3 - Erratum (French only)

Supplement 6 to the 05 series of amendments - Date of entry into force: 2 February 2007

Corrigendum 1 to Revision 3 - Date of entry into force: 14 November 2007

Corrigendum 1 to Supplement 6 to the 05 series of amendments - Date of entry into force: 25 June 2008

Supplement 7 to the 05 series of amendments - Date of entry into force: 26 February 2009

Supplement 8 to the 05 series of amendments - Date of entry into force: 22 July 2009

Supplement 9 to the 05 series of amendments - Date of entry into force: 17 March 2010

06 series of amendments - Date of entry into force: 9 December 2010

Corrigendum 1 to Supplement 7 to the 05 series of amendments - Date of entry into force: 23 December 2010

Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the emission of pollutants according to engine fuel requirements



UNITED NATIONS

Nejdůležitější změny:

„požadavkem motoru na palivo“ druh paliva normálně používaného pro pohon motoru (EHK/OSN 83, verze 2007):

- benzin,
- LPG (zkapalněný ropný plyn),
- NG (zemní plyn),
- benzin nebo LPG,
- benzin nebo NG,
- motorová nafta;

„požadavek motoru na palivo“ znamená druh paliva normálně používaného pro pohon motoru (EHK/OSN 83, verze 2010):

- (a) Petrol E5);(benzin)
- (b) LPG (liquefied petroleum gas);(zkapalněný ropný plyn)
- (c) NG/**biomethane** (natural gas);
- (d) Either petrol (E5) or LPG; (benzin nebo LPG)
- (e) Either petrol (E5) or NG/**biomethane**; (B nebo LPG/Biom)
- (f) Diesel fuel B5); (motorová nafta)
- (g) **Mixture of ethanol (E85) and petrol (E5) (Flex fuel)**
- (h) **Mixture of biodiesel and diesel (B5) (Flex fuel)**
- (i) **Hydrogen**
- (j) **Either petrol (E5) or Hydrogen (Bi-fuel)**

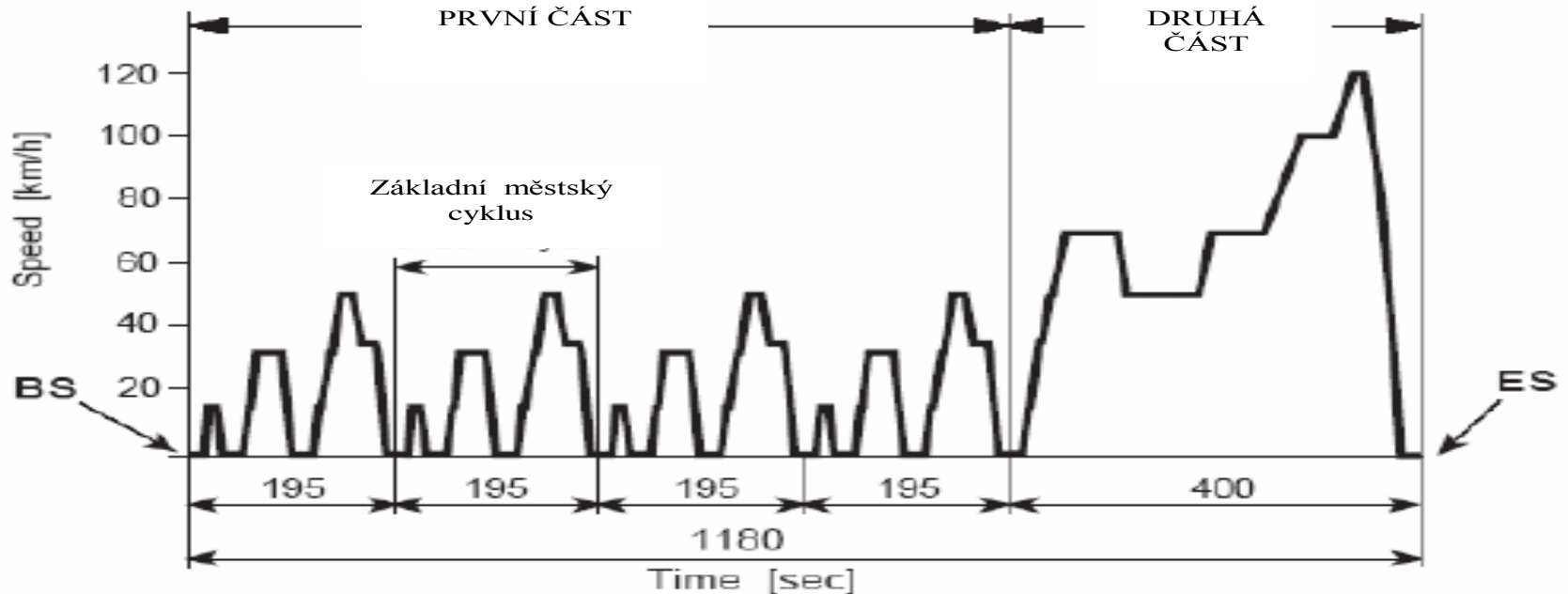
Pozn: "Biofuel" se rozumí tekuté nebo plynné palivo pro dopravu, produkované z biomasy.

Průběh jízdního cyklu zkoušky typu I

První část zkoušky se skládá ze 4 základních městských cyklů. Každý základní městský cyklus obsahuje 15 fází (volnoběh, zrychlení, stálá rychlost, zpomalení atd.). Druhá část zkoušky je vytvořena z jednoho cyklu mimo město. Cyklus mimo město obsahuje 13 fází (volnoběh, zrychlení, stálá rychlost, zpomalení atd.).

Průběh zkoušky typu I:

1. část – měření **základního městského cyklu** se provede 4-krát, doba trvání 1 cyklu je 195 s při průměrné rychlosti 19 km.h⁻¹ a ujetá vzdálenost za 4 cykly činí 4,052 km.
2. část – tvoří jeden **mimoměstský jízdní cyklus**, doba trvání cyklu je 400 s při průměrné rychlosti 62,6 km.h⁻¹ a ujetá vzdálenost činí 6,955 km.



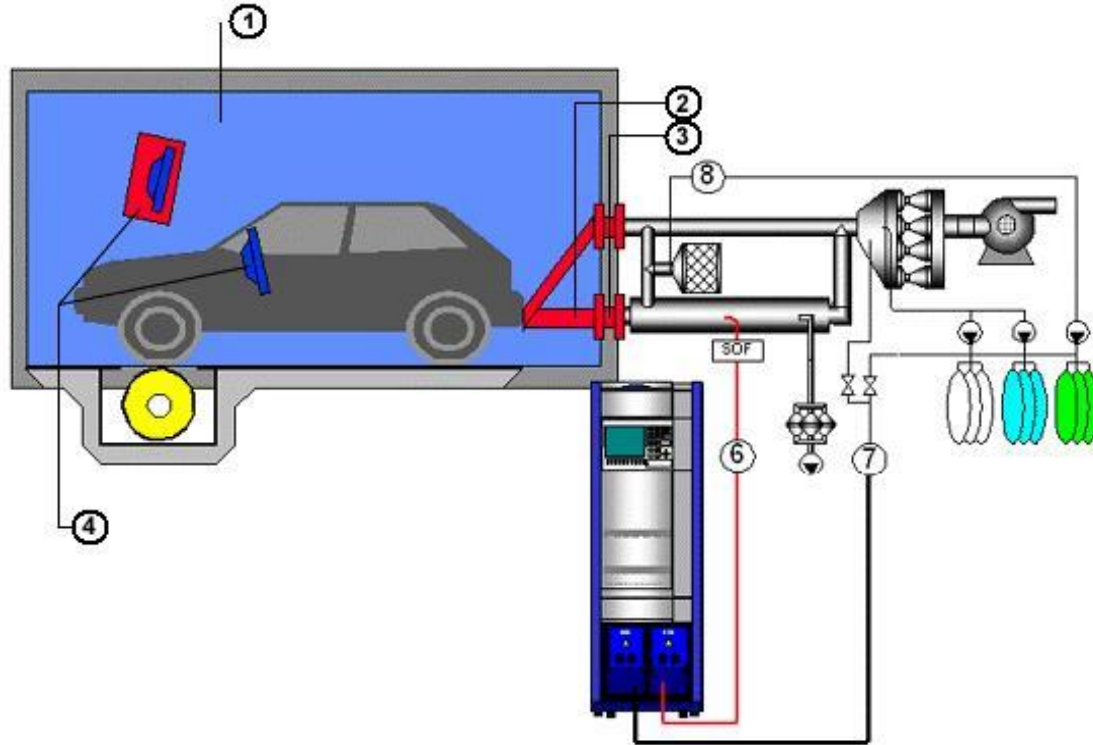
Zkoušky typu II, III, IV, V a palubní diagnostiky OBD

Detailnější popis a průběh zkoušek měření emisí oxidu uhelnatého CO při volnoběhu (zk. typu II), emise plynů z klikové skříně (typ III), emise způsobené vypařováním (typ IV), životnost zařízení proti znečišťujícím látkám (typ V) a palubní diagnostiky by svým rozsahem přesáhl rámec těchto přednášek. Podrobnější informace o výše uvedených zkouškách lze nalézt přímo v předpise EHK/OSN č. 83.

Zkouška typu VI - ověření průměrných emisí oxidu uhelnatého a uhlovodíků z výfuku za nízké teploty okolí po studeném startu

Od roku 2002 s přijetím normy EURO 3 a v následujících směrnících byl stanoven požadavek na ověření průměrných emisí oxidu uhelnatého a uhlovodíků z výfuku za nízké teploty okolí po studeném startu (zkouška typu VI). Koncentrace výfukových plynů (CO, HC, ..) jsou při této zkoušce hodnoceny při $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Testovací aparatura a vozidlo jsou před měřením připraveny a temperovány dle směrnice. Jako doplňkové zařízení ke standardnímu certifikačnímu vybavení dynamometrem je instalována klimatická komora a vedení výfukových plynů. Vedení pro výfukové plyny a průchod stěnou klimatické komory jsou vyhřívány, aby nedocházelo ke kondenzaci vody a byly zajištěny optimální měrové podmínky.

Tato část pojednává o potřebném přístrojovém vybavení pro zkoušky měření emisí z výfuku při nízkých teplotách okolí u vozidel se zážehovým motorem a samotném průběhu zkoušky. Požadované zkušební zařízení a požadavky na ně jsou stejné jako zařízení pro zkoušku typu I, pokud pro zkoušku typu VI nejsou stanoveny zvláštní požadavky.



Kontejner pro kondicionování vozidla – je určen pro přípravu vozidla před zkouškou za nízkých teplot i pro další teplotní testy dle příslušné normy pro měření emisí vozidel. Je snadno přemístitelný na vzduchových polštářích k samotné testovací komoře.

Klimatická komora HORIBA pro zkoušku za nízkých teplot



Klimatická komora Horiba umožňuje provádět zkoušky ověření průměrných emisí různých znečišťujících sloučenin za nízké teploty okolí po studeném startu a další zkoušky, u kterých je požadována simulace teplotních podmínek prostředí. Pro tento účel slouží separátní jednotky pro ohřívání, chlazení a simulace vzdušné vlhkosti při volbě kompletního vybavení klimatické komory. Systém komory umožňuje klimatizovat vzduch stálou dodávkou o objemu 3200 m³. Regulační rozsah teploty je od $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ s tolerancí teploty $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$

Principy analyzátorů plynů

Plyny jsou od přírody obvykle málo viditelné a přitom dokáží napáchat mnoho škod; proto existují způsoby jak je elektronicky zjišťovat - detekovat, měřit jejich koncentraci a zjišťovat jejich složení. K tomu slouží analyzátory plynů.

K měření je zapotřebí použít nějaký princip převodu hledaných vlastností a parametrů na elektrický signál. K tomu existuje mnoho principů založených na nejrůznějších vlastnostech našeho světa.

Základní principy

Podle základního principu funkce lze analyzátory/detektory plynů rozdělit na:

Analýzátor pracující na fyzikálním principu - měří některou fyzikální veličinu, která má definovaný vztah a její hodnota je úměrná složení analyzovaného plynu

Analýzátor pracující na fyzikálně-chemickém principu - je založen na chemické reakci, které se účastní přímo určovaný plyn nebo ji výrazně ovlivňuje.

Popis vybraného analyzátoru plynů

Nedisperzivní infračervený spektrometr (NDIR)

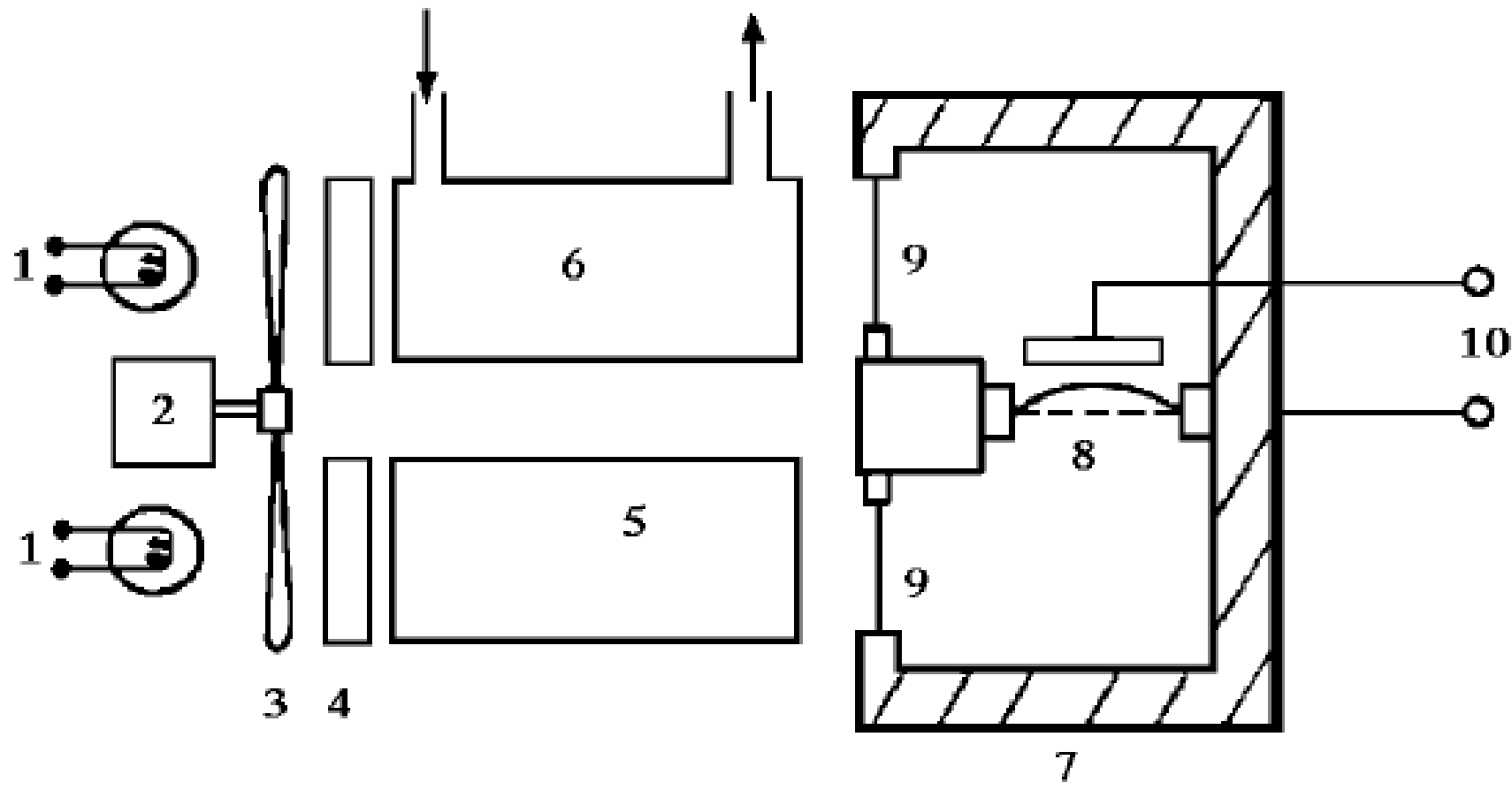
Nedisperzivní infračervený spektrometr (NDIR spektrometr) je nejstarším a dosud nejrozšířenějším typem infračerveného spektrometru. **Využívá schopnosti molekul plynů aktivních v infračervené oblasti přeměňovat část absorbované energie elektromagnetického záření na energii tepelnou (kinetickou).** Nachází-li se měřený plyn v uzavřeném prostoru, projevuje se tento vzrůst tepelné energie zvýšením tlaku.

Tato metoda se používá nejčastěji k měření množství **CO** a **CO₂**. **Princip je taktéž založen na pohlcování infračervených paprsků s vlnovou délkou mezi 2 až 15 μm v plynech.** Plyny, jejichž molekuly jsou sestaveny z nejméně dvou různých atomů, vykazují v uvedené oblasti vlnových délek charakteristické pásma pohlcení (absorpce). Když infračervené záření prochází prostorem naplněným takovým plynem, pak v úzkém pásmu vlnových délek, charakteristických pro daný plyn, se záření zeslabí úměrně koncentraci plynu.

Dvě spirály (1) ze slitiny Cr-Ni jsou elektricky vyhřívané na teplotu 700°C (červený žár) a jejich záření je (na obrázku nezakresleno) soustředěno parabolickými zrcadly. Jejich spojitě záření je modulováno rotační clonou (3) poháněnou elektromotorem (2). Interferenční filtr (4) vyděluje z polychromatického záření svazek paprsků v úzkém rozsahu vlnových délek, který vstupuje do srovnávací (5) a měrné průtočné kyvety (trubice) (6). Srovnávací kyveta je obvykle naplněna referenčním plynem (např. dusíkem), který nepohlcuje infračervené paprsky.

Do měřící trubice je zaveden analyzovaný plyn. Jakmile tento obsahuje složky, které pohlcují infračervené záření v pásmu vlnových délek, charakteristických pro sledovaný plyn, je část infračerveného záření pohlcena a jeho intenzita zeslabena. Vznikne rozdíl intenzit mezi oběma kyvetami (trubicemi).

Typické uspořádání NDIR spektrometru je uvedeno na obrázku:



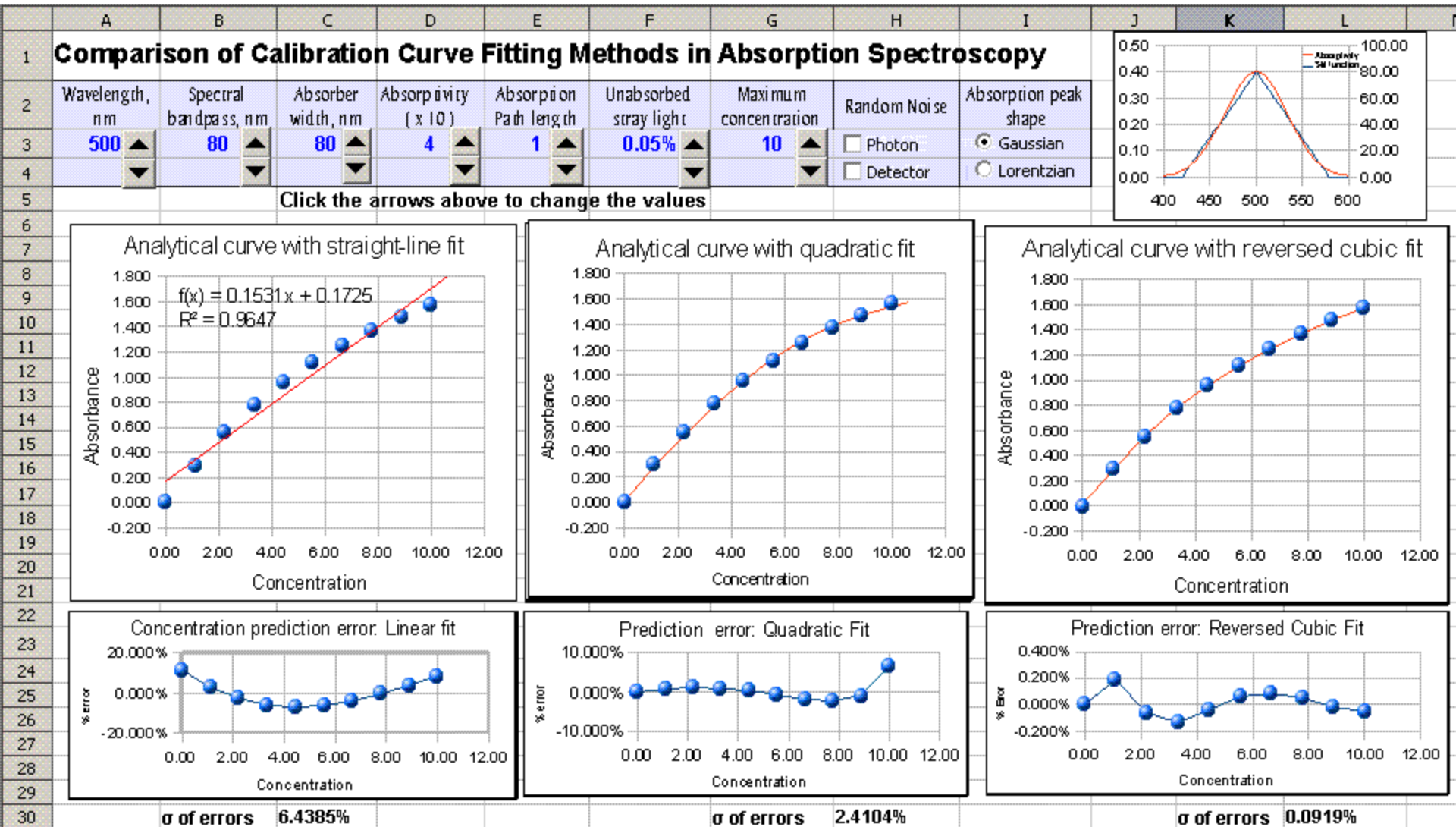
Použitý termický detektor (7) je někdy označován jako optopneumatický detektor, taktéž diferenční snímač, který rozdíl registruje, sestává ze dvou komor, které jsou vzájemně oddělené membránou kondenzátoru. V komorách diferenčního snímače je analyzovaný plyn zředěn argonem (např. 15 % CO a 85 % Ar). Plyn se v komorách diferenčního snímače zahřívá úměrně intenzitě záření - *vstupující monochromatické záření, odpovídající maximu absorpce molekul uvnitř komory, předává těmto molekulám kvanta energie, která způsobí jejich vibrační a rotační přechody a zintenzívnění translačních pohybů těchto molekul.* To se projeví zvýšením tlaku uvnitř komory, které je úměrné množství pohlcené zářivé energie. Aneb, je-li záření pohlceno analyzovaným plynem, zahřeje se příslušná komora méně, dojde k rozdílu tlaků a membrána oddělující komory snímače je prohnuta. Tím se změní její vzdálenost od pevné elektrody a dojde ke změně kapacity kondenzátoru. Změna kapacity je zesílena a signál je indikován na displeji.

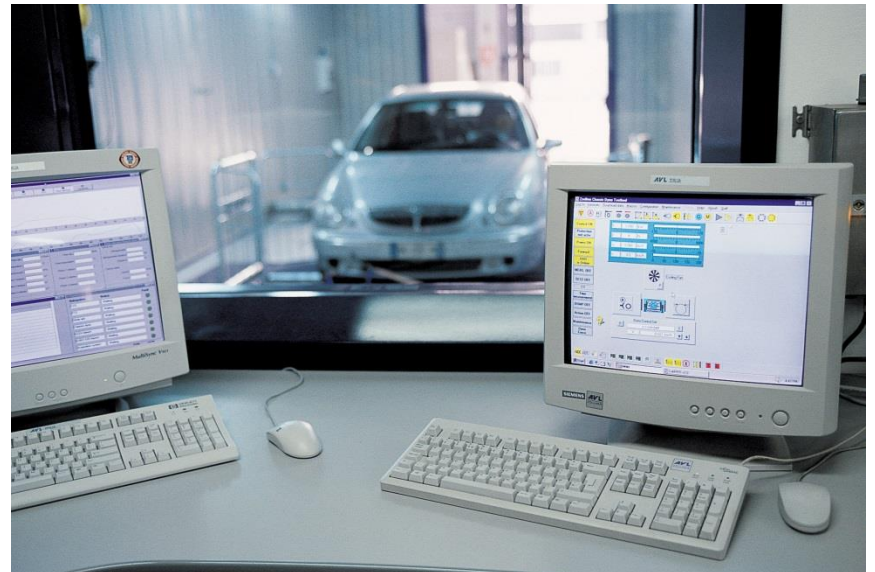
Vhodným rozdělením komory a volbou vhodné membrány lze měřit i velice malé rozdíly absorpce.

Vzhledem k tomu, že měření malých statických tlaků je problematické, je záření nízkofrekvenčně modulováno rotační clonou (3). A další funkce clony - aby nedošlo k nežádoucímu ohřevu stěn trubice pohlcováním záření, jsou paprsky periodicky přerušovány otáčející se clonou (3).

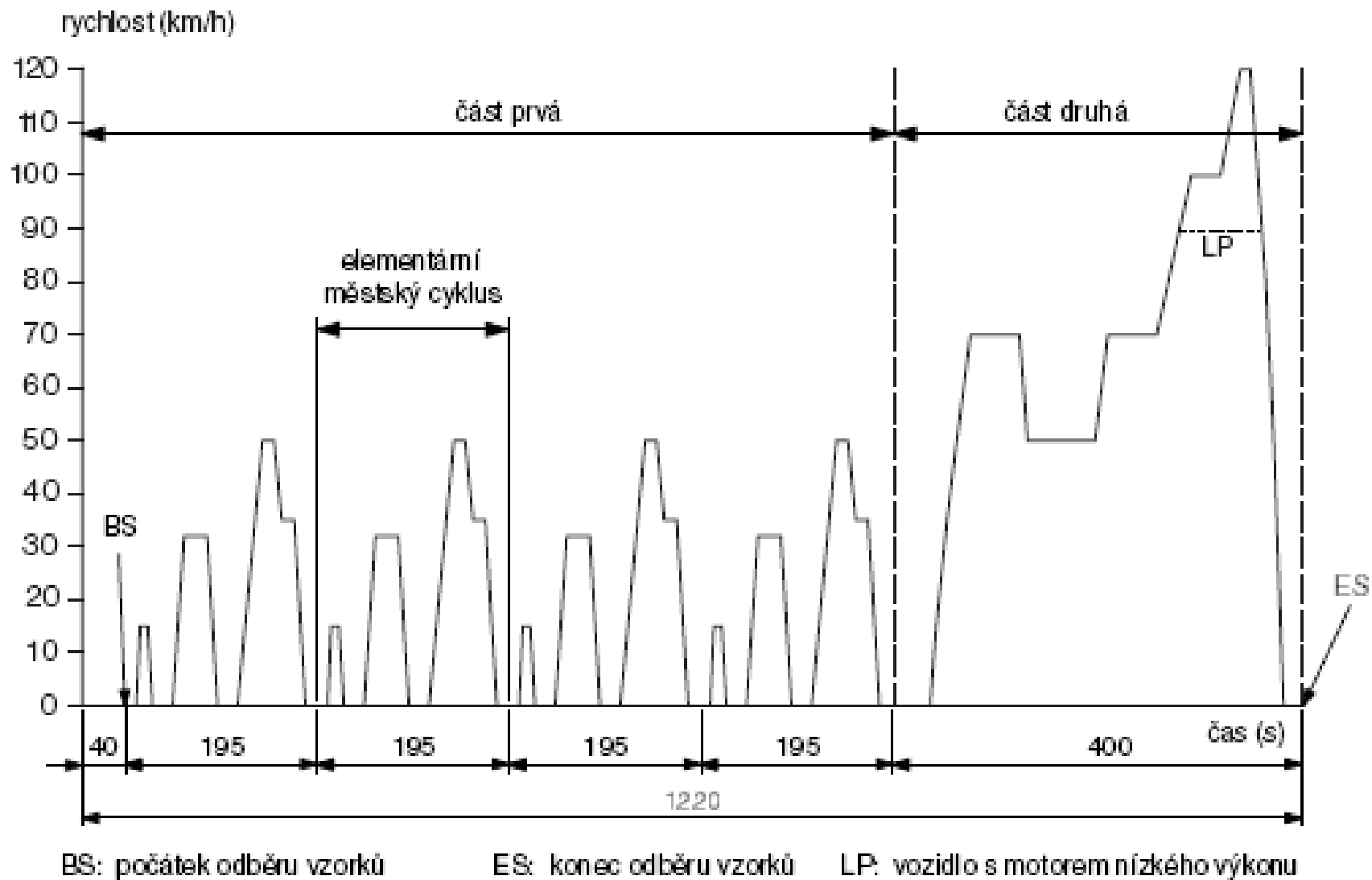
Zkoušení silničních vozidel

! Jenom jako příklad: nelineární kalibrační křivky – z oboru absorpční spektroskopie !

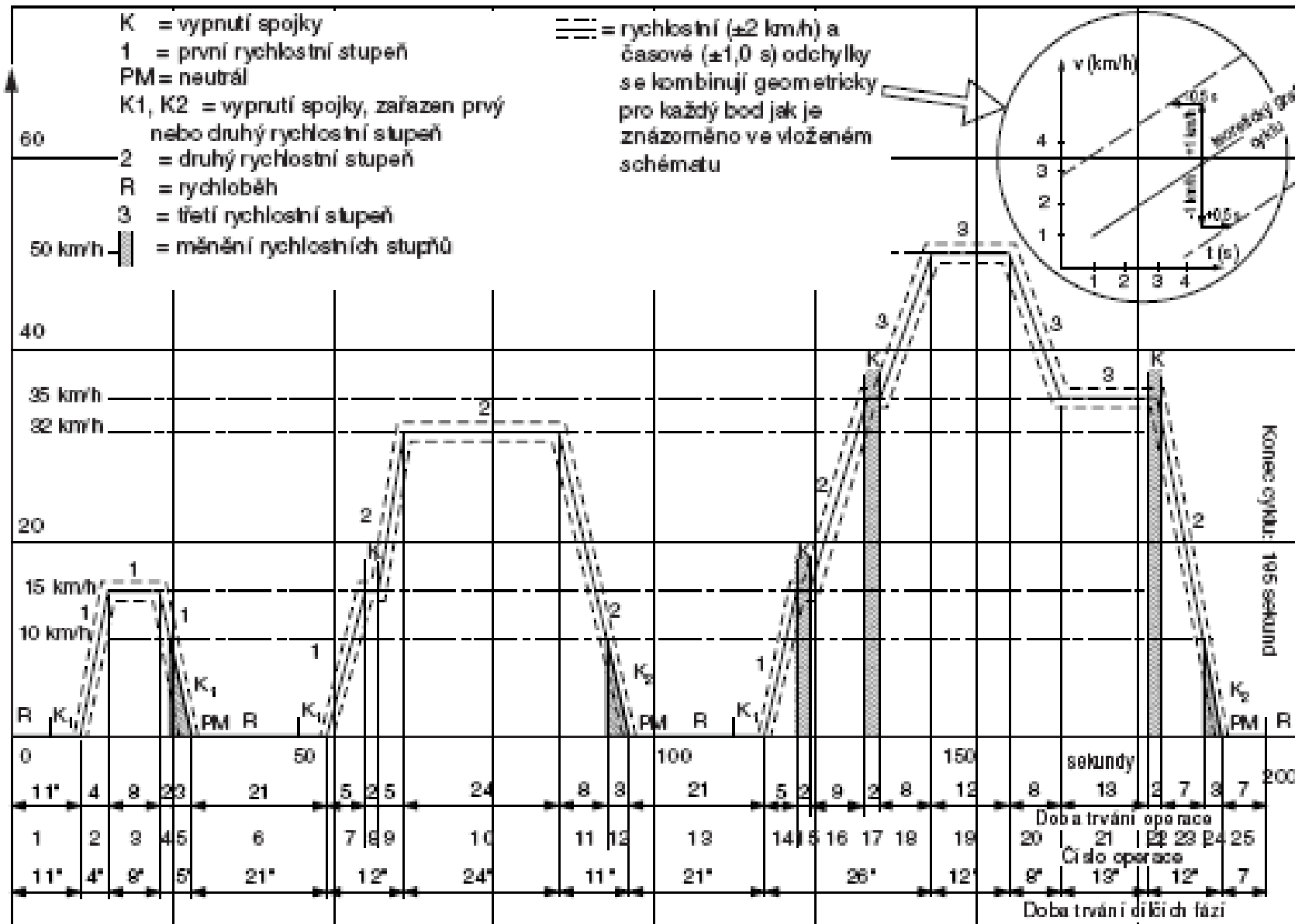




Zkušební cyklus pro zkoušky typu I



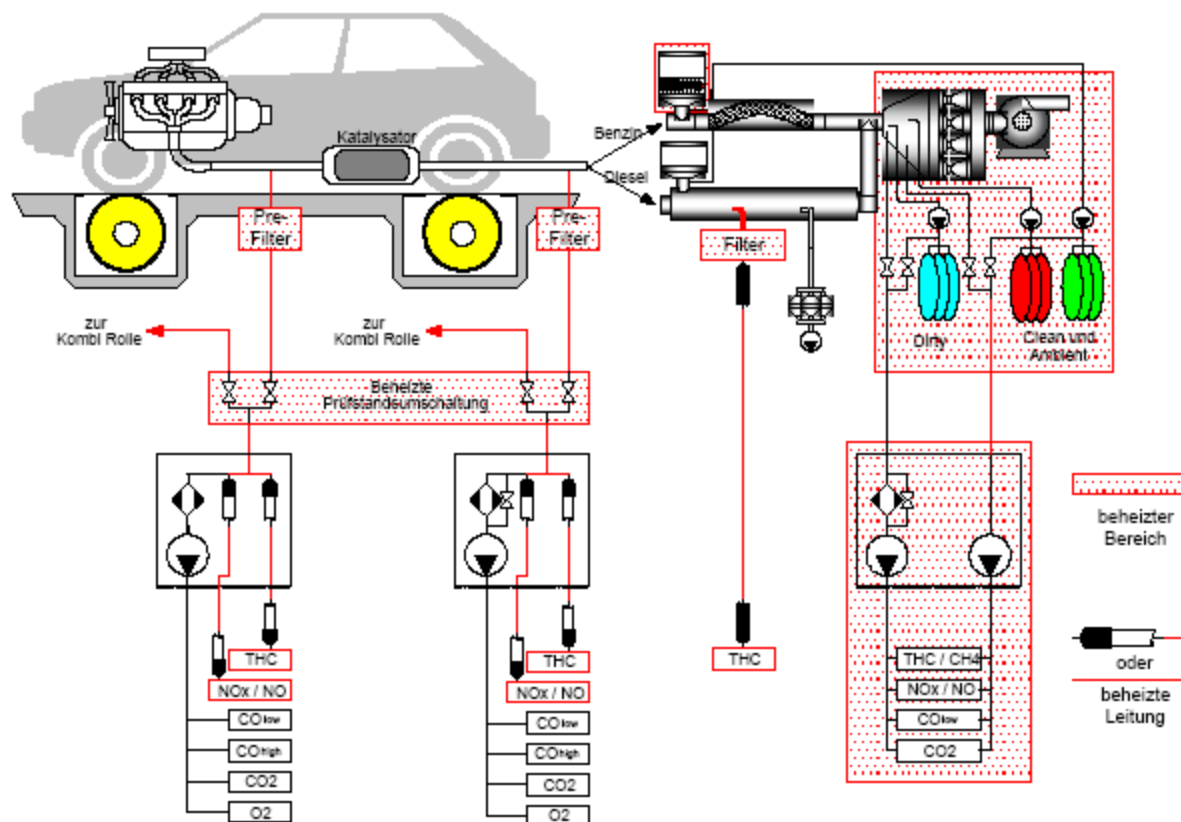
Elementární městský cyklus pro zkoušky typu I



Na závěr několik informací ze zkušební laboratoře
emisí

DEKRA, Kletwitz, SRN

Funktionsschema Klimarollenprüfstand



Klimakammer

- Abgasemissionsmessung bei -7°C (Cold CO-Messung)
- Kaltstartversuche bei -20°C
- Entfrosterungsversuche mit erhöhter Leerlaufdrehzahl bei -18°C

Technische Daten:

T x B x H: 14 x 7 x 4 m

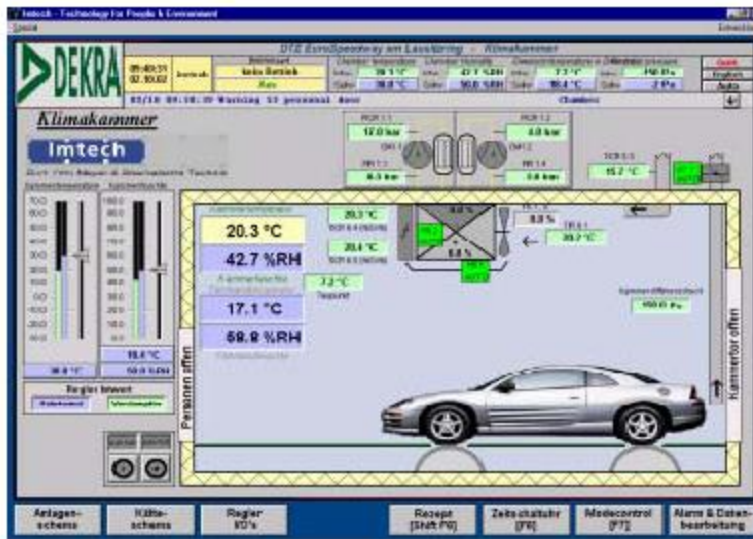
Temp.-bereich: -20°C bis +50°C

Temp.-konstanz: $\lt; \pm 1 \text{ K}$

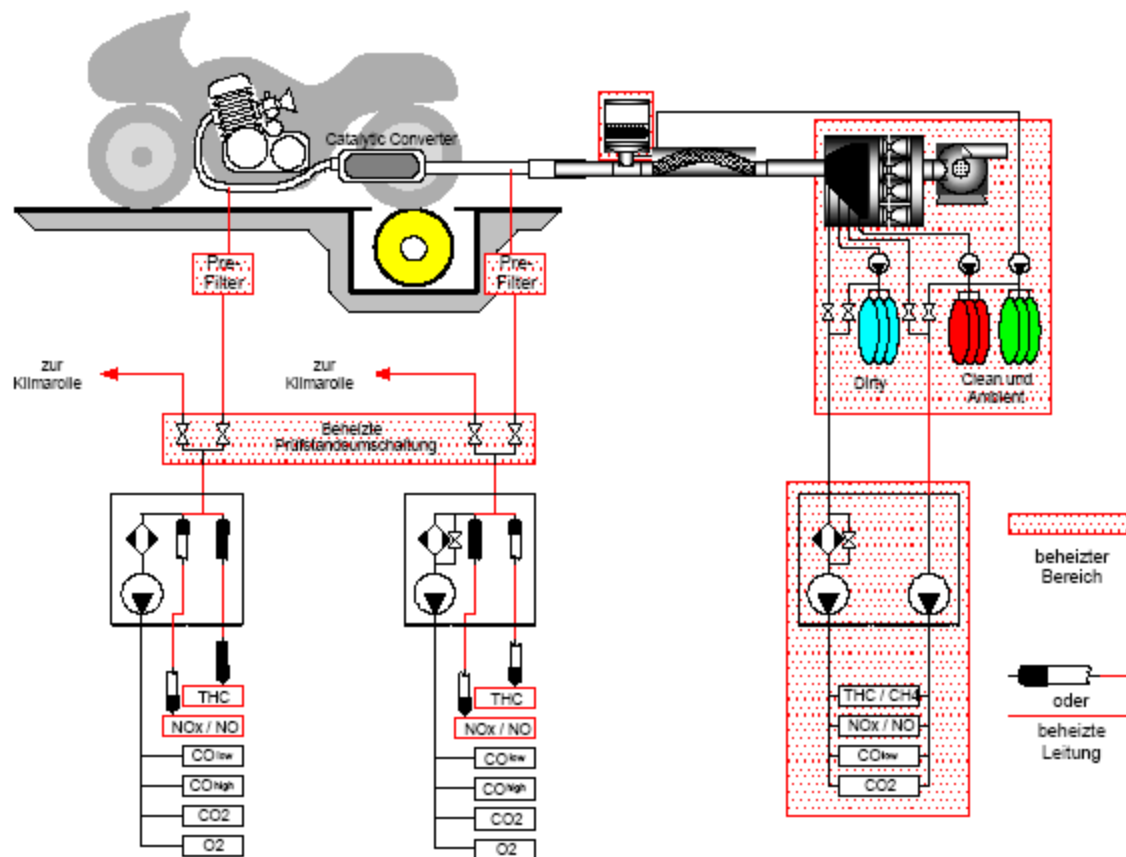
Externe Wärme-
last bei -10°C: max. 70 kW

Aufheiz-/Abkühl-
geschwindigkeit: 10 K/h (Mittel)

Taupunkt Frischluft
(2000 m³/h): min. -21°C



Funktionsschema Kombirollenprüfstand



Graphical User Interface

The screenshot displays the AVL AMA1600 Operation Control Panel GUI. The interface is organized into several sections:

- Line 1:** A vertical sidebar on the left containing control buttons: Standby, Sample, Zero, Span, Purge, and Backpurge (under the PSS section).
- AMA1600:** The main central area, titled "AMA1600", contains a grid of measurement displays. Each display shows a numerical value, a unit, and a status indicator (e.g., "Measuring" or "Disabled").

Parameter	Value	Unit	Status
COL	1239.53	ppm	Measuring
COH	1233.77	ppm	Measuring
CO2	14.502	%	Measuring
HC	76.34	ppm	Measuring
CH4	87.00	ppm	Measuring
EGR	3.430	%	Measuring
O2	1.212	%	Measuring
CH4	87.00	ppm	Measuring
NOX	98.84	ppm	Measuring
NO	0.00	ppm	Disabled
- Systemdata:** A vertical sidebar on the right showing various system parameters with their current values and status indicators:
 - T - heated Filter: 190 °C
 - T - HLine FID: 191 °C
 - T - HLine CLD: 120 °C
 - T - Chiller: 4 °C
 - p - System: 69 hPa
 - p - EGR: 201 hPa
 - Humidity: (indicated by a green circle)
- Configuration:** A central area below the measurements includes dropdown menus for "Brettschneider" and "NMHC", and checkboxes for "C = 1.0516" and "C = 142.0200".

The interface also features a standard Windows-style menu bar (Datei, Bearbeiten, Komponente, Anzeigen, Fenster, Hilfe) and a toolbar with various icons for file operations and system control.

**ZKUŠEBNÍ LABORATOŘ EXHALACÍ
V DISLOKOVANÉM PRACOVIŠTI
DOPRAVNÍ FAKULTY Jana Pernera
UNIVERZITY PARDUBICE (1998-2004)
Pověřená zkušebna MD ČR**

**umístěná v PODNIKU SPECIÁLNÍCH PRACÍ a.s.
Hradištská 407, 533 52 Staré Hradiště – Pardubice**

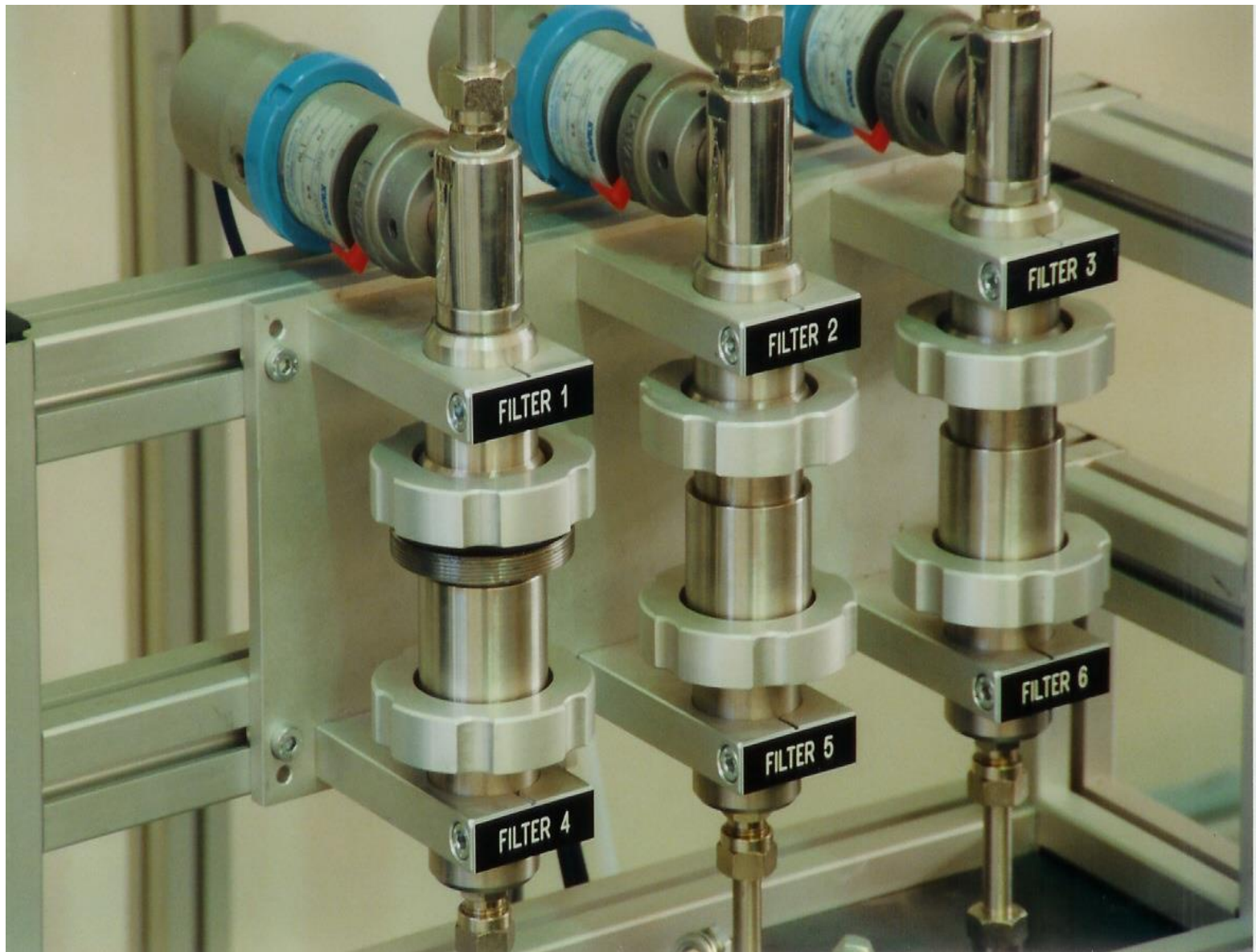




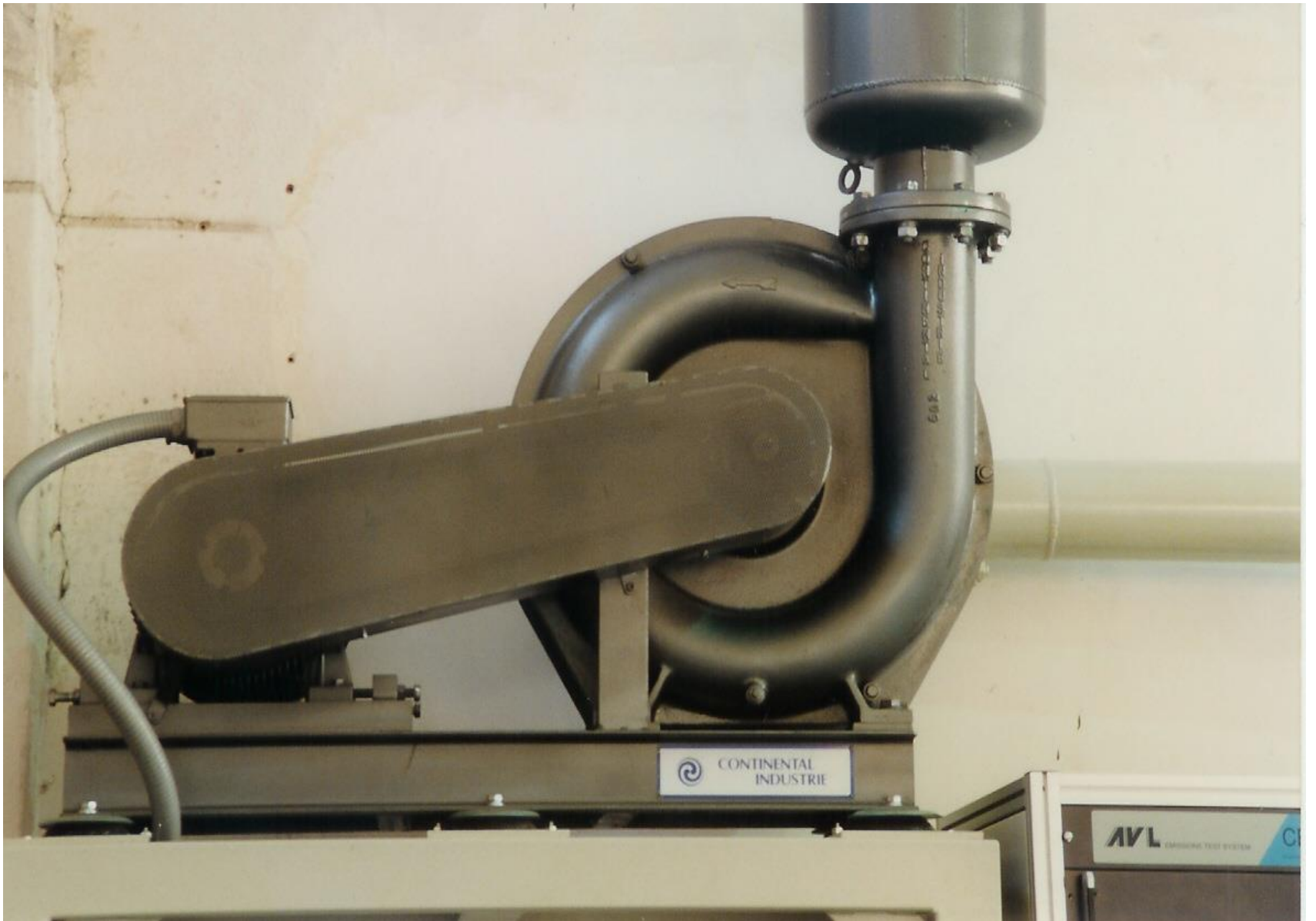
















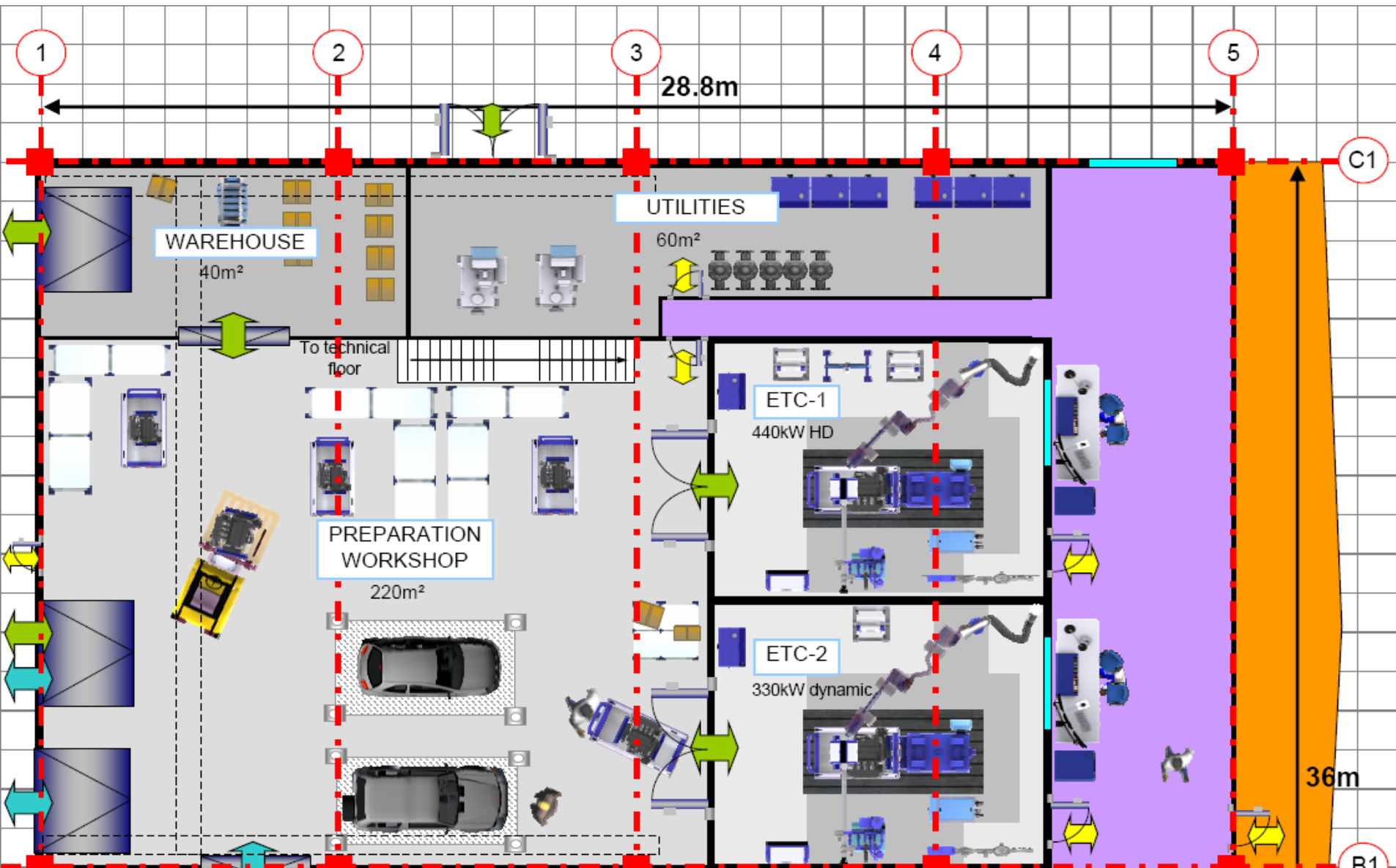


**ZKUŠEBNÍ LABORATOŘ EXHALACÍ, která měla
být umístěna v
V DISLOKOVANÉM PRACOVÍŠTI
DOPRAVNÍ FAKULTY Jana Pernera
UNIVERZITY PARDUBICE (2008-)**

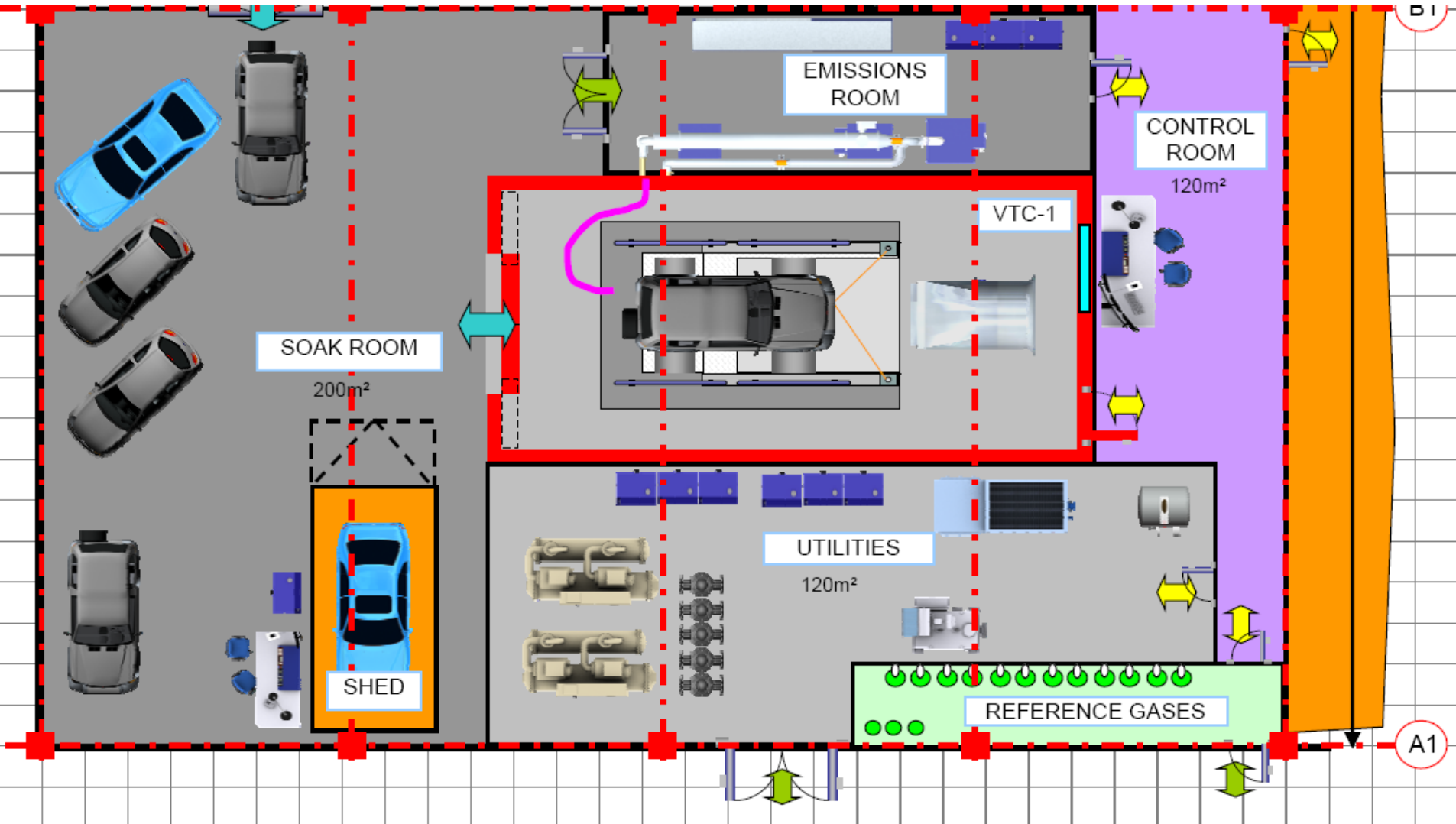
**Zkušební laboratoř exhalací byla projektována
firmou AVL Graz (Rakousko), výrobcem
zkušebních zařízení, měla být situována v
Technoparku Pardubice a měla nahradit zkušebnu
AVL Graz, umístěnou ve Finsku**

**Hlavním důvodem, proč nedošlo k její realizaci –
krize automobilového průmyslu a později
problémy v Technoparku samotném**

TECHNOPARK PARDUBICE - GROUND FLOOR LAYOUT



TECHNOPARK PARDUBICE - GROUND FLOOR LAYOUT



TECHNOPARK PARDUBICE - GROUND FLOOR LAYOUT



LOGISTICS



People movements



Vehicle movements

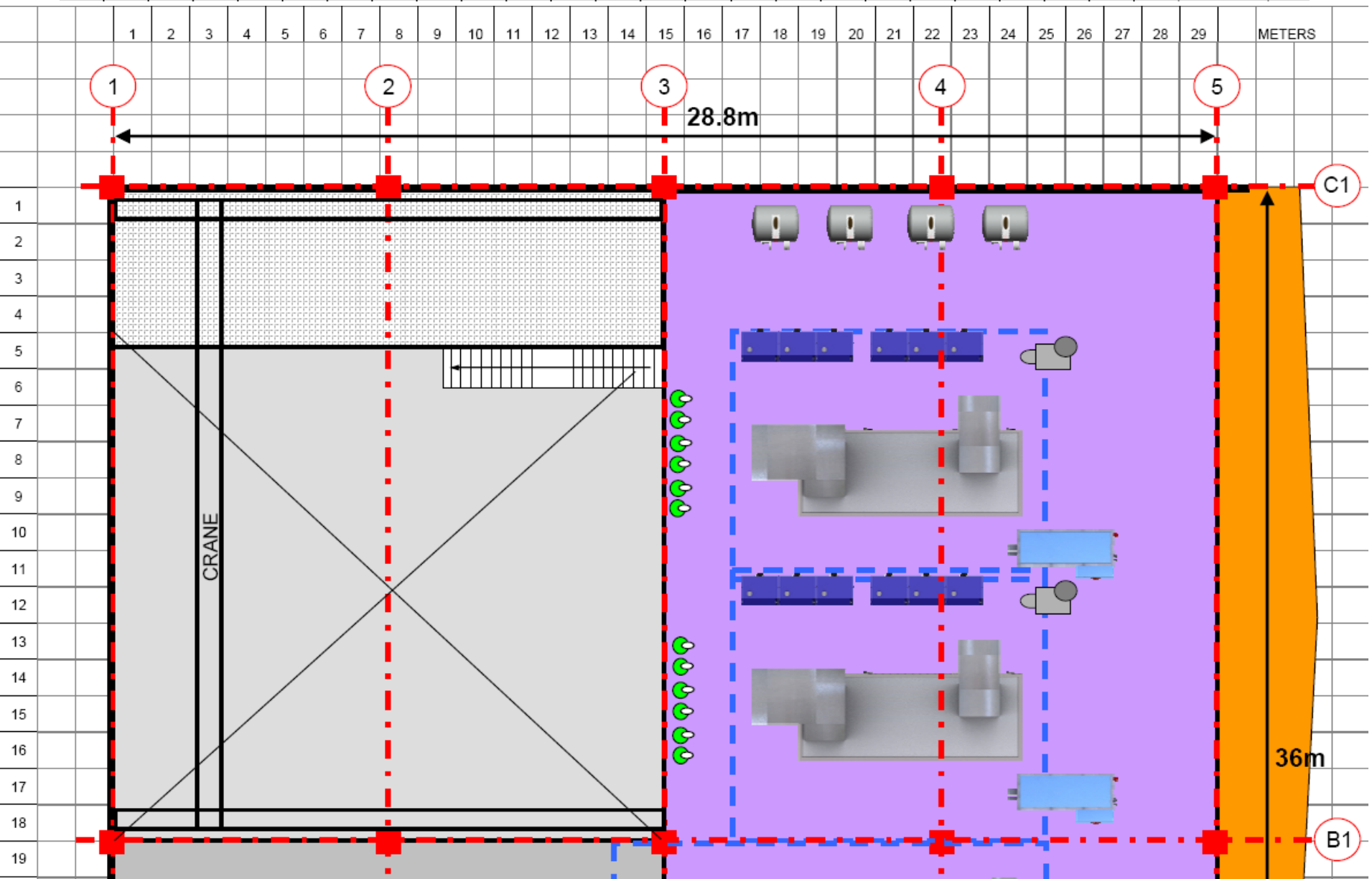


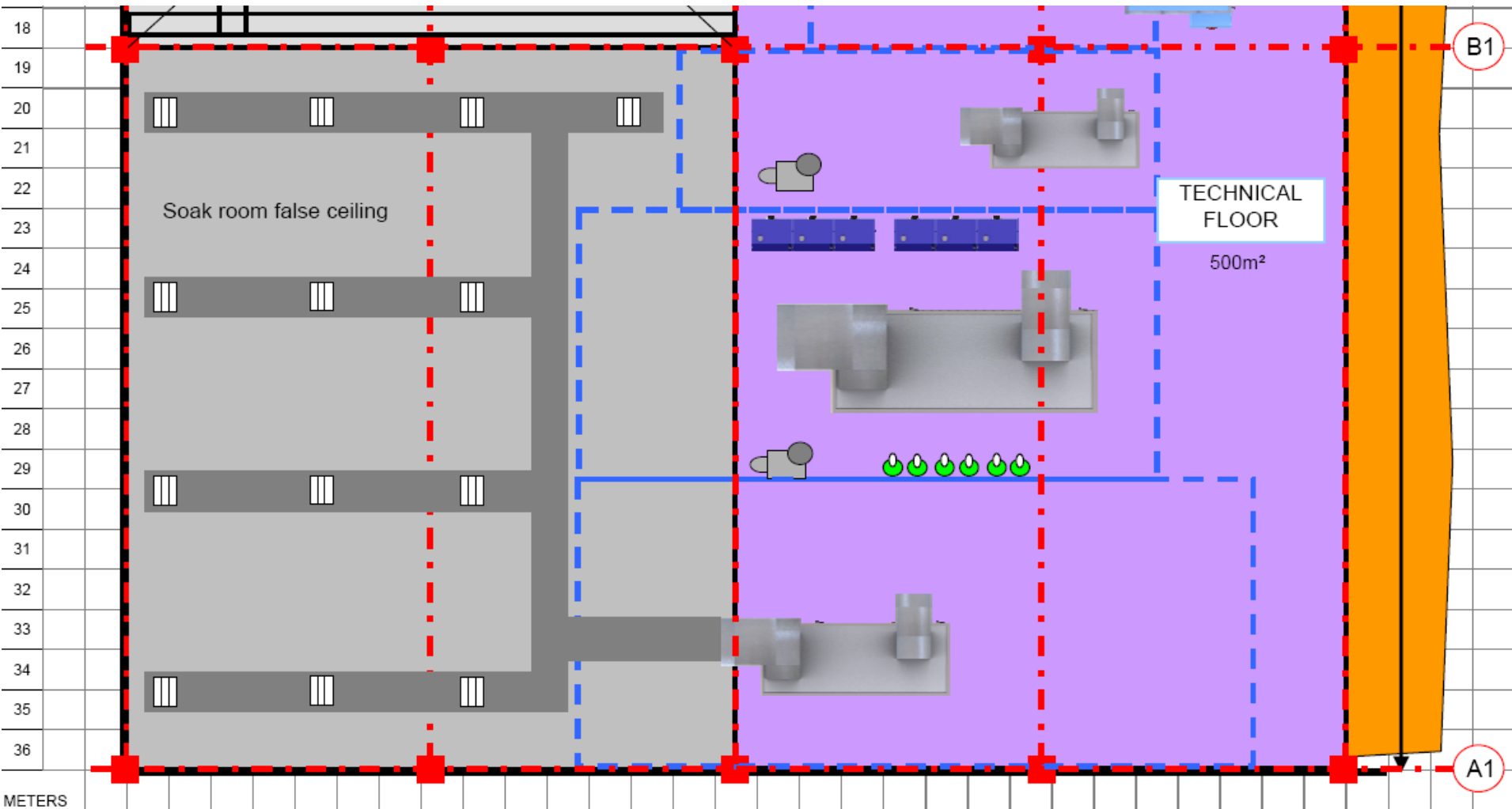
Engines & Materials movements

KEY PLAN



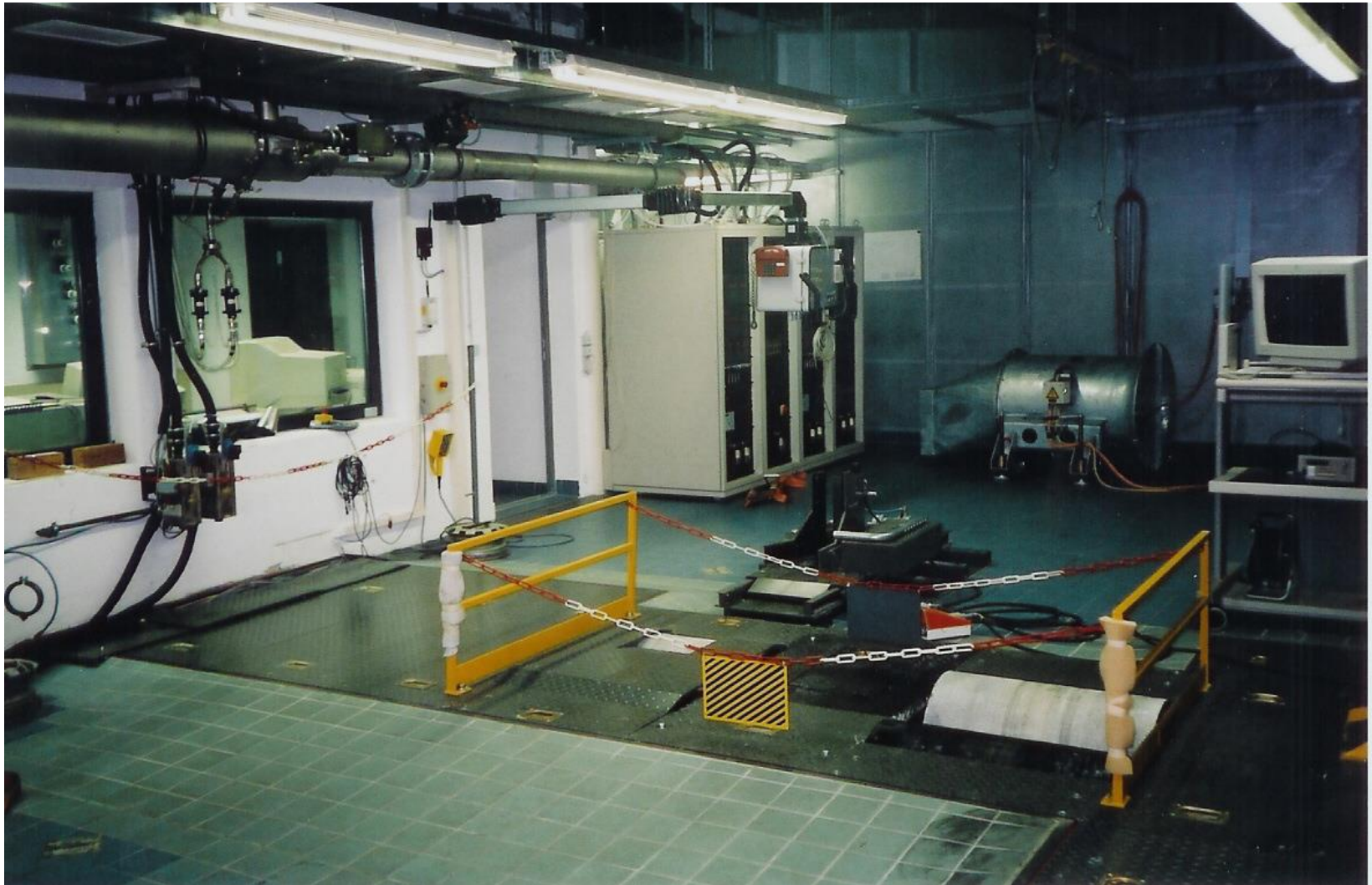
TECHNOPARK PARDUBICE - TECHNICAL FLOOR LAYOUT





Obdobné zkušebny u nás a v zahraničí

Fachhochschule Frankfurt am Main – University of Applied Science
Abgas- und Leistungsprüfstand für Kfz-Technik
Navštívěna v rámci spolupráce s firmou CORRYSYS-DATRON GmbH,
Wetzlar, SRN, v roce 2005: doc. Graja a doc. Tesař



Válcová zkušebna na MZLU v Brně



Válcová zkušebna na MZLU v Brně



Válcová zkušebna na MZLU v Brně



TU Graz, Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik

Postavena v rámci úzké součinnosti firmy AVL Graz a TU Graz

Navštívena v rámci spolupráce s firmou AVL Graz v roce 2007: doc. Graja a doc. Tesař



Metodický postup měření emisí vozidel ve Stanicích měření emisí

Vydání: Listopad 2015

Rámcové postupy pro jednotlivé skupiny vozidel

I. Pro vozidla se zážehovými motory s neřízenými systémy se aplikují tyto dílčí postupy:

1. identifikace vozidla
2. vizuální kontrola
3. měření koncentrací

II. Pro vozidla se zážehovými motory s řízenými systémy bez OBD (OBD - systém palubní diagnostiky motoru, vyžadovaný legislativně) se aplikují tyto dílčí postupy:

1. identifikace vozidla
2. vizuální kontrola
3. diagnostika systému řízení motoru
4. měření koncentrací

III. Pro vozidla se zážehovými motory s řízenými systémy s OBD se aplikují tyto dílčí postupy:

1. identifikace vozidla
2. vizuální kontrola
3. diagnostika systému řízení motoru
4. v závislosti na výsledku bodu 3 fakultativně procedury
5. měření koncentrací

IV. Pro vozidla se vznětovými motory s neřízenými systémy se aplikují tyto dílčí postupy:

1. identifikace vozidla
2. vizuální kontrola
3. měření kouřivosti

V. Pro vozidla se vznětovými motory s řízenými systémy bez OBD se aplikují tyto dílčí postupy:

1. identifikace vozidla
2. vizuální kontrola
3. diagnostika systému řízení motoru
4. měření kouřivosti

VI. Pro vozidla se vznětovými motory s řízenými systémy s OBD se aplikují tyto dílčí postupy:

1. identifikace vozidla
2. vizuální kontrola
3. diagnostika systému řízení motoru
4. v závislosti na výsledku bodu 3 úprava měřicího postupu
5. měření kouřivosti

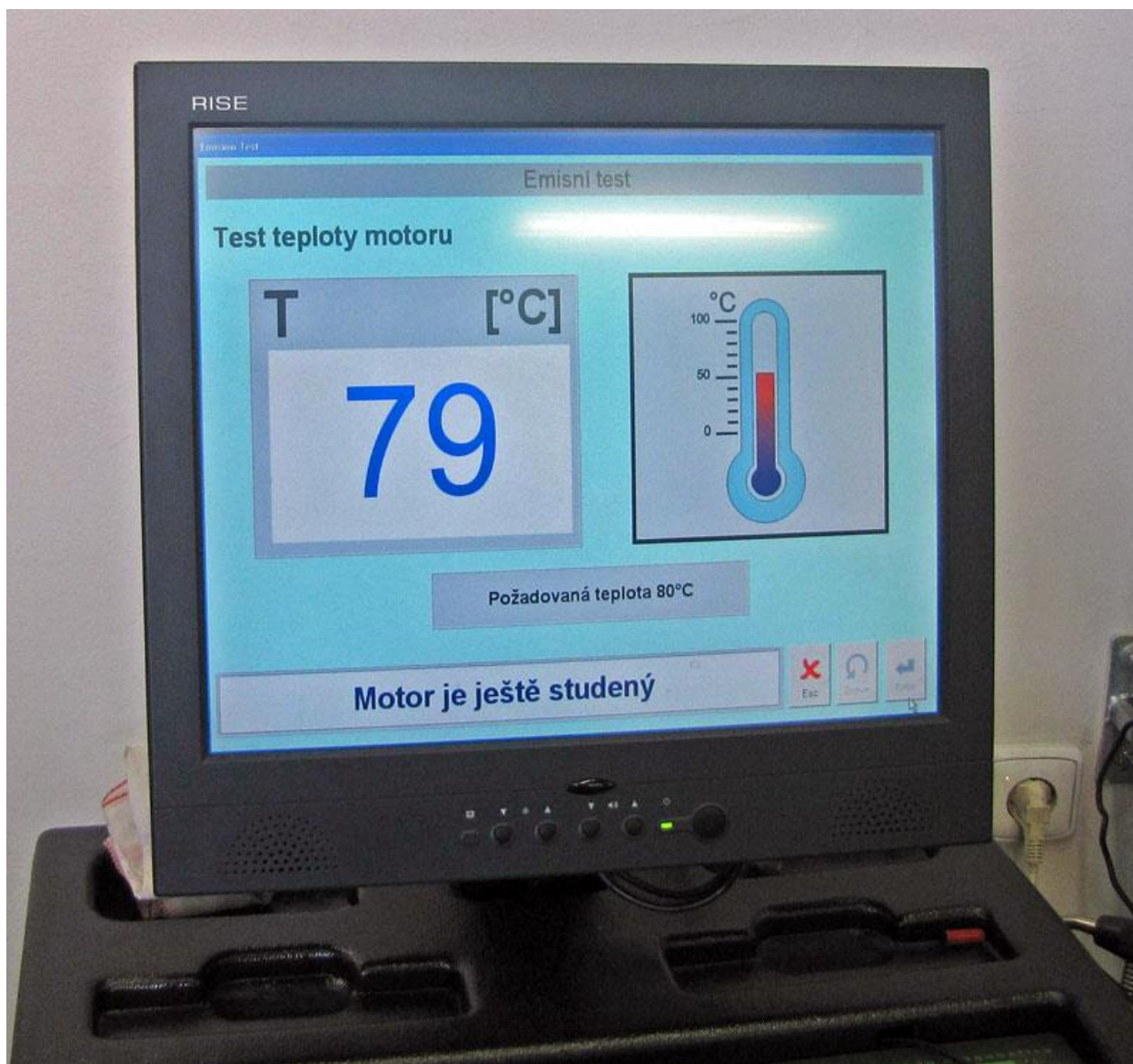
VII. Pro traktory se vznětovými motory schválené podle tzv. globální homologace se aplikují tyto dílčí postupy:

1. identifikace vozidla
2. vizuální kontrola
3. diagnostika systému řízení motoru

Nejmodernější přístroje ukazují názorně všechny hodnoty – vozidla se zážehovými motory



Nejmodernější přístroje ukazují názorně všechny hodnoty i pokyny k průběhu testu



Škoda Fabia TDI při měření dosáhla součinitele kouřivosti 0,02 z povolených 0,51



Nejmodernější přístroje ukazují názorně i postup testu



Děkuji Vám za pozornost