

Ochrana ovzduší ve státní správě

Sezimovo Ústí, 14. - 16. listopadu 2006

Emise škodlivých látek kog. jednotek při spalování alternativních paliv

Ing. Jiří Štochl

TEDOM-VKS s.r.o.

KVET = kombinovaná výroba elektrické energie a tepla

- **energetická kategorie s vyšším a efektivnějším využitím primární energie v palivu**
- **rozdělení dle pohonného stroje:**
 - **spalovací motory**
 - **parní turbíny a parní stroje**
 - **spalovací turbíny**
 - **kombinované cykly (spalovací a parní turbína)**
 - **ORC (organický rankinův cyklus)**
 - **palivové články**

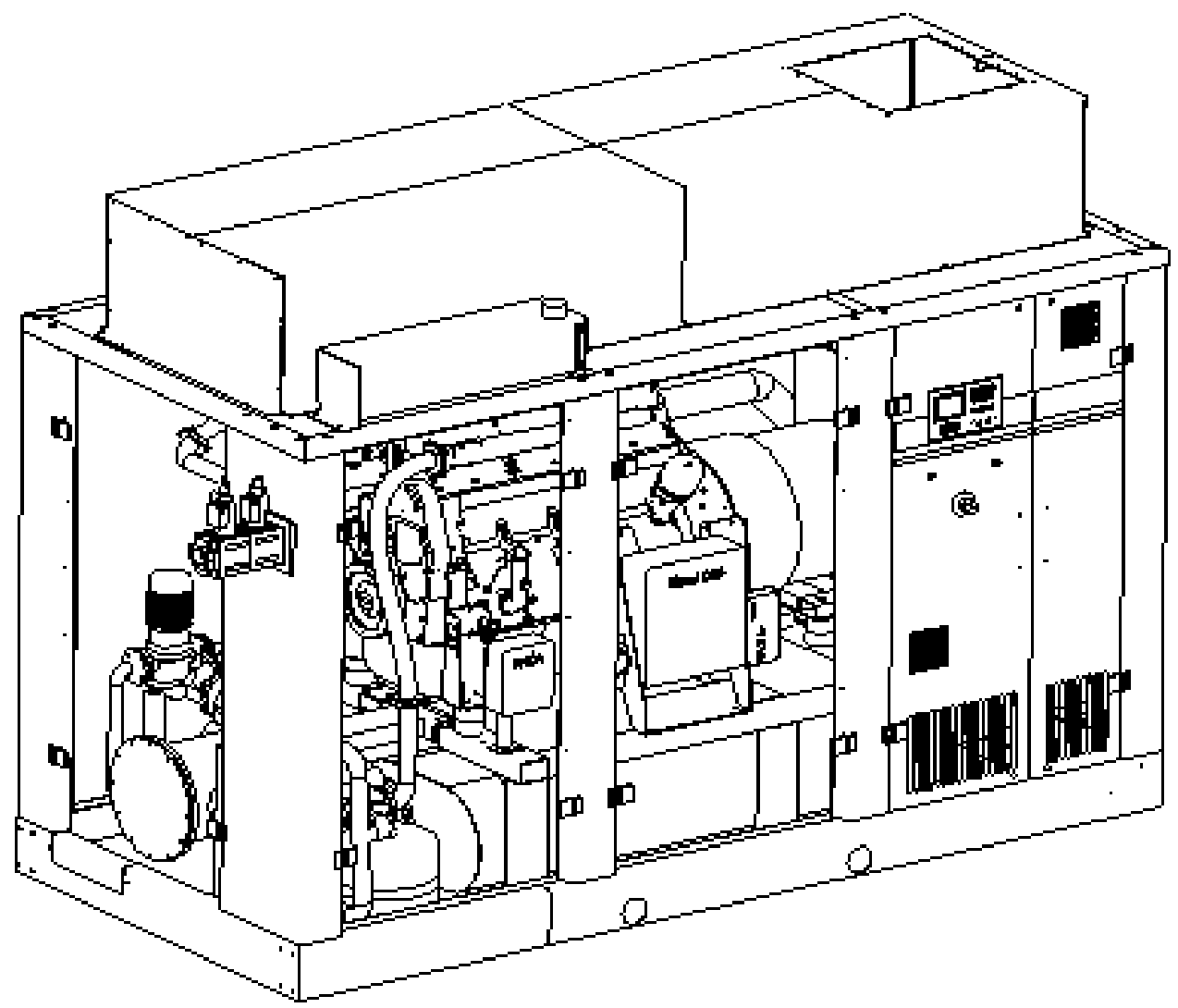
Zařízení pro KVET = kogenerační jednotka

hlavní části:

- spalovací motor
- elektrický generátor
- technologie pro odvod tepla
- řídicí a silový rozváděč
- tlumič výfuku, protihlukový kryt, soustava doplňování oleje, ventilace atd.

příklady kog. jednotek - viz následující obrázky

Technology in harmony with nature





Alternativní paliva pro kogenerační jednotky

- **obnovitelné zdroje:**
 - plyná (bioplyny, pyrolýzní plyny z biomasy)
 - kapalná (surové rostlinné oleje)
- **ostatní:**
 - plyná (důlní plyny, pyrolýzní plyny z odpadů)
 - kapalná (pyrolýzní oleje z odpadů, odpadní oleje-fritovací apod.)

Složení spalin plynového motoru

- produkty vzniklé přímým shořením paliva ($\text{HC} \rightarrow \text{CO}_2$, $\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2$, $\text{H} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$)
- produkty vzniklé dalšími reakcemi (reakce se vzdušným kyslíkem $\rightarrow \text{NO}$, NO_2 , spálení příměsí paliv $\rightarrow \text{SO}_2$, spálení mazacího oleje motoru $\rightarrow \text{CO}$, HC)
- nedokonalé spálení paliva (nedokonalé shoření $\rightarrow \text{CO}$, nespálení \rightarrow původní palivo)
- pevné částice (spálení mazacího oleje nebo různých příměsí paliv)
- obsah kyslíku v závislosti na způsobu spalování

Sledované škodliviny

- oxid uhelnatý CO – důsledek nedostatku kyslíku při spalování stechiometrických směsí nebo z důvodu pomalého hoření chudých směsí, také důsledek shoření mazacího oleje
- oxidy dusíku NO_x – zahrnují NO a NO₂, NO vzniká při vysokých spalovacích teplotách v kombinaci s nedostatkem kyslíku, NO₂ vzniká následnou oxidací NO při spalování s dostatkem kyslíku
- nemetanové uhlovodíky NMHC – mechanismus vzniku podobný vzniku CO, dále vzniká v místech spalovacího prostoru, kde dochází ke zhášení plamene nebo v důsledku chyb pálení
- ostatní – síra, formaldehyd, pevné částice

Metody snižování škodlivin

- **předpoklad: správná konstrukce motoru, dobrý technický stav**
- **metody snižování:**
 - **volba způsobu spalování a seřízení motoru**
 - **dodatečná oxidace CO a NMHC**
 - **redukce NOx**

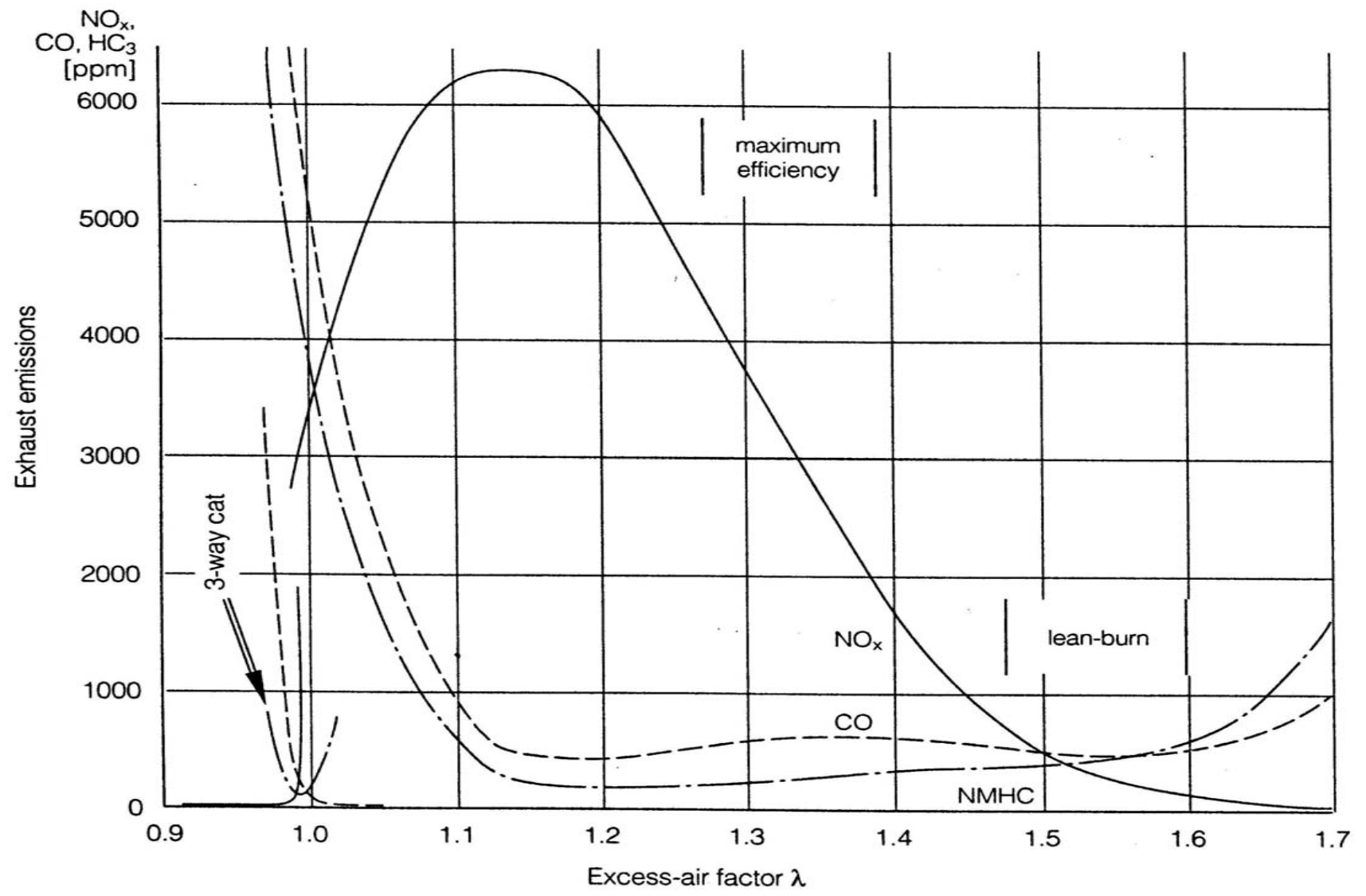
Volba způsobu spalování

- spalování chudé směsi – směs paliva s velkým přebytkem vzduchu (angl. lean burn - viz graf), všechny sledované škodliviny zde dosahují svého minima
- spalování stechiometrické směsi – směs paliva se vzduchem ve stechiometrickém poměru, vyhovující emisní hodnoty jsou dosažitelné pouze s použitím třícestného katalyzátoru

Požadovaná směs se nastaví seřizovacími prvky motoru.

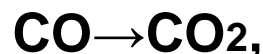
úroveň emisí pro jednotlivé způsoby spalování - viz následující graf

Technology in harmony with nature



Dodatečná oxidace CO a NMHC

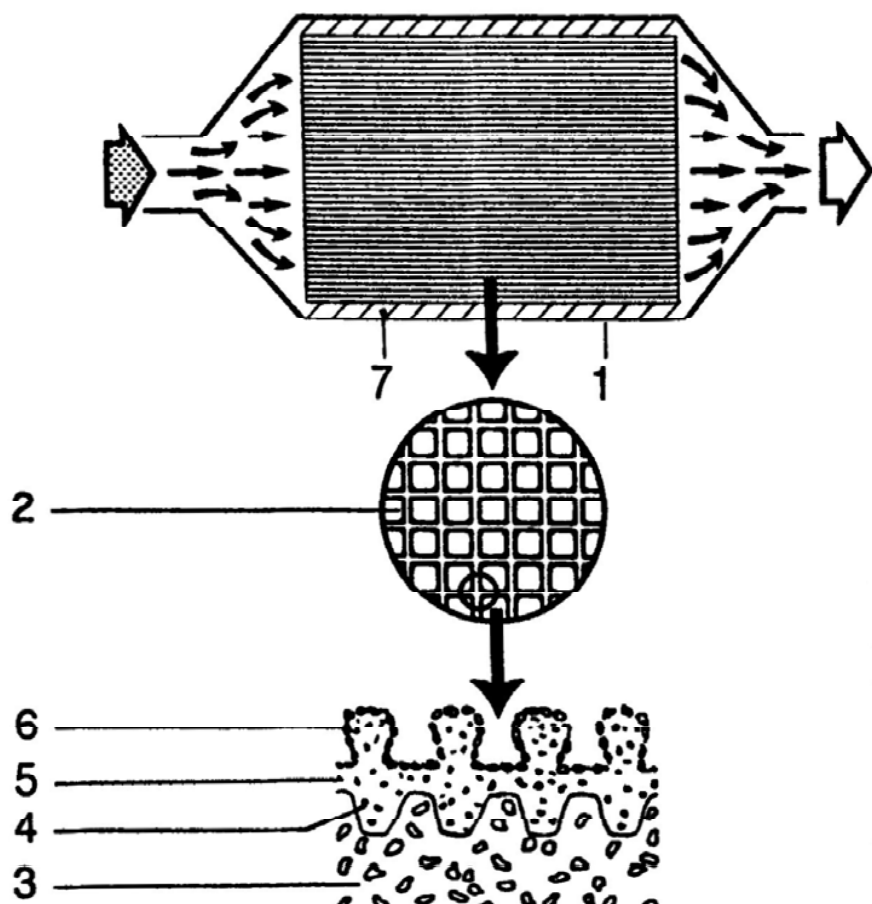
- snižování množství škodlivých látek probíhá ve výfukových plynech až za motorem
- oxidační reakce probíhá za pomoci oxidačních katalyzátorů



katalyzátor je kovová nebo keramická voština opatřena na vnější straně tenkou vrstvou vzácného kovu, který při vytvoření vhodných podmínek zajišťuje vznik a průběh katalytické reakce

složení katalyzátoru – viz obrázek

Technology in harmony with nature



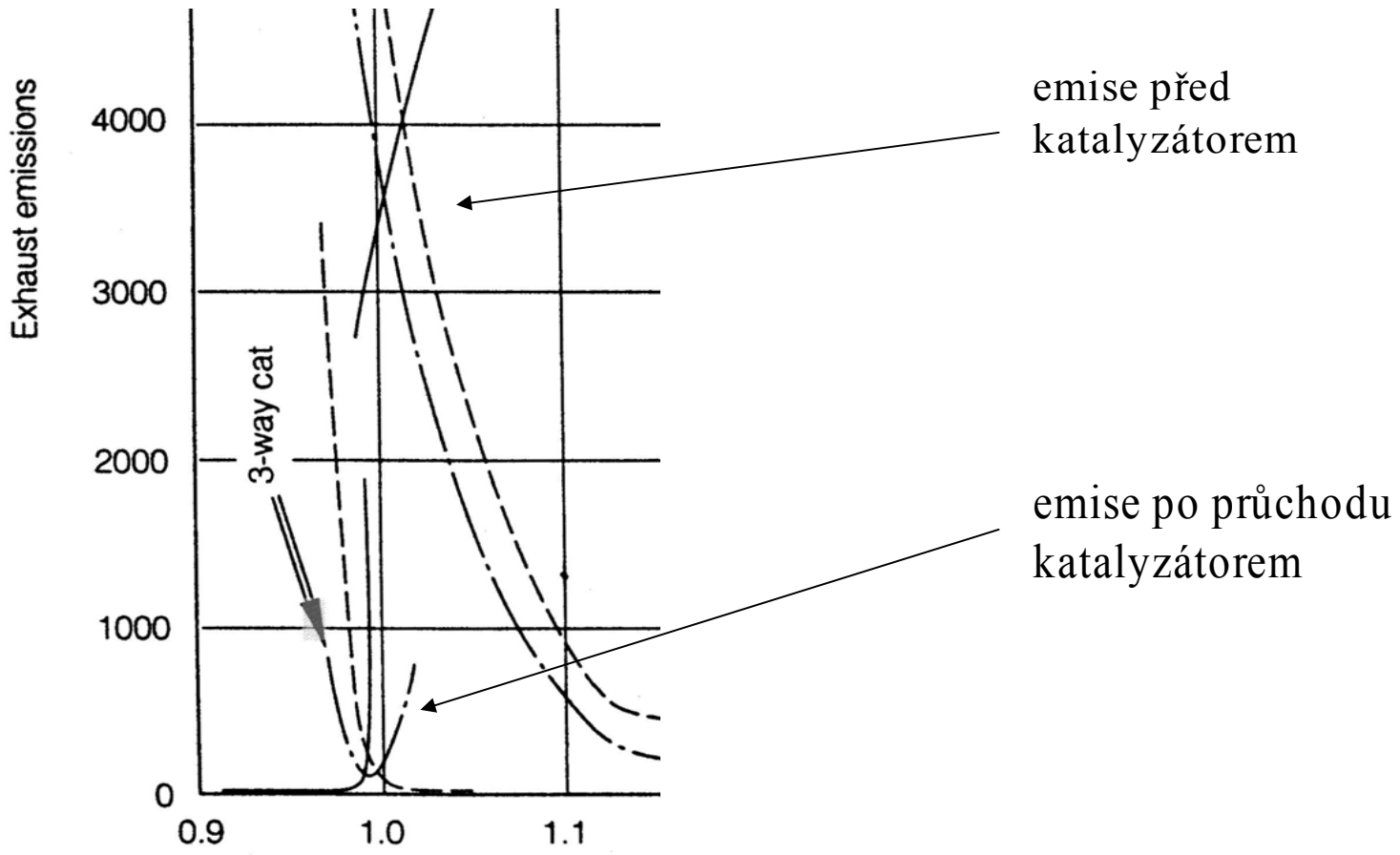
- 1. plášť katalyzátoru
- 2. katalytický substrát
- 3. základní kovový nebo keramický nosič
- 4. aktivační vrstva
- 5. pórovitá mezivrstva
- 6. katalytická aktivní vrstva (Pt, Rh)
- 7. pružné těsnění substrátu v plášti

Redukce NOx

- v kombinaci s oxidací CO a NMHC v třícestných katalyzátorech při spalování stechiometrické směsi, podmínkou je přesná regulace seřízení (zpětnovazební regulační systémy)
- selektivní katalytická redukce (systém SCR), za použití složitějších chemických procesů při spalování chudých směsí, vzhledem k ceně použití u velkých výkonů

průběh emisí při použití třícestného katalyzátoru – viz obrázek

Technology in harmony with nature



Emise při spalování alternativních paliv

Oproti spalování zemního plynu, kde je hořlavou složkou metan, obsahují alternativní paliva další složky:

- vyšší uhlovodíky
- CO
- H₂

Vlivem nedokonalého spálení paliva zůstává ve výfukových plynech vyšší obsah těchto složek

Emisní limity

TA-Luft 86 – německý předpis z r. 1986, vzor pro vznik emisních limitů v evropských zemích

		NO _x	CO	NMHC
zážehové motory	mg/Nm ³	500	650	150
vznětové motory	mg/Nm ³	*4000/2000	650	150

**hodnota 4000mg/Nm³ platí pro příkon v palivu do 3MW, hodnota 2000mg/Nm³ pro příkon v palivu vyšší*

Kromě těchto základních složek definuje pro všechny motory limity pro oxid siřičitý (420 mg/Nm₃), formaldehyd (20 mg/Nm₃) a pevné částice (130 mg/Nm₃)

Emisní limity v ČR

- vyhl. č. 117 z r. 1997 – vychází z německého předpisu TA-Luft 86
odchyly:
 - nestnovuje emisní limit pro motor s příkonem v palivu nižším než 200kW
 - posouvá hranici pro změnu limitu Nox u vznětových motorů na 5MW
 - platnost limitu pro NMHC je omezena celkovým tokem NMHC
- NV č. 352/2002 Sb., - vychází z vyhl.117, definuje přísnější limity pro instalace po 1.1. 2008

Dosažitelnost splnění emisních limitů při spalování alternativních paliv

- limit CO – vzhledem k časté nutnosti použití oxidačního katalyzátoru je problematické spalovat paliva obsahující síru, siloxany apod., což je omezení při spalování např. bioplynů
- limit NMHC – obtížně splnitelný u paliv, kde právě NMHC (vyšší uhlovodíky) jsou složkou paliva (pyrolýzní plyny). Problém je částečně řešitelný katalyzátory, pokud však palivo neobsahuje látky omezující životnost katalyzátoru


Výhled do budoucna

- ekonomicko-ekologická optimalizace konstrukce motoru (nelze očekávat výrazné zlepšení emisí)
- dodatečné snížení emisí za motorem provozně omezené nebo nákladné

řešení:

Přehodnocení stávajících emisních limitů s ohledem na reálné možnosti (viz nový německý předpis TA-Luft z r. 2002):

- zpřísnění emisních limitů u klasických paliv (zemní plyn)
- zmírnění limitu CO pro bioplyny
- zrušení limitu NMHC

A scenic landscape photograph showing rolling hills with golden-brown fields in the foreground and middle ground, leading to a valley with some buildings and more hills in the distance under a cloudy sky.

Technology in harmony with nature

Děkuji za pozornost