

Souvislost mezi ekonomickým rozvojem a zátěží životního prostředí:

***aplikace Environmentální Kuznetsovy
křivky na data České republiky***



**Jan BRŮHA
Milan ŠČASNÝ**

***Supra Solidam Petram
COŽP UK v Praze
7. Červen 2005***

OBSAH

- 1) Teorie a empirie EKC
- 2) Dekompozice environmentální zátěže na efekt úrovně, struktury a intenzity
- 3) Případová studie pro ČR
 - popis dat a změn v ekonomice
 - testování EKC pro indikátory znečištění ovzduší
 - analýza efektu emisní náročnosti
- 4) Implikace a další výzkum

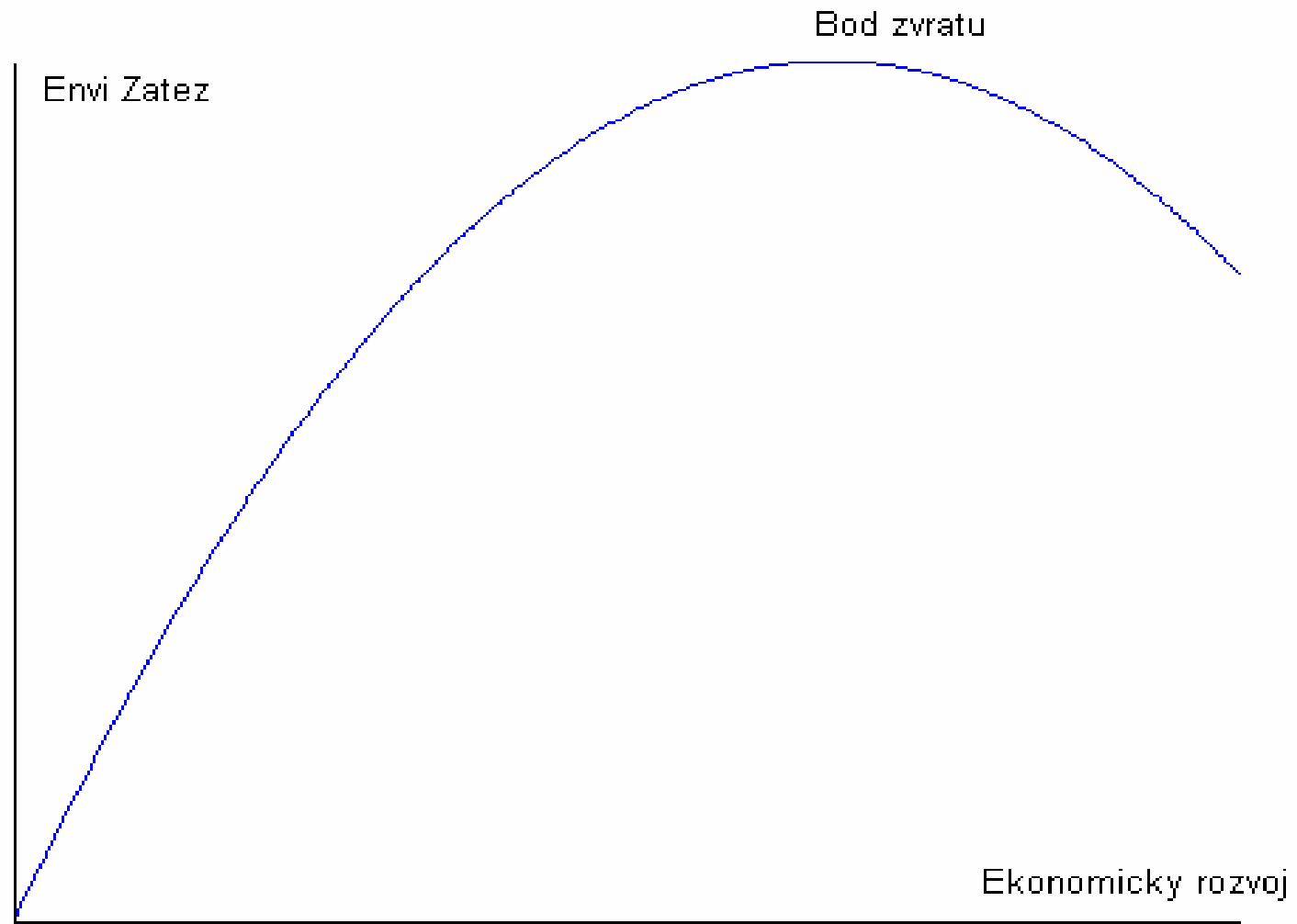


EKC - koncept

- Ekonomové Grossman, Krueger (1991) zkoumali environmentální dopady vstupu Mexika do NAFTA
 - zjistili, že vztah mezi zátěží ŽP a ekonomickým růstem není monotónní
 - a navrhli jej modelovat pomocí křivky, připomínající obrácené písmeno **U**
- Analogie s Kuznetsovou křivkou (Kuznets 1955; 1963) posloužila k pojmenování tohoto vztahu Panayotou (1993)



GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ EKC



NEMONOTÓNÍ ZÁVISLOST

- **Efekt úrovně („scale effect“):**
za jinak nezměněných okolností je vztah mezi zátěží ŽP a ekonomickým růstem lineární
- **Efekt intenzity („intensity / technique effect“):**
změna používaných technologií vede ke změně zátěže ŽP při dané úrovni produkce
- **Efekt struktury („structure / composition effect“):**
změna struktury národního hospodářství může být (ne)příznivá k ŽP



STATISTICKÝ ROZKLAD

$$W_t = \sum_i \alpha_{it} s_{it} Y_t$$

$$\frac{W_{t+\tau}}{W_t} = \frac{Y_{t+\tau}}{Y_t} \left(1 + \frac{\sum_{i \in I} \alpha_{it} s_{it} (\Delta_t^{t+\tau} \alpha_i)}{\sum_{i \in I} \alpha_{it} s_{it}} + \frac{\sum_{i \in I} \alpha_{it} s_{it} (\Delta_t^{t+\tau} s_i)}{\sum_{i \in I} \alpha_{it} s_{it}} + R_{it} \right),$$

$$\Delta_t^{t+\tau} \frac{W_{t+\tau}}{W_t} \cong \Delta_t^{t+\tau} \frac{Y_{t+\tau}}{Y_t} + \frac{\sum_{i \in I} \alpha_{it} s_{it} (\Delta_t^{t+\tau} \alpha_i)}{\sum_{i \in I} \alpha_{it} s_{it}} + \frac{\sum_{i \in I} \alpha_{it} s_{it} (\Delta_t^{t+\tau} s_i)}{\sum_{i \in I} \alpha_{it} s_{it}}.$$



POUŽITÁ METODOLOGIE

- Většina studií používala průřezová data
 - důvodem je krátkost časových řad
- Obvykle se analyzuje vztah mezi vybranými environmentálními indikátory, indikátory ekonomického rozvoje (a případně ostatními veličinami)

$$W_i = f(Y_i, \dots, X_i)$$



EVIDENCE

- Evidence je různorodá
- Existují indikátory, pro něž je EKC typicky potvrzována
 - emise oxidů síry, sloučeniny olova, indikátory čistoty vod, nebezpečný odpad
- A indikátory, pro které je typicky zamítána
 - emise skleníkových plynů, komunální odpad



VYSVĚTLENÍ EKC

- Technologický pokrok
 - Rostoucí výnosy z rozsahu pro technologie na zamezení
 - Indukovaná technologická změna
- Změna preferencí „mediánové domácnosti“
 - Kvalita životního prostředí jako luxusní statek
 - Přímý dopad na spotřebu
 - Politická poptávka po environmentální regulaci (zvláště, tehdy existují-li bezprostřední a viditelné dopady na zdraví)



EMPIRICKÁ PODPORA politicky-ekonomického vysvětlení EKC

- Některé empirické studie EKC našly, že
 - v zemích s vyšším indexem lidských práv je bod zvratu umístěn více doleva
 - nerovnoměrnost v rozložení bohatství posunuje bod zvratu doprava
 - Přímé implikace přes preference „mediánového“ voliče
 - empirická podpora EKC pro indikátory s lokálním dopadem
 - Černý pasažér a globální veřejné statky

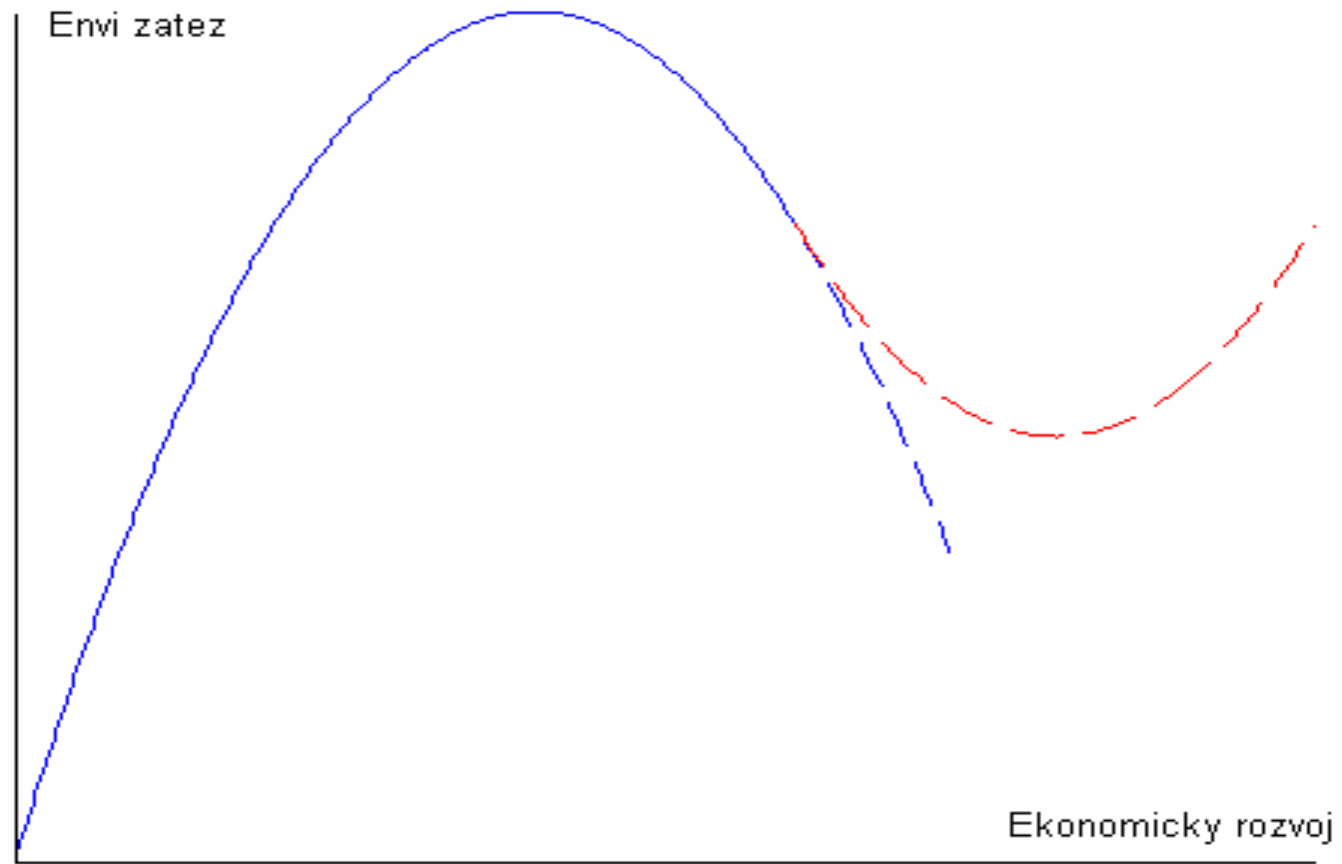


KRITIKA EKC

- Nevhodnost použité metodologie
 - Při analýze průřezových dat může být EKC „nalezena“ i pokud zátěž ŽP roste ve všech zemích
 - Měly by být používány metody analýz panelových dat a časových řad
- Asymptotické chování EKC
- Nevratnost změn (*problém stavy vs. toky*)
- EKC a mezinárodní obchod



ASYMPTOTICKÉ CHOVÁNÍ EKC



NEVRATNOST ZMĚN

- Mnoho studií nerozlišuje stavy versus toky (Stern)
 - Co vysvětlovat: emise, koncentrace, dopady nebo něco jiného?
- Problém je zejména významný pro dopady s nevratnými změnami (klimatická změna, ztráta biodiversity, ...)



EKC a MEZINÁRODNÍ OBCHOD (1)

- Globalizační proces vede k alokaci environmentálně nepříznivých aktivit z bohatých zemí do zemí chudých
 - Normativní implikace tohoto faktu
 - „Leakage effect“, „pollution haven“
- Pokud je tento efekt zásadní, pak je EKC dočasný jev



EKC a MEZINÁRODNÍ OBCHOD (2)

- Empirická evidence
 - Mnoho studií nenašlo signifikantní vliv environmentální regulace na „Severu“ na přenos ekonomických aktivit na „Jih“
 - Vysvětlení
 - Kapitálová a znalostní vybavenost zemí na „Severu“
 - Rostoucí výnosy z investic na zamezení (Porterova hypotéza)



Je volný obchod dobrý pro ŽP? (1)

- V případě jedné země závisí na mnoha faktorech (komparativní výhoda, nastavení regulačních nástrojů)
 - Pozor: zlepšení ŽP nemusí být normativně žádoucí
- Globální úroveň
 - Antweiler et al (2001)
 - Podobně jako v případě EKČ rozložili vztah mezi mezinárodním obchodem a ŽP do tří efektů
 - Empiricky platí, že efekt intensity je příznivý pro ŽP, a efekt struktury je **velmi malý**
 - Odhadli, že 1% růst mezinárodního obchodu snižuje globální emise síry o 1%



Je volný obchod dobrý pro ŽP? (2)

- Ani jiné studie nenalezly signifikantní potvrzení efektu „pollution haven“
- Vypadá to, že kritika EKC na základě mezinárodních vztahů nemá silný empirický podklad
- Podobně pro případ FDI
 - Technologická difúze
 - Tlak z domovských zemí (spotřebitelské uvědomění)



Případová studie pro ČR:

**Testování EKC pro indikátory
kvality ovzduší v ČR**



ZDROJE UŽITÝCH DAT

- ČSÚ

- ekonomické data: HPH, produkce, HTFK, CFC, eko-investice, počet náklady na zaměstnance, provozní přebytek
 - 1995-2003; OKEČ digit 2 (60) / digit-3 (30)
 - 1990-1995; 4 sektory
- ceny: PPI, deflátor HPH, deflátor eko-investic

- ČHMÚ

- REZZO: SO_x, NO_x, CO, C_xH_y/VOC, TZL (OKEČ digit-2)
- GHG-NIR pro UNFCCC: CO₂, CH₄, N₂O (klasifikace UNFCCC převedena na OKEČ)

- IEA/OECD

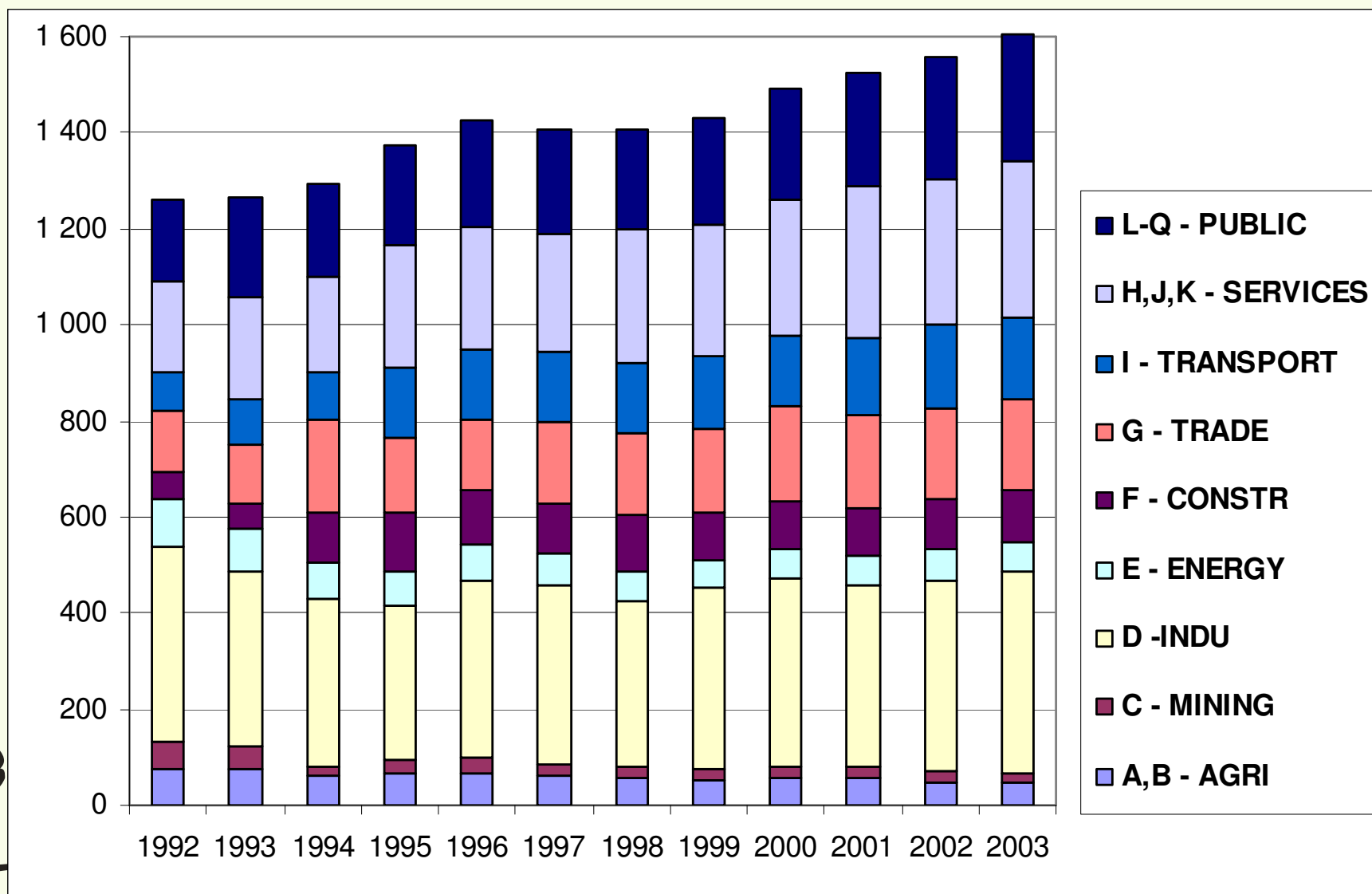
- ceny energií

- CDV

- emise z dopravy

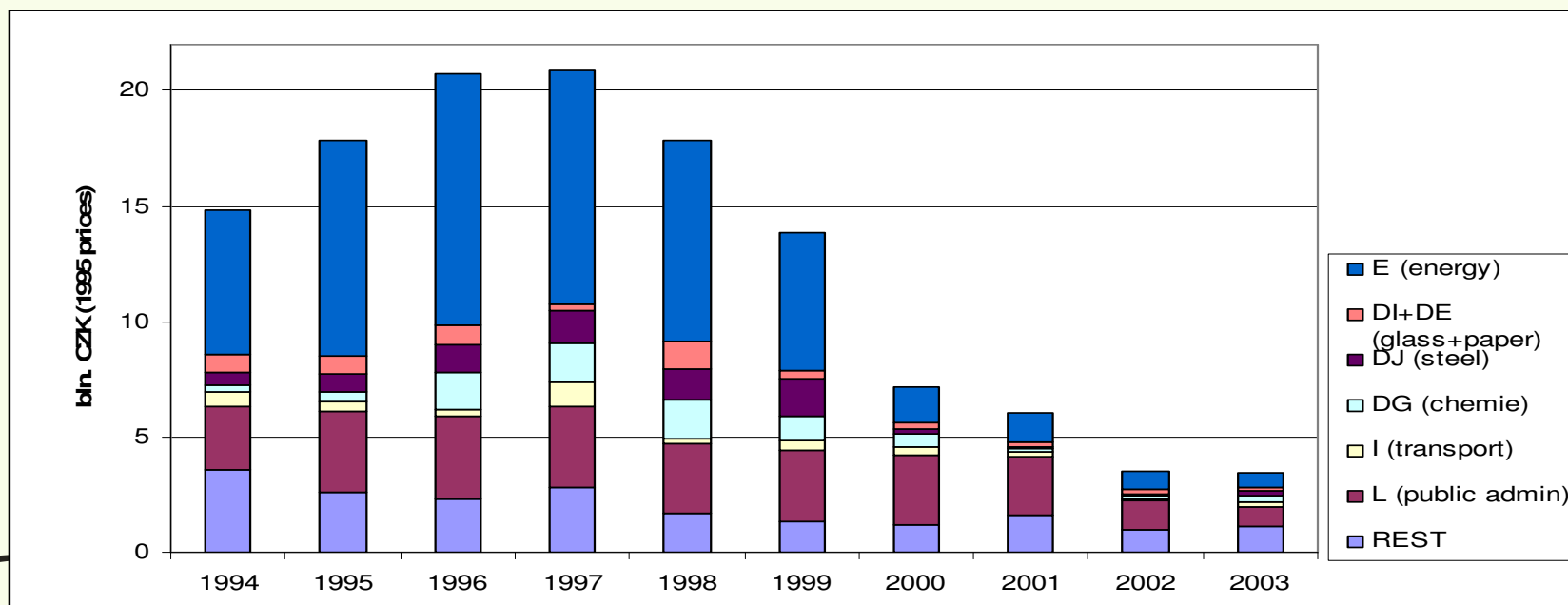


KVALITATIVNÍ ANALÝZA EKČ: vývoj ekonomiky

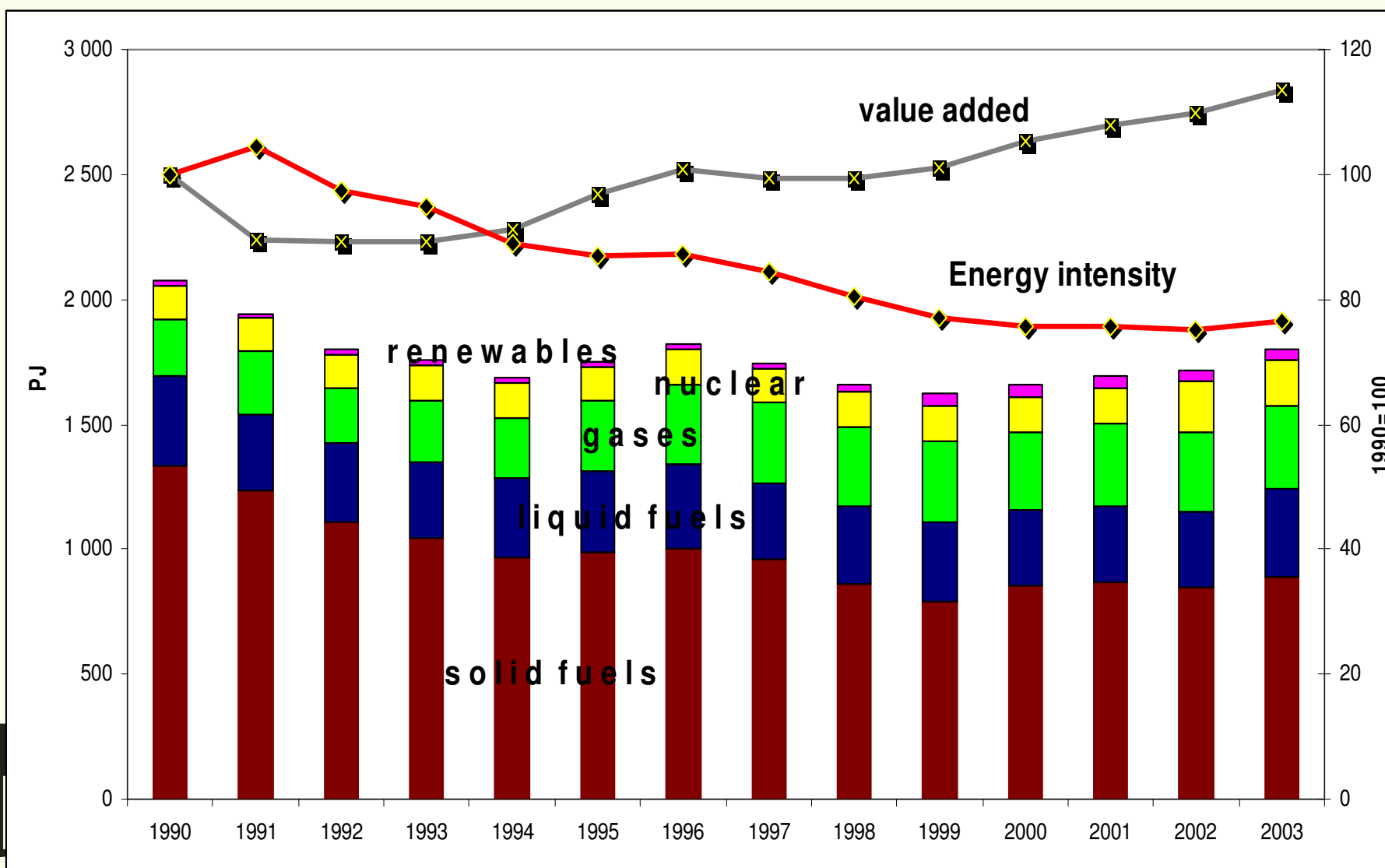


KVALITATIVNÍ ANALÝZA EKČ: kvalita ovzduší - regulace

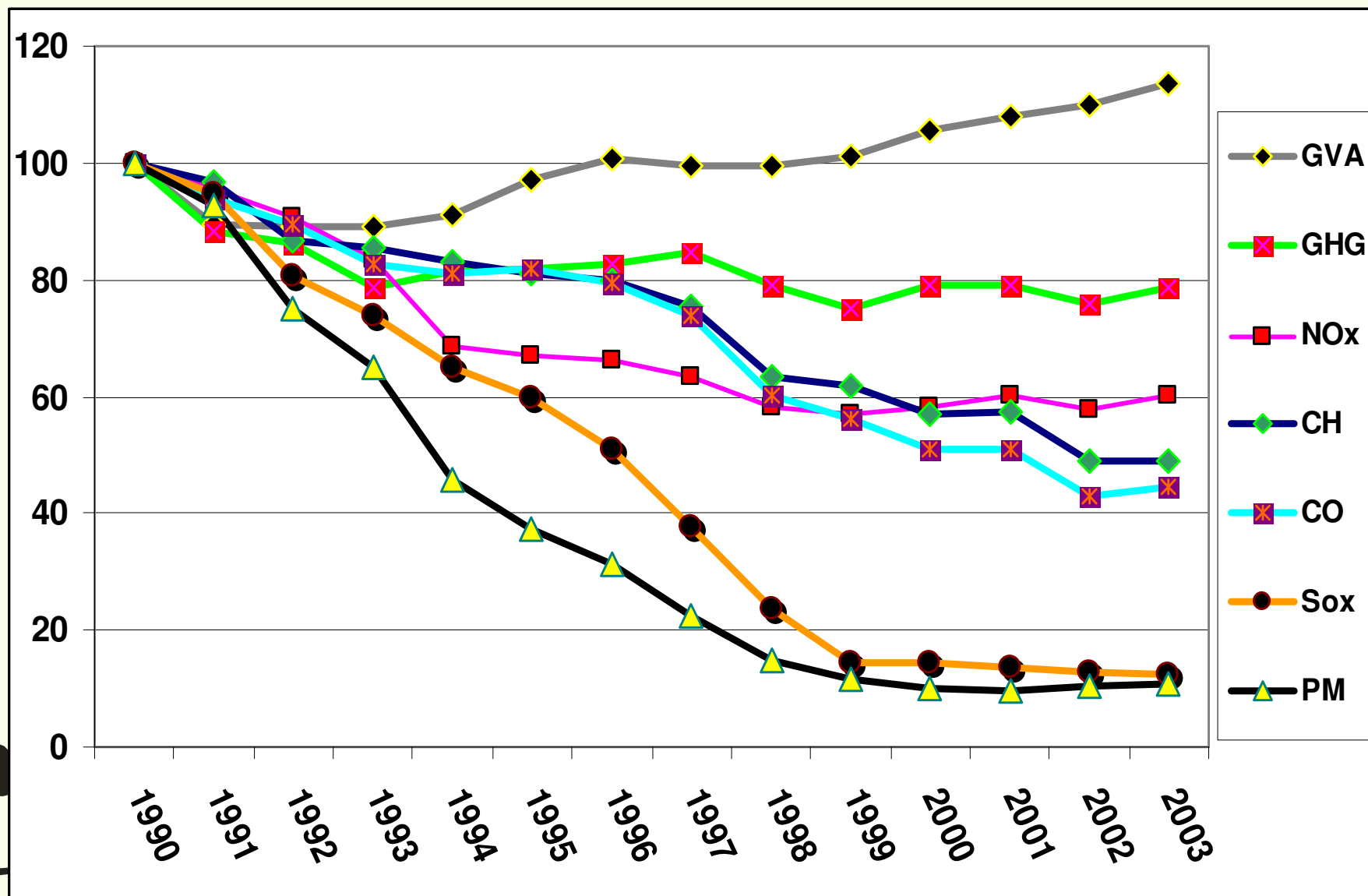
- splnit emisní limity do roku 1998
- dotace SFŽP na zavedení plynu v rámci POO
- dotace na přímotopy
- změna daňového režimu (DPH z 5% na 22% od 1998)
- změna regulace trhu energií
- úprava spotřebních daní (reální pokles cen PH)



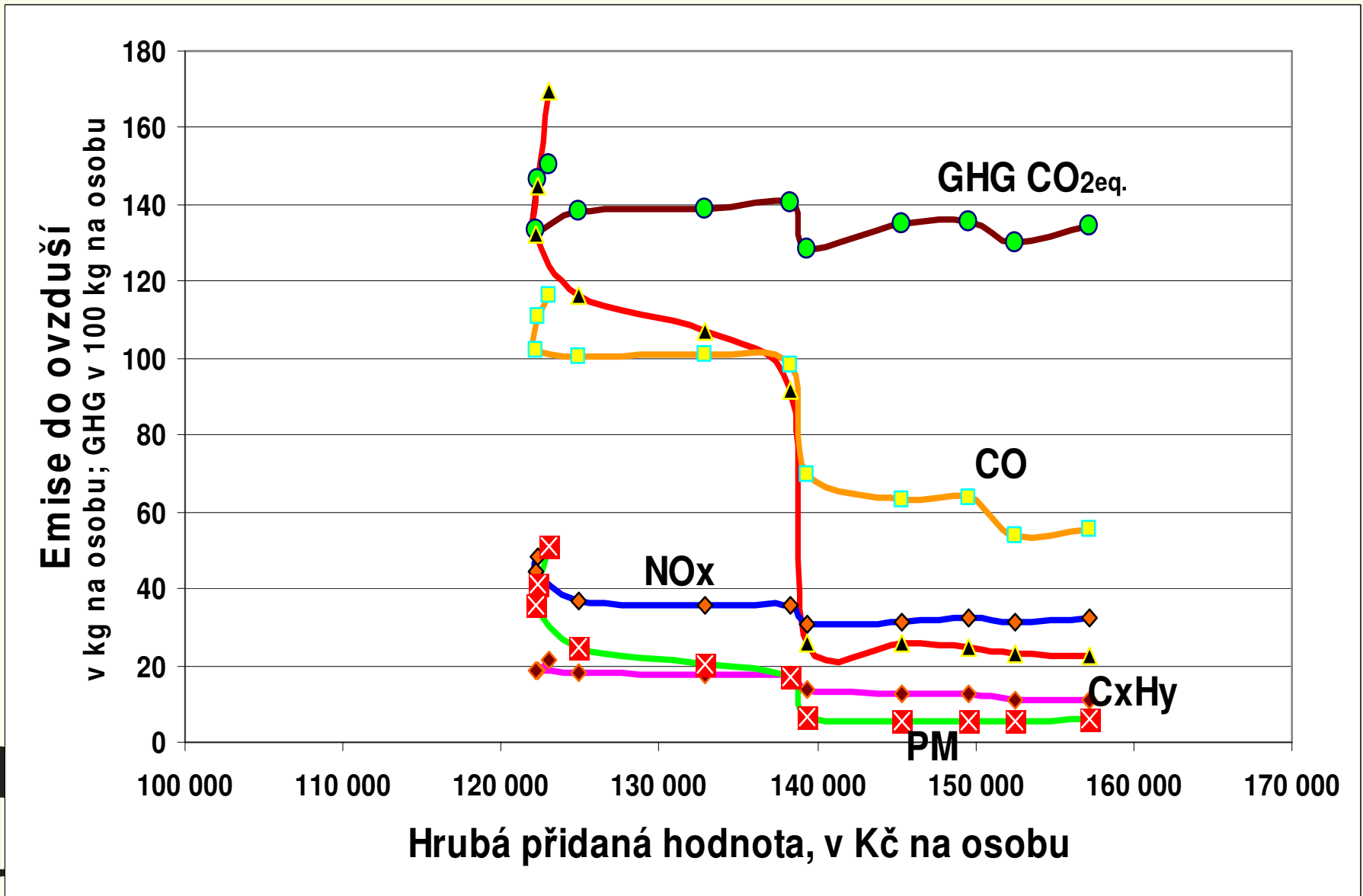
KVALITATIVNÍ ANALÝZA EKČ: spotřeba energií a náročnost



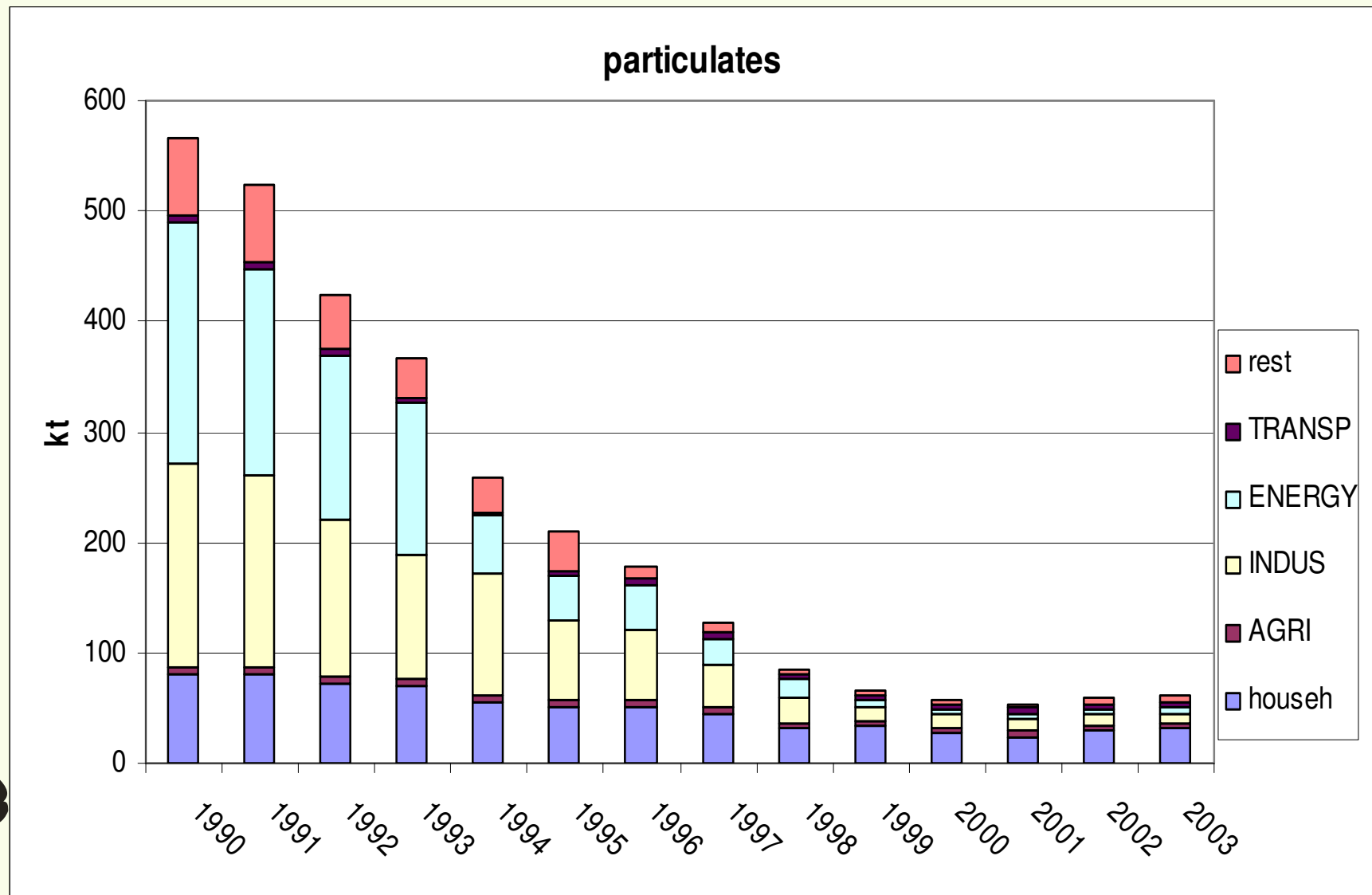
GRAFICKÁ ANALÝZA ZÁVISLOSTI - emise do ovzduší: „de-coupling“



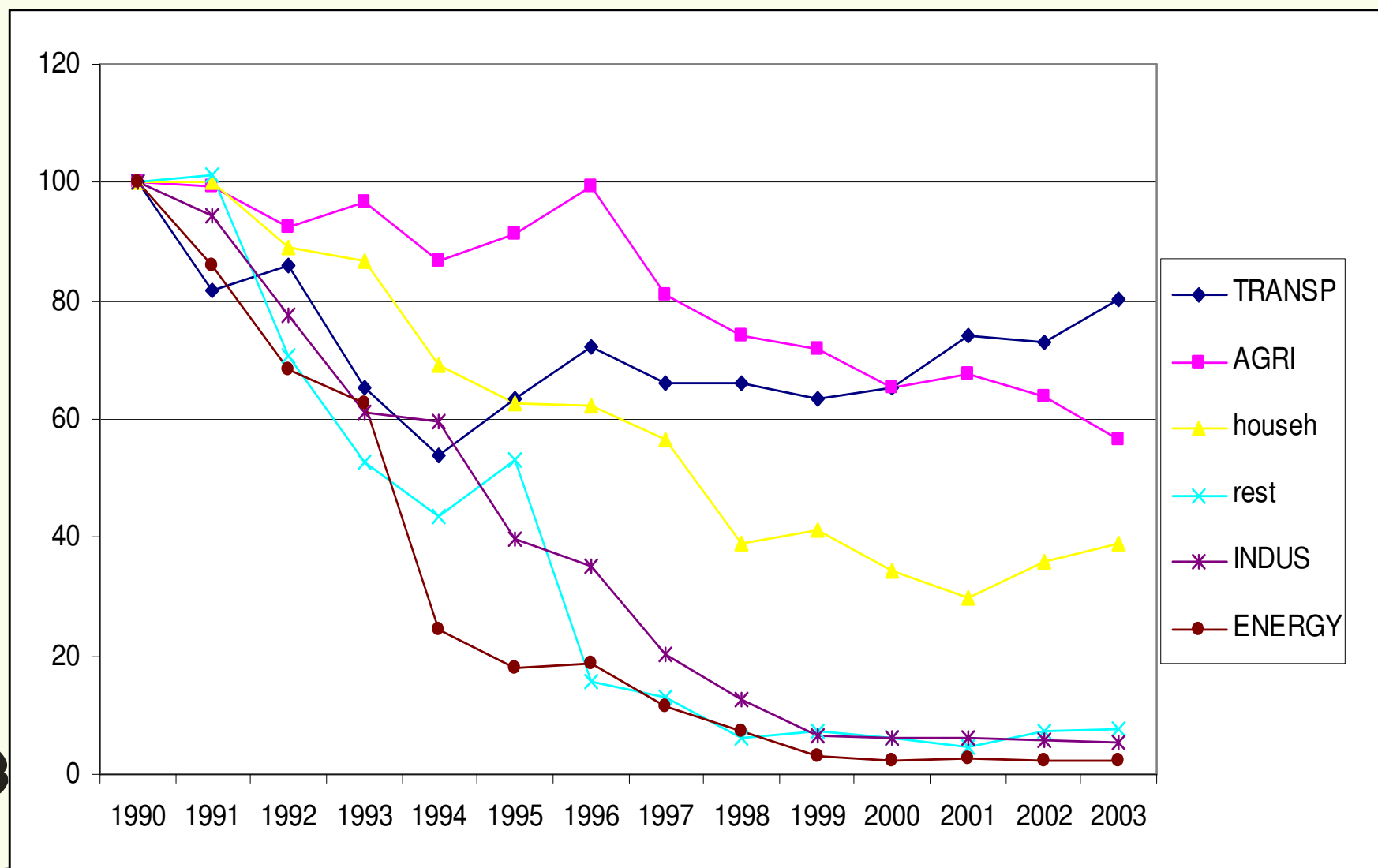
GRAFICKÁ ANALÝZA ZÁVISLOSTI - emise do ovzduší: „EKC“



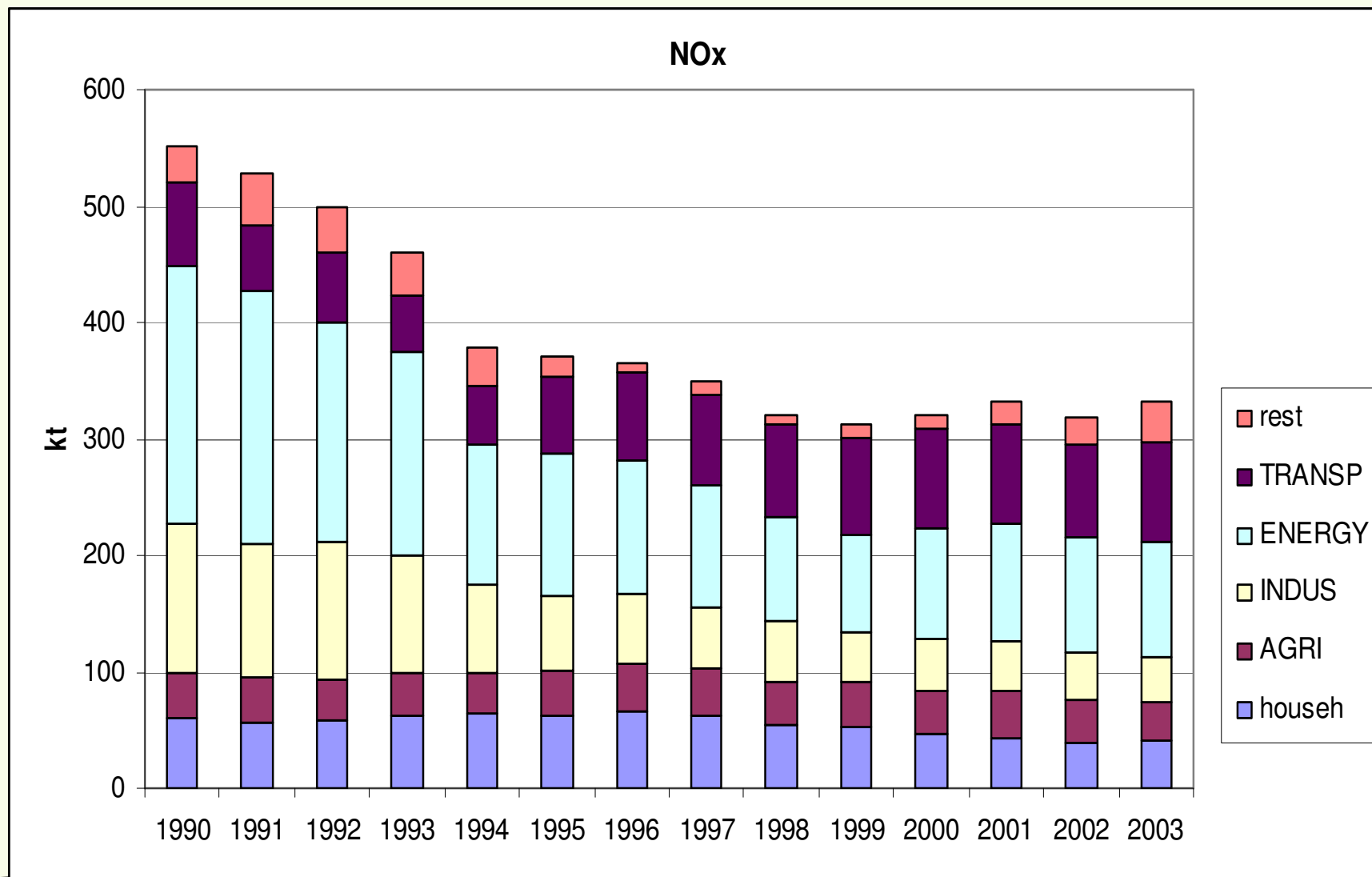
SEKTOROVÁ ANALÝZA EKČ: TZL



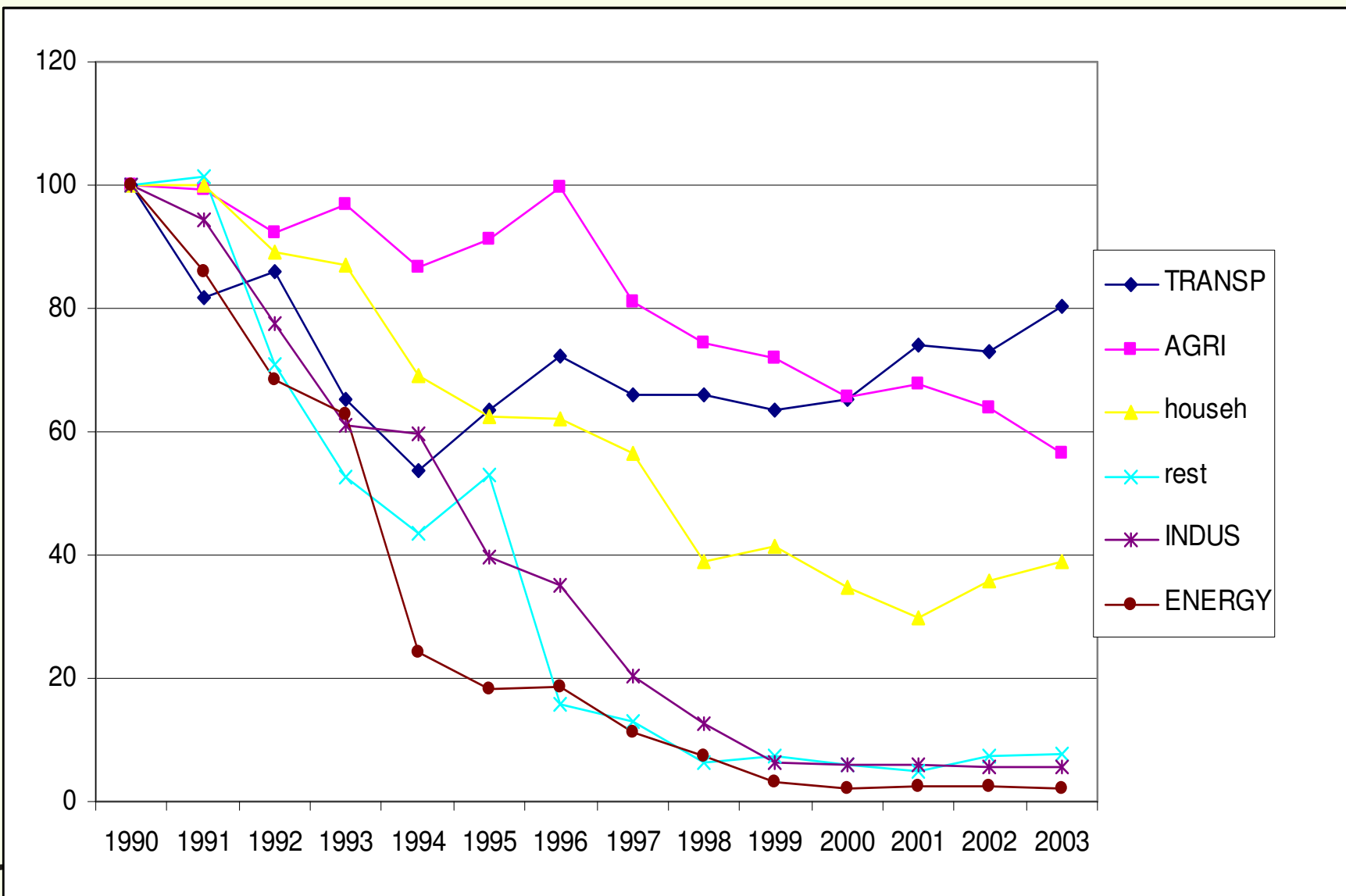
SEKTOROVÁ ANALÝZA EKČ: TZL (1990=100)



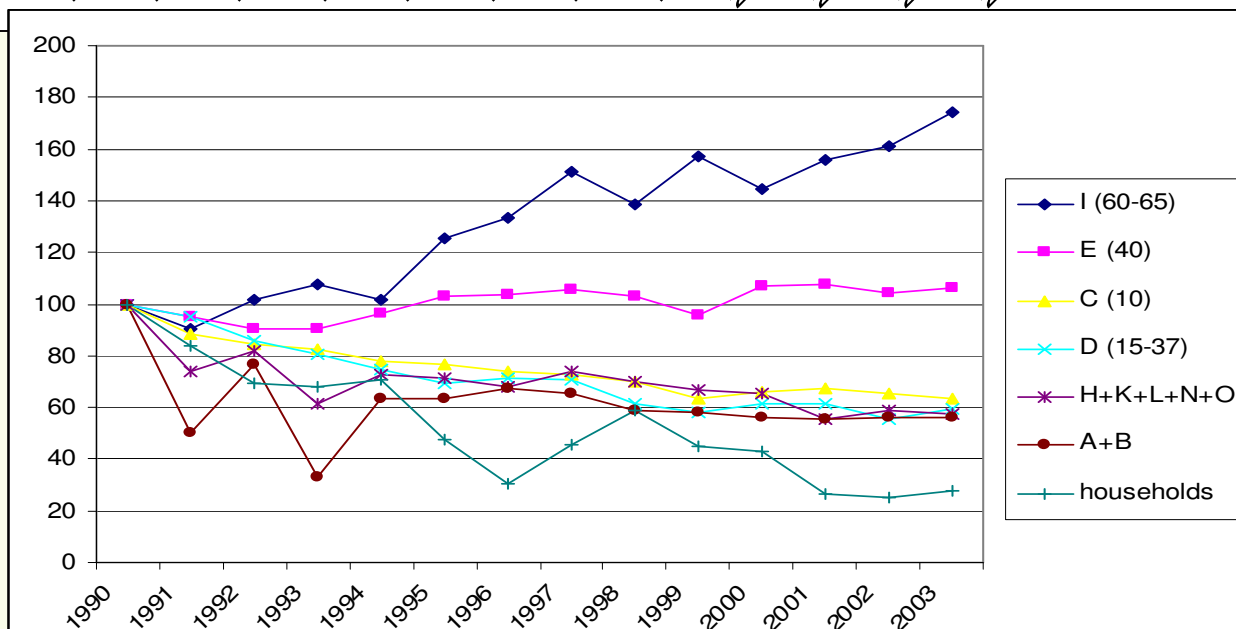
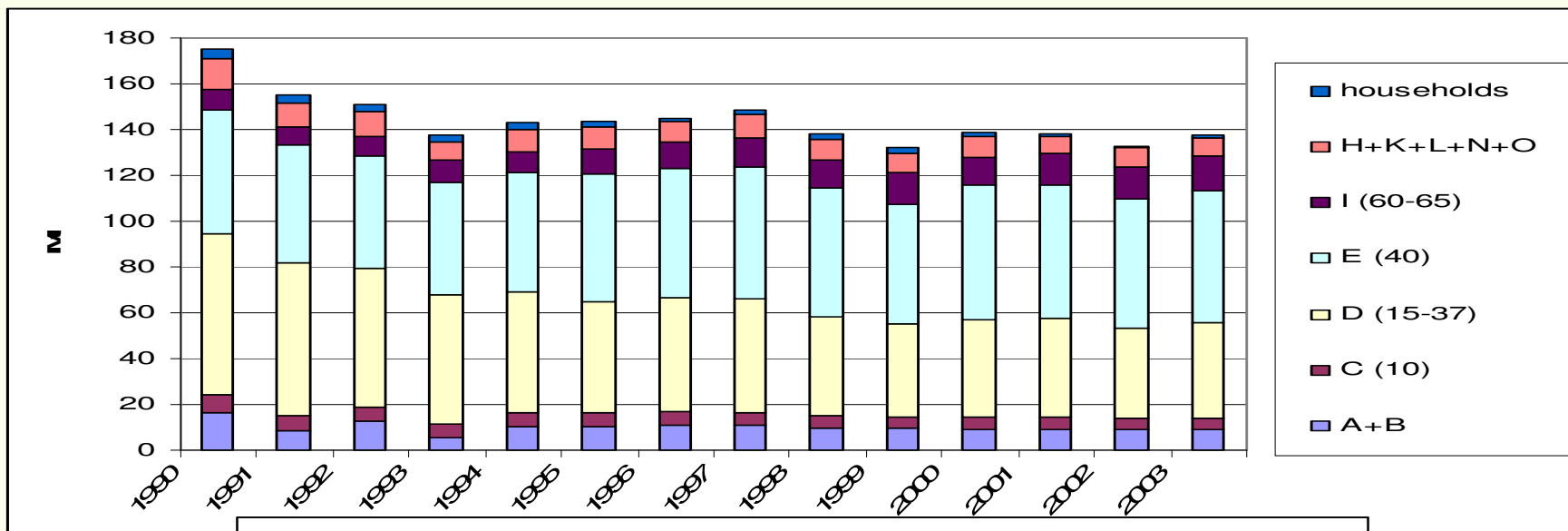
SEKTOROVÁ ANALÝZA EKČ: NOx



SEKTOROVÁ ANALÝZA EKČ: NO_x (1990=100)



SEKTOROVÁ ANALÝZA EKC: GHG (v kt & 1990=100)



DEKOMPOZICE ZMĚNY ZÁTĚŽE

Statistický rozklad změn zátěže:

- **efekt úrovně („scale effect“)**
 - (linární) vztah změny HDP, resp. HPH
- **efekt intenzity („intensity effect“)**
 - emisní náročnost na jednotku HPH (PH v stálých cenách)
- **efekt struktury („composition effect“)**
 - změna podílu sektoru na HPH (PH v běžných cenách)
- ...plus **aproximační chyba** (vzájemný vztah „efektu struktury“ a „efektu náročnosti“)

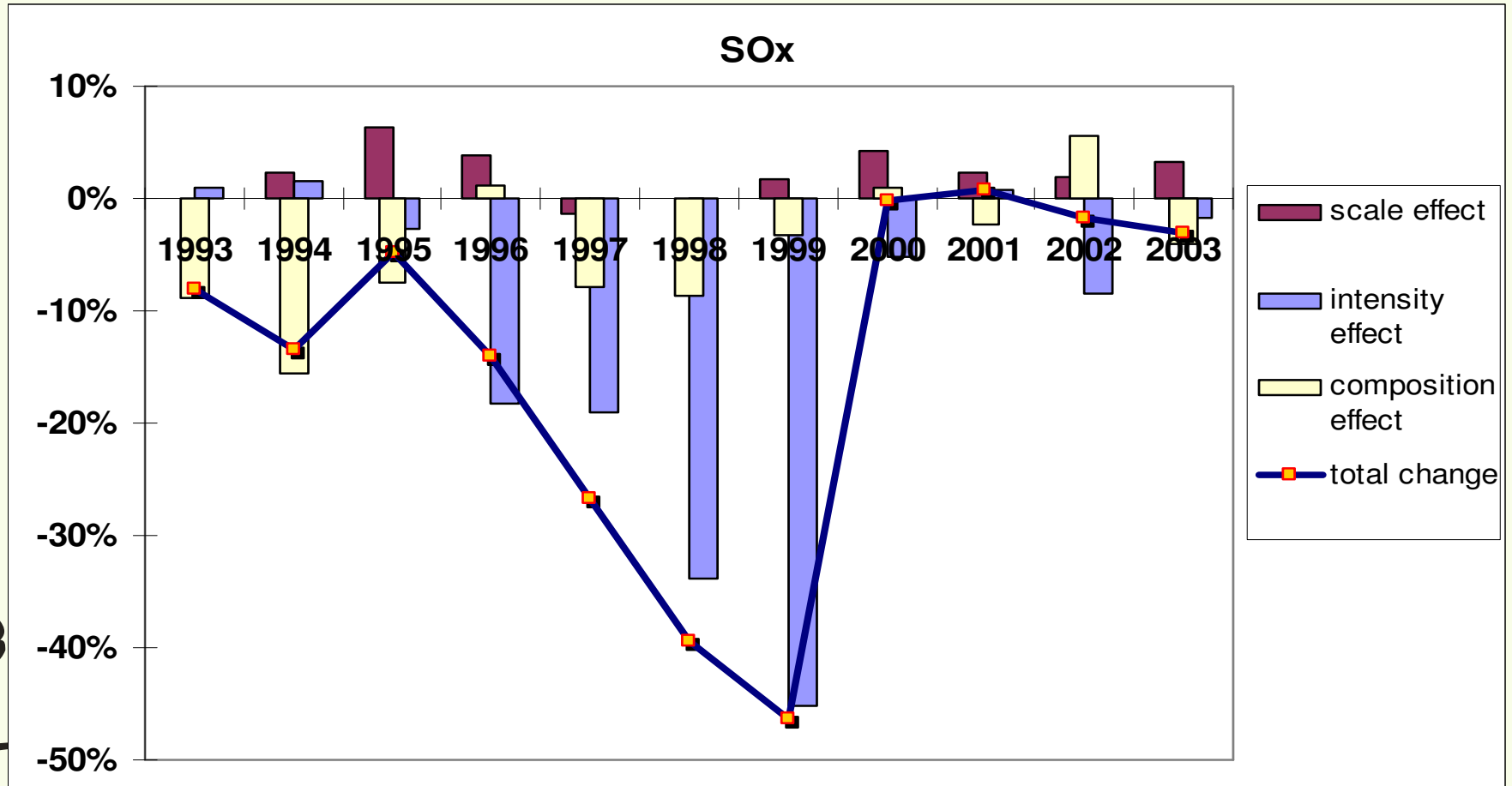
$$\frac{W_{t+\tau}}{W_t} = \frac{Y_{t+\tau}}{Y_t} \left(1 + \frac{\sum_{i \in I} \alpha_{it} s_{it} (\Delta_t^{t+\tau} \alpha_i)}{\sum_{i \in I} \alpha_{it} s_{it}} + \frac{\sum_{i \in I} \alpha_{it} s_{it} (\Delta_t^{t+\tau} s_i)}{\sum_{i \in I} \alpha_{it} s_{it}} + R_{it} \right),$$

- ...pro 60 sektorů (1995-2003), resp. 9 sektorů (1993-2003)
- ...pro SO_x, NO_x, PM, C_xH_y, CO, GHG (CO₂-eq., CO₂, CH₄, N₂O)

DEKOMPOZICE ZMĚNY ZÁTĚŽE

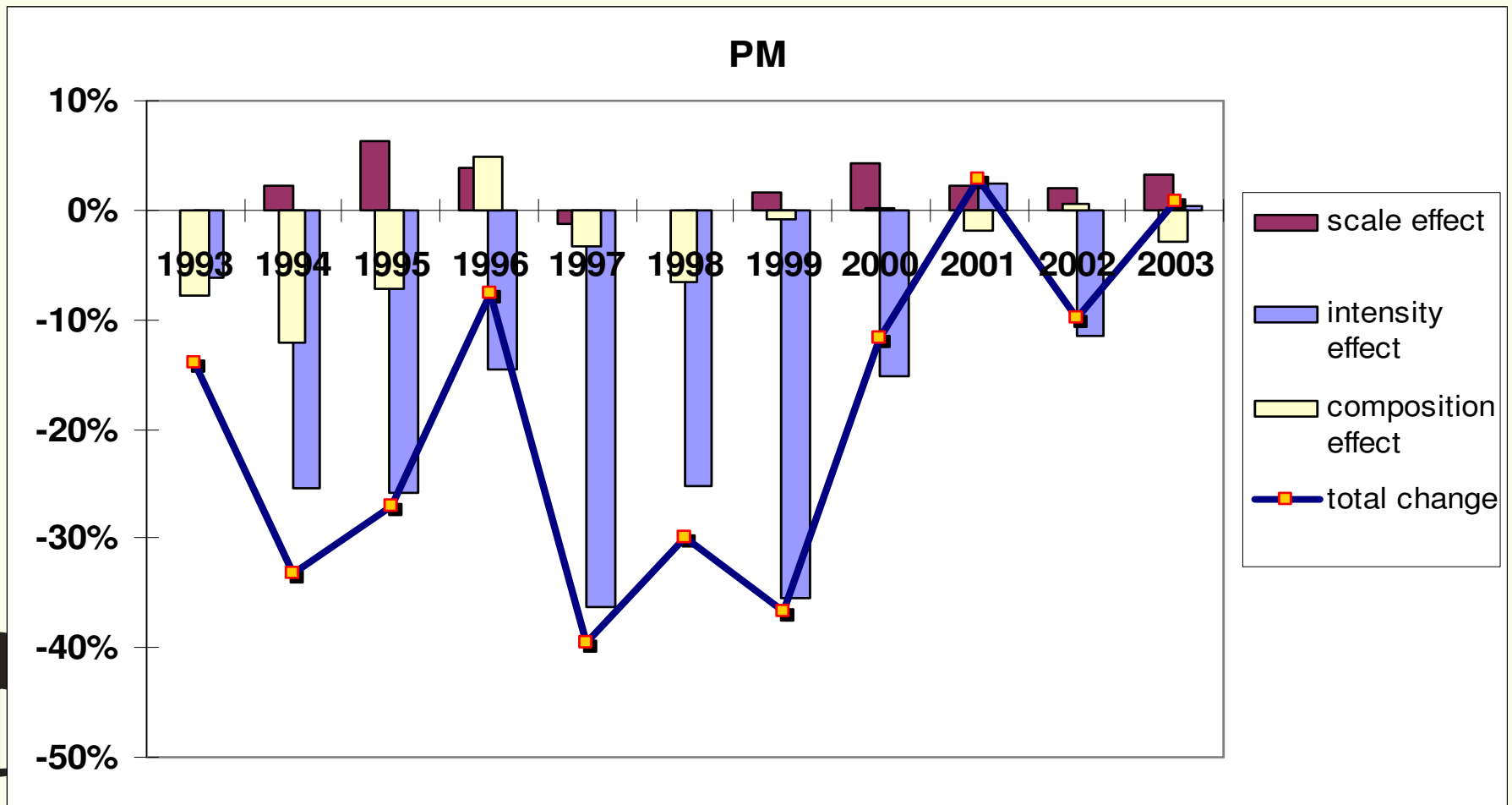
SO_x

- značný „efekt struktury“ v 1993-1998
- výrazný „efekt náročnosti“ v 1996-2000
- malá celková změna od 2000, aprox.chyba kolem 10%, největší vzájemný vliv „efektu struktury“ a „efektu náročnosti“ v 2000-2002 (20%)



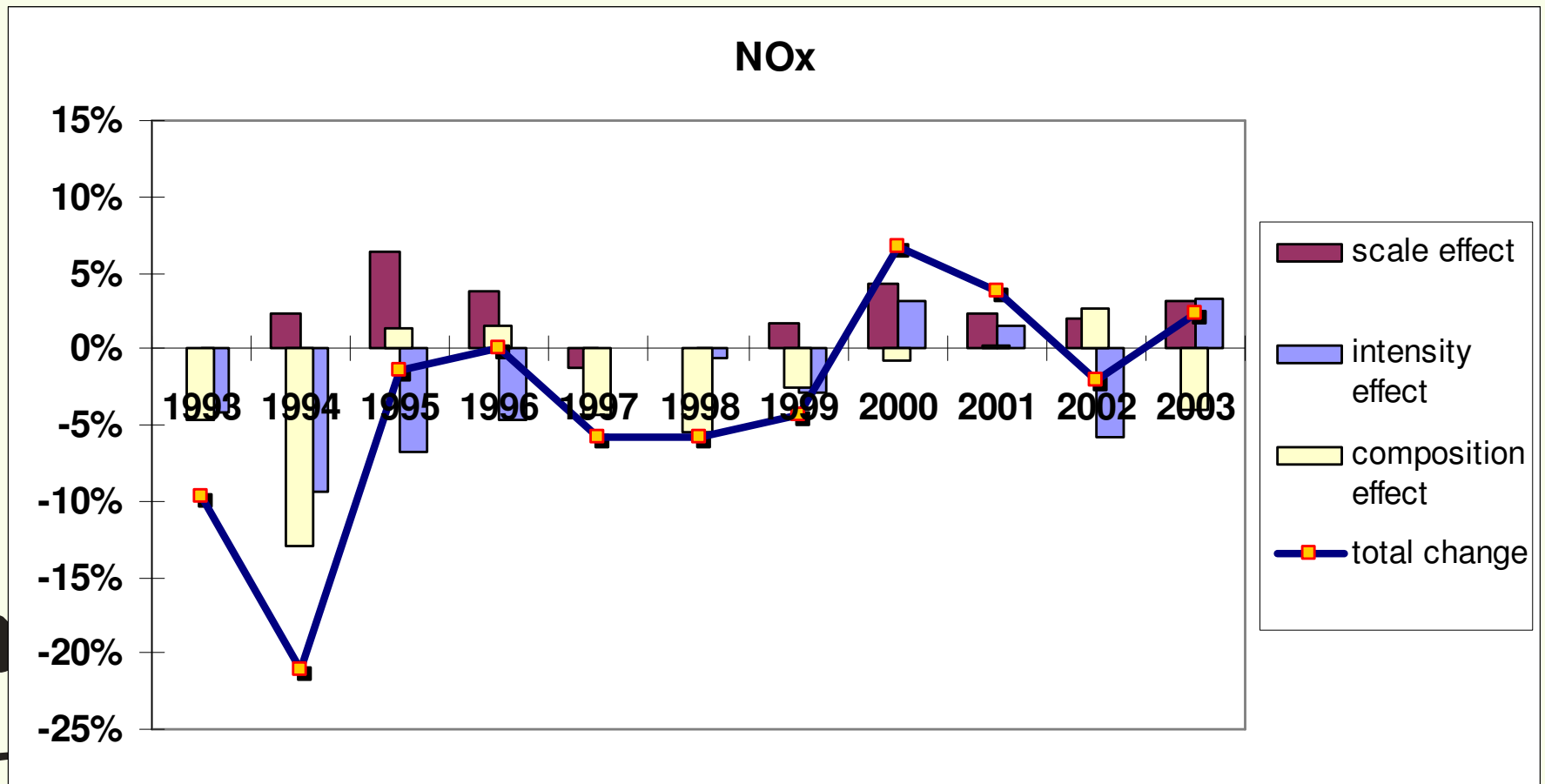
DEKOMPOZICE ZMĚNY ZÁTĚŽE PM

- značný „efekt struktury“ v 1993-1996
- výrazný „efekt náročnosti“ v 1994-2000
- malá aproximační chyba (kolem 5%)



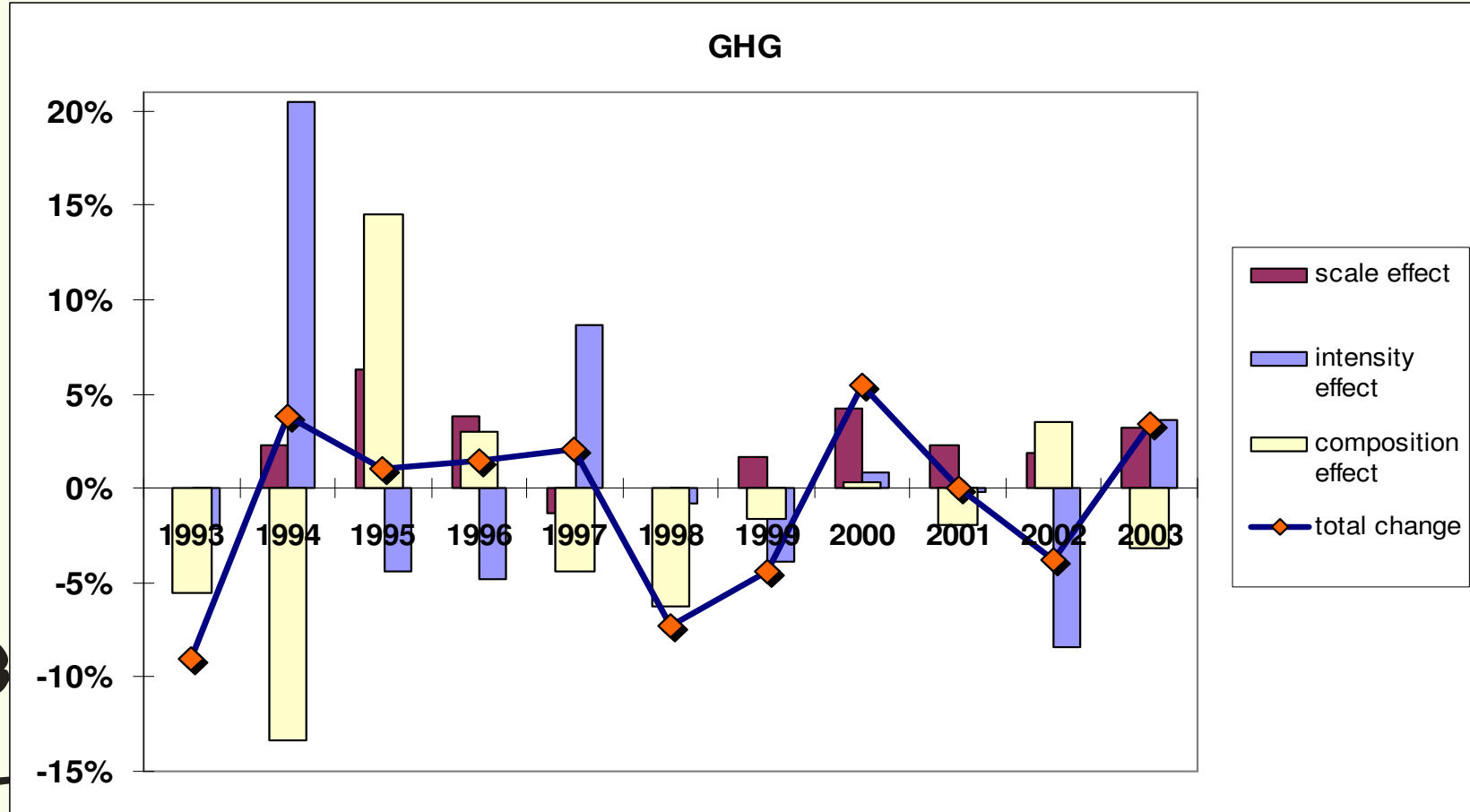
DEKOMPOZICE ZMĚNY ZÁTĚŽE NO_x

- „efekt struktury“ v 1993-94 a 1997-98
- „efekt náročnosti“ pouze v 1993-1996
- pozitivní vliv „efektu rozsahu“ od 1999
- aprox.chyba kolem 10%, kromě 1995-96 a 2002 (39%)



DEKOMPOZICE ZMĚNY ZÁTĚŽE GHG

- „efekt struktury“ v 1993-94 a 1997-98
- „efekt náročnosti“ pouze v 1993-1996
- pozitivní vliv „efektu rozsahu“ od 1999
- aprox.chyba kolem 15% (kromě změn---nule)

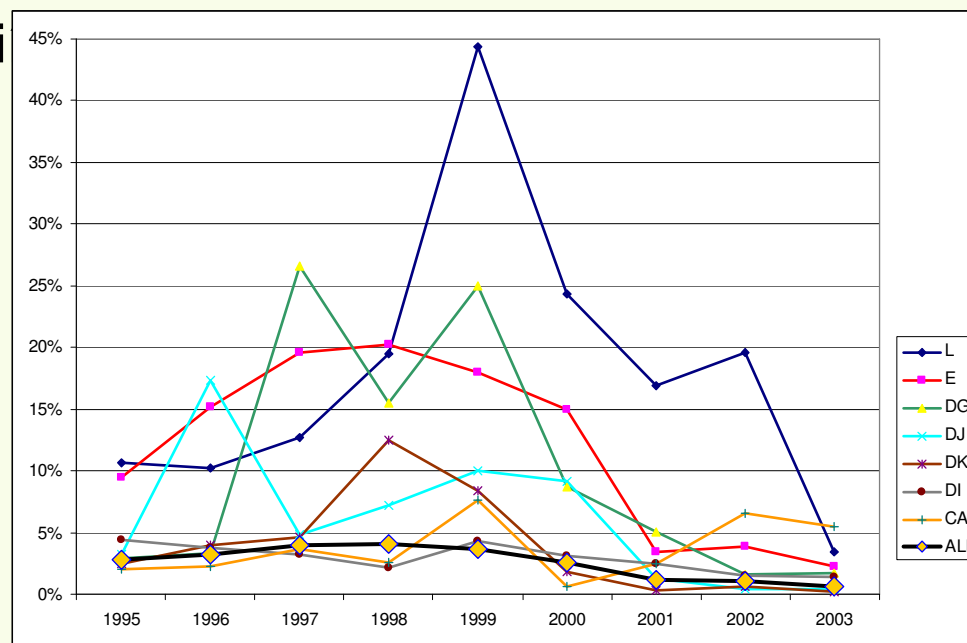


EKONOMETRICKÁ ANALÝZA EMISNÍ NÁROČNOSTI

- OKEČ D

$$\Delta_t^{t+1} \frac{W_{it}}{Y_{it}} = \beta_{\text{air}} \frac{I_{it}^{\text{air}}}{I_{it}} + \beta_{\text{eco}}^T \text{Productivity measures}_{it} + \beta_{\text{trend}} t + \varepsilon_{it},$$

- zaměřeno na „driving forces“:
 - investice do ochrany ŽP (kvality ovzduší)
 - produktivitu výrobních faktorů
 - autonomní difuzi technologií



VÝSLEDKY ODHADŮ

SO₂:
$$\Delta_t^{t+1} \frac{W_{it}}{Y_{it}} = -1.232 \frac{I_{it}^{\text{air}}}{I_{it}} - 0.846 \Delta_t^{t+1} \frac{Y_{it}}{K_{it}} + 0.033t$$
(1.318) (0.327) (0.022)

NOx:
$$\Delta_t^{t+1} \frac{W_{it}}{Y_{it}} = -1.078 \Delta_t^{t+1} \frac{Y_{it}}{K_{it}} - 0.262 \left(\Delta_t^{t+1} \frac{Y_{it}}{K_{it}} \right) \left(\Delta_t^{t+1} \frac{Y_{it}}{L_{it}} \right) + 0.011t$$
(0.441) 0.157 (0.024)

CO:
$$\Delta_t^{t+1} \frac{W_{it}}{Y_{it}} = -0.380 \frac{I_{it}^{\text{air}}}{I_{it}} - 0.698 \Delta_t^{t+1} \frac{Y_{it}}{K_{it}} - 0.601 \left(\Delta_t^{t+1} \frac{Y_{it}}{K_{it}} \right) \left(\Delta_t^{t+1} \frac{Y_{it}}{L_{it}} \right) + 0.031t$$
1.118 (0.346) 1.238 (0.020)

CxHy:
$$\Delta_t^{t+1} \frac{W_{it}}{Y_{it}} = -0.840 \Delta_t^{t+1} \frac{Y_{it}}{K_{it}} - 0.473 \left(\Delta_t^{t+1} \frac{Y_{it}}{L_{it}} \right) + 0.052t$$
(0.317) 1.130 (0.017)

PM:
$$\Delta_t^{t+1} \frac{W_{it}}{Y_{it}} = -2.600 \frac{I_{it}^{\text{air}}}{I_{it}} - 2.292 \left(\Delta_t^{t+1} \frac{Y_{it}}{L_{it}} \right) + 0.034t$$
(1.490) (1.185) (0.030)

ZÁVĚRY A VYUŽITÍ

- emise do ovzduší byly výrazně ovlivněny na začátku transformace efektem změny struktury, následované efektem změny emisní náročnosti
- v sektoru zpracovatelského průmyslu (OKEČ D):
 - investice do ŽP hrály výraznou roli ve snížení emisí SO_x a PM, méně u NO_x a C_xH_y
 - zvyšování produktivity VF vedlo ke snížení zátěže (tzn. snížení emisní náročnosti bylo doprovázeno zvýšením produktivity kapitálu a/nebo práce)
 - vliv technologické změny po razantní restrukturalizaci na snižování emisí postupně slábne



ZÁVĚRY A VYUŽITÍ

- byl vytvořen kvantitativní model pro vysvětlení vztahu změn ekonomického výkonu a jeho dopadu na ŽP, jehož využití je možné v hospodářsko-politické praxi:
 - analýza environmentální regulace
 - analýza enviro dopadů hospodářského cyklu, zahraničního obchodu...
 - analýza dopadů exogenních změn (např. ceny ropy)



BUDOUCÍ VÝZKUM

- Prohloubení analýzy **pod rok 1995** (po revizi ekonomických dat 1990-1994 ČSU)
- Integrace dat o **spotřebě energií** OKEČ digit-2 (1995-2003); také pro lepší alokaci GHG emisí na sektory
- **Rozšíření explanačního modelu**
 - FDI (testovat H „pollution halo“ nebo „pollution haven“)
 - spotřebu energií sektory
 - investice do ŽP veřejného sektoru
 - modelování kapitálových služeb
- Rozšíření aplikace modelu na **další sektory** (kromě OKEČ D)
 - energetika (E), doprava (I), obchod (G) a služby (H+J+K)
 - domácnosti
- Rozšíření analýzy o **další indikátory environmentální zátěže**
 - analýza materiálových toků (DMI, DMC, TMR)
 - ochrana vod
 - odpadové hospodářství (problém konzistentní časové řady)

