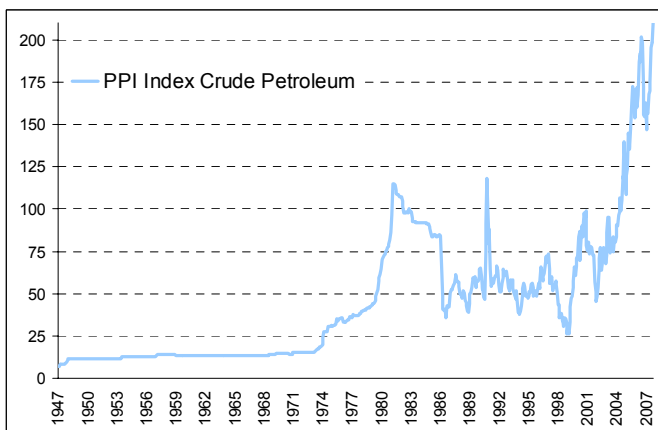


## Ropa vs. hospodářský růst – část první

Na světových komoditních trzích je v poslední době dost rušno. Kromě zlata, které se ocitlo na úrovních kolem 790 USD za trojskou unci, se docela rozjela i ropa :

### PPI (subindex surová ropa), průměr roku 1982=100



Zdroj: <http://www.bls.gov/ppi/>, přístup 25. října 2007

Důvodů, o kterých se můžete dočíst v médiích je hodně – slabý dolar, možnost vpádu jednotek turecké armády do hornaté části severního Iráku a následního zásahu vůči ozbrojencům Kurdské straně pracujících, nižší zásoby topné nafty a benzínu v Americe a pod. Mimo tému - domníváme se, že jsou to spíše záminky k odůvodnění něčeho, co nemá ve fundamentech příliš oporu (zásoby surové ropy jsou postačující, potenciální dopad konfliktu v severním Iráku omezený), a že se jedná o spíše spekulativní záležitost. Pokud se k dané témě chcete dozvědět více, zkuste náš Ropní měsíčník.

My ale *důvody* pro vysokou cenu ropy ponecháme stranou („ať se s tím srovnají obchodníci, komoditní burzy, komentátoři a komoditní analytici“), jakkoliv zajímavé toto téma může být, a budeme se spíše věnovat možným *následkům* tohoto vývoje.

## Dvě teorie po prvé

Je truismem médií, že vysoké ceny ropy, ceteris paribus, *způsobují* pokles ekonomického růstu (a že levná ropa naopak růstu mírně prospívá, nebo mu minimálně neškodí). V tomto ohledu je zajímavé podívat se na to, jaké důsledky měly historicky změny cen ropy a co je případně možné očekávat pro růst (amerického) hospodářství v případě, že by se vysoké ceny ropy udrželi po delší dobu. To může být v době právě probíhající korekce na trhu nemovitostí zajímavé zjištění.

V ekonomické teorii jsou v podstatě (jako na dost věcí) 2 názory o transmisním mechanismu vyšších cen energetických vstupů – jeden, který se na situaci dívá ze

strany nabídky a druhý, jež situaci analyzuje se strany poptávky.

Nabídkový kanál je ekonomickou teorií vysvětlován následovně: je exogénně dána (rostoucí a konkávní) produkční funkce, která udává maximální množství produkce pro každou kombinaci vstupů (což jsou kapitál, práce a energie). Pokles množství dostupných energetických vstupů se pak (podobně jako například pokles kapitálové zásoby v důsledku války) projeví, ceteris paribus, v nižší hraniční produktivitě (kapitálu, práce) a tudíž v nižší poptávce po výrobních faktorech. To vede k nižší úrovni produkce. Omezení proto primárně vychází ze strany nabídky.

Nabídkový kanál, ač teoreticky přijatelný, nevystihuje celkem to, co denně čtete v novinách – a sice že není ani tak problém, že by firmy nechtěly vyrábět, nýbrž že problémem je, že lidi a firmy nechtějí utrácet. Druhá teorie adresuje právě tento problém – na situaci změn cen ropy se dívá jako na situaci, kde impulz primárně vychází z agregátní poptávky. Ceny energií mají potenciál ovlivňovat rozhodování o koupi – auto s jakým motorem, jakou lednici, jak energeticky úspornou myčku nádobí si koupíte pokud cena ropy nebo elektřiny v předchozích dvou kvartálech vzrostla o, řekněme, 30 procent? Jak energeticky šetrně vybavíte svou novou provozovnu nebo nový byt?

V empirické literatuře existuje množství důkazů o následcích změn cen ropy – Sadorsky<sup>1</sup>(1999) potvrdil negativní vazbu mezi cenami ropy (a také její volatilitou) a akciovými indexy, což při množství bohatství, které je lidmi v Americe drženo v akciích určitě není zanedbatelné. Bernanke(1983)<sup>2</sup> prezentuje teoretický model, kdy nejistota ohledně budoucího vývoje (kterou např. rychlý růst cen ropy může vytvářet) způsobuje odlišnou optimální reakci jednotlivých firem na vzniklou nejistotu a následné kolísání agregátní investiční aktivity v průběhu cyklu. Davis a Haltiwanger<sup>3</sup> (2001) Bernankeho závěry potvrzují, když zjistili, že změny cen ropy vysvětlují téměř čtvrtinu cyklické variability růstu zaměstnanosti a jsou výrazně asymetrické v dopadech – růst ceny si bere vyšší daň v podobě ztráty zaměstnanosti u firem jejichž výroba je kapitálově nebo energeticky náročná anebo které produkují zboží trvalejšího charakteru. Stejně tak zjistili, že ceny ropy mají závažnější důsledky na množství zničených pracovních míst než na množství vytvořených pracovních míst. Barber a i.<sup>4</sup> (1999) zjistili rozdílný dopad na

1 Sadorsky, P. "Oil Price Shocks and Stock Market Activity." Energy Economics, Vol. 21, (1999), pp. 449-469

2 Bernanke, Ben S. "Irreversibility, Uncertainty, and Cyclical Investment." Quarterly Journal of Economics, Vol. 97, No. 1, (February 1983), pp. 85-106

3 Davis, Steven J., John Haltiwanger. "Sectoral Job Creation And Destruction Responses To Oil Prices Changes," Journal of Monetary Economics, 2001, Vol. 48 (Dec), pp.465-512

4 Barber, B.M., Click, R.W. a Darrrough, M.N. „The impact of shocks to exchange rates and oil prices on U.S. sales of American and Japanese automakers.“, Japan and the World Economy, Vol.11 (1999), pp. 57-93

prodeje amerických a japonských aut v důsledku zvýšených cen ropy. Mnoho dalších studií přichází k podobným závěrům.

Celkově se tedy zdá, že změny cen ropy mohou mít na ekonomický růst vliv v zásadě 2 kanály – jednak tím, že mění produktivitu výroby a také tím, že mohou měnit strukturu agregátní poptávky, zejména u dražších položek dlouhodobější spotřeby. To se v prostředí neúplně flexibilních cen (např. á la Calvo<sup>5</sup>), nebo jiných podobných keynesiánských druhů rigidity, projeví v poklese zaměstnanosti a produkce.

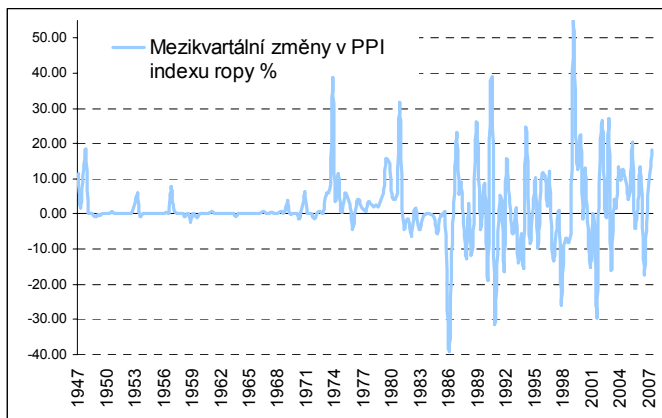
Pozorný čtenář si jistě všimnul ještě jednoho rozdílu mezi oběma teoriemi – zatímco „nabídková“ teorie vidí krátkodobé efekty změn cen ropy symetricky (růst cen ropy snižuje produkci, pokles cen ropy ji zvyšuje), poptávková teorie si umí teoreticky představit, že pokles ceny nemusí ekonomickému růstu pomoci (například se sice více začnou kupovat auta s 5-litrovými motory, odvětví produkující šetrné investiční celky ale mohou ztrácet). A zajisté je tahle nabídkovo-poptávková myšlenková dichotomie něčím, co v praxi takto striktně oddělené nenalezneme: je velice pravděpodobné, že fungují oba efekty společně a že např. pokles cen ropy může z titulu změn v agregátní poptávce přispět, cet.par., k poklesu ekonomického růstu, nicméně efekt z titulu zlepšené (hraniční) produktivity může působit větší silou opačným směrem.

Ex-ante agregátní efekt tudíž není jednoznačný. Otázka, kterou si klademe, tedy zní – jaké jsou celkové efekty změny ceny ropy? Jednoduchou analýzou se o kvantifikaci těchto efektů pokusíme.

## Základní model

Následující obrázek zachycuje změny v PPI subindexu surové ropy ve Spojených státech amerických. PPI měří změny v cenách obdržených za prodané zboží (v našem případě tedy surová ropa) u producentů jednotlivých druhů zboží při první komerční transakci :

**Mezikvartální změny v PPI subindexu surové ropy (%)**



Zdroj: <http://www.bls.gov/ppi/>, přístup 25. října 2007

Dvě věci jsou evidentní - volatilita cen ropy je neporovnatelně vyšší zhruba od roku 1982 než tomu bylo v období předtím, a změny do roku 1982 byly vesměs směrem nahoru (růst cen) zatímco od roku 1982 jsou pohyby v zásadě oběma směry..

Pro potřeby naší analýzy postulujeme následující vztah – změna v růstu HDP v daném období je v *lineárním* vztahu ke změnám cen ropy v předchozích obdobích a také k tempům růstu v předchozích obdobích (abychom zachytili skutečnost, že tempa růstu jsou autokorelovaná).

Základní model, který odhadujeme, je tedy následovně (v podstatě VAR):

$$\Delta y_{t-1}^t = \alpha + \sum_{s=1}^{s^*} \beta_s \Delta y_{t-s-1}^{t-s} + \sum_{p=1}^{p^*} \gamma_p \Delta PPIO_{t-p-1}^{t-p} + \varepsilon_t$$

$$\Delta PPIO_{t-1}^t = \sum_{k=1}^{k^*} \delta_k \Delta PPIO_{t-k-1}^{t-k} + \eta_t$$

kde  $\Delta y_{t-1}^t$  je procentuální změna proměnné  $y$  (HDP nebo průmyslové produkce) mezi obdobími  $t$  a  $t-1$ , index  $t \in (m, q)$  označuje časovou frekvenci,  $\Delta PPIO_{t-1}^t$  je procentuální změna PPI subindexu surové ropy mezi obdobími  $t$  a  $t-1$  a  $\varepsilon_t, \eta_t$  jsou n.i.r. sekvence  $N(0, \sigma)$ .<sup>6</sup>

Výsledky jsou shrnuty v následující tabulce ( $p^* = s^* = k^* = 4$ ):

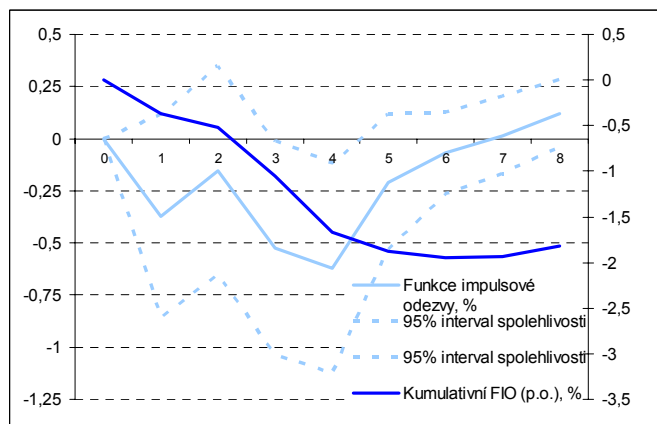
	$\Delta y(t) = \Delta \text{HDP}(t)$ (t=čtvrtletí)	$\Delta y(t) =$ $\Delta$ prům. produkce(t) (t=měsíc)
<b>Konstanta</b>	0.730195	0.16116
<b><math>\Delta y(t-1)</math></b>	0.276743	0.302461
<b><math>\Delta y(t-2)</math></b>	0.140816	0.114076
<b><math>\Delta y(t-3)</math></b>	-0.09393	0.079288
<b><math>\Delta y(t-4)</math></b>	-0.11194	-0.01079
<b>Gamma</b>		
PPIO(t-1)	-0.00929	0.005096
PPIO(t-2)	0.001379	-0.01224
<b>PPIO(t-3)</b>	-0.0123022	-0.00223
PPIO(t-4)	-0.010	0.000238

Pozn.: Koefficienty tmavě jsou statisticky významné na 0.05.

Z této tabulky vyplývají dvě pozorování.

Po prvé, růst cen ropy je statisticky významně propojen s poklesem růstu HDP (pozor, zatím nevyvozují kauzalitu): z funkce impulsové odezvy vyvozujeme, že 10-procentní šok  $\eta_t$  v ceně ropy v čase  $t$  se projeví v mezikvartálních tempích růstu následovně<sup>7</sup>:

**Efekt 10-procentního růstu PPI subindexu ropy**



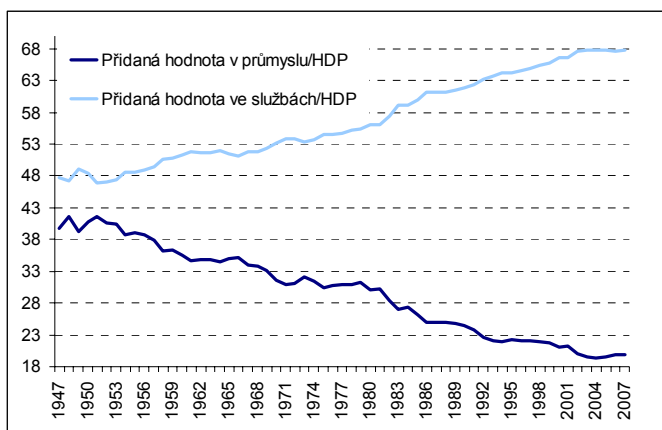
<sup>6</sup> pokud používáme jako závislou proměnnou změnu HDP, pak se jedná o čtvrtletí (q), při průmyslové produkci pak o měsíc (m).

<sup>7</sup> I pokud bychom abstrahovali od autokorelace v cenách ropy, je efekt relativně silný – cca 1.3 p.b.

Vidíme tedy, že efektem 10-procentního růstu v horizontu cca 5 kvartálů je úroveň HDP nižší o cca 1,9 p.b. než by tomu bylo, kdyby k takovému šoku nedošlo. Nejvyšší mezikvartální ztráta z titulu růstu cen ropy je zaznamenávána ve 3. a ve 4. čtvrtletí.

Po druhé, změna průmyslové produkce odpovídá na změnu cen ropy také významně (což není překvapivé), ovšem s o hodně menším zpožděním než je tomu u hrubého domácího produktu jako celku - přímá reakce je zde viditelná zhruba jenom 3 měsíce oproti řádově kvartálům u celkového GDP.

**Podíl služeb a průmyslu na HDP v USA (%)**



Zdroj: [http://www.bea.gov/industry/gdpbyind\\_data.htm](http://www.bea.gov/industry/gdpbyind_data.htm)

Vzhledem k tomu, že průmysl tvoří historicky menší (v čase klesající) část HDP (předchozí obrázek), domnívám se, že tyto dvě zjištění (velice) zhruba odpovídají 2 efektům, které jsme již naznačili – průmyslová produkce rychle klesá primárně jako následek přímého nabídkového kanálu, celková změna HDP je pak spíše dlouhodobější reakcí na postupnou změnu v agregátní poptávce v prostředí existujících rigidit (to se samozřejmě později nepřímo projeví v nižší průmyslové výrobě).

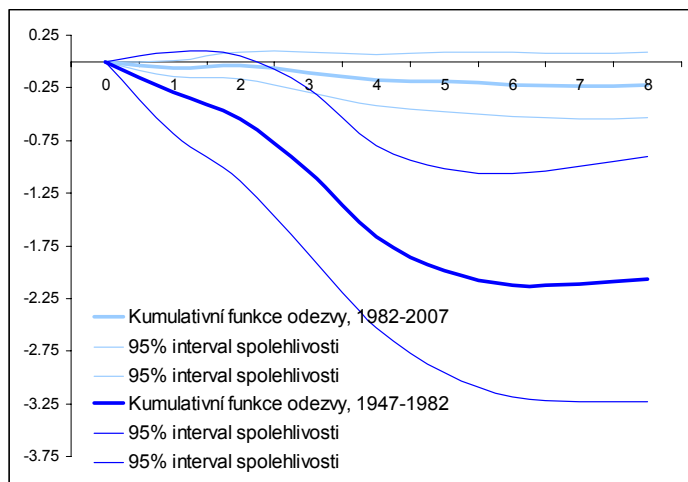
## Dvě teorie po druhé

Jedním z potenciálních problémů při interpretaci velikosti koeficientů (=velikosti vlivu změn cen ropy) je rozdílnost jednotlivých období a tudíž potenciální nestabilita odhadnutých koeficientů – zatímco do roku 1982 ceny ropy povětšinou rostly (poklesů bylo pár a byly malé), od roku 1982 vidíme pohyby zhruba stejné amplitudy na obě strany.

Podobný model jako jsme odhadovali před chvílí nyní odhadneme na dvou menších vzorcích – první bude brát v potaz pozorování jenom pro  $t < 1982$ , pro která platí, že většina změn cen ropy znamenala růst, druhý pro pozorování po roce 1982, kdy ceny jak rostly, tak klesaly

Výslední funkce kumulativní impulsové odezvy jsou na následujícím obrázku :

**Funkce kumulativní impulsové odezvy, období před a po roce 1982**



Je vidno, že vazba cen ropy na hospodářský růst v období od roku 1942 do roku 1982 je mnohem více negativní, než je tomu pokud se díváme na období po roce 1982.<sup>8</sup> 10-procentní šok do ceny ropy před rokem 1982 byl spojen se zhruba 2.3 % kumulativním poklesem úrovně hospodářství (za následujících cca 4-5 kvartálů). Pokud se podíváme ale jenom na období po roce 1982, tam je efekt stejně velkého šoku dramaticky slabší – jenom cca. 25 bazických bodů do hospodářského růstu za stejně dlouhé období. Tento rozdíl je statisticky významný na hladině  $< 0.01$ .

Jak si tento markantní rozdíl v reakci vysvětlit, pokud se nechceme uchýlovat k obtížně empiricky testovatelným hypotézám o větší adaptabilitě hospodářství po ropných šocích? V zásadě mi teď napadají dvě teorie, o kterých se budeme zmiňovat v II. části našeho speciálu.

1. Představme si teoretickou situaci, kdy růst i pokles cen ropy mají negativní následek na hospodářský růst. Tedy situaci, kdy stabilita cen ropy je (alespoň krátkodobě v rámci cyklu) lepší variantou než její pokles či růst.<sup>9</sup> Podívejme se na takovou hypotetickou situaci a co pro naše odhady znamená. Na následujícím obrázku je hypotetická situace, kdy je vliv cen ropy na hospodářský růst charakterizován vztahem

$$y_{t-1}^t = 2.6 - 0.7\Delta PPIO_{t-2}^{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{pro } PPIO_{t-2}^{t-1} \geq 0$$

$$y_{t-1}^t = 2.6 + 0.7PPIO_{t-2}^{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{pro } PPIO_{t-2}^{t-1} < 0$$

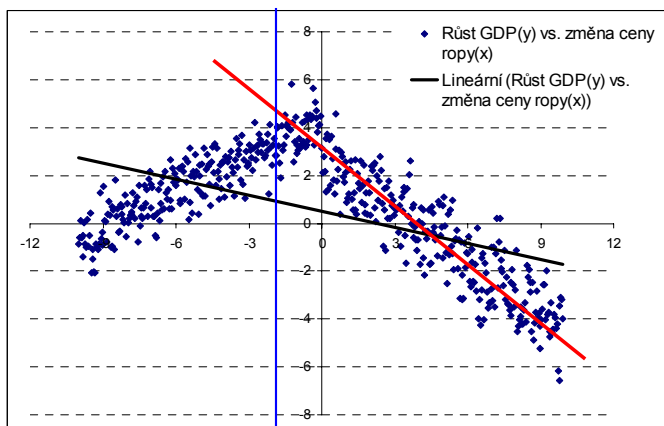
Graficky tato situace vypadá následovně :

<sup>8</sup> Rok 1982 jsme si nevybrali náhodou – statistickým testem (F-test) jsme zjistili, že právě toto období je prvním ve vzorci, kde můžeme nalézt statisticky významný důkaz o strukturálním zlomu.

<sup>9</sup> Neznamená to, že v delším horizontu (po odeznění efektů spjatých s úpravami v agregátní poptávce) nemůže být vliv nižších cen ropy pozitivní (díky zlepšené mezní produktivitě). Krátkodobě ale klademe jako hypotézu negativní vliv poklesu cen ropy.



### Simulace nelineárního vztahu mezi cenou ropy a růstem



Na svislé ose je hypotetický hospodářský růst (růst mezi obdobím  $t$  a  $t-1$ ), na horizontální ose pak hypotetická změna ceny ropy mezi obdobím  $t$  a  $t-1$ . Představme si, že část grafu od modré čáry vpravo přibližně odpovídá období do roku 1982, levá část hypotetickému období, když ceny ropy klesaly<sup>10</sup>. Pokud odhadneme tento jednoduchý model lineárním modelem při použití pozorování jenom z pravé části grafu (=do roku 1982) získáme vynikající fit modelu (červená čára). Z něho bude plynout, že růst cen ropy je pro ekon. růst výrazně negativní a pokles ceny ropy je pozitivní (protože lineární model je z konstrukce symetrický). Pokud použijeme všechna pozorování k odhadu lineárního modelu, pak dostaneme černou čáru s mnohem nižším sklonem a tudíž s implikací, že růst cen ropy sice stále má negativní vliv na růst (a pokles cen ropy má stále pozitivní vliv), nicméně že velikost vlivu je mnohem menší. Podobný efekt vidíme i v našich odhadech na vzorcích před a po roce 1982– může být teda docela dobře možné, že jak poklesy tak růsty cen ropy jsou pro hospodářský růst negativní zprávou.

Vidíme, že pokud je správným modelem model nelineární, vede nesprávná specifikace modelu k zavádějícím vývodům o rozsahu vlivu cen ropy.<sup>11</sup> Jako správné se tedy jeví postupovat dále cestou nelineárního modelování. Problém s nelineárním modelováním jakékoliv závislosti je ten, že není ex ante jasné, jaký funkcionální vztah by měl být použit – zatímco při lineárním modelování postulujeme existenci lineárního vztahu<sup>12</sup> a tudíž řešíme tuto otázku hned na počátku (v podstatě se pak jedná jenom o odhad koeficientů), při nelineárním vztahu není jasné, kterou nelineární formu bychom měli použít. Existuje totiž v principu neomezené množství potenciálně použitelných nelineárních funkcí a vybrat si z nich tu správnou (=vyhnout se riziku zlé specifikace modelu) je nemožné – zlá specifikace modelu, do kterého se snažíme „vtěsnat“ data, přitom, jak jsme viděli, vede ke zkresleným statistickým vývodům. Elegantní metodě

flexibilního nelineárního modelování se budeme věnovat v II. části tohoto speciálu.

2. Druhou z teorií, která tento rozdíl může pomoci vysvětlit, je, že to není jenom absolutní změna ceny ropy, která je spjatá s hospodářským růstem, ale že záleží také na tom, jestli daná změna přišla v období s vyšší nebo nižší volatilitou. Volatilita cen by teda měla být v regresi zohledněna.

Období let 1982 – 2007 je nejenom obdobím, kdy jsme byli svědky poklesu cen černého zlata (což se do roku 1982 dělo jenom velice zřídka a v malém rozsahu), ale také obdobím vyšší volatility (=většího množství výkyvů na jednu i druhou stranu). Je možné, že vyšší volatilita celkově vede k menšímu absolutnímu vlivu změn cen ropy (jak směrem nahoru, tak směrem dolů) skrze poptávkový efekt. Ten nejspíš nemá stejnou velikost v období s vyšší variabilitou cen než v období relativně stabilních cen s občasnou změnou protože pokud víme, že růst cen ropy je s relativně vyšší pravděpodobností jenom přechodný (což v období vysoké variability platí), pak máme mnohem menší stimul upravovat svojí poptávku než v období, kdy se změna ceny jeví jako mnohem stálejší (jako tomu bylo například v 70. letech). Je tedy teoreticky možné, že slabší vliv poptávkového kanálu v prostředí volatilnějších cen ve finále snižuje agregátní efekt stejně velkého šoku do cen ropy (v porovnání s obdobím stabilních cen).

### Závěr

Vliv ropy na hospodářský růst je zajímavou oblastí zkoumání. V první části našeho speciálu jsme načrtli možné mechanismy, pomocí nichž změny ceny ropy ovlivňovat hospodářský růst. Naše propočty ukazují, že změny ceny ropy v období před rokem 1982 byly spjaté s většími pohyby hospodářského růstu než tomu bylo po roce 1982. V pokračování tohoto speciálu se budeme zabývat dvěma hypotézami: ověření první by mělo přinést odpověď na otázku, jestli jedním z možných zdůvodnění může být to, že počínaje 80. léty byla *volatilita* cen ropy mnohem vyšší než v období předtím. Jako druhé budeme zkoumat, zda-li je vztah mezi cenou ropy a ekon. růstem nelineární.

Jedno upozornění na závěr – z doposud uvedených zjištění není možné vyvozovat kauzalitu (v jejím logickém pojmání); pro ustanovení kauzality ve směru ropa způsobuje pokles hospodářského růstu nepostačuje pouhá korelace, a to z důvodu potenciální endogenity cen ropy. Ceny ropy totiž nejsou exogenně dané ale odrážejí jednak současný a jednak očekávaný hospodářský vývoj (=poptávku po ropě). Vyšší ceny ropy v čase  $t$  mohou být např. spjaty s vrcholní fází hospodářského cyklu, po které producenti ropy očekávají útlum aktivity a tudíž (za nezměněné poptávky) nižší ceny ropy. Tento útlum může být důsledkem jiných šoků, s ropou nesouvisejících. Pokud se producenti obávají o poptávku v příštím čtvrtletí, mohou mít tendenci se na tento stav připravit již dnes (např. snížením těžebních kvót). K tomuto tématu se ale více budeme věnovat někdy v budoucnu.

<sup>10</sup> Část grafu od modré čáry vpravo neodpovídá období po roce 1982, slouží jenom na ilustraci toho, jak může zlá specifikace modelu vést k nesprávným závěrům.

<sup>11</sup> V našem konkrétním případě je správným modelem vizualizací lehce identifikovatelný model po částech lineární. Při větším množství vysvětlujících proměnných je ale vizualizace velice obtížná. Kromě toho, v případě modelu, který nebude lineární ani po částech nám mnohdy nepomůže ani vizualizace.

<sup>12</sup> lineárního v parametrech.