

## Téma 12 Inlace: Phillipsovy křivky, křivky SP a DG

### 12.1 Phillipsovy křivky

- Původní mzdová Phillipsova křivka
- Modifikovaná Phillipsova křivka (Samuelson-Solowova Phillipsova křivka)
- Friedmanova-Phelpsova Phillipsova křivka
- Friedmanova-Phelpsova Phillipsova křivka rozšířená o racionální očekávání

Pozn: samostudium, grafické znázornění jednotlivých Phillipsových křivek viz kontrolní otázky

#### **Alban Williams Phillips (1914 -1975)**

Článek v *Economica* „**The Relation between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates in the United Kingdom, 1861-1957**“. Chtěl verifikovat hypotézu o vztahu mezi nezaměstnaností a mzdovou inflací.

#### **Robert Merton Solow (1924)**

- studoval sociologii, antropologii a ekonomii na Harvadově univerzitě
- profesorem na Massachusetts Institute of Technology (statistika, ekonometrie a makroekonomie)
- 1960-1961 poradcem prezidentem J. F. Kennedyho
- autorem Neoklasický model hospodářského růstu. Model byl publikován v 50. a 60. letech. Stal se učebnicovým standardem.
- Solow za model dostal Nobelovu cenu v roce 1987.

#### **Paul Anthony Samuelson (1915-2009)**

- od 1940 na Massachusetts Institute of Technology
- 1970 Nobelova cena (rozpracování matematických metod v ekonomii)
- učebnicí *Economics* (první vydání 1948) rozšířil neoknesiánskou ekonomii.

#### **Milton Friedman (1912 - 2006)**

- začal studovat pojistnou matematiku
- studuje ekonomii na Chicagské univerzitě
- po studiích krátce zůstává na katedře ekonomie na Chicagské univerzitě
- pracoval v Národním úřadě pro ekonomický výzkum (National Bureau for Economic Research), na ministerstvu financí
- na Columbijské univerzitě jako matematický statistik
- od roku 1946 zůstává na Chicagské univerzitě, věnuje se teoretické ekonomii.

Prosinec 1967 přednáška „**The Role of Monetary Policy**“ (Friedmanova koncepce vertikální Phillipsovy křivky) v Americké ekonomické společnosti.

Přednáška měla zásadní význam pro další vývoj makroekonomie a hospodářskopolitických názorů. Stala se jedním z nejcitovanějších a nevlivnějších článků v makroekonomické teorii v následujícím desetiletí.

#### **Edmund Phelps (1933)**

- od roku 1982 profesorem ekonomické teorie na Columbia University
- autor „zlatého pravidla“ (stálého stavu s největší spotřebou)

- 2006 Nobelova cena za zapracování mikroekonomických základů do teorie determinace nezaměstnanosti.

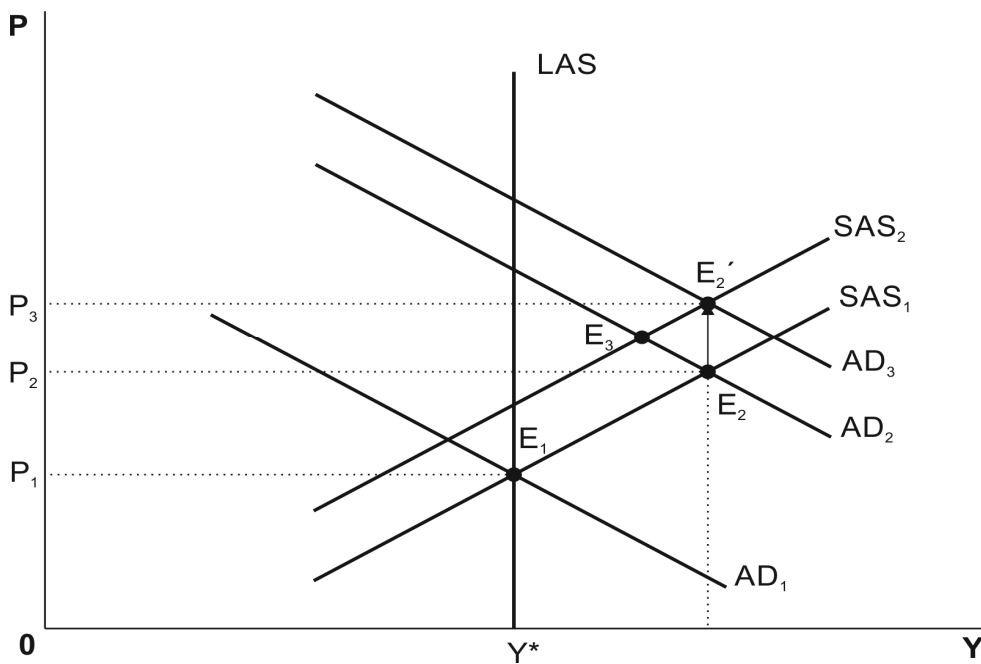
### Robert Lucas (1937)

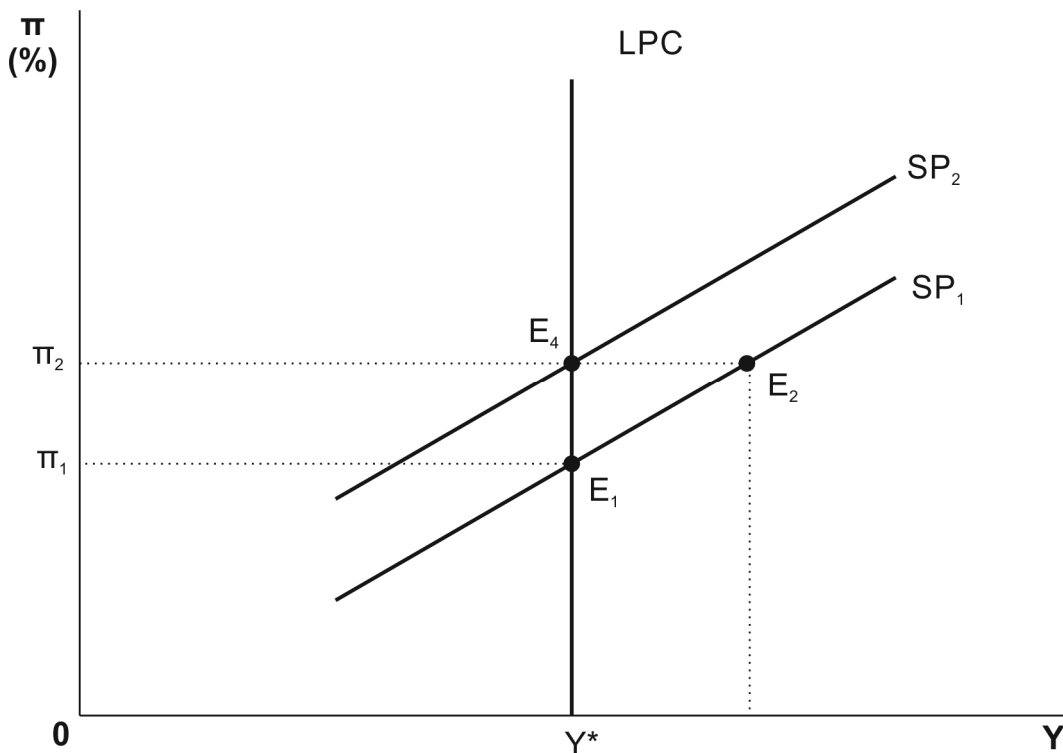
- historie na Chicagské univerzitě
- Ph.D. z ekonomie na Chicagské univerzitě
- profesorem ekonomie jmenován na Chicagské univerzitě
- 1995 Nobelova cena za ekonomii za rozpracování hypotézy racionálních očekávání v ekonomii

## 12.2. Křivka SP - křivka krátkodobé dynamické agregátní nabídky

Křivka SP je transformací krátkodobé Phillipsovy křivky s očekávanou inflací do dimenze míra inflace a míra růstu produkce.

Obr. 12. 1 Odvození křivky SP





### Rovnice SP křivky

$$\pi_t - \pi_t^e = g \cdot \left[ 100 \cdot \left( \frac{Y_t}{Y^*} \right) - 100 \right] + z_t$$

$$\pi_t = \pi_t^e + g \cdot \left[ 100 \cdot \left( \frac{Y_t}{Y^*} \right) - 100 \right] + z_t \quad (\text{rovnice 1a})$$

$g$  je sklon SP křivky a vyjadřuje, jak změna důchodu ovlivní inflaci (v procentech),  $z_t$  je příspěvek nabídkové inflace k celkové inflaci.

$$\text{Obsah členu } \left[ 100 \cdot \left( \frac{Y_t}{Y^*} \right) - 100 \right]$$

Člen  $\left[ 100 \cdot \left( \frac{Y_t}{Y^*} \right) - 100 \right]$  vyjadřuje o kolik procent naroste/poklesne skutečný produkt nad/pod potenciál.

### Matematické odvození:

Nárůst/pokles v procentech vyjádříme jednoduše  $\left( \frac{Y_t - Y^*}{Y^*} \right) \cdot 100$ . Zlomek lze přepsat do tvaru  $\left( \frac{Y_t}{Y^*} \right) \cdot 100 - \left( \frac{Y^*}{Y^*} \right) \cdot 100$ . Po vykrácení druhého členu v rovnici 1.a dostáváme

tvar  $\left[ 100 \cdot \left( \frac{Y_t}{Y^*} \right) - 100 \right]$ . Jedná se tedy o výpočet nárůstu produktu v procentech  $\left( \frac{Y_t - Y^*}{Y^*} \right) \cdot 100$ .

**Příklad:**

$Y^* = 3000$ ,  $Y = 3100$ , nárůst produktu nad potenciál v procentech je  $\left( \frac{3100 - 3000}{3000} \right) \cdot 100 = 3,33\%$ .

nebo lze rovnici 1 a psát ve tvaru

$$\pi_t = \pi_t^e + g \cdot \hat{Y}_t + z_t \quad (\text{rovnice 1b})$$

$$\text{Proč } \hat{Y}_t = \left[ \ln \left( \frac{Y_t}{Y^*} \right) \right] \cdot 100?$$

Místo výpočtu nárůstu produktu v procentech podle  $\left( \frac{Y_t - Y^*}{Y^*} \right) \cdot 100$  nebo upraveného tvaru  $\left[ 100 \cdot \left( \frac{Y_t}{Y^*} \right) - 100 \right]$  lze použít  $\hat{Y}_t = \left[ \ln \left( \frac{Y_t}{Y^*} \right) \right] \cdot 100$ . V obou případech dostáváme přibližně stejný výsledek.

**Matematické odvození:**

$$\left[ 100 \cdot \left( \frac{Y_t}{Y^*} \right) - 100 \right]$$

$$100 \cdot \left[ \left( \frac{Y_t}{Y^*} \right) - 1 \right]$$

$$100 \cdot \left[ \ln \left( \frac{Y_t}{Y^*} \right) - \ln 1 \right]$$

$$100 \cdot \left[ \ln \left( \frac{Y_t}{Y^*} \right) \right] = \hat{Y}_t$$

Poznámka:  $\ln 1 = 0$

$\hat{Y}_t$  budeme používat jako symbol pro přibližný výpočet fluktuace reálného produktu kolem potenciálu pomocí přirozených logaritmů.

**Používání přirozených logaritmů:**

Používání přirozených logaritmů má některé zjednodušující matematické aplikace např.

$$\ln 1 = 0$$

$$\ln \frac{a}{b} = \ln a - \ln b \quad \text{a zpětně platí}$$

$$\ln a - \ln b = \ln \frac{a}{b}.$$

Proto přirozené logaritmy do rovnice 1 a zavádíme.

**Závěr:**

Ekonomický obsah členů  $[100 \cdot \left(\frac{Y_t}{Y^*}\right) - 100]$  a  $\hat{Y}_t = 100 \cdot \left[\ln\left(\frac{Y_t}{Y^*}\right)\right]$  je stejný: počítáme procentuální vychýlení skutečného produktu od potenciálu. Rozdíl je pouze matematický: v případě  $[100 \cdot \left(\frac{Y_t}{Y^*}\right) - 100]$  se jedná o přesný výpočet,  $\hat{Y}_t = 100 \cdot \left[\ln\left(\frac{Y_t}{Y^*}\right)\right]$  je přibližným výpočtem.

### Adaptivní metoda formování očekávané inflace

$$\pi_t^e = \pi_{t-1}^e + j \cdot (\pi_{t-1} - \pi_{t-1}^e) \quad (\text{rovnice 2a})$$

Úpravou z rovnice 2a získáme tvar

$$\pi_t^e = j \cdot \pi_{t-1} + (1 - j) \cdot \pi_{t-1}^e \quad (\text{rovnice 2b})$$

Rovnice 2b ukazuje, která složka je signifikantní pro determinaci současné očekávané inflace.

**Friedman: Adaptivní formování inflace** = oprava na základě zkušenosti z minulosti.

„S pohledem dozadu, očekáváme vývoj inflace v budoucnosti.“

**Lucas: Racionální očekávání** = racionální predikce na základě ekonomické teorie.

J je mezi 0 a 1.

Čím je blíže 1, tím je „oprava“ očekávané od skutečné inflace rychlejší.

Pro  $j = 1$  subjekty „dokonale rychle opravují“ očekávanou inflaci se skutečnou v minulém období.

$$\pi_t^e = \pi_{t-1}$$

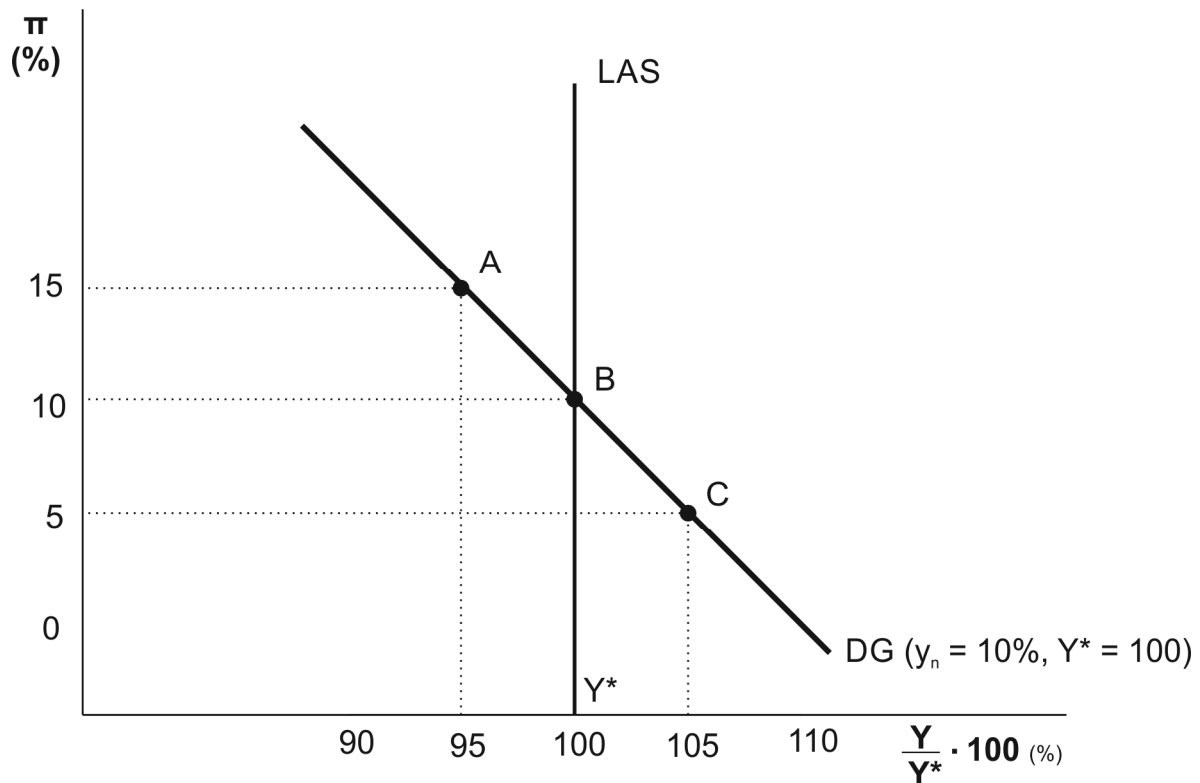
Pro  $j = 1$  má pak SP tento tvar

$$\pi_t = \pi_{t-1} + g \cdot \hat{Y}_t + z_t$$

### 12.3 Křivka DG / Křivka růstu poptávky ekonomiky / Křivka dynamické agregátní poptávky

Obsah křivky DG

Obr. 12. 2 Křivka DG



$$\boxed{y = y_n - \pi} \quad (\text{rovnice 3})$$

| $y_n$ | $\pi$ | $y$ |
|-------|-------|-----|
| 10    | 15    | -5  |
| 10    | 10    | 0   |
| 10    | 5     | 5   |

**Podél** křivky DG je konstantní míra růstu nominálního produktu, která se alternativně rozděluje mezi různé kombinace míry inflace a míry růstu (poklesu) reálné produkce.

**Záporný sklon** vyplývá z předpokladu konstantní nominální peněžní zásoby. Nižší cenová hladina, pak stimuluje vyšší výdaje na zboží a služby (růst reálných peněžních zůstatků).

**Vertikální pozice** křivky DG je dána tempem růstu nominálního produktu (výdajů).

Rovnice křivky DG

$$\boxed{y_n = \pi + y} \quad (\text{rovnice 4})$$

Zavedme do rovnice 4 tempo růstu potenciálního produktu

$$y^*_t = \frac{Y_t^* - Y_{t-1}^*}{Y_{t-1}^*} \cdot 100.$$

V rovnici asi chybí „100“. Jinak bychom nedostali procenta. Další důvod všechny ostatní veličiny jsou v procentech. Nemohli bychom je matematicky sčítat.

$$y_{n(t)} - y^*_t = \pi_t + y_t - y^*_t \quad (\text{rovnice 5})$$

Do rovnice 5 jsme zavedli tempo růstu potenciálního produktu, abychom izolovali tempo růstu nominálního a reálného produktu od posunu potenciálu. Zajímá nás pouze fluktuace reálného produktu okolo potenciálu.

Aplikace přirozených logaritmů:

$$y^*_t = \frac{Y_t^* - Y_{t-1}^*}{Y_{t-1}^*} \cdot 100$$

$$y^*_t = \left( \frac{Y_t^*}{Y_{t-1}^*} - 1 \right) \cdot 100$$

$$y^*_t = \left( \ln \frac{Y_t^*}{Y_{t-1}^*} - \ln 1 \right) \cdot 100$$

$$\boxed{y^*_t = \ln Y_t^* \cdot 100 - \ln Y_{t-1}^* \cdot 100}$$

$$y_t = \frac{Y_t - Y_{t-1}}{Y_{t-1}} \cdot 100$$

$$y_t = \left( \frac{Y_t}{Y_{t-1}} - 1 \right) \cdot 100$$

$$y_t = \left( \ln \frac{Y_t}{Y_{t-1}} - \ln 1 \right) \cdot 100$$

$$\boxed{y_t = \ln Y_t \cdot 100 - \ln Y_{t-1} \cdot 100}$$

Využitím přirozených logaritmů lze člen  $(y_t - y^*_t)$  na pravé straně v rovnici 5

$$\boxed{y_{n(t)} - y^*_t = \pi_t + (y_t - y^*_t)} \quad (\text{rovnice 5})$$

upravit (pouhou záměnou pořadí členů) do tvaru

$$\begin{aligned} (y_t - y^*_t) &= \ln Y_t \cdot 100 - \ln Y_{t-1} \cdot 100 - \ln Y_t^* \cdot 100 + \ln Y_{t-1}^* \cdot 100 = \\ &= (\ln Y_t \cdot 100 - \ln Y_t^* \cdot 100) - (\ln Y_{t-1} \cdot 100 - \ln Y_{t-1}^* \cdot 100) = \hat{Y}_t - \hat{Y}_{t-1} \end{aligned}$$

Poznámka:  $\ln a - \ln b = \ln \frac{a}{b}$

Pak má rovnice 5 tento tvar

$$y_n - y^*_t = \pi + \hat{Y}_t - \hat{Y}_{t-1}$$

Pak lze rovnici 5 psát ve tvaru

$$\boxed{\hat{y}_t = \pi_t + \hat{Y}_t - \hat{Y}_{t-1}} \dots \dots \dots \text{rovnice DG křivky (rovnice 6)}$$

### Ekonomický obsah symbolů v rovnici 6:

$y_n$  ...symbol vyjadřuje nárůst/pokles (v procentech) **nominálního produktu** v daném období oproti **nominálnímu produktu** v předchozím období.

$y^*_t$  ...symbol zachycuje nárůst/pokles (v procentech) **potenciálního produktu** v daném období proti **potenciálnímu produktu** v předchozím období.

$\hat{y}_t$  ...symbol používáme pro zjednodušení v zápisu rovnice DG křivky. Reprezentuje rozdíl  $y_n - y^*_t$ , i. e. „očistěný“ růst nominálního produktu (poptávky) od růstu potenciálu.

$\hat{Y}_t$  ...symbol vyjadřuje nárůst/pokles **reálného produktu** nad/pod **potenciál** ve stejném období, tedy fluktuaci skutečného produktu kolem potenciálu v daném období.  $\hat{Y}_t$  se počítá podle přibližného logaritmického vzorce.

$\hat{Y}_{t-1}$  ...symbol vyjadřuje nárůst/pokles **reálného produktu** nad/pod **potenciál** v předchozím období, tedy fluktuaci skutečného produktu kolem potenciálu v předchozím období.  $\hat{Y}_{t-1}$  se počítá podle přibližného logaritmického vzorce.

Rovnici 6 upravíme do tvaru (budeme jej používat pro výpočet přizpůsobovací cesty)

$$\boxed{\hat{Y}_t = \hat{y}_t - \pi_t + \hat{Y}_{t-1}} \dots \dots \dots \text{upravená rovnice DG křivky (rovnice 6a)}$$

### Ekonomická interpretace rovnice 6a:

Nárůst reálného produktu nad potenciál je způsoben růstem nominálního důchodu (poptávky) očistěného od růstu potenciálu v daném období, růstem reálného produktu v minulém období a tlumen mírou inflace v daném období.

## 12.4 Přizpůsobovací cesta

Situace:

- a) adaptivní formování inflace
- b) neměnná míra očekávané inflace
- c) racionální očekávání



Průsečík SP a DG křivek

Rovnice SP křivky

$$\pi_t = \pi_t^e + g \cdot \hat{Y}_t + z_t \quad (\text{rovnice 1b})$$

Rovnice DG křivky

$$\hat{y}_t = \pi_t + \hat{Y}_t - \hat{Y}_{t-1} \quad (\text{rovnice 6})$$

Předpokládáme  $z_t = 0$

Z rovnice 6 vyjádříme  $\hat{Y}_t$  a dosadíme do rovnice 1b dostaneme

$$\pi_t = \pi_t^e + g (\hat{y}_t - \pi_t + \hat{Y}_{t-1}) \quad (\text{rovnice 7})$$

K oběma stranám rovnice 7 přičteme  $\pi_t g$  a dostaneme

$$\pi_t + \pi_t g = \pi_t^e + g (\hat{y}_t - \pi_t + \hat{Y}_{t-1}) + \pi_t g$$

Násobíme-li obě strany rovnice  $\frac{1}{1+g}$ , dostaneme

$$\pi_t = \frac{1}{1+g} \cdot [\pi_t^e + g (\hat{y}_t + \hat{Y}_{t-1})] \quad (\text{rovnice 8})$$

Z rovnice 6 vyjádříme  $\hat{Y}_t$ , dostaneme

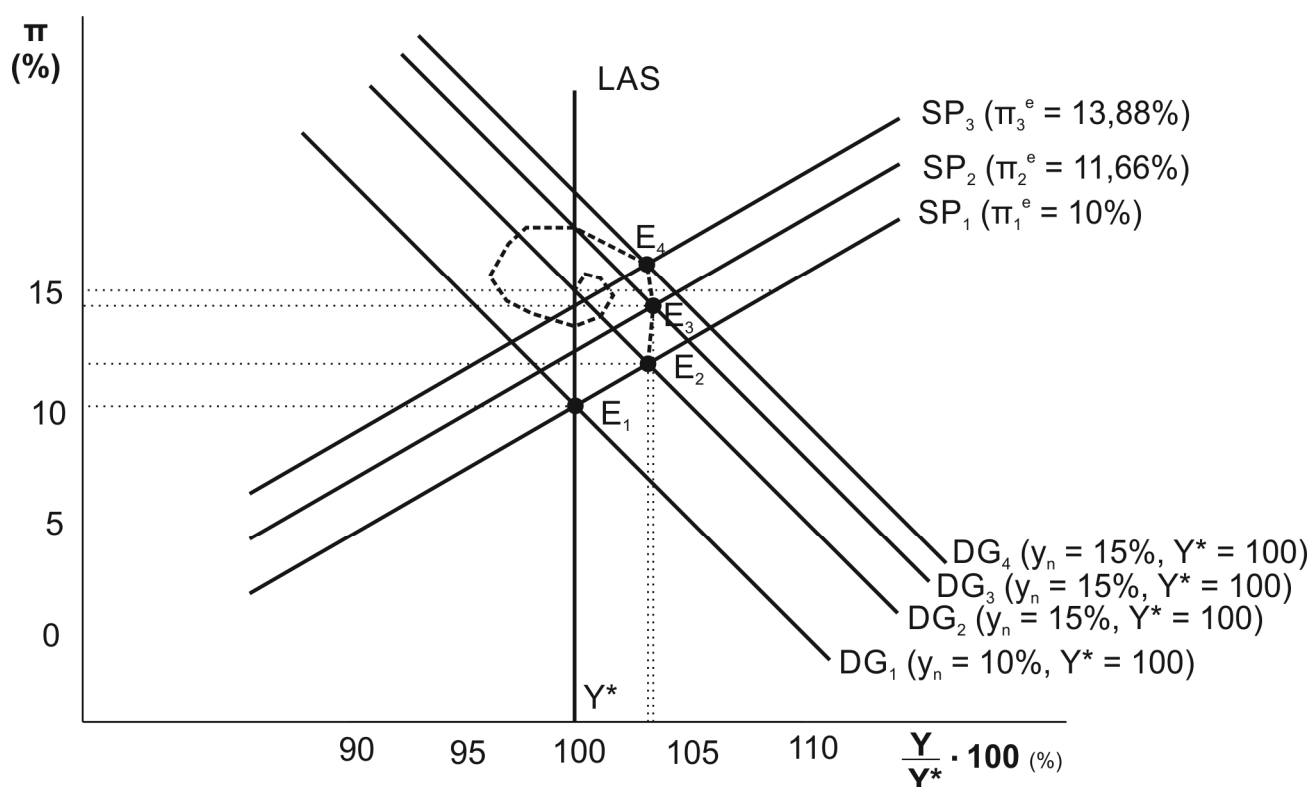
$$\hat{Y}_t = \hat{y}_t - \pi_t + \hat{Y}_{t-1} \quad (\text{rovnice 9})$$

Z rovnic 8 a 9 budeme počítat přizpůsobovací cestu.

Přizpůsobovací proces míry inflace a míry růstu produkce

**a) Adaptivní formování inflace**

Obr. 12.3 Přizpůsobovací cesta



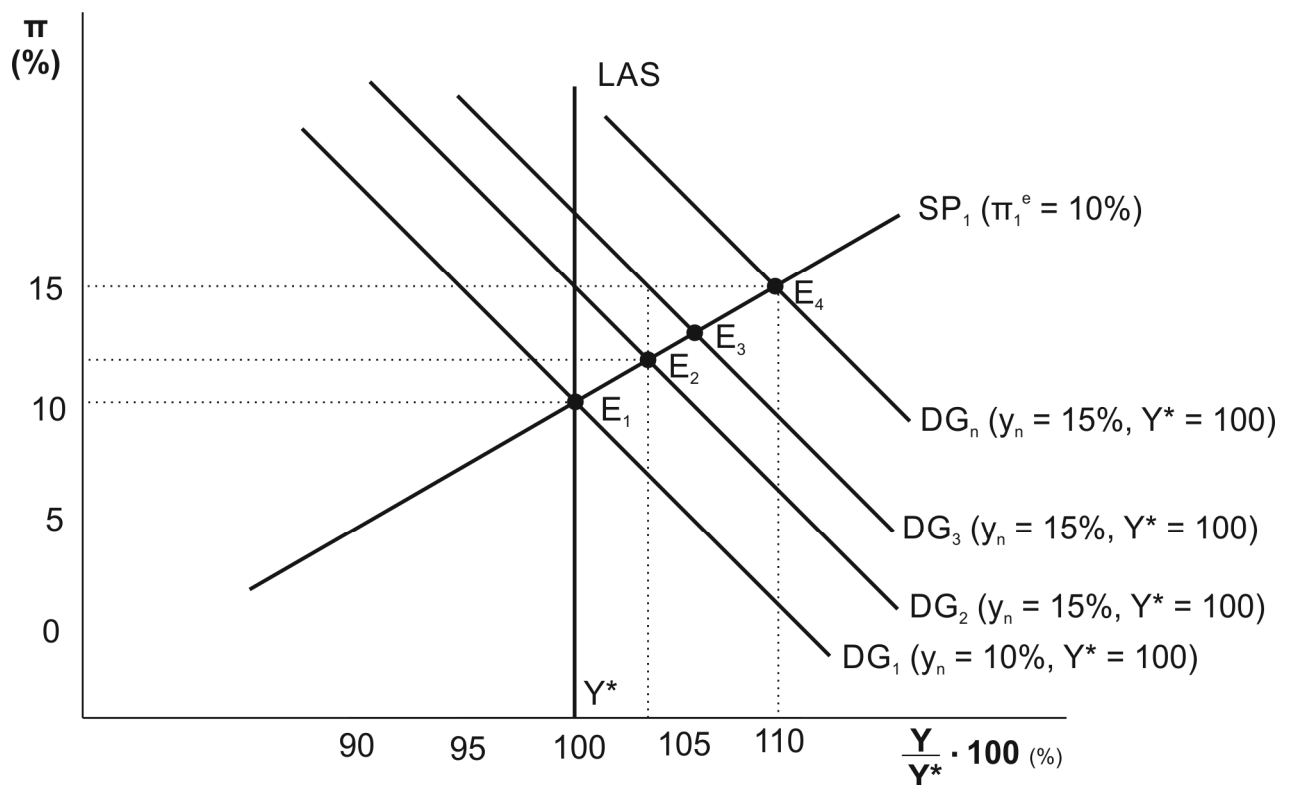
Předpokládáme  $j = 1$ , i.e.  $\pi_t^e = \pi_{t-1}$ ,  $y^* = 0\%$  a  $g = 0,5$ .

| Období | $\pi_t^e = \pi_{t-1}$ | $\hat{Y}_{t-1}$ | $y_n(t)$ | $\pi_t$      | $\hat{Y}_t$  |
|--------|-----------------------|-----------------|----------|--------------|--------------|
| 1      | 10                    | 0               | 10       | 10           | 0            |
| 2      | 10                    | 0               | 15       | 11,66        | +3,33        |
| 3      | 11,66                 | +3,33           | 15       | 13,88        | <b>+4,45</b> |
| 4      | 13,88                 | +4,45           | 15       | 15,74        | +3,71        |
| 5      | 15,74                 | +3,71           | 15       | 16,73        | +1,98        |
| 6      | 16,73                 | +1,98           | 15       | <b>16,81</b> | +0,17        |
| 7      | 16,81                 | +0,17           | 15       | 16,26        | - 1,09       |
| 8      | 16,81                 | - 1,09          | 15       | 15,48        | <b>-1,57</b> |
| 9      | 15,48                 | -1,57           | 15       | 14,80        | -1,37        |
| 10     | 14,80                 | -1,37           | 15       | 14,41        | -0,78        |

Míra inflace dosahuje svého vrcholu v šestém období a převyšuje míru růstu agregátní poptávky.

## b) Neměnná míra očekávané inflace

Obr. 12. 4 Přizpůsobovací cesta – neměnná míra očekávané inflace

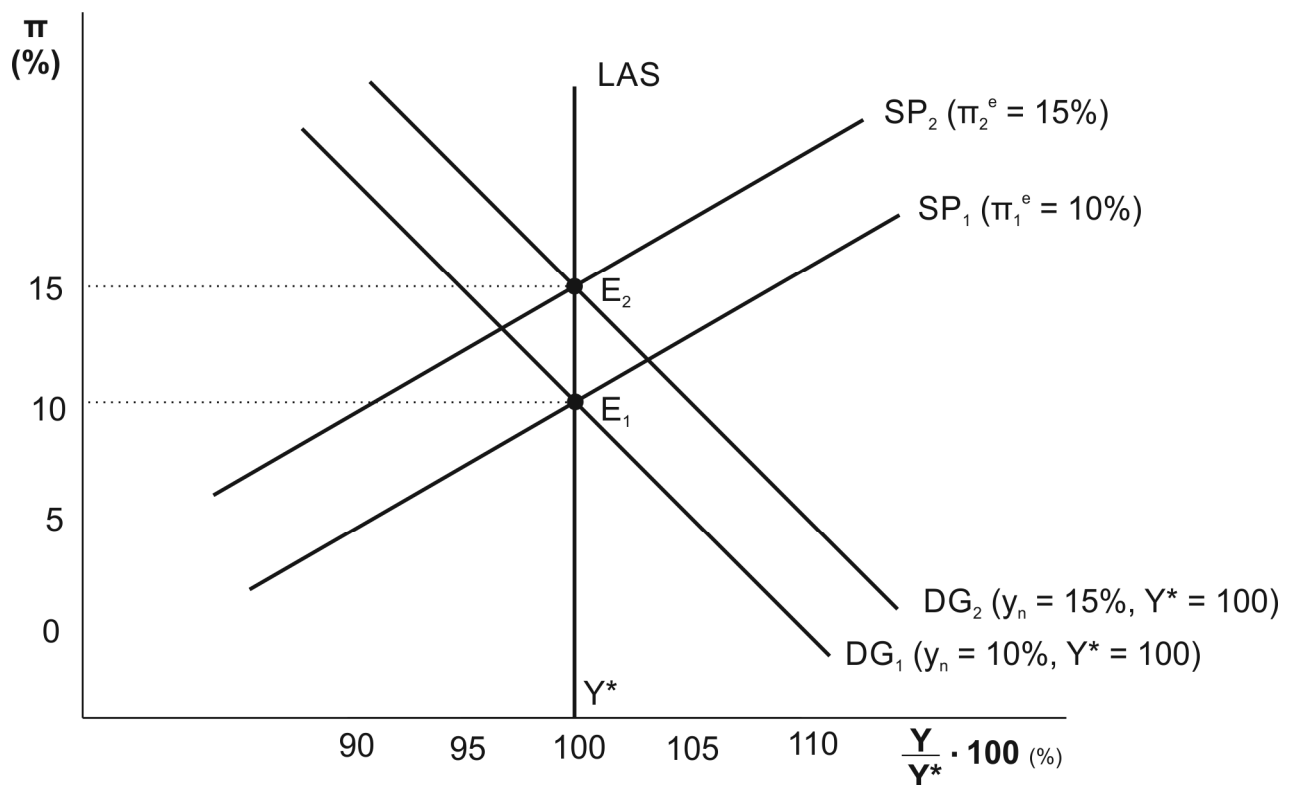


Předpokládáme  $j = 0$ ,  $y^* = 0\%$ ,  $g = 0,5$ .

| Období | $\pi_t^e = \pi_{t-1}^e$ | $\hat{Y}_{t-1}$ | $y_n(t)$ | $\pi_t$ | $\hat{Y}_t$ |
|--------|-------------------------|-----------------|----------|---------|-------------|
| 1      | 10                      | 0               | 10       | 10      | 0           |
| 2      | 10                      | 0               | 15       | 11,66   | +3,33       |
| 3      | 10                      | +3,33           | 15       | 12,77   | +5,56       |
| 4      | 10                      | +5,56           | 15       | 13,52   | +7,04       |
| 5      | 10                      | +7,04           | 15       | 14,01   | +8,03       |
| 6      | 10                      | +8,03           | 15       | 14,34   | +8,69       |
| 7      | 10                      | +8,69           | 15       | 14,56   | +9,13       |
| 8      | 10                      | +9,13           | 15       | 14,71   | +9,42       |
| 9      | 10                      | +9,42           | 15       | 14,81   | +9,61       |
| 10     | 10                      | +9,61           | 15       | 14,87   | +9,74       |

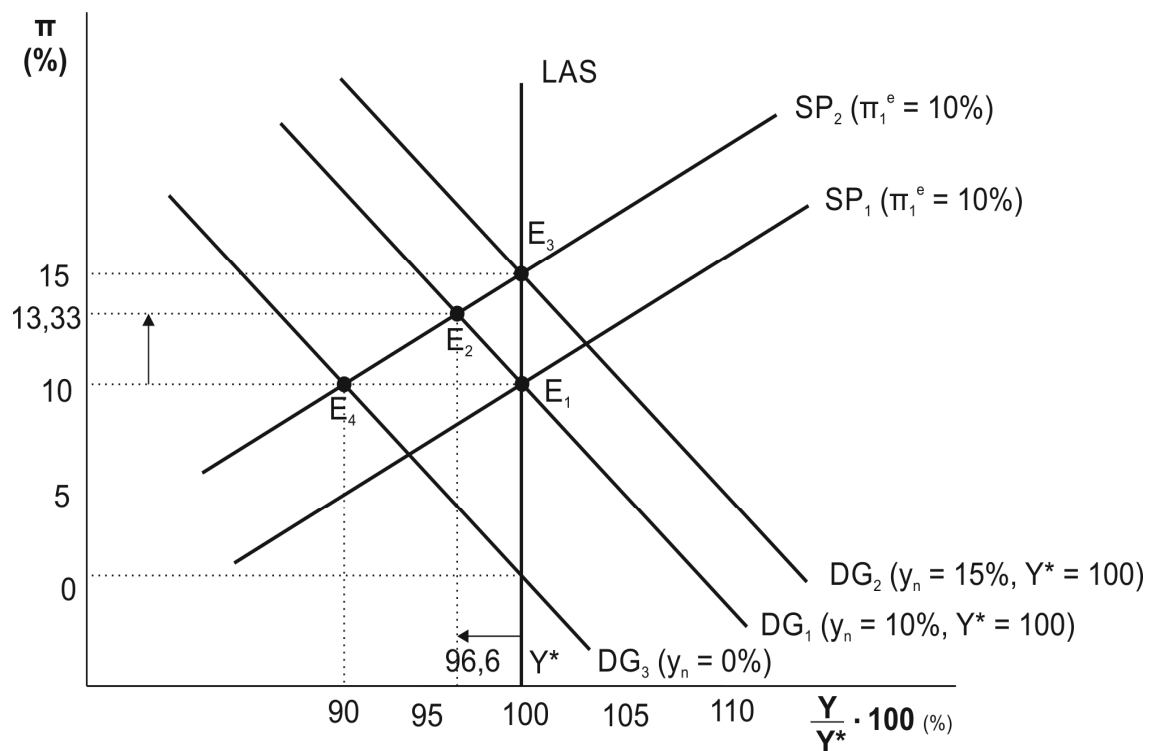
### c) Racionální očekávání

Obr. 12.5 Přizpůsobovací cesta a racionální očekávání



### 12.5 Nabídková inflace

Obr. 12.6 Nepříznivý nabídkový šok



$z_t$  – nabídkový šok

Dočasný, trvalý nabídkový šok.

Neutrální ( $E_2$ ), přízpusobovací ( $E_3$ ) a potlačovací ( $E_4$ ) politika.

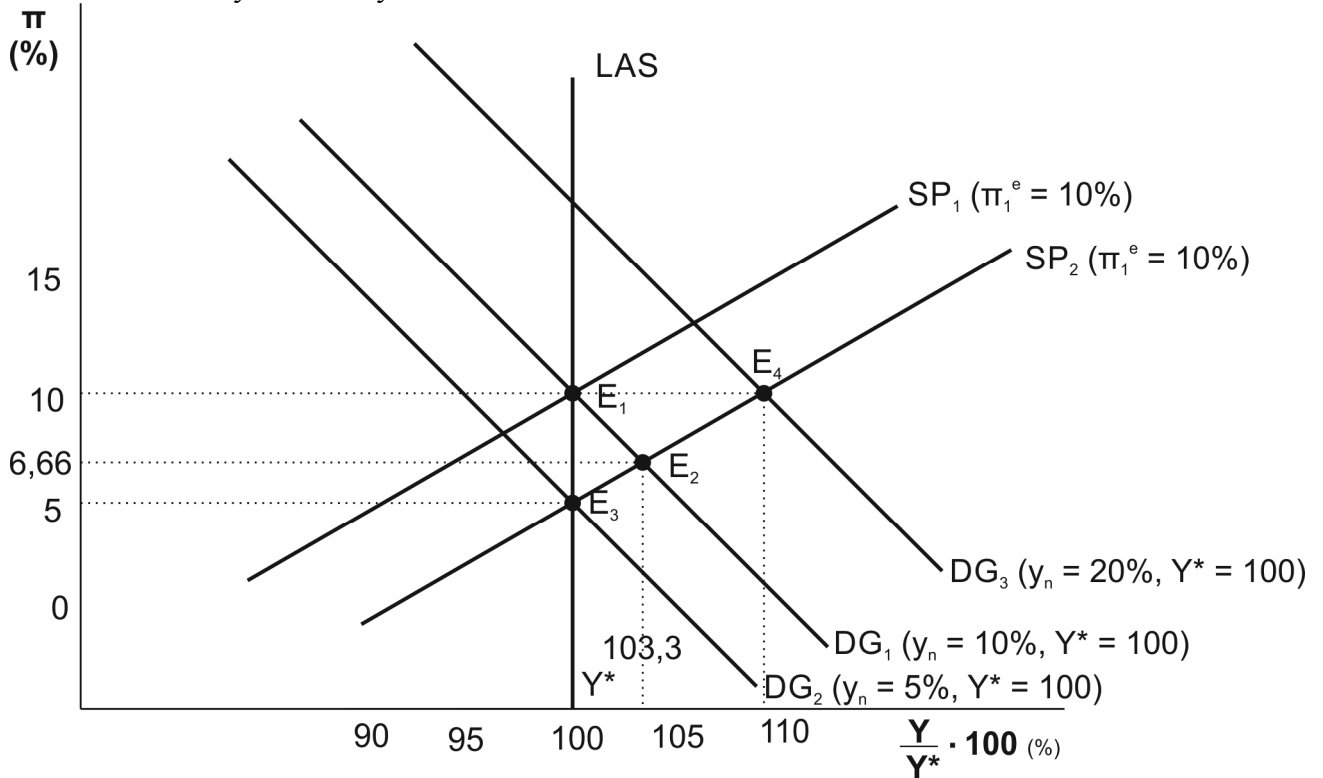
Výpočet přízpusobovací politiky:

$$15 = \frac{1}{1+0,5} \cdot [ 10 + 0,5 (y_n + 0) + 5 ]$$

$$y_n = 15 \%$$

Přízpusobivý nabídkový šok

Obr. 12.7 Přízpusobivý nabídkový šok



## 12.6 Metody léčení inflace

### Metoda cold turkey

= výrazné a trvalé snížení míry růstu agregátní poptávky

Recese je kratší, ale hlubší. Dezinflace je výraznější.

U metody cold turkey je inflace ve čtvrtém roce 4,66. V případě gradualistické metody je inflace ve čtvrtém roce stále vysoká na úrovni 12,74.

Předpokládáme  $j = 1$ ,  $y^* = 0 \%$  a  $g = 0,5$ .

### Prizpůsobovací cesta

| Období | $\pi_t^e = \pi_{t-1}^e$ | $\hat{Y}_{t-1}$ | $y_n(t)$ | $\pi_t$     | $\hat{Y}_t$ |
|--------|-------------------------|-----------------|----------|-------------|-------------|
| 1      | 15                      | 0               | 15       | 15          | 0           |
| 2      | 15                      | 0               | 6        | 12          | - 6         |
| 3      | 12                      | - 6             | 6        | 8           | <b>- 8</b>  |
| 4      | 8                       | - 8             | 6        | <b>4,66</b> | - 6,66      |
| 5      | 4,66                    | - 6,66          | 6        | 2,89        | - 3,55      |
| 6      | 2,89                    | - 3,55          | 6        | 2,74        | - 0,29      |
| 7      | 2,74                    | - 0,29          | 6        | 3,73        | +1,98       |
| 8      | 3,73                    | +1,98           | 6        | 5,14        | +2,84       |
| 9      | 5,14                    | +2,84           | 6        | 6,37        | +2,47       |
| 10     | 6,37                    | +2,47           | 6        | 7,07        | +1,40       |

### Gradualistická metoda

= pomalé a postupné snížení míry růstu agregátní poptávky

Recese je mírnější, ale její trvání je delší.

V příkladu je ekonomika jedenáct let pod potenciálem. Ekonomika neklesla pod potenciál tak hluboko jako u metody cold turkey.

Předpokládáme  $j = 1$ ,  $y^* = 0\%$  a  $g = 0,5$ .

### Prizpůsobovací smyčka

| Období | $\pi_t^e = \pi_{t-1}^e$ | $\hat{Y}_{t-1}$ | $y_n(t)$ | $\pi_t$      | $\hat{Y}_t$   |
|--------|-------------------------|-----------------|----------|--------------|---------------|
| 1      | 15                      | 0               | 15       | 15           | 0             |
| 2      | 15                      | 0               | 14       | 14,66        | - 0,66        |
| 3      | 14,66                   | - 0,66          | 13       | 13,89        | - 1,55        |
| 4      | 13,89                   | - 1,55          | 12       | <b>12,74</b> | - 2,29        |
| 5      | 12,74                   | - 2,29          | 11       | 11,40        | - 2,69        |
| 6      | 11,40                   | - 2,69          | 10       | 10,04        | <b>- 2,73</b> |
| 7      | 10,04                   | - 2,73          | 9        | 8,78         | - 2,51        |
| 8      | 8,78                    | - 2,51          | 8        | 7,68         | - 2,19        |
| 9      | 7,68                    | - 2,19          | 7        | 6,72         | - 1,91        |
| 10     | 6,72                    | - 1,91          | 6        | 5,84         | - 1,75        |
| 11     | 5,84                    | - 1,75          | 6        | 5,31         | - 1,06        |
| 12     | 5,31                    | - 1,06          | 6        | 4,96         | - 0,02        |

**Literatura:**

MACH, M. Makroekonomie II pro magisterské (inženýrské) studium. 1. a 2. část. 3. vydání. Slaný: MELANDRIUM. 2001. S. 265-316. ISBN 80-86175-18-9.