WZROST REGIONU A POSTĘP TECHNICZNY

Józef ROGOWSKI*

Niniejsza praca stanowi kolejną próbę[1] wprowadzenia regionów w uproszczony sposób do modelu wzrostu Harroda-Domara[2]. W pierwszych dwóch cytowanych tu pracach otrzymano wnioski, które można streścić następująco: bez napływu kapitału z zewnątrz niemożliwy byłby długookresowy wzrost obu regionów (oczywiście przy przyjętych tam założeniach), chociaż mogą istnieć warunki do wzrostów krótkoterminowych. Obecnie przedstawiona będzie próba takiego osłabienia warunków modelu Harroda-Domara, przy której oba regiony będą mogły się rozwijać i to endogenicznie.

Praca niniejsza jest podzielona na trzy części. W pierwszej zostanie przypomniany model zaprezentowany w [3]. Druga część zostanie poświęcona analizie warunków, przy których możliwy będzie wzrost obu regionów bez pomocy z zewnątrz. Ostatnia część zawierać będzie analizę wniosków.

1. Model typu Harroda-Domara dla regionów[3]

Załóżmy, że dany jest podział gospodarki na dwa regiony A i B o porównywalnej liczbie ludności, z których jeden (A) jest dużo słabiej rozwinięty gospodarczo niż drugi (B)[4]. Nie bierzemy pod uwagę siły roboczej, innymi słowy traktujemy jej zasób jako prawie nieograniczony, jak również zakładamy zamkniętość gospodarki, czyli brak handlu zagranicznego.

Wprowadźmy następujące oznaczenia:

Y_A, Y_B – produkcja/dochody

S_A, S_B – oszczędności

I_A, I_B – inwestycje

K_A, K_B – zasoby kapitału w regionach A i B, odpowiednio.

Jeżeli symbol bez indeksu dolnego oznaczać będzie odpowiednią wielkość w całej gospodarce, to otrzymamy

(1) $\qquad Y = Y_A + Y_B$

---

* prof. dr hab. Józef Rogowski, Uniwersytet w Białymstoku, Wydział Ekonomiczny

[1] Zob. [3] i [4].

[2] Zob. [1, s. 202 i dalsze].

[3] Zob. [3, s. 463-467].

[4] W niniejszej pracy nie rozważamy definicji regionu. Traktujemy to pojęcie bardziej abstrakcyjnie, o czym świadczy przyjęty podział na regiony i założenia na ich temat.

(2) $K = K_A + K_B$

(3) $I = I_A + I_B$

(4) $S = S_A + S_B$,

co przy założeniu występowania równowagi w skali makro, czyli $I = S$

(5) $I_A + I_B = S_A + S_B$.

Przyjmujemy, że w obu regionach mamy do czynienia ze stałymi, choć niekoniecznie równymi, krańcowymi skłonnościami do konsumpcji (c_A, c_B) i do oszczędności ($s_A = 1 - c_A$, $s_B = 1 - c_B$). Daje nam to następujące równania oszczędności

(6) $S_A = s_A Y_A$ oraz

(7) $S_B = s_B Y_B$.

Podobnie przyjmujemy stałe, choć niekoniecznie takie same, współczynniki kapitałochłonności (v_A, v_B) w regionach:

(8) $Y_A = \frac{1}{v_A} K_A$

(9) $Y_B = \frac{1}{v_B} K_B$.

Ponadto z definicji inwestycji (zakładamy brak deprecjacji kapitału) otrzymujemy:

(10) $I_A = \frac{dK_A}{dt}$

(11) $I_B = \frac{dK_B}{dt}$.

Jeżeli przyjmiemy, że o poziomie rozwoju gospodarczego regionu świadczy dochód *per capita*, to przy podobnej liczbie ludności i podobnym tempie przyrostu naturalnego w regionach, możemy przyjąć za kryterium rozwoju dochód globalny. Zatem nasze założenie, że region *A* jest słabiej rozwinięty niż *B* jest równoważne nierówności

(12) $Y_A < Y_B$

Kluczowym założeniem przyjętym w pracy jest ciążenie kapitału (oszczędności) do regionu silniejszego, a zatem występuje przepływ z regionu *A* do regionu *B*. Oznaczmy ten *eksport* symbolem $S_{A \to B}$. Otrzymamy zatem następujące warunki równowagi w obu regionach[5]:

(13) $I_A = S_A - S_{A \to B}$

[5] Zauważmy, że w ten sposób zapewniony też jest warunek równowagi (14) dla całej gospodarki.

(14) $I_B = S_B + S_{A \to B}$.

Po wstawieniu równań (6)-(11) do (13) i (14) powstaje układ równań różniczkowych opisujący akumulację kapitału w obu regionach:

$$(15)\quad \begin{cases} \dfrac{dK_A}{dt} = \dfrac{s_A}{v_A} K_A - S_{A \to B} \\ \dfrac{dK_B}{dt} = \dfrac{s_B}{v_B} K_B + S_{A \to B} \end{cases}$$

Przyjmijmy założenie, że przepływ oszczędności z *A* do *B* jest wprost proporcjonalny do różnicy w poziomie rozwoju obu regionów, rozumianych jako dochody *per capita*. Przy założeniu, że liczba ludności w nich jest podobna, to różnica poziomów może być traktowana jako różnica dochodów, czyli

(16) $S_{A \to B} = \kappa(Y_B - Y_A)$.

Przy powyższym założeniu układ (15) przyjmuje postać układu (17):

$$(17)\quad \begin{cases} \dfrac{dK_A}{dt} = \dfrac{s_A + \kappa}{v_A} K_A - \dfrac{\kappa}{v_B} K_B \\ \dfrac{dK_B}{dt} = \dfrac{s_B + \kappa}{v_B} K_B - \dfrac{\kappa}{v_A} K_A \end{cases}$$

Należy zauważyć, że zasób kapitału w regionie *A* nie będzie się zmieniał, jeżeli $\dfrac{dK_A}{dt} = 0$, czyli, gdy

$$(18)\quad \frac{s_A + \kappa}{v_A} K_A - \frac{\kappa}{v_B} K_B = 0$$

oraz będzie wzrastał, gdy

$$(19)\quad \frac{s_A + \kappa}{v_A} K_A - \frac{\kappa}{v_B} K_B > 0.$$

Analogicznie, zasób kapitału w regionie *B* będzie stały, gdy

$$(20)\quad \frac{s_B + \kappa}{v_B} K_B - \frac{\kappa}{v_A} K_A = 0$$

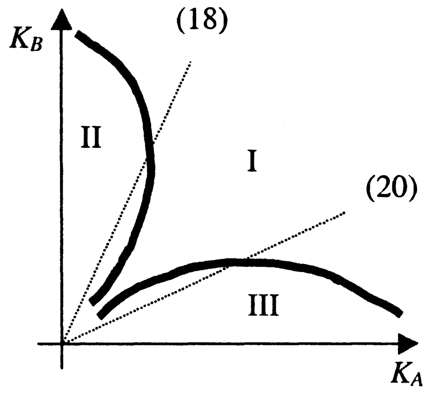
oraz będzie się powiększał, gdy

$$(21)\quad \frac{s_B + \kappa}{v_B} K_B - \frac{\kappa}{v_A} K_A > 0$$

Równania i nierówności (18) – (21) pozwalają narysować przestrzeń fazową, czyli wykresy zmian zasobów kapitałów w obu regionach (zob. rys. 1). Numery przy prostych oznaczają równania je opisujące. Z nierówności (19) i (21) wynika, że w obszarze I oba zasoby rosną, czyli oba regiony się rozwijają. Natomiast w obszarze II rośnie zasób kapitału w regionie *B*, a maleje w regionie *A*, co oznacza rozwój *B* i regres *A*. W części III rysunku 1 sytuacja jest odwrotna. Można więc zauważyć, że teoretycznie oba regiony mogą razem być w fazie wzrostowej (I), po czym od pewnego momentu jeden z nich zaczyna się cofać, możliwe jest nawet zamiana ról obu regionów. Patrząc na to realistycznie, to region słabszy zacznie się od pewnego momentu cofać.

RYSUNEK 1.

Przykładowe trajektorie zasobów kapitału w regionach *A* i *B*



Z równań (18) i (20) wynika, że przy stałych współczynnikach kapitałochłonności, krańcowej skłonności do oszczędzania oraz proporcjonalności przepływu oszczędności/kapitału z regionu A do B nie jest możliwy stały wzrost obu regionów[6].

2. Warunki wzrostu obu regionów

Z rozważań kończących poprzedni punkt można wywnioskować, że założenie o stałości parametrów modelu Harroda-Domara stoi na przeszkodzie jednoczesnego rozwoju. Spróbujmy zatem osłabić te założenia, czyli dopuścić do zmienności współczynników występujących w naszym modelu. W tym celu napiszmy r-nia (18) i (20) w postaci kierunkowej

$$(18') \qquad K_B = \frac{v_B}{v_A}\frac{s_A + \kappa}{\kappa} K_A$$

[6] Dokładniej taka możliwość istnieje. Jest nią granica dzieląca obszar na dwie części, z których jedna prowadzi do obszaru II, a druga – do III. Jednak ta granica nie jest stabilna. Odchylenie od niej doprowadzi zmiany w zasobach kapitałów albo do obszaru II, albo – III, czyli do regresu jednego z regionów.

(20') $$K_B = \frac{v_B}{v_A} \frac{\kappa}{s_B + \kappa} K_A.$$

Zauważmy, że mamy do czynienia z jednoczesnym wzrostem regionów, gdy punkt o współrzędnych (K_A, K_B) znajduje się w polu I na rys. 1, czyli między prostymi o równaniach (18') i (20'). Załóżmy, że trajektoria przechodząca przez powyższy punkt przechodzi w pewnym momencie do obszaru II, czyli wówczas zaobserwować można regres w regionie A. Aby temu zaradzić prosta (18') powinna obrócić się w lewo, czyli jej współczynnik kątowy powinien wzrosnąć, co zapiszmy symbolicznie jako

(22) $$\frac{v_B}{v_A} \frac{s_A + \kappa}{\kappa} \uparrow.$$

Przypomnijmy, że κ oznacza stosunek przepływu oszczędności (kapitału) z regionu A do B do różnicy w dochodach obu regionów. Podtrzymajmy założenie o stałości tego parametru. Ponieważ krańcowa skłonność do oszczędzania nie zmienia się gwałtownie, to (22) jest równoważne z

(23) $$\frac{v_B}{v_A} \uparrow.$$

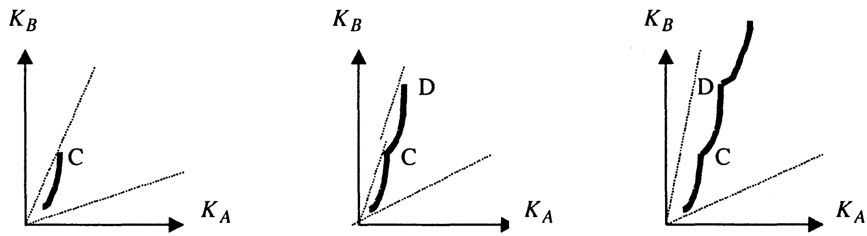
Zatem należałoby oczekiwać wzrostu stosunku współczynników kapitałochłonności regionu bardziej rozwiniętego do regionu mniej rozwiniętego, czyli szybszego wzrostu produktywności kapitału w regionie *biedniejszym* niż w *bogatszym*. Wówczas ubytek kapitału zostanie zrekompensowany większą wydajnością kapitału pozostałego. W ten sposób w regionie A w dalszym ciągu zaobserwować można wzrost gospodarczy. Innymi słowy, postęp techniczny powodujący większy wzrost produktywności kapitału w regionie mnie rozwiniętym niż w bardziej rozwiniętym będzie odsuwał moment, w którym akumulacja kapitału stanie się zerowa. Ten proces w przypadku skokowego postępu technicznego jest pokazany na rys. 2[7]. W pierwszej jego części (a) trajektoria zasobu kapitału w regionach A i B zetknęła się z prostą o r-niu (18), co oznacza, że od tego momentu zasób kapitału w regionie A zacznie się zmniejszać (punkt C na rys. 2a). Jednocześnie na skutek wzrostu wydajności kapitału w tym regionie w stosunku do regionu drugiego obróciła się prosta (18) i (20), ponieważ wzrosła wartość stosunku v_B/v_A, co spowodowało, że punkt C znalazł się w obszarze łącznego wzrostu (zob. rys. 2b). Po pewnym czasie sytuacja się powtórzyła, czyli osiągnięty został punkt D prostej (18), czyli zastopowano akumulację kapitału w regionie A. I znowu na skutek szybszego postępu technicznego w regionie A w porównaniu z regionem B prosta (18) obróciła się w lewo pozostawiając punkt D w obszarze wzrostowym (zob. rys. 2c). W ten sposób na skutek więk-

[7] Przyjmujemy tu dyskretny postęp techniczny tylko z powodu łatwiejszego jego zilustrowania.

szej innowacyjności gospodarki regionu A w stosunku do regionu B można zaobserwować występujący w nich jednoczesny wzrost gospodarczy.

RYSUNEK 2.

Przesuwanie się obszaru jednoczesnego rozwoju zapewniające akumulację kapitału i wzrost produkcji w obu regionach



a) b) c)

Spróbujmy to opisać analitycznie. Przypomnijmy, że zmiany zasobów kapitału w obu regionach opisuje układ równań różniczkowych (17). W celu pewnego uproszczenia wzorów załóżmy, że krańcowe skłonności do oszczędności są w obu regionach równe, czyli zachodzi:

(24) $s_B = s_A = s$.

Wówczas (17) przybiera postać:

$$(25)\qquad \begin{cases} \dfrac{dK_A}{dt} = \dfrac{s+\kappa}{v_A} K_A - \dfrac{\kappa}{v_B} K_B \\ \dfrac{dK_B}{dt} = \dfrac{s+\kappa}{v_B} K_B - \dfrac{\kappa}{v_A} K_A \end{cases}$$

Bez wdawania się w szczegóły rozwiązaniem tego układu są funkcje

$$(26)\qquad K_A(t) = \frac{(\alpha_1 K_{A0} + K_{B0}) e^{(\gamma_1 - \gamma_2)t} - (\alpha_2 K_{A0} + K_{B0})}{\alpha_1 - \alpha_2} e^{\gamma_2 t}$$

(27)

$$K_B(t) = \frac{\alpha_1(\alpha_2 K_{A0} + K_{B0}) - \alpha_2(\alpha_1 K_{A0} + K_{B0}) e^{(\gamma_1 - \gamma_2)t}}{\alpha_1 - \alpha_2} e^{\gamma_2 t}$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają

K_{A0}, K_{B0} – zasób kapitału w momencie 0 w regionach A i B odpowiednio;

(28)

$$\gamma_{1,2} = \frac{(s+\kappa)(v_A+v_B) \mp \sqrt{s(v_B-v_A)^2(s+2\kappa)+\kappa^2(v_A+v_B)^2}}{2v_Av_B};$$

(29)

$$\alpha_{1,2} = \frac{1}{2\kappa}\left((s+\kappa)\left(1-\frac{v_B}{v_A}\right) \pm \frac{\sqrt{s(v_B-v_A)^2(s+2\kappa)+\kappa^2(v_A+v_B)^2}}{v_A}\right)$$

Ponadto zachodzą następujące nierówności:

(30) $0<\gamma_1<\gamma_2$;

(31) $\alpha_1>\alpha_2$.

Jeżeli

(32)

$$\alpha_2K_{A0}+K_{B0}<0 \quad \& \quad \alpha_1K_{A0}+K_{B0}>0 \quad \& \quad \alpha_1<0,$$

to wówczas z (26) i (27) wynika, że w obu regionach mamy do czynienia z akumulacją kapitału, której tempo dąży do γ_2. Natomiast w przypadku, gdy

(33) $\alpha_2K_{A0}+K_{B0}>0 \quad \& \quad \alpha_1>0$,

obserwuje się od pewnego momentu zmniejszanie się zasobu kapitału w regionie A i wzrost w regionie B ze stopą wzrostu dążącą do γ_2. Należy zauważyć, że gdy lewa strona pierwszej nierówności (33) maleje, czyli maleje α_2, to dłuższy jest okres jednoczesnego wzrostu. Z (29) wynika, że to ma miejsce, jeżeli zachodzi (23), czyli w regionie mniej rozwiniętym wydajność kapitału rośnie szybciej niż w regionie drugim, a to ma miejsce, gdy region A jest bardziej *otwarty* na postęp techniczny.

3. Wnioski

Zauważmy, że przedstawiony model pokazuje, że istnieją warunki, przy których oba regiony mogą się rozwijać. W [3, 4] wskazano, że w celu utrzymania wzrostu w obu regionach konieczne są działania zewnętrzne wymuszające przepływy kapitałowe w kierunku regionu słabiej rozwiniętego. W niniejszej pracy poprzez osłabienie założenia o stałych współczynnikach występującego w klasycznym modelu Harroda-Domara otrzymano, że możliwy jest jednoczesny rozwój obu części gospodarki, gdy w odpowiedni sposób będą się zmieniać produktywności kapitału. To z kolei podkreśla rolę, jaką ma do odegrania innowacja i postęp techniczny.

Należy zdać sobie sprawę, że przyjęty tu model, podobnie jak w przywoływanych tu pracach, jest zbyt uproszczony. Nie bierze się pod uwagę handlu zagranicznego, roli rządu i samorządów. I co najważniejsze nie uwzględnia się problemów lokalizacji przedsiębiorstw. Należy też sądzić, że należałoby sięgnąć w tego typu badaniach do ekonomii przestrzennej[8].

Literatura

1. Allen R.G.D., *Teoria makroekonomiczna. Ujęcie matematyczne.*, PWN, Warszawa 1975.
2. Fujita M., Thisse J.-F., *Economics of Agglomeration. Cities, Industrial Location, and Regional Growth*, Cambridge University Press, Cambridge 2002.
3. Rogowski J., *Model wzrostu regionu*, [w:] Bieńkowski W., Grabowiecki J., Wnorowski H. (red.), *Współpraca transgraniczna z krajami bałtyckimi, Białorusią i Rosją – Obwód Kaliningradzki w warunkach integracji Polski z Unią Europejską*, Wyd. Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok 2003.
4. Rogowski J., *Ogólny model tworzenia kapitału w regionie w warunkach równowagi*, [w:] Meredyk K. (red.), *Proces tworzenia kapitału w gospodarce peryferyjnej*, Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok 2004.

[8] Zob. np. [2].