
Bierna zasobowa regulacja zakresu aktywności umysłowej oderwanej od zadania

MAREK KOWALCZYK

Instytut Psychologii

Uniwersytet im. A. Mickiewicza

Streszczenie. *Badania dotyczące pojawiania się myśli oderwanych od zadania wykonywanego przez podmiot pokazują, że takich myśli jest tym mniej, im większe wymagania stawia ono systemowi poznawczemu, jeśli chodzi o zaangażowanie procesów zarządczych, złożoność, trudność bądź częstość wykonywanych operacji. Jednym z możliwych wyjaśnień tych zależności jest hipoteza biernej regulacji zasobowej: aktywność umysłowa oderwana od zadania rozwija się w takim zakresie, w jakim procesy realizujące zadanie pozostawiają wolne zasoby niezbędne do jej rozwoju. Analizy przedstawione w artykule motywowane są pytaniem o teoretyczną konkretyzację tej idei. Jaka jest natura zasobowych ograniczeń, które mają uniemożliwiać równoczesne rozwijanie się aktywności umysłowej dotyczącej zadania i oderwanej od niego? Na jakim etapie rozwoju aktywności umysłowej prowadzącej do pojawienia się myśli oderwanej od zadania występuje w związku z tymi ograniczeniami zasobowa blokada? Pod tym kątem rozważane są cztery współczesne znaczące ujęcia „roboczej” części umysłu: modele pamięci roboczej Baddeleya i Cowana oraz architektury kognitywne ACT-R i CAPS. Chociaż w tych teoriach są uwzględnione ograniczenia dotyczące przetwarzania lub aktywnego przechowywania, z którymi może wiązać się bierna regulacja zasobowa, to ważne pytania dotyczące mechanizmów takiej regulacji pozostają bez odpowiedzi. Wyjaśnienie odwołujące się do idei biernej regulacji zasobowej stawia przed modelami funkcjonowania umysłu nowe wyzwania.*

Słowa kluczowe: *myśli oderwane od zadania, zasoby, bierna regulacja zasobowa, pamięć robocza, uwaga*

1. Wprowadzenie

W trakcie wykonywania codziennych czynności, takich jak prowadzenie samochodu, przygotowywanie posiłku, sprzątanie czy czytanie, możemy zacząć myśleć o czymś, co nie wiąże się z właśnie realizowanym zadaniem, z bodźcami, na które w związku z nim reagujemy, a także z innymi elementami naszego bezpośredniego otoczenia. To banalne zjawisko pojawiania się myśli oderwanych od tego, co dzieje się tu i teraz, jest przejawem szczególnie ważnej właściwości ludzkiego umysłu interpretowanego jako system przetwarzania informacji: jego zdolności wychodzenia poza analizę bieżących oddziaływań otoczenia i poza decydowanie o bieżącym zachowaniu w odpowiedzi na te oddziaływania. Aktywność myślowa oderwana od obecnej sytuacji i zadania może polegać na rozwiązywaniu problemów, generowaniu przewidywań, planowaniu przyszłych zachowań, sprzyjając osiągnięciu celów, które są ważne dla podmiotu lub organizmu. W bardziej ogólnej perspektywie można ją interpretować jako doskonalenie podstawowego narzędzia, za pomocą którego człowiek radzi sobie w fizycznym, biologicznym i społecznym świecie: jego wiedzy. Myśli oderwane od zadania i bieżących oddziaływań otoczenia mogą się wiązać z operacjami jej organizowania, rozbudowywania i rewidowania (zob. Binder i in. 1999). Z drugiej strony, z pojawianiem się myśli oderwanych wiąże się ryzyko zakłócenia bądź opóźnienia w realizacji bieżącego zadania bądź nieadekwatnego reagowania na wymogi otoczenia (przegląd badań: Kowalczyk 2007). Pojawianie się takich myśli prawdopodobnie oznacza, że informacja niezwiązana z zadaniem czasowo absorbuje mechanizmy, które odgrywają ważną rolę w realizowaniu czynności nierutynowych (zob. Baddeley 1993; Smallwood i Schooler 2006; Teasdale i in. 1995)¹. Zważywszy na fundamentalne znaczenie zdolności odrywania się w przetwarzaniu informacji od tego, co dzieje się tu i teraz, a także na niekiedy istotne negatywne konsekwencje takiego oderwania, jako ważny jawi się problem, od czego zależy wzbudzenie i rozwijanie się tej aktywności i jakie czynniki ją ograniczają.

Badania laboratoryjne dotyczące pojawiania się myśli lub wyobrażeń oderwanych od zadań wykonywanych przez podmiot lub od jego bezpośredniego otoczenia podjęli w latach 60. XX wieku Antrobus i Singer (Antrobus 1968; Antrobus, Coleman i Singer 1967; Antrobus,

¹Odmienne interpretacje wyników badań zaproponowali McVay i Kane (2010), którzy głoszą, że „błądzenie myślami” nie tyle angażuje procesy zarządcze, ile wynika z zakłóceń w ich funkcjonowaniu (zob. też odpowiedź Smallwooda 2010).

Singer i Greenberg 1966; zob. też Singer 1988), kreując coś w rodzaju odrębnego paradygmatu badawczego. Przedmiotem manipulacji eksperymentalnej są tu warunki określone przez obecność bądź nieobecność zadania, jego charakter i właściwości związanej z nim stymulacji bodźcowej, a główny przedmiot analizy stanowi częstość pojawiania się świadomych myśli, które nie dotyczą wykonywanego zadania lub bieżącej sytuacji. Wyniki uzyskane w tym „paradygmacie myśli oderwanych” pokazują, że im większe wymagania narzuca systemowi poznawczemu sytuacja lub zadanie — im bardziej nieprzewidywalna jest stymulacja bodźcowa, im bardziej złożone są reguły reagowania, im częściej wymagana jest decyzja lub reakcja, im większe są koszty błędu — tym mniej jest myśli oderwanych (przeгляд: Kowalczyk 2007). W ostatnich latach te ustalenia znalazły znaczące uzupełnienie w analizach dotyczących aktywności mózgu w trakcie „odpoczynku” i w czasie wykonywania zadań o różnym stopniu złożoności lub trudności. Kiedy człowiek nie wykonuje żadnego zadania, pewne obszary mózgu — w korze czołowej, ciemieniowej i skroniowej — przejawiają aktywność, która zmniejsza się wraz z podjęciem zadania (np. Binder i in. 1999; Christoff, Ream i Gabrieli 2004; Mazoyer i in. 2001; McKiernan i in. 2003, 2006; Shulman i in. 1997). Redukcja tej zorganizowanej aktywności mózgu następuje po podjęciu zadań o bardzo różnym charakterze i jest tym większa, im trudniejsze czy bardziej złożone jest zadanie (McKiernan i in. 2003, 2006). Łącząc procedury badawcze „paradygmatu myśli oderwanych” z neuroobrazowaniem, potwierdzono, że warunki zadania nasilające aktywność w obszarach mózgu, których wzbudzenie jest negatywnie związane z obecnością zadania, sprzyjają też pojawianiu się myśli oderwanych. Te obszary są bardziej aktywne i myśli oderwanych jest więcej, kiedy zadanie jest łatwiejsze (McKiernan i in. 2003, 2006) lub lepiej wyćwiczone (Mason i in. 2007). Ponadto stwierdzono, że nasilenie aktywności w tych obszarach było większe u osób, które w odpowiednim kwestionariuszu deklarowały silniejszą skłonność do marzeń na jawie (Mason i in. 2007).

Zależności pomiędzy warunkami zadania a częstością pojawiania się myśli oderwanych można interpretować jako przejaw realizowania przez umysł pewnego dynamicznego standardu regulacyjnego w ustalaniu barier dla rozwoju aktywności umysłowej oderwanej od zadania. Byłoby nim wyznaczenie jej zakresu na takim maksymalnym poziomie, na jakim jeszcze nie zagraża ona sprawności realizacji zadania. Zakładając tego rodzaju regulację, możemy pytać o to, jakie mechanizmy ją realizują.

We wcześniejszej pracy (Kowalczyk 2007) wyróżniłem dwa rodzaje mechanizmów, które mogłyby pełnić tę rolę. Jedną ich kategorią to mechanizmy inhibicyjne. Procesy umysłowe zagrażające sprawnej re-

alizacji zadania lub zakłócające jego wykonywanie mogą być w aktywny sposób blokowane poprzez uruchomienie specjalnych instrumentów — procesów hamowania. Negatywny związek pomiędzy trudnością czy złożonością zadania a przejawami aktywności oderwanej od niego może być tłumaczony dostosowaniem zakresu lub siły hamowania do bieżących wyzwań i warunków, a zakłócenia w realizacji zadania związane z tą aktywnością — słabością mechanizmów inhibicyjnych bądź zaburzeniami w ich funkcjonowaniu.

Drugi rodzaj hipotetycznych mechanizmów, które mogą być odpowiedzialne za negatywną zależność pomiędzy wymogami zadania a przejawami aktywności umysłowej oderwanej od niego, można określić mianem biernej regulacji zasobowej. To wyjaśnienie opiera się na założeniu, że wszelka aktywność umysłowa wymaga pewnego rodzaju zasobów czy środków, których ilość jest ograniczona. Bieżąca dostępność tych zasobów limituje możliwość przetwarzania równoległego. Aktywność umysłowa oderwana od sytuacji lub wykonywanego zadania rozwija się w takim zakresie, w jakim procesy realizujące zadanie lub warunkujące adekwatne reagowanie na wymogi bezpośredniego otoczenia pozostawiają wolne środki, które są niezbędne do jej rozwoju. W im większym stopniu absorbuje te zasoby zadanie czy bieżąca sytuacja, tym mniej ich zostaje na aktywność oderwaną.

Na pierwszy rzut oka jest to rozwiązanie prostsze (wyjaśnienie bardziej oszczędne) niż inhibicyjne. Tego rodzaju regulacja zakresu aktywności umysłowej oderwanej od zadania spełniałaby swoją rolę — umożliwienie rozwijania się tej aktywności w takim maksymalnym zakresie, w jakim jeszcze nie szkodzi ona realizacji zadania — wymagając od umysłu jedynie... zajmowania się zadaniem, a nie wymagając zaangażowania dodatkowych, specjalnie dedykowanych środków, takich jak hamowanie. Stąd nazwa „bierna” regulacja zasobowa². Idea biernej regulacji zasobowej inaczej niż wyjaśnienie inhibicyjne ukierunkowuje poszukiwanie odpowiedzi na pytanie o to, jak dochodzi do błędów w realizacji zadania związanych z aktywnością umysłową oderwaną od niego, czyli o przypadki, kiedy zawodzą mechanizmy, które regulują zakres aktywności umysłowej oderwanej od zadania zgodnie z przedstawionym wyżej domniemanym standardem.

Analizy przedstawione w tym artykule motywowane są pytaniem o teoretyczną konkretyzację idei biernej regulacji zasobowej w wyjaśnia-

² „Biernej” regulacji zasobowej można przeciwstawić „aktywną” regulację zasobową, wiążącą się z działaniem mechanizmów zarządczych, które według jakichś kryteriów dystrybuują zasoby w różnych proporcjach pomiędzy różne procesy umysłowe czy zadania zgodnie z realizowanymi celami.

niu negatywnej zależności pomiędzy wymaganiami zadania lub wyzwaniem bezpośredniej sytuacji a częstością pojawiania się myśli oderwanych. Jaka jest natura ograniczeń, które mają uniemożliwiać równoczesne rozwijanie się aktywności umysłowej dotyczącej zadania i oderwanej od niego? Na jakim etapie rozwoju aktywności umysłowej prowadzącej do pojawienia się myśli oderwanej od zadania występuje w związku z tymi ograniczeniami zasobowa blokada? Jaka jest dynamika blokowania jednej aktywności umysłowej przez inną i co decyduje o takim, a nie odwrotnym ich funkcjonalnym usytuowaniu względem siebie? Chociaż wyjaśnienia odwołujące się do ograniczonych zasobów są popularne w pracach związanych z paradygmatem myśli oderwanych (np. Antrobus 1968; Forster i Lavie 2009; Giambra 1995; McKiernan i in. 2003, 2006; Teasdale i in. 1993, 1995; zob. jednak Smallwood, Baracaia i in. 2003; Smallwood, Obonsawin i Heim 2003), to tego rodzaju pytania nie są w nich stawiane. Typowe dla analiz teoretycznych i rozwiązań operacjonalizacyjnych w tym paradygmacie jest ujmowanie procesu prowadzącego do pojawienia się myśli niezwiązanej z zadaniem lub sytuacją jako wewnętrznie niezróżnicowanej całości, jakby realizował się on w jednym kroku, na zasadzie „wszystko albo nic”. W artykule proponuję bardziej analityczne spojrzenie na ten proces.

Zaczynam od bliższego przedstawienia pojęcia zasobów oraz biernej regulacji zasobowej. Następnie przedstawiam ogólny model genezy świadomych myśli oderwanych od zadania. Nie stanowi on zamkniętej deklaracji teoretycznej, ale pełni rolę konstrukcji pojęciowej budującej ramy dla pytań i hipotez dotyczących mechanizmów regulacji zasobowej. Do możliwości określonych przez te ramy odnoszę rozwiązania przyjmowane w kilku znaczących modelach pamięci roboczej, pytając o to, w jaki sposób może się w świetle tych modeli realizować bierna regulacja zasobowa.

2. Zasoby i regulacja zasobowa

„Zasoby” to ograniczone wewnętrzne środki, jakimi dysponuje umysł, niezbędne do przetwarzania informacji. Pojęcie zasobów wyeksplikował Navon (1984, 1998), wymieniając następujące ich właściwości: 1) każda jednostka zasobów może być wykorzystana przez różnych użytkowników (różne procesy umysłowe czy też procesy umysłowe realizujące różne zadania); 2) każda jednostka zasobów może być przydzielona w danym czasie jednemu użytkownikowi niezależnie od przydziału jakichkolwiek innych jednostek w tym samym czasie; 3) w jednym czasie jednostka zasobów może być wykorzystywana przez tylko jednego użyt-

kownika; 4) jednostki zasobów przyczyniają się do efektów przetwarzania w sposób kumulatywny, a nie synergistyczny; 5) jednostki zasobów pochodzą z ograniczonej puli. Zasoby to „pule jednostek o wielorakim zastosowaniu, tak jak jednostki paliwa, robotnicy w fabryce czy miejsce magazynowe” (Navon 1998, s. 841). Te metafory wydają się dobrym punktem wyjścia do zasygnalizowania dwóch ważnych kwestii dotyczących zasobów. Pierwsza dotyczy ich specyficznego bądź niespecyficznego charakteru.

Nie każde paliwo pasuje do każdego silnika, pewne operacje w fabryce potrafią wykonać jedynie odpowiednio wyspecjalizowani pracownicy, do przechowywania ropy czy ciekłego gazu potrzeba innych magazynów niż do przechowania np. książek. Wpływowa koncepcja zaproponowana przez Kahnemana (1973) zakładała tylko jedną pulę zasobów niespecyficznych, uczestniczących w realizacji różnych zadań umysłowych. Badacze rozwijający tę koncepcję dostrzegli potrzebę postulowania większej liczby pul wyspecjalizowanych zasobów (Norman i Bobrow 1975; Navon i Gopher 1979; Wickens 1984). Okazało się, że poziomu wykonania zadań realizowanych równocześnie nie można wyjaśnić, odwołując się do ich względnie stałego zapotrzebowania na zasoby z jakiejś jednej, ograniczonej puli oraz wynikającej stąd sumarycznej wielkości tego zapotrzebowania, kiedy zadania są łączone. Generalnie, zadania podobne zakłócają się wzajemnie silniej niż niepodobne. Hipotezę zasobów specyficznych lub też hipotezę wielu pul zasobów wspierają wyniki analiz aktywności mózgu, wskazujące na zaangażowanie różnych jego obszarów w trakcie wykonywania zadań o różnym charakterze.

Uznanie zasobów specyficznych nie wyklucza jednak możliwości istnienia pewnego rodzaju zasobów niespecyficznych, zaangażowanych w mniejszym lub większym stopniu przy wykonywaniu wszelkich zadań, tak jak uznanie zdolności specyficznych nie musi wykluczać ogólnego czynnika inteligencji. Przesłanką założenia o istnieniu zasobów niespecyficznych są efekty interferencji w trakcie równoczesnego wykonywania zadań o bardzo różnym charakterze. Na przykład Just, Keller i Cynkar (2008) pokazali, że w warunkach weryfikowania zdań podawanych słuchowo obniżała się sprawność prowadzenia wirtualnego samochodu. Co więcej, słabła wtedy aktywność ciemieniowych oraz potylicznych obszarów mózgu, silnie zaangażowanych w trakcie kierowania pojazdem. Również w innych badaniach stwierdzano, że suma aktywacji obszarów zaangażowanych w wykonywanie zadań o różnym charakterze jest wyższa, kiedy te zadania są wykonywane w izolacji, niż kiedy są wykonywane łącznie (Just i in. 2001; Newman, Keller i Just 2007; zob. też punkt 5.4).

Druga istotna kwestia dotycząca ujęcia zasobów i konkretyzacji wyjaśnień zasobowych znajduje swój wyraz w różnicach pomiędzy „miejscem w magazynie” i „jednostką paliwa” jako metaforami obrazującymi, czym są zasoby. Te metafory mogą odmiennie kształtować myślenie o zasobach, prowadząc do odmiennych pytań i hipotez. Metafora „miejsca” prowadzi do pytania o informacyjną pojemność operacyjnej części umysłu, nazywanej dzisiaj pamięcią roboczą (a wcześniej pamięcią pierwotną, świeżą lub krótkotrwałą) lub też jakiegoś subsystemu pamięci roboczej. Ta pojemność bywa zwykle wyrażana za pomocą maksymalnej liczby dyskretnych elementów, zintegrowanych „pakietów” czy „kęsów” informacji, które mogą być utrzymywane równocześnie w stanie wysokiej dostępności. Zasobowa blokada jednej aktywności umysłowej przez inną wiązałaby się w takim ujęciu z zawłaszczeniem pewnej ograniczonej funkcjonalnej przestrzeni. Rodzi to na przykład pytanie, jakie czynniki stabilizują stan owego zawłaszczenia — mówimy bowiem o dynamicznym obszarze umysłu, w którego funkcjonowanie wpisana jest nieustanna informacyjna zmiana.

Innego rodzaju problemy nasuwa ujęcie zasobów jako „paliwa” czy „energii mentalnej”. Paliwo musi być wytwarzane lub dostarczane, i jest zużywane przez proces umysłowy, a nie tylko czasowo „zajmowane”, a potem zwalniane. Rolę „paliwa” czy „energii mentalnej” w niektórych modelach umysłu pełni „pobudzenie” dystrybuowane pomiędzy jednostki poznawcze, przy czym jego pula ma być ograniczona (np. Anderson, Lebiere, Lovett i Reder 1998; Anderson, Reder, Lebiere 1996; Just i Carpenter 1992; Just, Carpenter i Varma 1999; Just i Varma 2002, 2007). W tych ramach teoretycznych pytań powinniśmy o czynniki wyznaczające chwilową dostępność pobudzenia, determinanty wielkości jego bieżącej „dostawy”, a także o reguły jego ciągłej dystrybucji pomiędzy jednostki poznawcze.

Jak pokażę w następnym punkcie, inaczej w świetle obydwu metafor jawi się problem zasobowej regulacji aktywności umysłowej oderwanej od zadania w warunkach wykonywania prostych zadań sensomotorycznych, w których podejmowane są proste decyzje w stosunku do pojedynczych bodźców pojawiających się z większą lub mniejszą częstością — czyli badań typowych dla paradygmatu myśli oderwanych (np. Antronobus 1968; Giambra 1989, 1995; zob. też Singer 1988).

Tak jak w wypadku opozycji „zasoby specyficzne czy niespecyficzne”, te dwa ujęcia zasobów — zasoby jako „pojemność” pewnego rodzaju pamięci operacyjnej i zasoby jako rodzaj energii umysłowej — nie muszą się wzajemnie wykluczać. Mogą bowiem istnieć niezależne „bazalne” czy strukturalne ograniczenia dotyczące możliwości znajdowania

się równocześnie reprezentacji umysłowych w pewnym stanie aktywnym (powiedzmy „w pamięci roboczej”) oraz ograniczenia w bieżącej „dostawie” pobudzenia warunkującego wszelką aktywność umysłową.

3. Zasobowa regulacja procesów przychodzenia myśli do głowy: ogólne ramy teoretyczne

Niech ramy dla dalszych rozważań o zasobowej regulacji aktywności umysłowej oderwanej od zadania stanowi model, w którym rozróżnia się trzy rodzaje reprezentacji umysłowych w stanie aktywnym: reprezentacje wzbudzone w pamięci trwałej, reprezentacje w pamięci roboczej oraz reprezentacje uświadamiane (por. Kowalczyk 2007). Zgodnie z tym modelem pojawianie się świadomych myśli wiąże się z procesami wzbudzania, wydobywania oraz uświadamiania treści zapisanych w pamięci trwałej, a także z procesami transformowania treści wydobytych i uświadamiania rezultatów tych transformacji.

Wzbudzanie reprezentacji może się dokonywać w trybie „dół-góra”, czyli w procesie interpretacji pobudzenia sensorycznego, w trybie „góradół”, czyli w związku ze zaktywizowanym celem, a także w wyniku jej powiązania z innymi reprezentacjami, które są wzbudzone w systemie. Od stopnia wzbudzenia reprezentacji zależy pozytywnie prawdopodobieństwo jej wydobywania, a proces wzbudzania stanowi składnik mechanizmu wydobywania.

Przez wydobywanie rozumiem wprowadzenie informacji zapisanej w pamięci deklaratywnej w taki chwilowy stan funkcjonalny, że staje się ona dostępna dla operacji umysłowych. Określimy mianem „schematu przetwarzania” jednostkę wiedzy proceduralnej, dla której „wejściem” są określone kategorie informacji, a „wyjściem” — rezultat przetransformowania tych informacji według pewnej reguły. „Wydobywanie” treści oznacza, że stają się one potencjalnie dostępne dla schematów przetwarzania i mogą wchodzić w interakcje z innymi treściami, pełniąc wraz z nimi rolę wartości zmiennych w tych schematach. Na przykład dla schematu dodawania „wejściem” są reprezentacje określonych liczb, a „wyjściem” ich suma. Metaforyczną przestrzeń zajmowaną przez reprezentacje wydobyte można określić mianem „obszaru roboczego”. Ponieważ różne rodzaje operacji transformujących treści umysłowe (np. schemat dodawania i schemat rotacji lub zmiany koloru wyobrażanego przedmiotu) mogą wymagać różnych „formatów” (kodów) ich reprezentacji czy też reprezentowania ich w różnych operacyjnych subsystemach umysłu, „obszar roboczy” może rozpadać się na różne subobszary, którym odpowiadają różne zbiory dopuszczalnych transformacji. Uświadamianie zgodnie z modelem wiąże się uzyskiwaniem podmioto-

wego dostępu do treści znajdujących się w obszarze roboczym lub też wprowadzanych (wraz z uzyskiwaniem do nich dostępu podmiotowego) w ten obszar.

Przeprowadzenie jakiejś operacji, np. dodawania, zależy jednak nie tylko od wprowadzenia określonych treści do (odpowiedniego) obszaru roboczego, ale także od uaktywnienia określonego schematu przetwarzania. Te same cyfry byłyby przetwarzane w inny sposób w warunkach uruchomienia schematu dodawania, mnożenia, analizowania stanu konta albo wprowadzania PIN-u do bankomatu. Schematy przetwarzania, tak jak treści w pamięci trwałej, mogą znajdować się różnych funkcjonalnych stanach. Roboczo wyróżnić można trzy takie stany schematu: stan wzbudzenia czy preaktywacji (na przykład w wyniku niedawnego użycia), stan, w jakim możliwe jest lub już zachodzi dopasowywanie schematu do zawartości pamięci roboczej, oraz stan aktywności schematu, kiedy to w wyniku jego dopasowania do informacji w pamięci roboczej zostaje uruchomione odpowiednie działanie umysłowe.

Apriorycznie, w tym modelu ograniczenia leżące u podstaw zasobowej regulacji zakresu aktywności umysłowej oderwanej od zdania mogą dotyczyć (zasobowo determinowanej) możliwości: a) równoległego znajdowania się treści umysłowych w określonym stanie aktywnym, b) równoległego znajdowania się schematów przetwarzania w określonym stanie aktywnym (w szczególności: równoległej realizacji operacji umysłowych określonego rodzaju), a także c) równoległego znajdowania się treści umysłowych w różnych stanach aktywnych, d) równoległego znajdowania się schematów przetwarzania w różnych stanach aktywnych oraz e) równoległego znajdowania się treści umysłowych oraz schematów przetwarzania w stanach aktywnych.

Ograniczenia zasobowe mogą być specyficzne (lokalne) i niezależne, limitując zakres reprezentacji bądź schematów przetwarzania znajdujących się w określonym stanie aktywnym bez związku z możliwościami znajdowania się reprezentacji bądź schematów przetwarzania w innych stanach aktywnych. Ograniczenie może dotyczyć: liczby wzbudzonych reprezentacji w pamięci deklaratywnej lub sumarycznej ilości wzbudzenia reprezentacji w tej pamięci, liczby elementów w obszarze lub subobszarze roboczym, liczby elementów podmiotowo dostępnych (uświadamianych). Ponadto może dotyczyć liczby schematów przetwarzania wstępnie wzbudzonych lub ilości wzbudzenia w schematach, liczby schematów (schematów określonego rodzaju) dopasowywanych do informacji w obszarze (subobszarze) roboczym, liczby schematów (schematów określonego rodzaju) równocześnie realizujących działania umysłowe.

Z drugiej strony, ograniczenia wynikające z ograniczonej puli zasobów mogą być mniej specyficzne, dotycząc reprezentacji treści umy-

słowych w różnych stanach aktywnych lub schematów przetwarzania w różnych stanach aktywnych. W wariancie skrajnym wejście dowolnej reprezentacji w jakikolwiek stan aktywny i wejście dowolnego schematu przetwarzania w jakikolwiek stan aktywny wiązałyby się ze zużyciem pewnej części tych samych zasobów. Jak sygnalizowaliśmy w punkcie 2, niewykluczone jest występowanie zarówno ograniczeń lokalnych, związanych z zasobami specyficznymi, jak i globalnych, niespecyficznych.

Spójrzmy na te warianty przez pryzmat pytania o proces przychodzenia pojedynczej myśli do głowy. Rozważmy najpierw prosty przypadek, w którym ten proces polega po prostu na wzbudzeniu i wydobyciu oraz uświadomieniu treści z pamięci trwałej, na przykład, kiedy kolejny raz przypominamy sobie o terminie oddania jakiejś pracy. Jeżeli odpowiednie zasoby są specyficzne, a związane z nimi ograniczenia lokalne i niezależne, to zasobowa blokada procesu prowadzącego do pojawiania się tej myśli w świadomości może się wiązać z tym, że 1) chwilowo wyczerpany jest maksymalny zakres reprezentacji wzbudzonych w pamięci trwałej lub ograniczona pula wzbudzenia dzieli się na tak wiele elementów, że wzbudzenie odpowiedniej reprezentacji jest zbyt słabe, by została wydobyta, 2) wyczerpany jest maksymalny zakres treści w pamięci roboczej lub 3) wyczerpany jest maksymalny zakres treści uświadamianych. Założywszy, że ograniczenia na każdym z wyróżnionych poziomów są niezależne, uzyskujemy obraz procesu potencjalnie prowadzącego do pojawienia się świadomej myśli, który rozwija się tak długo, dopóki nie napotka na barierę braku niezbędnych zasobów. Wczesne fazy tego procesu mogą rozwijać się niezależnie od bieżącego zaabsorbowania zasobów niezbędnych do zrealizowania się faz późnych. Inaczej rzecz się ma, jeżeli zasoby mają charakter globalny. Wtedy dowolna aktywność umysłowa może blokować dowolną inną aktywność umysłową, niezależnie od jej rodzaju i fazy, zabierając niezbędne do jej realizacji zasoby.

Dla przykładu rozważmy w świetle tych teoretycznych możliwości stwierdzaną w licznych badaniach negatywną zależność pomiędzy częstością pojawiania się bodźców w prostych zadaniach sensomotorycznych a częstością pojawiania się w trakcie wykonywania tych zadań myśli oderwanych (Antrobus 1968; Giambra 1989, 1995; McKiernan i in. 2006). Reagowanie według prostych i stałych reguł na elementarne, niepowiązane bodźce pozbawione znaczenia nie wymaga aktywizacji rozległych obszarów treści w pamięci trwałej oraz w znikomym stopniu obciąża pamięć roboczą — i to zarówno gdy chodzi o funkcję aktywnego przechowywania, jak i przetwarzania. Analizy dotyczące funkcji aktywnego przechowywania wskazują, że jego maksymalny zakres, kiedy wyeliminowane są powtórki wewnętrzne i grupowanie, obejmuje 3 do 5 elementów (Cowan 2001; Cowan i in. 2005). Halford, Wilson

i Phillips (1998) dowodzą, że maksymalna złożoność relacji, które jesteśmy w stanie równocześnie przetwarzać, to w przybliżeniu 4 powiązane źródła zmienności. W badaniach, o których mowa, obciążenie systemu poznawczego było niższe w jednym i w drugim aspekcie: stałość reguł pozwala na istotne odciążenie pamięci krótkotrwałej, a decyzje o reakcji wymagały uwzględnienia wartości tylko jednej zmiennej. Wskazywało by to na ewentualne „późne” blokowanie pojawiania się myśli oderwanych, związane z czasowym absorbowaniem uwagi przez pojawiające się bodźce (szerzej to wyjaśnienie rozważam w: Kowalczyk 2007). Taka późna blokada nie musiałaby wpływać na wczesne fazy procesu potencjalnie prowadzącego do pojawienia się myśli oderwanej.

Jeżeli jednak myśleć o zasobach jako o energii, „paliwie” niezbędnym do wszelkiej aktywności umysłowej, które jest dostarczane w pewnej ograniczonej ilości w jednostkach czasu i zużywane w bieżącym przetwarzaniu, to manipulacja częstością pojawiania się bodźców, a w szczególności bodźców wymagających zareagowania, może się wprost przekładać na poziom zużycia zasobów w pewnym czasie i ich dostępność wtedy dla procesów umysłowych niezwiązanych z zadaniem. Powtórzmy jednak, że te dwie perspektywy teoretyczne nie muszą się wykluczać i być może model zakładający współwystępowanie zasobów (ograniczeń) lokalnych oraz globalnych i niespecyficznych stanowi właściwą podstawę dla empirycznej eksploracji mechanizmów regulacji zasobowej.

Analiza komplikuje się bardziej, kiedy dotyczy treści, która w systemie poznawczym jest reprezentowana tylko *implicite*, to znaczy jej uświadomienie musi być poprzedzone przez jej wygenerowanie na podstawie wydobytych innych treści i odpowiednich schematów przetwarzania. W modelu zasobów lokalnych i specyficznych prawdopodobieństwo pojawienia się odpowiedniej świadomej myśli jest wtedy mniejsze, gdyż obok ograniczeń dotyczących zakresu treści równocześnie dostępnych dla schematów przetwarzania istotne stają się także ograniczenia dotyczące maksymalnej liczby równocześnie aktywnych schematów. W modelu globalnych ograniczeń zasobowych rywalizacja o te same niespecyficzne zasoby może rozgrywać się pomiędzy funkcją aktywnego reprezentowania informacji i jej przetwarzaniem.

4. Bierna regulacja zasobowa w świetle wybranych modeli pamięci roboczej

Przedstawione wyżej ramy pojęciowe wyznaczają pewną przestrzeń możliwości. Zobaczmy teraz, jak w tej przestrzeni lokują się rozwiązania przyjmowane w pewnych znaczących modelach odnoszących się

do struktury lub mechanizmów funkcjonowania „roboczej” części umysłu. Analizowane będą modele pamięci roboczej zaproponowane przez Baddeleya (1999, 2000, 2001, 2007) i Cowana (1988, 1995, 2001) oraz architektury kognitywne ACT-R (Anderson 2005; Anderson, Bothel i in. 1998; Anderson, Reder i Lebiere 1996) i CAPS (Just i Carpenter 1992; Just, Carpenter i Varma 1999; Just i Varma 2002, 2007). Chcemy sprawdzić, czy te teorie w ogóle dopuszczają możliwość realizowania się biernej zasobowej regulacji zakresu aktywności umysłowej oderwanej od zadania, a jeśli tak, to jakie w świetle tych modeli jest usytuowanie i jakie są właściwości mechanizmów tej regulacji.

4.1. Model Baddeleya

Zgodnie z propozycjami teoretycznymi Baddeleya (2000, 2001, 2007) pamięć robocza składa się z kilku subsystemów, których działanie jest podporządkowane systemowi zarządcemu. Te subsystemy to: pętla fonologiczna, szkicownik wzrokowo-przestrzenny oraz bufor epizodyczny. Są one odrębne od pamięci długotrwałej, choć każdemu z nich odpowiada pewien rodzaj reprezentacji w pamięci trwałej. „Pętla” i „szkicownik” czasowo przechowują i przetwarzają odpowiednio materiał o charakterze dźwięków mowy i materiał o charakterze wzrokowym lub przestrzennym. Bufor epizodyczny integruje w multimodalne reprezentacje epizodów informację zapisaną w różnych kodach. Założenie o ograniczonych możliwościach „pętli” i „szkicownika” w przechowywaniu i przetwarzaniu informacji pozwala wyjaśnić ograniczenia wyłaniające się w zadaniach wymagających krótkotrwałego przechowywania oraz przetwarzania informacji we właściwych kodach, a założenie, że są to osobne systemy, z którymi wiążą się niezależne zasoby — większe możliwości równoległego przechowywania i przetwarzania informacji w różnych kodach niż w jednym kodzie. Efekty interferencji w wykonywaniu zadań wymagających przechowywania lub przetwarzania informacji o różnym charakterze mogą być w tym modelu tłumaczone koniecznym zaangażowaniem centralnego systemu zarządczego i jego ograniczonymi możliwościami.

Według Baddeleya (1993) to, co uświadamiane, odpowiada informacjom, którymi właśnie zajmuje się system zarządczy. Ta idea znalazła rozwinięcie w założeniu, że centralny system zarządczy uzyskuje dostęp do zawartości bufora epizodycznego poprzez świadomość (*conscious awareness*) (Baddeley 2000).

Jedna z wcześniejszych wersji modelu (jeszcze bez bufora epizodycznego) była wykorzystana w badaniach dotyczących pojawiania się myśli

oderwanych od bezpośredniego otoczenia i od bieżącej sytuacji osoby badanej (Baddeley 1993; Teasdale i in. 1993, 1995; zob. też przegląd w: Kowalczyk 2007). Sprawdzano, czy i w jakim stopniu selektywne zaangażowanie poszczególnych subsystemów pamięci roboczej redukuje częstość pojawiania się takich myśli. Chociaż zarówno obciążenie „pętli”, jak i „szkicownika” redukowało tę częstość w porównaniu z sytuacją braku zadania, to pewne ustalenia pozwalają sądzić, że istotną rolę mogło tu odgrywać zaangażowanie systemu zarządczego, a nie samo informacyjne obciążenie systemów mu podporządkowanych. Z zadaniem, które stawiało systemowi zarządczemu największe wymagania (generowanie nieregularnych sekwencji liczebników), wiązała się największa redukcja częstości pojawiania się myśli oderwanych. Pojawianie się takich myśli było poprzedzane obniżeniem się poziomu wykonania zadania (generowane sekwencje były bardziej regularne). Zarówno w tym zadaniu, jak i w zadaniach wymagających jedynie krótkotrwałego przechowywania lub powtarzania sekwencji liczebników, w próbach, w których pojawiały się myśli oderwane, osoby badane deklarowały niższą świadomość materiału związanego z zadaniem niż w próbach, w których takich myśli nie było. Poziom wykonania zadania wymagającego jedynie krótkotrwałego zapamiętywania sekwencji liczebników nie różnił się w próbach, w których pojawiały się, i w próbach, w których nie pojawiały się myśli oderwane. Może to sugerować, że nie samo obciążenie werbalnej pamięci krótkotrwałej, ale zaangażowanie świadomości i centralnego systemu zarządczego interferuje z pojawianiem się takich myśli. Analogicznie można interpretować ustalenie, że wraz z ćwiczeniem zadania angażującego „szkicownik” lub „pętlę” rosła częstość pojawiania się myśli oderwanych (Teasdale i in. 1995; podobne rezultaty uzyskali Mason i in. 2007).

Te ustalenia są spójne z modelem, w którym rozróżnia się treści znajdujące się w subsystemie pamięci roboczej i treści uświadamiane oraz dopuszcza jako jedną z możliwości to, że zasobowa blokada myśli oderwanych od zadania dotyczy dopiero fazy wchodzenia odpowiednich reprezentacji w stan, w którym stają się dostępne podmiotowo.

Nie jest do końca jasne, czy model Baddeleya pozwala na wyjaśnienia postulujące zasobową blokadę związaną z tym, że występują zasadnicze, istotne ograniczenia zakresu reprezentacji przechowywanych równocześnie w subsystemie pamięci roboczej. Istnienie samych ograniczeń wydaje się oczywiste i jest przez Baddeleya explicite deklarowane: „pojemność” (*capacity*) subsystemów pamięci roboczej jest ograniczona. Jednak — w zgodzie z ustaleniami empirycznymi — zakres bezpośredniej pamięci werbalnej Baddeley (1999) wyjaśnia dynamiką zanikania

śladów, czasem ich sekwencyjnego odświeżania (zależnym od czasu artykulacji), a także podobieństwem fonologicznym między nimi, a nie odwołując się do założenia o jakiejś maksymalnej informacyjnej „pojemności” tej pamięci³. Ponadto, przechowywanie materiału w „pętli” jest zakłócanie przez bodźce o charakterze dźwięków mowy i niektóre inne bodźce słuchowe. Analogiczne ustalenia poczyniono w stosunku do „szkicownika” i materiału wzrokowego lub przestrzennego. Zasada obligatoryjnego dostępu bodźców w odpowiedniej modalności do subsystemu pamięci roboczej może wiązać się z tym, że — przynajmniej w warunkach aktywizowania kodów reprezentacji przez bodźce zewnętrzne — nie działa zasobowa obrona związana z tym, że system jest już informacyjnie „wypełniony”. Inna możliwa interpretacja jest taka, że w standardowych warunkach badań wypełniony jeszcze nie jest, a bodźce zakłócające zwiększają interferencję, a nie eliminują z niego starych reprezentacji.

Dodajmy na koniec, że ewentualne ograniczenia dotyczące zakresu informacji wzbudzonych w pamięci trwałej nie były rozważane w związku z omawianym modelem.

4.2. Model Cowana

Inaczej niż Baddeley, Cowan (1988, 1995, 2000/2001, 2001) nie przeciwstawia „pamięci krótkotrwałej” czy „roboczej” — pamięci długotrwałej. W jego koncepcji pamięć krótkotrwała to po prostu zaktywizowana część pamięci długotrwałej. Zgodnie z modelem informacja może być niewzbudzona, może być wzbudzona i znajdować się poza ogniskiem uwagi, oraz może być wzbudzona i objęta uwagą. Ograniczenia pojemności dotyczą wyłącznie informacji znajdującej się w ognisku uwagi. Według Cowana równocześnie może być nią objętych maksymalnie 4 do 5 elementów. O tym, które elementy są objęte uwagą, decyduje system zarządczy, a także pewne zdarzenia percepcyjne, w szczególności pojawienie się bodźca niezgodnego z wewnętrznym modelem sytuacji. O ile więc w modelu Baddeleya zasobowa blokada może występować na (co najmniej) dwóch piętrach systemu, wiążąc się z ograniczeniami dotyczącymi przechowywania i przetwarzania informacji w podporządkowanych subsystemach pamięci roboczej oraz z ograniczeniami dotyczącymi mechanizmów świadomego dostępu do informacji reprezento-

³Te wyjaśnienia zbliżają model Baddeleya do — pod wieloma względami odmiennego — ujęcia pamięci roboczej zaproponowanego przez Cowana (1988, 1995), którego teorią zajmujemy się w następnej kolejności.

wanej w tych subsystemach, to w modelu Cowana można jej szukać tylko na jednym poziomie: w związku z ograniczonym zakresem informacji objętych uwagą czy też ograniczoną „pojemnością” uwagi.

Cowan i in. (2005) wysunęli hipotezę elastycznego ogniska uwagi, które odpowiednio do warunków zadania może być zawężone do jednego elementu bądź rozszerzone do 3–5 elementów. Autorzy zakładają, tak jak czynią to Eriksen i St. James (1986) w modelu uwagi — obiektywu zmiennoogniskowego (*zoom lens model*), że intensywność lub precyzja przetwarzania poszczególnych elementów zmniejsza się wraz z rozszerzaniem się ogniska uwagi. Uwaga jest więc przez nich utożsamiana z pewnym ograniczonym zasobem, który może być dystrybuowany na mniejszą bądź większą — choć zarazem wyraźnie ograniczoną — liczbę elementów. Zawężenie ogniska uwagi może być korzystne na przykład w obecności dystraktorów potencjalnie zakłócających realizację celu. Czy mielibyśmy w takim wypadku do czynienia z bierną zasobową obroną przed ich wpływem? Tak, jeżeli zogniskowanie uwagi np. na jednym tylko elemencie wiązałoby się z pełnym zaabsorbowaniem zasobów utożsamianych z uwagą. Ta spekulacja prowadzi do interesującego pytania o to, jakie są konieczne warunki takiego zaabsorbowania. Te kwestie nie są jednak przez Cowana i in. (2005) rozważane.

Hipoteza elastycznego ogniska uwagi mogłaby być przesłanką wyjaśnienia wyników badań sugerujących, że ognisko uwagi obejmuje tylko jeden element (np. Garavan 1998; McElree i Doshier 1989; Oberauer 2003; Wickelgren, Corbett i Doshier 1980). Zdaniem Oberauera, który rozwija i zarazem kwestionuje w niektórych punktach koncepcję Cowana (Oberauer 2002, 2006; Oberauer i Bialkova 2009), domniemane „wąskie” i „szerokie” ognisko uwagi odnosi się do różnych mechanizmów czy stanów reprezentacji w pamięci roboczej. Oberauer wyróżnia ognisko uwagi, które obejmuje jednostkę wyselekcjonowaną jako obiekt następnej operacji poznawczej, oraz „obszar bezpośredniego dostępu”, obejmujący ograniczoną liczbę jednostek dostępnych do użycia w bieżącym przetwarzaniu, ale jeszcze nie wyselekcjonowanych do tego przetwarzania. Według Oberauera „obszar bezpośredniego dostępu” odpowiadałby szerokiemu ognisku uwagi w teorii Cowana, a „ognisko uwagi” — uwadze zawężonej do jednego elementu. To, co u Cowana i in. (2005) interpretowane jest jako dwa stany jednego mechanizmu, u Oberauera przypisywane jest dwóm różnym mechanizmom czy też interpretowane w kategoriach dwóch funkcjonalnie różnych stanów reprezentacji. Tak więc w modelu Cowana jest jeden mechanizm, w związku z którym możemy pytać o bierną regulację zasobową, a w teoretycznej propozycji Oberauera uwzględnione są dwa takie mechanizmy.

4.3. Modele ACT-R

W modelach ACT-R Andersona i jego współpracowników (np. Anderson 2005; zobacz też artykuł Chuderskiego w tym tomie) procesy umysłowe ujmowane są jako interakcje pewnej liczby niezależnych modułów, takich jak moduł percepcyjny, motoryczny czy pamięć deklaratywna, a także moduły reprezentujące aktualny cel systemu i stan rozwiązywanego problemu. W każdym z nich przetwarzanie ma charakter równoległy, ale wynik tego przetwarzania jest reprezentowany w buforze mieszczącym tylko jeden element (np. spostrzeżenie, program ruchu ręki, fakt wydobyty z pamięci)⁴.

Komunikacja pomiędzy modułami jest realizowana za pośrednictwem centralnego modułu proceduralnego, zawierającego produkcje. Produkcja to jednostka o strukturze „warunek — działanie”: wykorzystanie tego rodzaju wiedzy polega na uruchomieniu odpowiedniego działania (umysłowego lub realizowanego w świecie zewnętrznym) w odpowiedzi na zaistnienie odpowiedniego stanu rzeczy (warunku). Zawartość buforów jest odnoszona do „warunków” wyspecyfikowanych w produkcjach w module proceduralnym. Porównywanie dokonywane jest równoległe dla wielu produkcji, ale realizowana jest tylko jedna produkcja spośród tych, dla których zachodzi dopasowanie, wybierana na podstawie oceny jej (wcześniejszej) użyteczności. Nie uwzględnia się w modelach ACT-R jakichś mechanizmów wstępnej selekcji produkcji przed dopasowywaniem. W wyniku uruchomienia „działaniowej” części produkcji stan buforów może się zmienić, do tego nowego stanu dopasowywane są produkcje i cykl się powtarza.

W analizie tej koncepcji interesował nas będzie przede wszystkim proces wydobywania faktów z pamięci deklaratywnej. Myśl oderwana od zadania może być w tym kontekście teoretycznym traktowana jako błędne wydobywanie. Główną subsymboliczną determinantą tempa i prawdopodobieństwa wydobywania informacji z pamięci deklaratywnej jest poziom wzbudzenia odpowiedniej jednostki wiedzy. Zależy on pozytywnie od tego, jak często była ona używana, i negatywnie od tego, ile czasu upłynęło od epizodów jej użycia. Ponadto w modelach ACT-R zakłada się losowe fluktuacje bazalnego poziomu wzbudzenia jednostek w pamięci deklaratywnej — czyli występowanie szumu. Zmiana wzbudzenia jednostki w pamięci deklaratywnej wiąże się ze zmianą prawdo-

⁴Według Andersona (2005) zachodzi „znaczące podobieństwo” pomiędzy tymi buforami a „podporządkowanymi” systemami pamięci roboczej w koncepcji Baddeleya. W rzeczywistości ograniczenia przypisywane tym buforom są większe niż te, które charakteryzują subsystemy pamięci roboczej w modelu Baddeleya.

podobieństwa jej wydobycia i dostępności dla produkcji, ale nie wiąże się ze zmianą poziomu wzbudzenia innych jednostek. Tak więc chociaż zmiana wartości tej zmiennej może wpływać na funkcjonowanie całego systemu, to ma charakter wyłącznie lokalny. Nie zakłada się tu ograniczenia ilości wzbudzenia w całym systemie, a zatem jakiegoś mechanizmu utraty aktywacji przez pewne jednostki w wyniku wzbudzenia innych. Na tym poziomie w modelach ACT-R nie ma więc miejsca na mechanizm zasobowej regulacji zakresu aktywności umysłowej oderwanej od zadania.

W modelu zakładane jest natomiast inne ważne zasobowe ograniczenie: dotyczy ono tzw. „aktywacji źródłowej”, odgrywającej istotną rolę w procesach wydobywania informacji z pamięci deklaratywnej zgodnie z realizowanym celem. Aktywacja źródłowa w modelach ACT-R reprezentuje ograniczoną i indywidualnie zróżnicowaną pulę uwagi, która może być zogniskowana na bieżącym celu. Rolą tej aktywacji jest: 1) utrzymywanie składników celu w stanie wysokiego wzbudzenia; 2) wzbudzanie powyżej poziomów spoczynkowych wszelkich faktów w pamięci deklaratywnej związanych z celem; 3) tłumienie poniżej poziomów spoczynkowych wszelkich faktów w pamięci deklaratywnej, których wydobycie może przeszkadzać w realizacji celu (zob. Lovett i Anderson 2005). Zgodnie z tą funkcjonalną charakterystyką aktywacja źródłowa wiąże się z mechanizmami różnicowania poziomu wzbudzenia reprezentacji w pamięci trwałej odpowiednio do realizowanego celu.

Poziom wzbudzenia jednostki w pamięci deklaratywnej, od którego zależy prawdopodobieństwo wydobycia, określa suma jej wzbudzenia bazalnego i pobudzenia źródłowego ze strony wskazówek znajdujących się w ognisku uwagi. Pobudzenie źródłowe jest rozdzielane na wszystkie jednostki w pamięci deklaratywnej powiązane z elementami obejmowanymi uwagą, proporcjonalnie do siły asocjacyjnych związków pomiędzy tymi elementami i jednostkami oraz do wyrazistości (*saliency*) elementów obejmowanych uwagą. Im więcej jest wskazówek obejmowanych uwagą i im więcej jest powiązań pomiędzy tymi wskazówkami a różnymi jednostkami w pamięci deklaratywnej, tym mniejszą część pobudzenia źródłowego otrzymują poszczególne jednostki. Zgodnie z tymi założeniami pobudzenie źródłowe — wbrew jego funkcjonalnej charakterystyce przedstawionej wyżej — może być również stymulatorem aktywności umysłowej oderwanej od zadania, i to także wtedy, kiedy uwaga obejmuje wyłącznie elementy związane z zadaniem.

Z tym mechanizmem wzbudzania wiązać się mogą dwojakie ograniczenia stanowiące warunek biernej regulacji zasobowej. Po pierwsze, ograniczona może być liczba elementów objętych uwagą (por. komentarz Andersona i in. 1998 do tez Halforda i in. 1998). Po drugie, ogra-

niczona jest pula pobudzenia dystrybuowana od elementów objętych uwagą do powiązanych z nimi elementów w pamięci deklaratywnej. Jeżeli interesuje nas los jakiejś jednostki wiedzy w pamięci deklaratywnej, faktu niezwiązanego z wykonywanym zadaniem, to bierna zasobowa blokada jej wydobywania i uświadomienia może się realizować na trzy sposoby: 1) zakres elementów obejmowanych uwagą jest chwilowo wyczerpany i elementy objęte uwagą nie są powiązane z tą jednostką, więc nie otrzymuje ona pobudzenia źródłowego; 2) element bądź elementy objęte uwagą są powiązane z tą jednostką, ale otrzymuje ona małą część pobudzenia źródłowego, gdyż jest ono w szerokim zakresie dystrybuowane na inne jednostki; 3) zakres elementów obejmowanych uwagą jest chwilowo wyczerpany, więc na tej jednostce nie może być skupiona uwaga, nawet jeśli jednostka jest wzbudzona. W im większym stopniu zadanie absorbuje uwagę i monopolizuje dystrybucję pobudzenia źródłowego, tym mniejsze szanse wydobywania mają jednostki reprezentacji niezwiązane z zadaniem. To zmonopolizowanie zależy nie tylko od kontroli samej uwagi, ale także od organizacji wiedzy podmiotu.

W świetle rozwiązań przyjmowanych w ACT-R w pewnych specjalnych okolicznościach większa pula pobudzenia źródłowego oznacza też większe szanse wydobywania treści oderwanej od zadania. Ponieważ jednak zgodnie z twierdzeniami Andersona te same zasoby uczestniczą we wzbudzaniu informacji w pamięci i są angażowane do tłumienia informacji niezwiązanych z zadaniem, to bez dodatkowych założeń dotyczących jednego albo drugiego wykorzystania tych zasobów nie można określić zależności pomiędzy dostępnością zasobów a wydobywaniem treści niezwiązanych z zadaniem. Większa pula pobudzenia źródłowego może oznaczać, z jednej strony, większe wzbudzenie jednostki powiązanej z elementami objętymi uwagą, nieużytecznej w realizacji zadania, a z drugiej — silniejsze hamowanie takich jednostek.

4.4. Modele CAPS

Architektury kognitywne 3-CAPS (Just i Carpenter 1992; Just i Varma 2002) i 4-CAPS (Just, Carpenter i Varma 1999; Just i Varma 2007) tak jak ACT-R należą do rodziny modeli — „systemów produkcji”. W modelach CAPS w każdym cyklu do jednostek w pamięci roboczej dopasowywane są „warunki” w produkcjach i wszystkie produkcje, dla których zachodzi dopasowanie, równoległe aktywują swoją część działania. „Działanie” polega tu na zwiększaniu — w jednym cyklu albo w większej ich liczbie — poziomu wzbudzenia docelowych jednostek informacji aż do osiągnięcia przez to wzbudzenie pewnej wartości kryterialnej. Produkcje są więc w modelach CAPS środkami dystrybucji pobudzenia.

Centralną rolę w tej koncepcji oraz w związanych z nią badaniach i symulacjach odgrywa założenie, że pula pobudzenia, jaką system dysponuje w każdym cyklu (wielkość bieżącej „dostawy” pobudzenia), jest ograniczona, a ponadto indywidualnie zróżnicowana. W warunkach dużej dostępności pobudzenia wzbudzenie elementu docelowego może osiągnąć wartość kryterialną w jednym kroku (cyklu przetwarzania). Kiedy dostępność pobudzenia źródłowego jest mała, proces zwiększania pobudzenia jednostki docelowej aż do osiągnięcia wartości kryterialnej wymaga wielu cykli. Gdy ilość pobudzenia chwilowo dostępna w systemie jest mniejsza niż zapotrzebowanie wynikające z dopasowania produkcji do zawartości pamięci roboczej, to w każdym cyklu elementy docelowe otrzymują odpowiednio zredukowaną ilość pobudzenia od elementów źródłowych. Zwiększa się więc liczba cykli niezbędnych do osiągnięcia wartości kryterialnych, co oznacza spowolnienie przetwarzania.

Inną możliwą konsekwencją niedoboru pobudzenia, uwzględnianą w 3-CAPS (Just i Carpenter 1992), jest „wypadanie” pewnych informacji z pamięci roboczej (zapominanie). Zgodnie z założeniami Justa i Carpenter pobudzenie z tej samej puli jest wykorzystywane do realizacji funkcji podtrzymywania informacji w tej pamięci i w ich przetwarzaniu. Wprowadzenie kolejnego elementu do pamięci roboczej może więc zmniejszyć szanse utrzymania w niej innych elementów i spowolnić przetwarzanie, a „wypadnięcie” z niej elementu — odwrotnie. Ograniczenia puli pobudzenia dotyczą jedynie funkcji podtrzymywania elementów w pamięci roboczej oraz zwiększania ich pobudzenia, a nie dotyczą statusu jednostek w pamięci trwałej. Autorzy przyjmują, że jednostki leksykalne są wprowadzane do pamięci roboczej z wyjściowym poziomem wzbudzenia odpowiadającym normatywnej częstości występowania słowa w języku. Trudno nie dostrzec analogii do rozwiązań przyjmowanych w architekturach ACT-R, w których pobudzenie bazalne, związane z częstością użycia, i pobudzenie źródłowe się sumują: im wyższy poziom wzbudzenia bazalnego, tym mniejsza ilość pobudzenia źródłowego jest niezbędna do osiągnięcia wartości progowej warunkującej określoną reakcję poznawczą.

W neuroarchitekturach 4-CAPS zakładane są te same podstawowe mechanizmy przetwarzania, co w architekturach 3-CAPS, i zarazem przyjmowane są nowe założenia dotyczące roli zasobów w kształtowaniu procesów umysłowych. Według Justa i jego współpracowników (Just, Carpenter i Varma 1999; Just i Varma 2007) obszary mózgu realizujące określone funkcje są samowystarczalnymi procesorami i ograniczenie puli pobudzenia dotyczy takich właśnie systemów. Poza lokalnymi ograniczeniami zasobów występują też ograniczenia dotyczące równo-

czesnego działania pewnych grup, a być może wszystkich, procesorów i komunikacji pomiędzy nimi. Te założenia wyjaśniają między innymi to, że aktywność obszaru związanego z realizacją jakiejś funkcji, np. angażowanego, kiedy wykonywana jest rotacja umysłowa, jest silniejsza, kiedy odpowiednie specyficzne zadanie jest wykonywane samo, niż wtedy, kiedy równocześnie wykonywane jest inne zadanie, angażujące inny obszar mózgu, np. weryfikowanie treści zdań (zob. Just i in. 2001; Newman i in. 2007).

W świetle koncepcji Justa i współpracujących z nim badaczy ograniczenia zasobowe nie tylko limitują złożoność zadań wykonywanych pojedynczo lub równocześnie, ale także kształtują organizowanie się systemów umysłu czy mózgu w radzeniu sobie z bieżącymi wyzwaniami. Kiedy jeden system nie radzi sobie ze złożonym zadaniem, w którego wykonywaniu jest wyspecjalizowany, to może uzyskać pomoc od (zwykle mniej sprawnego w wykonywaniu tego zadania) „zastępcy”, co wiąże się z zaangażowaniem innych (dodatkowych) zasobów. Na przykład w interpretowaniu szczególnie złożonych zdań uczestniczą nie tylko obszary Broki i Wernickego w lewej półkuli, ale także ich prawopółkulowe odpowiedniki (Just i in. 1996).

Odniesienie do modeli CAPS problemu genezy świadomych myśli oderwanych od zadania i mechanizmów regulujących zakres aktywności umysłowej oderwanej od zadania nie jest oczywiste. Autorzy koncentrowali się na wyjaśnieniu tego, jak wykonywane są różne zadania, natomiast problem wzbudzania aktywności umysłowej oderwanej od nich i regulacji jej zakresu nie był przez nich wprost podejmowany. Ponadto „uwaga” czy „świadomość” nie odgrywają istotnej roli w tych modelach. Jak się jednak wydaje, rozwiązania przyjmowane w architekturach CAPS mogą być punktem wyjścia do nowych ujęć i hipotez dotyczących tego problemu. Zgodnie z tymi założeniami zakres aktywności umysłowej oderwanej od zadania zależy od indywidualnie zróżnicowanej puli pobudzenia, repertuaru produkcji umożliwiających realizację zadania oraz repertuaru produkcji niezwiązanych z zadaniem, a pasujących do informacji w pamięci roboczej. Te założenia pozwalają też tłumaczyć wpływ aktywności oderwanej od zadania na wykonywanie zadań wymagających istotnego zaangażowania zasobów. W ich świetle aktywność oderwana od zadania „kradnie” pobudzenie, które mogłoby być wykorzystane do realizacji zadania. Może się to dziać w wyniku tego, że w pamięci roboczej znajdują się treści niezwiązane z zadaniem oraz że do treści w pamięci roboczej (związanych lub niezwiązanych z zadaniem) pasują produkcje niezwiązane z zadaniem. Z założeń CAPS bezpośrednio wynika, że konsekwencją aktywności umysłowej oderwanej od zadania może być spowolnienie jego realizacji i niepowodzenia lub błędy związane z nieutrzymaniem w pamięci roboczej treści waż-

nych dla realizacji zadania; w im większym zakresie zadanie wymaga angażowania pobudzenia w podtrzymywanie treści w pamięci roboczej, tym większe mogą być koszty zaboru pobudzenia przez aktywność oderwaną.

4.5. Podsumowanie przeglądu modeli

W punkcie 3 wyróżniliśmy — ze względu na funkcjonalny status reprezentacji w systemie poznawczym — trzy główne poziomy, na których mogłaby występować zasobowa blokada procesu prowadzącego do pojawienia się myśli oderwanej od zadania: poziom reprezentacji (tylko) wzbudzonych w pamięci trwałej, poziom reprezentacji w pamięci roboczej (nieuświadamianych, nieobejmowanych uwagą) oraz poziom treści uświadamianych (obejmowanych uwagą). Żadna z czterech analizowanych koncepcji nie uwzględnia ograniczeń dotyczących tego pierwszego poziomu. Jeśli chodzi o poziom drugi, to w modelu Baddeleya, w architekturach CAPS oraz w ACT-R, inaczej niż w modelu Cowana, uwzględnia się pamięć roboczą lub pamięci robocze oddzielone od pamięci trwałej. W każdej z tych trzech koncepcji postuluje się też wiele ognisk (systemów) przetwarzania informacji wyspecjalizowanych do różnych zadań. Ograniczenia związane ze świadomością i uwagą pojawiają się w trzech analizowanych modelach. U Baddeleya świadomość jest wiązana z funkcjonowaniem centralnego systemu zarządczego i bufora epizodycznego — systemu integrującego informacje w różnych kodach. U Cowana jest utożsamiana z ogniskiem uwagi, również powiązanym z systemem zarządczym i również pełniącym funkcje integracyjne. W modelu Andersona uwaga pełni ważną rolę, jako że w procesie wydobycia faktów z pamięci deklaratywnej pobudzenie źródłowe ma być dystrybuowane od elementów obejmowanych uwagą do elementów z nimi powiązanych w systemie wiedzy. „Uwaga” czy „świadomość” nie odgrywają znaczącej roli w modelach CAPS. Tak więc zasobowe ograniczenia dotyczące zakresu reprezentacji w pewnym stanie aktywnym mogą zgodnie z tymi modelami — choć nie bez wyłączeń — występować na poziomie drugim (pamięć robocza lub subsystemy pamięci roboczej) i trzecim (uwaga i świadomość).

Idea czasowej blokady związanej z chwilowym wyczerpaniem zakresu reprezentacji, które mogą się równocześnie znajdować w określonym stanie aktywnym, daje się pogodzić z analizowanymi modelami, ale nie znaczy to, że odpowiedni mechanizm jest już w nich uwzględniony lub że stanowi oczywistą konsekwencję przyjmowanych w nich założeń. Po pierwsze, chociaż takie konstrukty jak „pamięć robocza” — historycznie powiązane z Jamesowską „pamięcią pierwotną” — z sa-

mej swojej natury sugerują ograniczoną pojemność informacyjną, to w wyjaśnieniach związanych z tymi modelami i w badaniach nimi inspirowanych to ograniczenie nie odgrywa istotnej roli. W modelu Baddeleya i w CAPS zakres informacji utrzymywanych w pamięci roboczej jest wyjaśniany czynnikami innymi niż jakaś jej bazalna „pojemność”. W modelu Baddeleya zależy on od dynamiki zanikania i odświeżania śladów, a w CAPS — od ilości pobudzenia dostępnego w systemie i od tego, jaka część tej ograniczonej puli pobudzenia jest przeznaczona na podtrzymywanie informacji w pamięci roboczej. Na tym tle stanowisko Cowana, który w ogóle nie wyodrębnia takiego systemu pamięci, przestaje się już jawić jako radykalnie odmienne. W architekturach ACT-R ograniczenie do jednego liczby zintegrowanych elementów („pakietów” informacji, *chunks*) w buforach związanych z poszczególnymi modułami ma charakter dość arbitralnego założenia.

Po drugie, występowanie ograniczeń zakresu informacji znajdujących się w pamięci roboczej, obejmowanych uwagą czy uświadamianych nie musi jeszcze oznaczać biernej regulacji zasobowej. Można o niej mówić dopiero wtedy, kiedy samo wyczerpanie pewnych zasobów czasowo blokuje proces, który — gdyby nie ich niedobór — byłby kontynuowany, generując efekty niewystępujące w warunkach tego niedoboru. Empiryczne potwierdzenie takiego mechanizmu polegałoby na wykazaniu, że w warunkach wyczerpania przez bieżące zadanie limitu określonych zasobów (np. informacyjnej pojemności pamięci roboczej lub zakresu informacji w ognisku uwagi) chwilowo wykluczone jest wejście w odpowiedni stan funkcjonalny jakichś innych reprezentacji, czy to interpretujących pobudzenie sensoryczne, czy wydobywanych z pamięci w trybie czysto „endogennym”. Trzeba by też wykazać, że w porównywalnych okolicznościach ten stan jest osiąganym wtedy, gdy odpowiednie zasoby nie są maksymalnie „zajęte”. Zauważmy, że samo występowanie ograniczeń nie implikuje tego, że kiedy system nie jest maksymalnie informacyjnie obciążony, to jest informacyjnie „otwarty”. W grę mogą wchodzić innego rodzaju czynniki blokujące. W szczególności nie jest w świetle analizowanych koncepcji oczywiste, czy wyczerpanie maksymalnego zakresu elementów obejmowanych uwagą jest koniecznym warunkiem jej czasowego zablokowania. Jeżeli interpretować ten zakres jako maksymalną liczbę niezależnych wolnych „komórek do wynajęcia”, to niezajęcie komórki przez procesy związane z realizacją zadania oznaczałoby możliwość zajęcia jej przez informacje oderwane od niego. Jeżeli jednak jest to limit możliwości pewnego mechanizmu integracyjnego, który każdorazowo ustala — w ramach wyznaczonych przez te ograniczenia — zakres informacji objętych uwagą, to blokada mogłaby

realizować się nawet wtedy, kiedy uwaga obejmuje tylko jeden element. Na przykład łyżka koparki nabierającej gruz ma pojemność większą niż, powiedzmy, jedna cegła, ale po zakończeniu procesu nabierania, kiedy łyżka się unosi z tylko jedną cegłą, wolne miejsce nie może być już wykorzystane.

Wbrew pozorom, empiryczne potwierdzenie mechanizmu biernej regulacji zasobowej nie jest rzeczą banalną. I chociaż w analizowanych modelach jest „miejsce” na tego rodzaju mechanizm, to dopiero trzeba je wypełnić teoretyczną treścią.

Przejdźmy do możliwości i ograniczeń związanych z funkcją przetwarzania informacji. Odpowiednie założenia są przyjmowane *explicite* w architekturach ACT-R i CAPS, i te założenia w wielu ważnych kwestiach są diametralnie odmienne. W ACT-R w jednym cyklu realizowana jest tylko jedna produkcja, a w modelach CAPS działania wszystkich produkcji, dla których spełniony jest warunek, są realizowane równocześnie. W ACT-R realizacja działania nie wiąże się z użytkowaniem pobudzenia źródłowego, natomiast w CAPS przetwarzanie „kosztuje”, ponieważ produkcje dystrybuują pobudzenie z ograniczonej puli. W 3-CAPS funkcja podtrzymywania informacji w pamięci roboczej i jej przetwarzania zależy od tej samej puli zasobów, w ACT-R ograniczona pula pobudzenia źródłowego odgrywa rolę jedynie w aktywnym wydobyciu faktów z pamięci deklaratywnej, ale już nie w samym przetwarzaniu. Są też elementy wspólne: w jednej i drugiej grupie modeli zakłada się paralelne dopasowanie produkcji do zawartości pewnego rodzaju pamięci dynamicznej, i w żadnej nie zakłada się mechanizmów wstępnie (przed dopasowywaniem) selekcyjnych produkcji.

Przede wszystkim jednak w jednym i drugim modelu konkretyzowana jest (choć w różny sposób) idea pewnego ograniczonego zasobu o „ciągłym” charakterze, reprezentowanego tu przez pojęcie ograniczonej puli aktywacji, odgrywającego rolę w operacjach wykonywanych na jednostkach wiedzy. O dystrybucji tego zasobu decydują nie tylko mechanizmy kontrolne, z reprezentacją właśnie realizowanego celu, ale także architektura powiązań w pamięci deklaratywnej (w ACT-R) i repertuar produkcji (w CAPS). W obydwu architekturach zakłada się obecność szumu. To wszystko daje postawę do analizy systematycznych i losowych uwarunkowań aktywności umysłowej oderwanej od zadania, i w tym kontekście biernej regulacji zasobowej. W ramach określonych przez założenia tych modeli można formułować precyzyjną odpowiedź na pytanie, w jaki sposób ograniczone zasoby są „wiązane” przez procesy służące realizacji bieżącego celu, i jak mogą być absorbowane przez procesy od niego oderwane, czy też jak mogą te procesy kształtować w interakcji z szumem. Jak się wydaje, jest w tych modelach potencjał wyjaśniania nie tylko umysłowych kroków prowadzących do celu

określonego w zadaniu (co jest podstawową rolą tych teorii), ale także spontanicznie wzbudzonej aktywności umysłowej, która towarzyszy realizacji zadania, chociaż nie służy osiągnięciu postawionego w nim celu, bądź wiąże się z — przynajmniej czasowym — porzuceniem wyznaczonego przez ten cel kursu.

5. Podsumowanie i uwagi końcowe

Są przesłanki, by sądzić, że ograniczenia będące składnikiem mechanizmów biernej regulacji zasobowej mogą występować zarówno na poziomie globalnym, dotycząc całego umysłu (bądź złożonych, rozbudowanych organizacji mechanizmów przetwarzania informacji w jego obrębie), jak i na poziomie lokalnym. Pytanie o mechanizmy takiej regulacji dotyczy więc architektury i fundamentalnych reguł funkcjonowania całej organizacji umysłu, jak i specyficznych właściwości jego subsystemów.

Analizy czterech współczesnych znaczących ujęć „roboczej” części umysłu ujawniają, że chociaż są w tych modelach uwzględnione ograniczenia, z którymi może wiązać się bierna regulacja zasobowa, to charakter tych ograniczeń lub mechanizmy takiej regulacji nie są do końca sprecyzowane. W świetle przedstawionych analiz wyjaśnienie w kategoriach biernej regulacji zasobowej nie jest jeszcze gotowym, satysfakcjonującym eksplananssem, ale raczej teoretycznym wyzwaniem — kierunkową ideą, która wciąż czeka na konkretyzację.

Jak się wydaje, ta idea ma znaczny potencjał heurystyczny. Jej odniesienie do poszczególnych modeli prowadzi do pytań i hipotez, które mogą stymulować rozwój tych teorii i ujawniać ich ukryte możliwości. Porównywanie modeli w związku z problemem biernej regulacji zasobowej określa nową płaszczyznę oceny i konfrontacji przyjmowanych w nich rozwiązań. Identyfikacja ognisk zbieżności, obszarów rozbieżności, a także eksplanacyjnych ograniczeń poszczególnych modeli może sprzyjać teoretycznej integracji.

Odnajdujemy w tych analizach trzy elementy, które wydają się kluczowe i których teoretyczna integracja może tworzyć postawę rozwiniętego wyjaśnienia w kategoriach biernej regulacji zasobowej. Pierwszy to ograniczenia strukturalne czy „bazalne”, które limitują możliwość znajdowania się reprezentacji treści umysłowych w pewnych stanach aktywnych. Drugi to ograniczenia „energii” czy „napędu”, niezbędne do wszelkiej aktywności umysłowej. W propozycji teoretycznej zakładającej bierną regulację zasobową trzeba rozstrzygnąć, czy zasadne jest redukowanie ograniczeń pierwszego rodzaju do limitowanej dostępności zasobów drugiego rodzaju, czy też bardziej trafne jest założenie

niezależności tych dwóch rodzajów ograniczeń w kształtowaniu procesów umysłowych.

Trzeci kluczowy element, którego nie sposób pominąć w rozwiniętym wyjaśnieniu zasobowym, to zawartość i organizacja wiedzy deklaratywnej i proceduralnej podmiotu. Relacja pomiędzy nimi a wymogami i warunkami zadania decyduje o tym, jaka ilość zasobów jest potrzebna do osiągnięcia celu, i w jakim stopniu system poznawczy może „związać” dostępne zasoby, uruchamiając procesy realizujące zadanie. Architektury kognitywne takie jak ACT-R czy CAPS mogą dostarczać cennych intelektualnych narzędzi do teoretycznego uchwycenia tej relacji. Rozwinięte, „kompletne” wyjaśnienie odwołujące się do biernej regulacji zasobowej powinno też obejmować aktywną regulację zasobową, tłumacząc, w jaki sposób zasoby są zagospodarowywane zgodnie z podejmowanym zadaniem, w efekcie czego pozostawiony jest węższy albo szerszy margines na rozwijanie się aktywności umysłowej oderwanej od niego.

Warunkiem uwolnienia heurystycznego potencjału idei biernej regulacji zasobowej jest jednak potraktowanie jej inaczej, niż to się czyni zazwyczaj. Nader często pełni ona rolę wygodnego schematu interpretacyjnego, który bez żadnych wstępnych zobowiązań, w trybie post hoc, stosowany jest wtedy, kiedy występuje negatywna zależność pomiędzy wymaganiami zadania a wskaźnikami aktywności oderwanej od niego. To wyjaśnienie może wydawać się tak intuicyjnie wiarygodne, że łatwo je potraktować jak stwierdzenie oczywistości. Sądzę, że warto odnieść się do niego z większą uwagą i mniej bezwarunkową ufnością. Najprościej rzecz ujmując, warto sprowadzić status tego wyjaśnienia do roli zwykłej naukowej hipotezy, osadzonej w jakimś modelu umysłu i konfrontowanej w badaniach z innymi hipotezami wyjaśniającymi te same obserwacje. Analizy przedstawione w tym artykule mogą być potraktowane jako przyczynek do takiej teoretycznej konkretyzacji idei biernej regulacji zasobowej.

Literatura

- Anderson, J.R. (2005). Human symbol manipulation within an integrated cognitive architecture. *Cognitive Science* 29, 313–341.
- Anderson, J.R., Bothell, D., Lebiere, C., Matessa, M. (1998). An integrated theory of list memory. *Journal of Memory and Language* 38, 341–380.
- Anderson, J.R., Lebiere, C., Lovett, M., Reder, L. (1998). ACT-R: A higher-level account of processing capacity. *Behavioral and Brain Sciences* 21, 831–832.
- Anderson, J.R., Reder, L.M., Lebiere, C. (1996). Working memory: Activation limitations on retrieval. *Cognitive Psychology* 30, 221–256.
- Antrobus, J.S. (1968). Information theory and stimulus-independent thought. *British Journal of Psychology* 59, 423–430.

Antrobus, J.S., Coleman, R., Singer, J.L. (1967). Signal-detection performance by subjects differing in predisposition to daydreaming. *Journal of Consulting Psychology* 31, 487–491.

Antrobus, J.S., Singer, J.L., Greenberg, S. (1966). Studies in the stream of consciousness: Experimental enhancement and suppression of spontaneous cognitive process. *Perceptual and Motor Skills* 23, 399–417.

Baddeley, A. (1993). Working memory and conscious awareness. W: Collins, A.F., Gathercole, S.E., Conway, M.A., Morris, P.E. (red.) *Theories of memory*. Hove: Erlbaum, s. 11–28.

Baddeley, A. (1999). *Human memory: Theory and practice*. Hove: Psychology Press.

Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences* 4, 417–423.

Baddeley, A. (2001). Is working memory still working? *American Psychologist* 56, 849–864.

Baddeley, A. (2007). *Working memory, thought and action*. Oxford: Oxford University Press.

Binder, J.R., Frost, J.A., Hammeke, T.A., Bellgowan, P.S.F., Rao, S.M., Cox, R.W. (1999). Conceptual processing during the conscious resting state: A functional MRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience* 11, 80–93.

Christoff, K., Ream, J.M., Gabrieli, J.D.E. (2004). Neural basis of spontaneous thought processes, *Cortex* 40, 623–630.

Cowan, N. (1988). Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information-processing system. *Psychological Bulletin* 104, 163–191.

Cowan, N. (1995). *Attention and memory. An integrated framework*. Oxford Psychology Series, No. 26, New York: Oxford University Press.

Cowan, N. (2000/2001). Processing limits of selective attention and working memory. Potential implications for interpreting. *Interpreting* 5, 117–146.

Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences* 24, 87–185.

Cowan, N., Elliott, E.M., Saults, J.S., Morey, C.C., Mattox, S., Hismjatullina, A., Conway, A.R.A. (2005). On the capacity of attention: Its estimation and its role in working memory and cognitive aptitudes. *Cognitive Psychology* 51, 42–100.

Eriksen, C.W., St. James, J.D. (1986). Visual attention within and around the field of focal attention: A zoom lens model. *Perception & Psychophysics* 40, 225–240.

Forster, S., Lavie, N. (2009). Harnessing the wandering mind: The role of perceptual load, *Cognition* 111, 345–355.

Garavan, H. (1998). Serial attention within working memory. *Memory and Cognition*, 26, 263–276.

Giambra, L.M. (1989). Task-unrelated thought frequency as a function of age: A laboratory study. *Psychology and Aging* 4, 136–143.

- Giambra, L.M. (1995). A laboratory method for investigating influences on switching attention to task-unrelated imagery and thought. *Consciousness and Cognition* 4, 1–21.
- Halford, G.S., Wilson, W.H., Phillips, S. (1998). Processing capacity defined by relational complexity: Implications for comparative, developmental, and cognitive psychology. *Behavioral and Brain Sciences* 21, 803–864.
- Just, M.A., Carpenter, P.A. (1992). A capacity theory of comprehension: Individual differences in working memory. *Psychological Review* 99, 122–149.
- Just, M.A., Carpenter, P.A., Keller, T.A., Eddy, W.F., Thulborn, K.R. (1996). Brain activation modulated by sentence comprehension. *Science* 274, 114–116.
- Just, M.A., Carpenter, P.A., Keller, T.A., Emery, L., Zajac, H., Thulborn, K.R. (2001). Interdependence of nonoverlapping cortical systems in dual cognitive tasks. *NeuroImage* 14, 417–426.
- Just, M.A., Carpenter, P.A., Varma, S. (1999). Computational modeling of high-level cognition and brain function. *Human Brain Mapping* 8, 128–136.
- Just, M.A., Keller, T.A., Cynkar, J. (2008). A decrease in brain activation associated with driving when listening to someone speak. *Brain Research* 1205, 70–80.
- Just, M.A., Varma, S. (2002). A hybrid architecture for working memory: Reply to MacDonald and Christiansen. *Psychological Review* 109, 55–65.
- Just, M.A., Varma, S. (2007). The organization of thinking: What functional brain imaging reveals about the neuroarchitecture of complex cognition. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience* 7, 153–191.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and effort*. New York: Prentice Hall.
- Kowalczyk, M. (2007). *Myśli oderwane od zadania. Geneza dystrakcji i mechanizmy obrony*. Poznań: Wydawnictwo Naukowe UAM.
- Lovett, M.C., Anderson, J.R. (2005). Thinking as a production system. W: Holyoak, K., Morrison, R. (red.) *Cambridge handbook of thinking and reasoning*. New York: Cambridge University Press, s. 401–430.
- Mason, M.F., Norton, M.I., Van Horn, J.D., Wegner, D.M., Grafton, S.T., Macrae, C.N. (2007). Wandering minds: The default network and stimulus-independent thought. *Science* 315, 393–395.
- Mazoyer, B., Zago, L., Mellet, E., Bricogne, S., Etard, O., Houdé, O., Crivello, F., Joliot, M., Petit, L., Tzourio-Mazoyer, N. (2001). Cortical networks for working memory and executive functions sustain the conscious resting state in man. *Brain Research Bulletin* 54, 287–298.
- McElree, B. (2001). Working memory and focal attention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 27, 817–835.
- McElree, B., Doshier, B.A. (1989). Serial position and set size in short-term memory: The time course of recognition. *Journal of Experimental Psychology: General* 118, 346–373.
- McKiernan, K.A., D'Angelo, B.R., Kaufman, J.N., Binder, J.R. (2006). Interrupting the “stream of consciousness”: An fMRI investigation. *NeuroImage* 29, 1185–1191.

- McKiernan, K.A., Kaufman, J.N., Kucera-Thompson, J., Binder, J.R. (2003). A parametric manipulation of factors affecting task-induced deactivation: An fMRI study. *Journal of Cognitive Neuroscience* 15, 394–408.
- McVay, J.C., Kane, M.J. (2010). Does mind wandering reflect executive function or executive failure? Comment on Smallwood and Schooler (2006) and Watkins (2008). *Psychological Bulletin* 136, 188–197.
- Navon, D. (1984). Resources — a theoretical soup stone? *Psychological Review* 91, 216–234.
- Navon, D. (1998). Is it processing capacity that is being defined? *Behavioral and Brain Sciences* 21, 841–842.
- Navon, D., Gopher, D. (1979). On the economy of the human processing system. *Psychological Review* 86, 214–253.
- Newman, S.D., Keller, T.A., Just, M.A. (2007). Volitional control of attention and brain activation in dual task performance. *Human Brain Mapping* 28, 109–117.
- Norman, D.A., Bobrow, D.J. (1975). On data-limited and resource-limited processes. *Cognitive Psychology* 7, 44–64.
- Oberauer, K. (2002). Access to information in working memory: Exploring the focus of attention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 28, 411–421.
- Oberauer, K. (2003). Selective attention to elements in working memory. *Experimental Psychology* 50, 257–269.
- Oberauer, K. (2006). Is the focus of attention in working memory expanded through practice? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 32, 197–214.
- Oberauer, K., Bialkova, S. (2009). Accessing information in working memory: Can the focus of attention grasp two elements at the same time? *Journal of Experimental Psychology: General* 138, 64–87.
- Shulman, G.L., Fiez, J.A., Corbetta, M., Buckner, R.L., Miezin, F.M., Raichle, M.E., Petersen, S.E. (1997). Common blood flow changes across visual tasks: II. Decreases in cerebral cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience* 9, 648–663.
- Singer, J.L. (1988). Sampling ongoing consciousness and emotional experience: Implications for health. W: Horowitz, M.J. (red.) *Psychodynamics and cognition*. Chicago: University of Chicago Press, s. 297–346.
- Smallwood, J. (2010). Why the global availability of mind wandering necessitates resource competition: Reply to McVay and Kane (2010). *Psychological Bulletin* 136, 202–207.
- Smallwood, J., Baracaia, S.F., Lowe, M., Obonsawin, M. (2003). Task unrelated thought whilst encoding information. *Consciousness and Cognition* 12, 452–484.
- Smallwood, J., Obonsawin, M.C., Heim, D. (2003). Task unrelated thought: The role of distributed processing. *Consciousness and Cognition* 12, 169–189.
- Smallwood, J., Schooler, J.W. (2006). The restless mind. *Psychological Bulletin* 132, 946–958.

Teasdale, J.D., Dritschel, B.H., Taylor, M.J., Proctor, L., Lloyd, C.A., Nimmo-Smith, I., Baddeley, A.D. (1995). Stimulus-independent thought depends on central executive resources. *Memory & Cognition* 23, 551–559.

Teasdale, J.D., Proctor, L., Lloyd, C.A., Baddeley, A.D. (1993). Working memory and stimulus-independent thought: Effects of memory load and presentation rate. *European Journal of Cognitive Psychology* 5, 417–433.

Wickens, C.D. (1984). Processing resources in attention. W: Parasuraman, R., Davies, D.R. (red.) *Varieties of attention*. New York: Academic Press, s. 63–102.

Wickelgren, W.A., Corbett, A.T., Doshier, B.A. (1980). Priming and retrieval from short-term memory: A speed-accuracy tradeoff analysis. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 19, 387–404.

Passive resource-driven regulation of the scope of task-unrelated mental activity

MAREK KOWALCZYK
Institute of Psychology
Adam Mickiewicz University
Poznań, Poland

Abstract. *Research on task-unrelated thoughts indicates that their frequency decreases when the demands of the task at hand for the cognitive system increase in terms of employment of executive processes, complexity, difficulty or frequency of the operations needed. One possible explanation of this relationship refers to a passive resource-driven regulation of task-unrelated mental activity: the development of such an activity depends on the availability of resources that are left unused by the ongoing task-related processes. The analyses presented in this article were motivated by the question of a theoretical concretization of this general idea. What is the nature of limits in cognitive processing or storage that may render concurrent task-related and task-unrelated mental activity impossible? In which of its phases the development of mental processes potentially leading to the occurrence of a task-unrelated thought may be blocked due to temporary lack of necessary resources? Four influential models of the workings of the mind are considered in this respect: working memory models of Baddeley and of Cowan, and cognitive architectures ACT-R and CAPS. Although in all these models processing or storage limitations are assumed that may be involved in passive resource-driven regulation of task-unrelated mental activity, important questions concerning the mechanisms of such regulation remain unanswered in these theories. The account in terms of passive resource-driven regulation poses new challenges for models of mind functioning.*

Keywords: *task-unrelated thoughts, resources, passive resource-driven regulation, attention*