



Przegląd badań dotyczących
rozumowań dedukcyjnych:
I: Rozumowania dedukcyjne
a procesy uwagowe i pamięć
robocza
II: Rozumowania deduk-
cyjne a taksonomie typów
inteligencji

Research Report

number: 8(8)/2016; published: 13 grudnia 2016.

DOROTA ŹELECHOWSKA



Przegląd badań dotyczących rozumowań dedukcyjnych:

I: Rozumowania dedukcyjne a procesy uwagowe i pamięć robocza

II: Rozumowania dedukcyjne a taksonomie typów inteligencji

Dorota Żelechowska

Wprowadzenie

Kluczowe pytanie, na które należałoby sobie odpowiedzieć przed przystąpieniem do analiz wydaje się brzmieć: czym jest rozumowanie dedukcyjne? Jeśli o dedukcję zapytamy filozofa, otrzymamy zapewne odpowiedź precyzyjną i wysublimowaną, odwołującą się przede wszystkim do znaczenia normatywnego. Jeśli zapytamy psychologa poznawczego, ale nie dopisze nam wystarczająco dużo szczęścia, aby trafić na kogoś szczególnie zainteresowanego właśnie dedukcją, na precyzyjną odpowiedź nie mamy raczej co liczyć, co więcej – punkt ciężkości zostanie w opisie przesunięty z formalnej charakterystyki dedukcji na to, iż stanowi ona po prostu pewien specyficzny typ procesu zwanego rozumowaniem, które z kolei jest pewnym rodzajem myślenia.

Można odnieść wrażenie, że większość psychologów poznawczych rozumowanie dedukcyjne traktuje właśnie w takich ogólnych kategoriach. Jeden z bardziej popularnych polskich podręczników do psychologii poznawczej – „Psychologia poznawcza” autorstwa Nęcki, Orzechowskiego i Szymury (2006) zawiera następującą definicję rozumowania: „Rozumowanie jest procesem formułowania wniosku na podstawie przesłanek, czyli z wykorzystaniem uprzednio nabytej lub powszechnie dostępnej wiedzy” (s. 420). Rozumowanie dedukcyjne ma zaś polegać na „wyciąganiu wniosków z przesłanek z wykorzystaniem formalnych reguł logiki (...). Wniosek wyciągnięty dzięki dedukcji jest niezawodny, bowiem właściwie stosując reguły logiki zawsze dochodzimy do rzetelnych wniosków. Wniosek dedukcyjny jest ponadto efektem zastosowania pewnej ogólnej reguły (...).” (Nęcka, Orzechowski i Szymura, 2006, s. 444).

Nietrudno odgadnąć, że przełożenie precyzyjnych logicznych, a zarazem normatywnych definicji dedukcji na język psychologii poznawczej, zainteresowanej raczej procesami rozumowania dedukcyjnego ujętymi w kategoriach deskryptywnych, może stanowić wyzwanie. Część badaczy-psychologów ignoruje to wyzwanie i traktuje rozumowania dedukcyjne zbyt ogólnie, sprowadzając je do procesu formułowania wniosków na podstawie przesłanek, przez co zebrane przez nich dane empiryczne, choć potencjalnie niezmiernie wartościowe, nie dostarczają wiedzy, którą bezpośrednio można odnieść właśnie do rozumowań dedukcyjnych. Dzieje się tak najczęściej wtedy, gdy w centrum zainteresowania badaczy leżą inne procesy niż rozumowanie dedukcyjne, te zaś rozpatrywane jest wyłącznie w kategoriach korelatu. Przykłady takiego podejścia można znaleźć w eksperymentach poświęconych ocenie skuteczności treningów pamięci roboczej (por. Au i in., 2015), jak również w badaniach korelacyjnych poddających analizie relacje rozumowania i pamięci roboczej (Süß i in., 2002).

Na szczęście dla rozwoju nauki, niektórzy decydują się podjąć trudnego zadania nie tylko opisania, ale i wyjaśnienia mechanizmu rozumowań dedukcyjnych w sposób na tyle precyzyjny, by jasne było na czym polegać ma ich wyjątkowość w kontekście innych procesów rozumowania. Podobnie jednak, jak w przypadku większości kwestii, także i w tej nie ma powszechnej zgody odnośnie kształtu takiej teorii. Teorie, które przedstawię poniżej mają charakter deskryptywny, starają się zatem opisać to, jak ludzie rzeczywiście przeprowadzają takie rozumowania, a nie jak powinni to robić zgodnie z prawami logiki. Opis podaję na

podstawie tekstów: Nęcka, Orzechowski i Szymura (2006) oraz Johnson-Laird (1999), w których znaleźć można zwięzłe i przystępne omówienie tematu.

(1) Dedukcja jako proces oparty na wiedzy o faktach

Przedstawiciele takiego sposobu ujmowania mechanizmu dedukcji (Anderson, 1993; Newell, 1990) zakładają, że wnioski z wiedzy ogólnej wyprowadzane są za pomocą reguł mających postać okresu warunkowego, które są specyficzne dla treści wnioskowania. Rozumowanie oparte jest na pamiętaniu wcześniejszych wnioskowań i przywoływaniu właściwych reguł z pamięci, opiera się na przypadkach, a nie abstrakcyjnych regułach.

(2) Dedukcja jako formalny proces oparty na abstrakcyjnych regułach

Zwolennicy tego podejścia (np. Braine, 1978; Rips, 1994) zakładają, że człowiek jest z natury zdolny do efektywnego korzystania z reguł logiki (tzw. logiki mentalnej), niezależnie od dziedziny, w której osadzone jest zadanie. Jest to możliwe dzięki uruchomieniu czegoś w rodzaju „programu rozumowania” wtedy, gdy uzna się, że jest taka potrzeba. Rozumowanie ma charakter syntaktyczny, składają się na niego etapy: (a) identyfikacja logicznej struktury przesłanek (w abstrahowaniu od treści), (b) uruchomienie reguły umysłowej odpowiedniej do odkrytej struktury zadania i wygenerowanie konkluzji sformułowanej w języku abstrakcyjnych symboli, (c) przełożenie wniosku z formy abstrakcyjnej na język przesłanek.

(3) Dedukcja jako semantyczny proces oparty na modelach umysłowych/mentalnych

W ten nurt wpisuje się teoria Johnson-Lairda i jego zespołu (1983, Johnson-Laird i Byrne, 1991). Zwolennicy tego podejścia zakładają, że rozumowanie nie opiera się na wyprowadzaniu syntaktycznych konsekwencji z form logicznych, ale na manipulowaniu modelami umysłowymi reprezentującymi sytuację zadaniową (dostrzeżone elementy sytuacji problemowej mają swoje odpowiedniki w modelu jako mniej lub bardziej konkretne egzemplarze). Dedukcja ma charakter semantyczny, bo konstruowanie modeli zależy od systemu znaczeń i wiedzy. Jeśli przesłanki można zinterpretować na wiele sposobów, osoby badane wyobrażają sobie więcej modeli. Początek rozumowania wyznacza skonstruowanie modelu stanu opisanego w przesłankach (model początkowy), następnie sprawdza się czy domniemany wniosek jest zgodny z tym modelem, na końcu dokonuje się próby falsyfikacji konkluzji poprzez skonstruowanie alternatywnych modeli (możliwych dla dostarczonych przesłanek). Racjonalność ma polegać na zdolności do uwolnienia się od modelu początkowego i konstruowaniu większej liczby modeli.

Nie wiem czy takie teorie rozumowania dedukcyjnego zadowolają filozofów. Jednakże, nawet jeśli zawierają uproszczenia, nie musi to oznaczać jałowości prowadzonych w oparciu o nie dociekań, o ile stawiane przez psychologów pytania badawcze nie wykraczają poza zakres dyscypliny (psychologii). Jeśli przyjrzymy się obszarowi zainteresowań psychologów zajmujących się badaniem rozumowania zauważymy, że podejmowane przez nich tematy badawcze dotyczą deskryptywnego, a nie normatywnego ujęcia rozumowania, a najczęściej poruszane problemy badawcze dotyczą tego, jak przebiega proces umysłowy w trakcie rozumowania, na ile ludzie są w stanie myśleć racjonalnie (i co to właściwie znaczy w kontekście adaptacyjnym), jakie błędy i odchylenia od racjonalności znaleźć można w ludzkim rozumowaniu, jakie czynniki związane z charakterystykami zadań lub warunkami ich wykonywania mogą zwiększać lub zmniejszać poprawność rozumowań, jakie różnice indywidualne wpływają na poprawność i strategie rozumowań, jak na rozumowanie wpływa wiedza i kontekst. Podejmowane są także próby wyjaśnienia „podwójnej racjonalności” np. poprzez koncepcję dwóch typów racjonalności, z których jedna – utajona, miałaby odpowiadać za radzenie sobie z codziennymi życiowymi problemami, a druga – wolicjonalna, stosowana świadomie – z rozumowaniem w oparciu o zasady logiki.

Zdaniem Evansa (1991) wszystkie pytania badawcze stawiane przez psychologów w odniesieniu do rozumowania można przyporządkować do jednej z trzech kategorii:

- (1) pytania o mechanizm odpowiedzialny za kompetencje w zakresie rozumowania,
- (2) pytania o przyczyny błędów w rozumowaniu,
- (3) pytania o przyczyny zależności efektywności rozumowania od kontekstu zadania.

Metodologia badawcza zastosowana do weryfikacji formułowanych w tym zakresie przez psychologów hipotez opiera się najczęściej na jednym z poniżej opisanych paradygmatów badawczych:

Rozumowanie sylogistyczne

Zadania opierają się na różnego rodzaju sylogizmach (np. liniowych, kategoriowych), i wymagają ewaluacji wniosków z uwagi na ich poprawność (przy czym wniosek można uznać za konieczny, możliwy lub błędny) lub samodzielnego generowania wniosków na podstawie przedstawionych przesłanek.

Rozumowanie warunkowe

Przedstawiciele tego nurtu badań konstruują zadania oparte na czterech schematach wnioskowania, z których dwa są niezawodne: Modus Ponens (Jeśli A, to B, A, więc B) i Modus Tollens (Jeśli A, to B, nie B, więc nie A) a dwa zawodne – Potwierdzenie Następnika Implikacji (Jeśli A, to B, B, więc A) i Zaprzeczenie Poprzednika Implikacji (Jeśli A to B, nie A, więc nie B). W eksperymentach często wykorzystuje się tzw. zadanie selekcyjne Wasona (1960), które wymaga przetestowania prawdziwości prostej hipotezy opartej na rozumowaniu warunkowym.

Rozumowanie za pomocą spójników zadaniowych

Przyjmuje się tu założenie, że większa liczba kroków, których wymaga rozumowanie wpływa na zwiększenie trudności wyprowadzenia poprawnego wniosku. Co więcej – procesy wnioskowania różnią się pod względem poziomu trudności w zależności od spójników, z jakich skorzystano w zadaniu. Badania przeprowadzone w tym nurcie pokazują m.in., że są najłatwiejsze są koniunkcje, potem implikacje, a najtrudniejsze – alternatywy, przy czym alternatywy rozłączne są prostsze niż łączne (Johnson-Laird i in., 1992).

Evans (1991) zauważa, że różnorodność w sposobach ujmowania przez psychologów poznawczych rozumowania dedukcyjnego wynika z odmiennych, a z czasem dość wąskich i specyficznych, zainteresowań badaczy, skupionych jedynie na wybranym aspekcie rozumowania, jak również ze stosowania różnych paradygmatów eksperymentalnych. Ma to swoje skutki na poziomie teoretycznym. Teorie rozumowania stają się fragmentaryczne, brakuje integracji poruszanych zagadnień w ramach jednej spójnej teorii rozumowania. Wydaje się, że spostrzeżenie Evansa, sformułowane dwadzieścia pięć lat temu, nadal pozostaje aktualne. Ten kontekst badawczy nie ułatwia prowadzenia dociekań o charakterze przeglądowym. Z drugiej jednak strony, warto pamiętać, że psychologów bardziej niż sama teoria rozumowania zajmuje badanie kompetencji w zakresie rozumowania i to będzie stanowiło główny przedmiot poniższych analiz.

W dalszej części raportu zdecydowano się odwrócić kolejność omawianych zagadnień (względem pierwotnych założeń określonych w temacie raportu). W pierwszej części poruszono kwestię relacji rozumowania dedukcyjnego i inteligencji. Dopiero w drugiej części przedstawiono przegląd badań elementarnych procesów poznawczych – pamięci roboczej oraz uwagi. Zastosowany zabieg miał na celu zwiększenie klarowności przekazu: rozpoczęto od osadzenia rozumowania dedukcyjnego w bardziej ogólnych ramach wyznaczonych przez procesy poznawcze zintegrowane w teoriach inteligencji i dopiero po zarysowaniu tego kontekstu rozważań zstąpiono na niższy i zarazem bardziej wielowątkowy poziom analizy elementarnych procesów poznawczych, leżących u podstaw omówionych wcześniej procesów złożonych.

Rozumowania dedukcyjne a taksonomie typów inteligencji

Kolejny raz należałoby rozpocząć od zadowalającego zdefiniowania interesującego nas terminu „inteligencja”. Problem w tym, że teorii inteligencji jest bardzo wiele, a badacze różnią się między sobą pomysłami na opisanie jej mechanizmu działania. Nęcka (2003), powołując się na Sternberga i Dettermana (1986), podaje, że jest dwadzieścia siedem odrębnych klas teorii inteligencji. Można przypuszczać, że w ciągu ostatnich trzydziestu lat ta liczba nie zmalała.

Według potocznego przekonania inteligencja ma odpowiadać za różnice w szybkości i jakości rozwiązywania różnego rodzaju problemów (Strelau, 1997). Wśród badaczy nie ma jednak porozumienia w zakresie mechanizmu, który mógłby ten rodzaj funkcji wystarczająco dobrze objaśniać. Być może najbezpieczniej byłoby zatem uznać, że inteligencja to pojęcie, któremu w ramach różnych teorii odpowiadać mają odmiennie określone, mniej lub bardziej złożone procesy poznawcze (por. Nęcka, 1994, Chuderski i Nęcka, 2012). To jednak niewiele jeszcze wyjaśnia. Prawdopodobnie większość badaczy zgodziłaby się, że ludzie różnią się pod względem wykonania zadań angażujących owe procesy, przejawiając zarazem pod tym względem wewnątrzsobniczą stałość, co daje podstawy do mówienia o inteligencji w kategoriach różnic indywidualnych i prowadzenia badań różnicowych (Nęcka, 1994). Nadal jednak nie wiemy wystarczająco dużo, by móc przystąpić do badań. Być może najwygodniej byłoby zatem przyjąć, że inteligencja jest po prostu tym, co mierzą testy inteligencji (np. inteligencja typu C w ujęciu Vernona, 1950). Przy takim określeniu tematu, operacjonalizacja zmiennej dawałaby nam także wgląd w to, na ile konstrukt współtworzony jest przez rozumowanie dedukcyjne (które być może także byłoby tym, co mierzy zadanie rozumowania dedukcyjnego). Musielibyśmy jednak liczyć się z tym, że wyniki poszczególnych badań trudno byłoby do siebie odnosić, a różne wybory testów diagnostycznych skutkowałyby bowiem różnicami na poziomie teoretycznym. Bezpieczniejszym wyjściem jest podejście odwrotne, gdy test dobierany jest stosownie do teorii, która objaśnia konstrukty interesujące badaczy. Strelau (1997, s. 19) proponuje, by inteligencję uznać za konstrukt teoretyczny, odnoszący się do względnie stałych warunków wewnętrznych człowieka (kształtowanych w wyniku interakcji genotypu, środowiska i własnej aktywności), które determinować mają efektywność działań wymagających typowo ludzkich procesów poznawczych. Nęcka (2003, s. 26) podaje zaś inną – „robotyczną definicję” inteligencji, opartą na analizie głównych nurtów badań w tej dziedzinie (Sternberg i Detterman, 1986, Gottfredson, 1997): „Inteligencja to zdolność przystosowania się do okoliczności dzięki dostrzeganiu abstrakcyjnych relacji, korzystaniu z uprzednich doświadczeń i skutecznej kontroli nad własnymi procesami poznawczymi”.

Wydaje się, że spora grupa badaczy gotowa jest postrzegać inteligencję w kategoriach zgeneralizowanej cechy, która wpływa na wykonywanie wielu różnych zadań poznawczych w różnych okolicznościach. Różni ich jednak to, na ile uznają ją za mechanizm jednorodny i czy gotowi są włączyć do tej definicji także sprawności bardziej specyficzne.

Ambicją niniejszego opracowania nie jest opisanie wszystkich znanych czy najbardziej popularnych teorii inteligencji. Poniżej przedstawione zostały jedynie wybrane reprezentatywne modele inteligencji wraz ze wskazaniem możliwego sposobu osadzenia w ich ramach rozumowania dedukcyjnego. W dalszej części opisano natomiast wyniki badań, w których relacje rozumowania dedukcyjnego i inteligencji (różnie konceptualizowanej i różnie badanej) poddano weryfikacji empirycznej.

Ujęcie teoretyczne

Dwuczynnikowa teoria inteligencji Spearmana

Charles Spearman (Spearman, 1904, 1927) zauważył, że wyniki uzyskane w różnego

typu testach zdolności szkolnych korelują ze sobą na poziomie $r=.7-8$, a co więcej – ta pozytywna korelacja ujawnia się także pomiędzy wynikami szkolnymi a wynikami testów psychofizycznych. Wyjaśniając tę obserwację powołał do życia konstrukt, który odniósł oszałamiający sukces na gruncie psychologii poznawczej – „czynnik g” (*g-factor*). Czynnik ten ma określać ogólną zdolność intelektualną człowieka, która przejawia się w wykonaniu zadań edukacyjnych i reprodukcyjnych. Zdolności reprodukcyjne (*reproductive*) to umiejętności przyswajania, przywoływania i odtwarzania wiedzy możliwej do zwerbalizowania. Mają więc charakter nabyty. Zdolności edukcyjne (*eductive*) to kompetencje w zakresie porządkowania nowego typu informacji w schematy w taki sposób, by pozbawione znaczenia elementy (najczęściej niewerbalne) utworzyły sensowną całość. Kompetencje te uchodzą za raczej niezależne od doświadczenia. Edukacja bywa opisywana zarówno w kategoriach procesów dedukcyjnych, jak i indukcji, rozumowania przez analogię oraz kombinacji tych wszystkich (por. Sternberg, 1997). Możemy mieć do czynienia z edukacją relacji (ujmowanie stosunku pomiędzy elementami) i edukacją korelatu (wydedukowaniu tego, co jest odpowiednim elementem brakującym, gdy znana jest relacja). Wszystkie kompetencje mają nie tylko wspólną funkcję (*g*), ale też funkcje specyficzne (*s*), odmienne dla różnego typu zdolności. W każdym zadaniu można określić proporcję tych dwóch czynników (Spearman, 1904). Jeśli przeważa czynnik ogólny, zadanie może lepiej posłużyć do pomiaru inteligencji ogólnej i wydaje się, że najbardziej nasycone czynnikiem *g* są testy edukcyjne.

Wielu badaczy kontynuuje myśl Spearmana akceptując istnienie tzw. inteligencji ogólnej – istotnej dla wykonania wszystkich zadań poznawczych i czynników niższego rzędu, bardziej specyficznych dla poszczególnych typów zadań.

Hierarchiczne teorie inteligencji

Vernon (1950) przedstawił pogląd, zgodnie z którym na inteligencję składają się dwa czynniki grupowe: czynnik zdolności werbalnych i czynnik zdolności praktycznych, a na nie z kolei czynniki grupowe o jeszcze węższym zakresie (czynniki specyficzne). Na zdolności werbalne składają się zatem czynniki: słowny, liczbowy, szkolny. Z kolei czynnik zdolności praktycznych tworzą czynniki: mechaniczny, zdolności przestrzenne, zdolności manualne. Na tym nie kończy się podział czynników, Vernon wyróżnił jeszcze dwa dodatkowe poziomy czynniki (coraz bardziej) specyficznych.

Na podobnych założeniach opiera się popularna teoria inteligencji Cattella i Horna (Cattell, 1971; Horn i Cattell, 1978). Cattell rozbił czynnik inteligencji ogólnej na dwa: inteligencję płynną (*fluid intelligence, Gf*) tzn. zdolność do dostrzegania złożonych relacji między symbolami, wykonywania na nich operacji i rozwiązywania problemów (uwarunkowaną w dużej mierze genetycznie, niezależną od doświadczenia, a więc np. znaczenia symboli) oraz inteligencji skryształizowanej (*crystallized intelligence, Gc*), która odwołuje się do korzystania z uprzednio nabytej wiedzy i umiejętności. Podział przypomina czynniki: edukcyjny i reprodukcyjny w koncepcji Spearmana. Inteligencję płynną najczęściej ocenia się właśnie na podstawie testu zdolności edukcyjnych np. testu Matrycy Ravena, a inteligencję skryształizowaną – testu słownictwa lub wiadomości. Co istotne, w ujęciu Cattella i Horna czynnik *g* nie jest tożsamy z inteligencją płynną, ale względem niej nadrzędny, oba czynniki korelują w wysokim stopniu z inteligencją ogólną i ze sobą. Co więcej, Cattell był zdania, że inteligencja płynna jest ważną przesłanką rozwoju inteligencji skryształizowanej (teoria wkładu, *investment theory*), zdolności płynne mogą być inwestowane w procesy, które umożliwiają zdobycie doświadczeń i wiedzy, a więc składają się na inteligencję skryształizowaną. Teoria Cattella i Horna wyróżnia ponadto trzy czynniki drugiego rzędu: zdolność wyobrażeniową (*Gv*) ujawniająca się w zadaniach wyobrażeniowo-przestrzennych; ogólną płynność (*Gr*) ujawniającą się w zadaniach wymagających rozpoznawania

i przywoływania znaczenia pojęć oraz ogólną szybkość (Gs), czyli ogólne tempo pracy umysłowej.

Należy zaznaczyć, że niektórzy badacze (np. Gustafsson, 1984) są zdania, że inteligencja płynna i ogólna mogą być ze sobą utożsamione. Wtedy struktura zdolności (dopasowana do danych) przedstawiałaby się następująco: czynnik g i dwa czynniki grupowe: zdolności werbalne i figuracyjne oraz pierwotne zdolności umysłowe (jak opisane w dalszej części kompetencje Thurstone'a, 1938).

Gdzie w ramach tego rodzaju teorii można byłoby osadzić rozumowanie dedukcyjne? Jeśli przyjmiemy, że jednym z najbardziej popularnych testów szacujących kompetencje edukcyjne jest Test Matryc Ravena, to analiza tego narzędzia mogłaby ułatwić nam znalezienie odpowiedzi. Wydaje się jednak, że nie ma jasności odnośnie tego, jakiego rodzaju procesy zaangażowane są w wykonywanie zdania w teście matryc, przy czym typuje się zarówno rozumowanie indukcyjne (prawdopodobnie najczęściej), jak i dedukcyjne, a nawet abdukcyjne. Wyniki badań empirycznych, omówionych w dalszej części rozdziału zdają się sugerować, że kompetencje dedukcyjne osadzone w ramach inteligencji płynnej mogą w jakiejś mierze warunkować możliwość rozwoju bardziej wyspecjalizowanych kompetencji skryzalizowanych. Nie oznacza to jednak, że osoba o wysokiej płynności łatwo poradzi sobie z trudnym zadaniem dedukcyjnym nawet bez treningu, ale raczej, że osoba o niskich kompetencjach wrodzonych może mieć kłopot z rozwinięciem zaawansowanych kompetencji logicznych.

Koncepcje czynników równorzędnych

Podstawowa różnica pomiędzy hierarchicznymi koncepcjami inteligencji a tymi zakładającymi istnienie czynników równorzędnych polega na wyodrębnieniu (na gruncie tych drugich teorii) czynników, które są względem siebie równie ważnymi kompetencjami intelektualnymi. W ten nurt wpisuje się teoria Thurstone'a (1938), który wyróżnił siedem podstawowych, względnie niezależnych od siebie czynników. Nazwał je pierwotnymi zdolnościami umysłowymi (*primary mental abilities*, PMA). Składają się na nie: (1) rozumienie słów, (2) płynność słowna (łatwość i szybkość posługiwania się materiałem werbalnym), (3) zdolności liczbowe (umiejętność wykonywania operacji arytmetycznych), (4) zdolności przestrzenne (do wizualizacji i przetwarzania materiału wizualnego), (5) zdolności pamięciowe, (6) szybkość spostrzegania i rozpoznawania obiektów, (7) rozumowanie indukcyjne (łatwość wyciągania wniosków na podstawie niepełnego zbioru przesłanek).¹

Prawdopodobnie najbardziej znanym modelem inteligencji, który przyjmuje istnienie czynników równorzędnych jest model Guilforda (1968)². Badacz założył, że każda zdolność umysłowa odnosi się do określonego rodzaju materiału, który to materiał należy przetworzyć uruchamiając dany proces poznawczy, co ma z kolei umożliwić uzyskanie wytworu. Model wyodrębnia aż sto dwadzieścia zdolności równorzędnych zdefiniowanych poprzez:

- materiał: figuralny, symboliczny, semantyczny, behawioralny;
- proces poznawczy/operacje przetwarzania informacji: poznawanie informacji (kodowanie), pamięć, wytwarzanie (myślenie) dywergencyjne, wytwarzanie (myślenie) konwergencyjne, ocenianie;
- wytwór: jednostki, klasy, relacje, systemy, przekształcenia, implikacje.

Guilford zaprzecza istnieniu czynnika ogólnego inteligencji, uznając go jedynie za statystyczny artefakt. Jego zdaniem testy mierzące zdolności edukcyjne szacują mniej więcej to samo, co jego czynnik zwany symboliczną substytucją (*NSI, symbolic substitution*) –

¹ Thurstone definiował inteligencję w oryginalny sposób (podaję za Nęcą, 2003), jako zdolność hamowania reakcji instynktownych (co Nęcą przyrównuje do refleksyjności w opozycji do impulsywności).

² Warto podkreślić, że koncepcja Guilforda nie została oparta na analizie czynnikowej (jak teorie opisane wcześniej). Guilford wyszedł od modelu teoretycznego i do tego modelu dopasował zadania testowe.

zdolność dokonywania, zgodnie z regułami, poprawnych dedukcji w oparciu o informacje symboliczne (Guilford, 1968, s. 242).

Popularność, zwłaszcza w kręgach pozanaukowych, zyskała teoria wielu inteligencji Gardnera (1938), zwana teorią inteligencji wielorakich (*multiple intelligences*). Gardner odrzuca pomysł, by sprowadzać wszystkie zdolności do jednej, w dodatku mocno związanej z myśleniem na materiale abstrakcyjnym. Inteligencję definiuje jako zdolność do rozwiązywania problemów i wytwarzania nowych produktów. Zakłada, że umysł złożony jest z odrębnych modułów, przystosowanych do przetwarzania informacji różnego typu. Gardner wyróżnia siedem zdolności (dopuszczając możliwość, że jest ich więcej): inteligencja językowa (posługiwanie się symbolami, płynność mowy, dobre rozumienie komunikatów werbalnych), inteligencja matematyczno-logiczna (sprawne wykonywanie wszelkiego rodzaju obliczeń i operacji na abstrakcyjnych symbolach) – te dwie składają się na inteligencję akademicką; inteligencja muzyczna (umiejętność wytwarzania i rozumienia treści dźwiękowych), inteligencja kinestetyczna (rozwiązywanie problemów związanych z ruchem i postawą ciała), inteligencja przestrzenna (operacje na materiale wyobrażeniowo-przestrzennym, orientacja w przestrzeni), inteligencja intrapersonalna (rozumienie samego siebie, w tym w zakresie emocjonalnym), inteligencja interpersonalna (rozumienie relacji międzyludzkich oraz cudzych uczuć, intencji i innych stanów psychicznych).

Jeśli mówilibyśmy w tym kontekście o rozumowaniu dedukcyjnym, włączylibyśmy je zapewne do obszaru inteligencji akademickiej. Trudno jednak uznać, że tego typu kompetencji nie przejawiałyby się w jakości wykonania innych zadań poznawczych.

Może to skłaniać ku krytykom koncepcji czynników równorzędnych, którzy zauważają, że wyniki badań empirycznych świadczą o istnieniu pewnego czynnika ogólnego inteligencji i jej hierarchicznej strukturze. Lohman (1998) przywołuje wyniki badań Gustafssona (1988), który wykazał, że inteligencja ogólna jest bardzo silnie skorelowana z inteligencją płynną, a ta z kolei – z rozumowaniem indukcyjnym. Gustafsson wyprowadził z tego śmiały wniosek, że inteligencję ogólną można utożsamić z inteligencją płynną, a ją z kolei z kompetencją w zakresie rozumowania (indukcyjnego). Lohman (1998) podkreśla jednak, że aby wyjaśnić zmienność w zakresie inteligencji płynnej, rozumowanie powinno zostać dopełnione inną, bardziej elementarną zdolnością – wydolnością pamięci roboczej. W koncepcji Gardnera brak miejsca na taką elementarną podstawę poznawczą wyróżnionych procesów bardziej złożonych, co stanowi poważny brak jego teorii.

Teorie Sternberga

Na znaczenie rozumowania jako czynnika wpływającego na poziom inteligencji zwraca także uwagę Sternberg (1986), jeden z najbardziej znanych współczesnych badaczy inteligencji. Po dokonaniu przeglądu badań nad poznawczymi korelatami inteligencji (psychometrycznej) wysnuł on wniosek, że siła korelacji danego zadania poznawczego z testem inteligencji zależy od tego, jak bardzo dane zadanie angażuje procesy rozumowania. Okazuje się zatem, że dla zrozumienia inteligencji ogólnej nie wystarczy przywołać mających się na nią składać czynników specyficznych, ale także czynnika podstawowego, od których zależy ich sprawność. Sternberg zaproponował własną koncepcję inteligencji zwaną komponentową (1980), która została potem osadzona w ramach jeszcze bardziej kompleksowego ujęcia triadowej teorii inteligencji (1985). Badacz ten (1977) dokonał próby dekompozycji inteligentnego procesu poznawczego wykorzystując założenie (Cattella), że inteligencję płynną można mierzyć za pomocą zadań wymagających rozumowania indukcyjnego (np. rozumowania przez analogię). Sformułował teoretyczny model takiego rozumowania (złożony z kolejnych etapów) i poddał go empirycznej weryfikacji za pomocą metody zwanej analizą komponentową (pomiar czasu reakcji wykonania różnych wariantów zadania, w tym przypadku – różnych etapów), co pozwoliło mu potwierdzić istnienie postulowanych pięciu

etapów indukowania. Sternberg wyróżnił trzy komponenty procesu intelektualnego: (a) komponenty wykonawcze, (b) komponenty nabywania wiedzy, (c) metakomponenty. Komponenty wykonawcze to procesy przetwarzania informacji odpowiedzialne za wykonywanie konkretnych zadań (np. rozumowanie przez analogię, kodowanie – ten drugi składnik należy do uniwersalnych, które uczestniczą w wykonaniu wszystkich zadań). Komponenty nabywania wiedzy to takie procesy, które odpowiadają za przyswojenie informacji, porównywanie ich z posiadanymi i tworzenie z nich funkcjonalnie sensownych zestawów. Metakomponenty to komponenty nadrzędne, które odpowiadają za planowanie i kontrolę przebiegu procesu poznawczego. Sternberg uznał (1985), że teoria komponentowa to jeden z trzech składników triadowej teorii inteligencji, pozostałe dwa składniki tej teorii to: subteoria doświadczeniowa (zdolność radzenia sobie z nowymi zadaniami i tempo automatyzacji czynności) i subteoria kontekstualna (przystosowanie do środowiska, wybór środowiska lub jego zmiana). Sternberg rozwinął swoją teorię tworząc konstrukt inteligencji sukcesu (*successful intelligence, SQ*), na którą składać się mają zdolności poznawcze (sprawności analityczne utożsamiane z inteligencją ogólną), sprawności kreatywne i sprawności praktyczne (Sternberg, 1997).

W swoich analizach Sternberg więcej miejsca poświęcił rozumowaniu indukcyjnemu, ale zajmował się również rozumowaniem dedukcyjnym, uznając że ono także jest istotnym składnikiem inteligencji płynnej (Sternberg, 1980b). Co więcej, miejscami sugerował nawet, że rozróżnienie pomiędzy rozumowaniem indukcyjnym a dedukcyjnym w kontekście procesów związanych z inteligencją płynną utrzymuje nie tyle z przekonania o rzeczywistej odrębności tych typów procesów (na poziomie psychologicznym, nie logicznym), ale z wygody (Sternberg, 1980b, s. 22). Przedstawił również propozycję dekompozycji tego procesu. Zdaniem Sternberga (1980b) rozumowanie dedukcyjne, podobnie jak inne typy rozumowania jest silnym korelatem inteligencji, ale nie aż tak silnym, jak rozumowanie indukcyjne, ponieważ jest procesem bardziej złożonym (z tego też, zdaniem badacza, wynika jego mniejsza popularność wśród psychologów szukających determinantów inteligencji ogólnej). Rozumowanie dedukcyjne, zdaniem Sternberga (1985), w większym stopniu niż indukcyjne angażuje także procesy wzrokowo-przestrzenne i pamięciowe, nie jest zatem czymś, co można byłoby nazwać „czystym rozumowaniem” (*pure reasoning*). Nie można zatem traktować go jako podstawy wszystkich kompetencji poznawczych związanych z inteligencją.

Podjęcie rozwojowe: teoria Piageta

Warto jeszcze wspomnieć o teorii inteligencji powstałej na gruncie nauki o rozwoju człowieka. Piaget³ (1996, 1981) definiuje inteligencję w sposób bliski ujęciu filozoficznemu – akceptując tezy konstruktywizmu poznawczego, uznaje, że inteligencja jest wiedzą o świecie, którą człowiek samodzielnie konstruuje dzięki własnej aktywności poznawczej. Inteligencja przejawiać się ma w zdolności do rozwiązywania problemów, przy czym wraz z rozwojem ontogenetycznym zwiększa się nie tylko zakres, ale też rodzaj problemów, które stają się możliwe do rozwiązania. Ma się to dziać nie tylko dzięki zwiększeniu sprawności poznawczej, ale na skutek następujących z wiekiem i dzięki samodzielnej aktywności poznawczej dziecka zmian jakościowych w zakresie rozwoju poznawczego. Istotę rozwoju stanowią ma rekonstrukcja i reintegracja wcześniejszych sposobów myślenia i kształtowanie się nowych, które są bardziej adekwatne, a mechanizm polegać ma na dążeniu systemu poznawczego do

³ Interpretacja teorii Piageta w kategoriach teorii inteligencji pojawia się np. w monografii Nęcki (Nęcka, 2003). Strelau (1997) jest jednak zdania, że skoro Piaget definiuje inteligencję w kategoriach zdolności rozwiązywania określonego rodzaju problemów, a nie trwałej dyspozycji, to wypowiada się nie tyle o samej inteligencji, ile o inteligentnym zachowaniu.

zrównoważenia procesów asymilacji i akomodacji. Asymilacja to proces włączania nowych struktur poznawczych do już istniejących, a akomodacja – dostosowanie już istniejących struktur do nowych, tak aby lepiej dopasować się do środowiska. Rozwój poznawczy polegać ma na przejściu od myślenia jednostronnego i związanego z wykonywaniem czynności na przedmiotach, poprzez odwracalne operacje umysłowe na reprezentacjach konkretnych przedmiotów i zdarzeń, aż do niezależnego od realnych przedmiotów i zdarzeń myślenia abstrakcyjnego i hipotetyczno-dedukcyjnego. Rozwój poznawczy ma zadaniem Piageta przebiegać stadialnie w następującej kolejności: 0-2 rok życia: inteligencja sensomotoryczna, 2-6 rok życia: inteligencja przedoperacyjna; 6-12 rok życia: operacje konkretne; 12-15 rok życia: operacje formalne. Trempała (2002) przedstawiając główne osiągnięcia poszczególnych stadiów wskazuje, że już inteligencja przedoperacyjna pozwala na wykonywanie rozumowań transdukcyjnych (od szczegółu do szczegółu), zdolność do rozumowania indukcyjnego i sylogistycznego pojawia się na etapie operacji konkretnych⁴, jednakże dopiero w olejnym stadium (operacji formalnych) dziecko może poradzić sobie z zadaniami wymagającymi myślenia abstrakcyjnego, hipotetyczno-dedukcyjnego lub z logiką zdań. Bardzo szczegółowe omówienie zagadnień związanych z nabywaniem przez dzieci kompetencji w zakresie rozumowania znaleźć można w książce Piageta „Judgement and reasoning in the child” (Piaget, 2002, pierwsze wydanie w 1928 roku). Teoria Piageta była wielostronnie krytykowana przez oponentów, a zarazem rewidowana przez kontynuatorów myśli autora. Nowsze badania sugerują m.in., że do rozumowania dedukcyjnego mogą być zdolne już dzieci w wieku (4-5 lat), co przejawia się w zdolności do wykonywania przez nich odpowiednio skonstruowanych sylogizmów (Hawkins i in., 1984), w podobnym wieku przejawia się także zdolność rozumowania kontrfaktycznego (Leevers i Harris, 2000). Dzieci około 7 roku życia radzą już sobie z wykonaniem prostych sylogizmów (wymagających skonstruowania jednego modelu mentalnego), a dzieci w wieku 9 lat niektóre z zadań szacujących sprawność w zakresie rozumowania dedukcyjnego są już w stanie wykonywać na takim poziomie, jak dorośli (Bara, Bucciarelli i Johnson-Laird, 1995).

Można odnieść wrażenie, że próby osadzenia procesów rozumowania (najczęściej ujętych ogólnie⁵) w modelu inteligencji często przyjmują kształt określonego rodzaju hierarchii: najbardziej ogólna zdolność (inteligencja ogólna) zależeć ma w największej mierze od inteligencji płynnej (rozumianej jako swoisty „potencjał” intelektualny), a ta z kolei od kompetencji w zakresie rozumowania, którego sprawność w dużej mierze zależy od wydolności pamięci roboczej (zarówno z zakresie pojemności, jak i funkcji zarządczej czy też integracji relacyjnej). Gustafsson (1988) postuluje utożsamienie inteligencji ogólnej z płynną, a tę z kompetencjami w zakresie rozumowania indukcyjnego. Niektórzy badacze definiują jednak inteligencję płynną w kategoriach zarówno zdolności rozumowania indukcyjnego, jak i dedukcyjnego, szczególnie w zakresie operowania na nowych danych (Kyllonen i Kell, 2017). Jeśli zaś przypomnimy sobie, że uchodzące za dobrą miarę inteligencji płynnej testy zdolności edukacyjnych, np. Test Matryc Ravena (Jaworowska i Szustrowa, 2010) oceniają zdolność do wnioskowania o relacjach, a dokładniej – do tworzenia pojęć wyższego rzędu, które ułatwiają myślenie o złożonych sytuacjach i wydarzeniach (Matczak, Piotrowska, Ciarkowska, 2008), to można rozważyć, czy tego rodzaju kompetencja nie byłaby czymś jeszcze bardziej podstawowym, wspólnym dla różnego rodzaju procesów rozumowania.

⁴ Czytając monografię Piageta (1928/2002) autorka raportu miejscami odniosła wrażenie, że za niezbędny prerekwizyt zdolności rozwiązywania sylogizmów uznawał on nabycie kompetencji do myślenia hipotetyczno-dedukcyjnego, z drugiej jednak strony wydaje się, że zdolność do rozwiązywania linearnych sylogizmów ma być tym, co odróżnia dzieci ze stadium operacji konkretnych od przedoperacyjnych (por. Sternberg, 1980b).

⁵ Ma tu zastosowanie uwaga poczyniona na początku raportu: część badaczy-psychologów traktuje rozumowania dedukcyjne bardzo ogólnie, sprowadzając je po prostu do procesu formułowania wniosków na podstawie przesłanek.

Niektórzy badacze są jednak zdania, że racjonalność (związaną z poprawnością rozumowania) i inteligencja powinny być traktowane odrębnie (Stanovich, 2012), przy czym racjonalność może wyjaśniać niektóre różnice w myśleniu ludzi, których nie da się sprowadzić do różnic w zakresie inteligencji, choćby z uwagi na to, że: (a) nie wszystkie błędy w rozumowaniu są silnie skorelowane z poziomem inteligencji, (b) kompetencje poznawcze nie wyjaśniają całej wariancji w zakresie rozumowania, ten obszar niewyjaśniony zostawia miejsce dla tendencji myślowych (*thinking dispositions*), które byłyby czymś w rodzaju refleksywnie stosowanych strategii rozwiązywania zadań.

Kwestia tych wszystkich zależności jest bardzo złożona, a konsensus wśród badaczy nie wydaje się prawdopodobny do osiągnięcia przy użyciu dostępnych obecnie paradygmatów badawczych.

Ujęcie empiryczne

Można odnieść wrażenie, że psycholog poznawczy próbujący dotrzeć do raportów z badań, które postulowaną na gruncie teoretycznym zależność pomiędzy rozumowaniem dedukcyjnym a inteligencją weryfikowałyby empirycznie w badaniach eksperymentalnych, staje przed nie lada wyzwaniem. Tego rodzaju badań⁶ wydaje się być zadziwiająco niewiele. Z tej przyczyny poniżej zaprezentowano również takie dane z badań, które być może nie pozwalają na wyprowadzenie satysfakcjonująco rzetelnych wniosków, ale mogą być źródłem hipotez wartych dalszej eksploracji.

Interesujących danych na temat różnic indywidualnych w zakresie rozumowania dedukcyjnego dostarczyły badania Newsteada i współpracowników (2004). Badacze skoncentrowali się na poszukiwaniu uwarunkowań rozumowania na poziomie zdolności poznawczych i stylu myślenia. Oparli się na pomysł odróżnienia dwóch odmiennych od siebie typów myślenia, który to pomysł wydaje się być dość powszechnie akceptowany przez badaczy, brakuje jednak zgodny odnośnie tego jak te dwa systemy nazwać, dlatego badacze przyjęli (za Stanovichem i Westem, 2000) neutralne nazewnictwo „System 1” i „System 2”. Ten pierwszy opiera się na intuicji, doświadczeniu osobistym i skojarzeniach, a drugi jest bardziej rozważny i formalny, zaś jego podstawę stanowią operacje na symbolach. W przypadku drugiego systemu należałoby spodziewać się korelacji z tymi zdolnościami, które szacowane są poprzez testy inteligencji, w związku z tym jeśli chcielibyśmy badać związki inteligencji i rozumowania, większe szanse na odkrycie zależności mamy w przypadku zastosowania zadań wymagających formalnego logicznego myślenia. Z kolei pierwszy system może być powiązany z pojawiającymi się błędami rozumowania. Po analizie wyników badań poświęconych relacji kompetencji poznawczych (najczęściej takich, które uważano za mocno powiązane z inteligencją ogólną lub pamięcią roboczą) sformułowano przypuszczenie, że w zadaniach dedukcyjnych o abstrakcyjnej formie ludzie najczęściej starają się myśleć w oparciu o Systemem 2, a w przypadku zadań deontycznych niektórzy nadal stosują ten sam system, ale inni przełączają się na System 1. Styl myślenia (*thinking style*) oszacowano za pomocą kwestionariusza Rational Experimental Inventory (REI, Pacini i Epstein, 1999, za: Newstead i in., 2004), który mierzy motywację poznawczą i opieranie się na doświadczeniu (*experientiality*), pozwala umiejscowić osobę badaną na skalach: NFC (analityczno-racjonalny styl myślenia) i FI (intuicyjno-doświadczeniowy styl myślenia). Inteligencję ogólną oceniono na podstawie wybranych pozycji testu AH5 (Heim, 1968, za: Newstead i in., 2004). W drugim eksperymencie dodano także pomiar testem Thinking Disposition Composite (*TDC*, Stanovich i West, 1998). Rozumowanie dedukcyjne oceniano za pomocą zadań selekcyjnych: deontycznych i nie, w drugim eksperymencie uzupełniono pomiar o sylogizmy. Osoby badane

⁶ Tzn. badań, w których jedną ze stron korelacji stanowi rozumowanie dedukcyjne, a nie rozumowanie w szerszym ujęciu.

ogólnie lepiej poradziły sobie z zadaniami deontycznymi, nie zauważono jednak różnic w wykonaniu zadania w wersji trudniejszej pomiędzy ludźmi o wyższej i niższej inteligencji, ale dalsze analizy pokazały, że różnicy nie było tylko w warunku, gdy osoby badane miały dosyć podobny poziom inteligencji, natomiast wtedy, gdy zadano o większą różnorodność pod tym względem, efekt się ujawnił. Okazało się również, że te osoby, które w dwóch zadaniach wybierały ten sam wzór odpowiedzi uzyskały wyższy wynik w teście inteligencji niż osoby, które w swym wyborze nie były konsekwentne. Autorzy badań twierdzą, że wynik może świadczyć o tym, że osoby te zauważyły podobieństwo formalne między tymi dwoma zadaniami i dlatego podawały tę samą odpowiedź. Ujawniono także, że osoby bardziej inteligentne lepiej radzą sobie z sylogizmami, szczególnie w warunku niezgodności wniosku z przekonaniem. Ponadto, okazało się, że dobrym predyktorem wykonania zadań okazała się zdolność do generowania alternatywnych reprezentacji umysłowych.

W badaniach Urbańskiego, Paluszkiewicz i Urbańskiej (2014) rozpatrywano relacje pomiędzy inteligencją płynną (szacowaną za pomocą Testu Matryc Ravena w Wersji dla Zaawansowanych), płynnością w zakresie rozumowania dedukcyjnego (w warunku prostym – rozumowania sylogistycznego i w warunku trudnym – rozumowania erotetycznego) i edukacją logiczną. W warunku trudnej dedukcji należało przetworzyć więcej informacji, wykonywać bardziej złożone operacje mentalne i wykazać się samodzielnością w zakresie planowania kolejnych kroków rozwiązywania zadania. Badania osadzono w kontekście dwuczynnikowej teorii inteligencji, w której przyjmuje się, że kompetencje w zakresie rozumowania zapośredniczone są w inteligencji płynnej (Cattell, 1971; Horn i Noll, 1997, za: Urbański, Paluszkiewicz i Urbańska, 2014), autorzy badań zaznaczają jednak, że rozumowanie dedukcyjne wydaje się być osadzone zarówno w inteligencji płynnej, jak i skryształizowanej (Carroll, 1993, za: Urbański, Paluszkiewicz, Urbańska, 2014). Postawiona przez badaczy hipoteza zakładała, że silna korelacja pomiędzy inteligencją płynną i płynnością dedukcyjną ujawni się w prostym warunku zadania (rozumowania sylogistycznego) zaś wykonanie trudniejszego warunku zadania (rozumowanie erotetyczne) będzie w większej mierze zależne od wiedzy z zakresu logiki, czyli kompetencji skryształizowanej. Wyniki badań potwierdziły, że osoby o wyższych kompetencjach edukacyjnych lepiej poradziły sobie zarówno z prostymi, jak i trudnymi zadaniami dedukcyjnym niż osoby o niższym poziomie kompetencji. W przypadku trudnej dedukcji znaczenie miały nie tylko kompetencje edukacyjne, ale także wiedza z zakresu logiki – osoby po intensywnym szkoleniu w tym zakresie poradziły sobie lepiej niż osoby o mniejszym doświadczeniu. Tego typu zależności nie udało się zauważyć w przypadku prostej dedukcji. Autorzy interpretując wyniki wskazują na znaczenie różnic indywidualnych i wpływ czynnika skryształizowanego (wiedzy), podkreślając, że w przypadku trudnych zadań logicznych same „płynne” kompetencje mogą nie wystarczyć do uzyskania poprawnych rozwiązań. Płynność w zakresie trudnych dedukcji wymagałaby zatem nie tylko inteligencji płynnej, ale też specyficznej wiedzy, natomiast w przypadku dedukcji łatwiejszych, inteligencja płynna wyjaśniałaby większy procent zmienności.

Wydaje się, że zaobserwowane efekty można, przynajmniej częściowo, wyjaśniać także w oparciu o jedno z praw Spearmana (*Spearman's Law of Diminishing Returns*, SLODR, por. Spearman, 1927). SLODR zakłada, że czynnik inteligencji ogólnej *g* (bądź inteligencji płynnej *Gf*) będzie w mniejszym stopniu wpływał na obserwowane różnice indywidualne w testach poznawczych wtedy, gdy zbadane zostaną osoby o wyższym poziomie wskaźnika *g* niż wtedy, gdy badanie obejmie osoby o niższym poziomie tego czynnika, co oznacza, że wraz ze wzrostem ogólnej sprawności poznawczej maleje korelacja między nią a innymi kompetencjami poznawczymi. Można zatem przypuszczać, że w grupie osób najbardziej sprawnych poznawczo, za różnice w wykonaniu zadań dedukcyjnych odpowiadałyby raczej zdolności specyficzne niż ogólne, co wyżej cytowane badania potwierdziły. Może to sugerować, że do dobrego wykonania tego rodzaju zadań wystarczy pewien bazowy (choć

zarazem wysoki) poziom zdolności ogólnych, a dalsze usprawnienia wiążą się już z doskonaleniem warsztatu pracy. Warto byłoby zatem włączyć do porównań także osoby, które choć ukończyły zaawansowany kurs logiki, mają nieco niższe kompetencje edukcyjne.

Nie można także wykluczyć, że większa płynność w zakresie trudnej dedukcji osób zaprawionych w dziedzinie logiki wynika z rozwinięcia przez nie większych kompetencji metapoznawczych, co byłoby szczególnie istotne w zadaniu, które wymaga świadomego planowania kroków niezbędnych do znalezienia rozwiązania (a nie jedynie rozpoznania właściwego wzorca rozwiązania i. poprzez przywołanie adekwatnej reguły z pamięci i poprawne jego wykorzystanie). Gdyby w projekcie znalazła się także grupa osób o (zapewne jedynie stosunkowo, a nie bezwzględnie) niższych kompetencjach edukcyjnych a zarazem wyższych kompetencjach logicznych, być może pozwoliłoby to zweryfikować hipotezę, że wiedza z zakresu logiki może działać jak rodzaj protezy poznawczej, pomagającej skompensować niedostatki w zakresie inteligencji płynnej (bądź też – co stanowi jeszcze bardziej szczegółową hipotezę – zmniejszyć obciążenia stawiane względem pamięci roboczej z uwagi na zastosowanie adekwatnych strategii wykonywania zadania). Bez tej grupy, jak również przy korelacyjnym charakterze badania, nie można jednoznacznie stwierdzić czy to inteligencja płynna ułatwia wykonanie zadań dedukcyjnych, czy oba typy zadań angażują podobne procesy (lub podobne strategie rozwiązywania zadań) ani czy też trening w zakresie logiki nie usprawnił mechanizmów poznawczych nie tylko na poziomie strategii, ale także wydolności, co wtórnie przełożyło się na poprawę wykonania zadań z testu inteligencji.

Warto być może w tym miejscu przypomnieć wyniki badań Torrens (1999), która wykazała, że częstość pojawiania się błędu przekonania w rozumowaniu sylogistycznym jest negatywnie skorelowana z kompetencją do generowania alternatywnych modeli przesłanek i nie wykazuje korelacji z wieloma innymi zmiennymi poznawczymi. Z kolei kompetencje w zakresie logicznego rozumowania zdają się zależeć od tego, na ile ktoś rozumie koncepcję konieczności logicznej. Może to wskazywać na to, że efektywność wykonywania różnego rodzaju zadań dedukcyjnych nie zawsze musi zależeć od jednej bazowej kompetencji, ale może mieć różne uwarunkowania.

Bardzo skromnie zakrojone badania (przebadano jedynie 48 osób) poświęcone zależności pomiędzy inteligencją i dogmatyzmem a rozumowaniem sylogistycznym przeprowadzili Rychlicka i Nęcka (1990). Zakładano, że osoby bardziej inteligentne lepiej poradzą sobie z wykonaniem sylogizmów, a osoby bardziej dogmatyczne poradzą sobie gorzej, także w takim warunku zadania, w którym wzbudzony zostanie konflikt poznawczy (należy ocenić sylogizmy prowadzące do wniosków niepoprawnych, ale prawdziwych i sylogizmy prowadzące do wniosków poprawnych, ale nieprawdziwych na gruncie powszechnej wiedzy, co wiąże się z efektem, co bazuje na tzw. efekcie przekonania). Hipotezy nie zyskały potwierdzenia w danych, a autorzy badań sformułowali odważny wniosek, że rozumowanie sylogistyczne nie jest przejawem ludzkiej inteligencji, a raczej kompetencją nienaturalną, wykształconą poprzez formalną edukację przedmiotową.

Z takim wnioskiem nie zgodziliby się prawdopodobnie autorzy kolejnych badań (Shikishima i in., 2009). Przyjęli oni, że rozumowanie sylogistyczne będzie silnie pozytywnie skorelowane z inteligencją ogólną (szacowaną na podstawie japońskiego testu Kyodai Nx 15, który pozwala na oszacowanie kompetencji werbalnych i wzrokowo-przestrzennych). Testowali przy tym stopień dopasowania dwóch wieloczynnikowych modeli genetycznych – jednego, w którym odrzucono koncepcję inteligencji ogólnej jako zmiennej latentnej najwyższego rzędu i drugi, w którym założono jej istnienie. Przypuszczano, że inteligencja ogólna da się zidentyfikować nie tylko na poziomie analizy korelacji pomiędzy różnymi zadaniami poznawczymi, ale także na poziomie czynników genetycznych i środowiskowych (w badaniu uczestniczyły bliźnięta jednojajowe i dwujajowe, zaś w późniejszym badaniu bliźnięta i rodzice). Okazało się, że model zawierający czynnik inteligencji ogólnej w istocie

lepiej wyjaśniał wariację w zakresie kompetencji myślenia dedukcyjnego (sylogistycznego), werbalnego i przestrzennego. W kolejnych badaniach zespół Shikishimy (2011) sprawdził czy wykazana w poprzednich badaniach zależność pomiędzy rozumowaniem sylogistycznym a inteligencją ogólną da się zaobserwować także wtedy, gdy dedukcję oszacuje się na podstawie mniej rozbudowanego zadania, złożonego jedynie z pięciu problemów sylogistycznych. Wyniki badań wpasowały się we wcześniejsze odkryci. Uzyskanie w tych projektach wyniki nie tylko potwierdziły hipotezę o korelacji rozumowania sylogistycznego i inteligencji ogólnej, ale pozwoliły zaobserwować, że dynamika rozwoju i zależności związanych z dziedziczeniem jest w przypadku tej kompetencji zbliżona do tych, które obserwujemy w przypadku inteligencji ogólnej, co autorzy interpretują w kategoriach pokrywających się procesów składających się na te dwa konstrukty, wysuwając przypuszczenie, że być może mechanizm odpowiedzialny za poprawne rozwiązywanie sylogizmów jest tym samym, który stanowi istotę inteligencji płynnej.

Kolejne badania, które warto w tym kontekście opisać przeprowadzili Stanovich i West (1998, 2000). Badacze wykazali, że z wykonaniem zadaniem selekcyjnego Wasona w wersji abstrakcyjnej lepiej radzą sobie osoby o wyższych kompetencjach poznawczych. Jeśli jednak takie abstrakcyjne zadanie zastąpimy deontycznym, to choć ogólna poprawność wykonania wzrośnie, kompetencje poznawcze stracą na znaczeniu jako czynnik determinujący wykonanie zadania (kompetencje poznawcze szacowano testem SAT).

Niektórzy badacze sugerują, że zdolność do dekontekstualizowania informacji, wyjścia poza to, co dane i przedstawienia treści w bardziej abstrakcyjnej formie jest cechą typową dla ludzi o wyższym poziomie inteligencji (Stanovich, 1999). To mogłoby wyjaśniać silniejsze związki inteligencji z wykonaniem zadań o abstrakcyjnej, a nie bardziej konkretnej i zanurzonej w kontekście formie. Należy jednak zaznaczyć, że w tej kwestii nie można na razie dokonać ostatecznego rozstrzygnięcia. W niektórych projektach badawczych udało się bowiem wykazać, że kompetencje poznawcze wpływają także na wykonanie zadań skontekstualizowanych. Należy jednak przyznać, że nadal zastosowanie mają tu uwagi poczynione przez Galotti (1989) i zakres badań poświęconych eksploracji poznawczych korelatów rozumowania formalnego znacznie przewyższa projekty poświęcone rozumowaniu mniej formalnemu, a szczególnie – codziennemu.

W badaniach Klaczynskiego (2001) ujawniono pozytywną korelację pomiędzy kompetencjami poznawczymi a wykonaniem zadania selekcyjnego, ale tylko wtedy, gdy było ono przedstwione w wersji ukontekstowanej, z regułą deontyczną (należy jednak podkreślić, że zadanie, na podstawie którego szacowano kompetencje było dosyć wybiórcze – test rozumienia słów/słownictwa, który autor uznał za dobry korelat inteligencji ogólnej). Winnych badaniach wykazano z kolei, że inteligencja jest skorelowana pozytywnie zarówno z wykonaniem zadań dedukcyjnych zdekontekstualizowanych, jak i tych osadzonych w kontekście (Dominowski i Dallob, 1995). Jeszcze silniejsze argumenty płyną z badań zespołu Kaufmana (Kaufman i in., 2011), w których wykazano, że inteligencja ogólna koreluje z rozumowaniem dedukcyjnym nie tylko wtedy, gdy rozumowanie szacuje się za pomocą abstrakcyjnego zadania, ale także wtedy, gdy zadanie osadzone jest w konkretnej treści związanej z aspektami życia codziennego. Jako zadanie dedukcyjne wykorzystano trzy wersje zadania selekcyjnego Wasona różniące się rodzajem treści, a kompetencje związane z inteligencją ogólną oszacowano za pomocą szerokiego wachlarza narzędzi (test matryc, test słownikowy, test rotacji mentalnych, test uczenia się). Autorzy tych badań nie upatrywali w kompetencjach dedukcyjnych składowej inteligencji płynnej, ale raczej odwrotnie – zasugerowali, że inteligencją płynna może pomagać w rozwiązywaniu wszelkich zadań, także tych, które wymagają rozumowania dedukcyjnego w nie całkiem sformalizowanym kontekście zadaniowym.

Na koniec chciałabym ponownie przywołać badania Stanovich i Westa (1998), w których uzyskano pozytywne korelacje pomiędzy wynikami testu kompetencji szkolnych (*Scholastic Assessment Test, SAT*)⁷, który zdaniem autorów w bardzo silnym stopniu koreluje z inteligencją ogólną a wynikami w różnych zadaniach wymagających rozumowania, w tym rozumowania dedukcyjnego. Uzyskane współczynniki korelacji okazały się najwyższe dla testu rozumowania dedukcyjnego – sylogizmów o treści niezgodnej z przekonaniami (współczynnik korelacji od 0,41 do 0,47), niższe dla zadania selekcyjnego (0,39), a dla testów angażujących inne typy rozumowania - jeszcze niższe. Uzyskane wyniki skłoniły badaczy do uznania, że błędy w zakresie rozumowania sylogistycznego (definiowane w kategoriach rozbieżności pomiędzy normatywnym a deskryptywnym rozumowaniem sylogistycznym) mogą być przynajmniej w umiarkowanym zakresie wyjaśnione w oparciu o wariację kompetencji obliczeniowych, takich jak pamięć robocza. Co ważne, pomimo stosunkowo silnej korelacji pamięci roboczej i inteligencji, pamięć robocza pozostaje nieredundantnym predyktorem kompetencji w zakresie rozumowania sylogistycznego. Zagadnienie relacji rozumowania dedukcyjnego i procesów związanych z pamięcią roboczą (także odniesieniu do zasygnalizowanego przed chwilą wątku sylogizmów konfliktowych) omówione zostanie w następnej części raportu.

Rozumowania dedukcyjne a procesy uwagowe i pamięć robocza

Wydaje się, że przełomem w psychologii poznawczej było przyjęcie perspektywy badawczej, która mechanizmu bardziej złożonych procesów poznawczych zaczęła upatrywać na poziomie procesów elementarnych (Nęcka, 2009). Ten sposób prowadzenia badań zyskał sporą popularność w obszarze badań nad inteligencją. We pierwszej części raportu omówiono badania poświęcone korelacji inteligencji i rozumowania. Jak można się było przekonać, niektórzy badacze właśnie w zdolności rozumowania upatrują kompetencji kluczowej dla inteligencji, inni skłonni są raczej uznać, że to inteligencja płynna jest czynnikiem decydującym o skuteczności wykonywania zadań dedukcyjnych, a jeszcze inni poszukują wspólnego mechanizmu poznawczego wykonywania zarówno zadań dedukcyjnych, jak i testów inteligencji. Dla tej trzeciej grupy badaczy takim wspólnym mianownikiem stają się często procesy związane z pamięcią roboczą (*working memory*) i/lub kontrolą uwagową (*attentional control*) i/lub funkcjami zarządczymi (*executive functions*)⁸.

Ujęcie teoretyczne

Pamięć roboczą często definiuje się poprzez podanie jej funkcji. Najważniejsze z nich to: przechowywanie informacji przez krótki czas (*strage*) przy równoczesnym ich przetwarzaniu (*processing*) oraz koordynacja (*coordination*) i nadzorowanie (*supervision*) przebiegu tych procesów (Oberauer, Süß, Wilhelm i Wittman, 2003). Byłoby rzeczą bardzo nietypową dla nauki, gdyby na tym jednym ujęciu poprzestać, dlatego nie brak teorii, które w celu objaśnienia mechanizmu powołują do życia odmienne od siebie modele.

⁷ Warto jednak podkreślić, że SAT nie może być utożsamiony z testem inteligencji ogólnej. Uzyskane dla tego narzędzia korelacje z testami inteligencji sięgają $r = .82$ wtedy, gdy do porównania służy test szacujący inteligencję skrytalizowaną, ale dla testu inteligencji płynnej są już tylko umiarkowanie silne ($r = .49$), jak wykazały badania (Frey i Dettermann, 2004; Beaujean i in., 2006).

⁸ Niniejsza uwaga może wzbudzić żywy opór u niektórych psychologów, ale wydaje się, że wymienione konstrukty różnią się przede wszystkim na poziomie teoretycznym, natomiast na poziomie empirycznym procesy opisane w tych teoriach w dużej mierze się ze sobą pokrywają. Z tej przyczyny, gdy w tekście będzie mowa o wykonawczych funkcjach pamięci roboczej, warto wiedzieć, że dana uwaga może się odnosić również do funkcji zarządczych lub kontroli uwagowej (albo uwagi zarządczej wg jeszcze innej koncepcji).

Twórcami jednego z najpopularniejszych modeli pamięci roboczej są Baddeley i Hitch (1974), którzy podkreślając aktywny charakter tego systemu przekroczyli ramy wyznaczone dla pamięci krótkotrwałej, czyli odpowiednika tego systemu na gruncie blokowych teorii pamięci (por. Atkinson i Shiffrin, 1969). Pamięć robocza jest wg nich systemem odpowiedzialnym za przechowywanie informacji przez krótki czas oraz ich aktywne przetwarzanie w celu wykonania bieżącego zadania poznawczego, jak również nadzór i zarządzanie tymi procesami przetwarzania (Baddeley i Hitch, 1974). System jest ograniczony z jednej strony krótkim czasem przechowywania informacji (aby zachować ją na dłużej, należy skonsolidować ślad pamięciowy w systemie pamięci trwałej) i ograniczoną pojemnością wyznaczającą zakres informacji, która może być równocześnie przetwarzana i operacji, które można przeprowadzić. W modelu wyróżniono trzy podsystemy zadaniowe: pętlę fonologiczną (*phonological loop*) związaną z przechowywaniem informacji kodowanych akustycznie, w szczególności – werbalnie; szkicownik wzrokowo-przestrzenny (*visuo-spatial sketch-pad*) odpowiedzialny za przechowywanie informacji kodowanych niewerbalnie, wizualnie, (3) pełniący względem nich funkcję nadzorcą – centralny system wykonawczy (*central executive*). Przeprowadzone w późniejszym okresie zmiany modelu objęły m.in. podzielenie podsystemu werbalnego i wzrokowo-przestrzennego i na części aktywne (*rehearsal*), które mają zapobiegać utracie informacji i pasywne (*retention*) – przechowujące dane (Baddeley, 1986; Logie, 1999). Jeszcze później do modelu dodano nowy podsystem – bufor epizodyczny (*episodic buffer*), który odpowiada za integrowanie danych pochodzących z różnych modalności reprezentowanych za pomocą odmiennych kodów (Baddeley, 2000). Centralny system wykonawczy, który w modelu odpowiada za funkcje kontrolne ujmowany jest najczęściej w kategoriach kontroli uwagi (*attentional control*, Baddeley, 1986), odpowiadać ma zarówno za koordynację wykonania czynności równoczesnych (Baddeley, Bressi, Della Sala, Logie i Spinnler 1991), jak i uzyskiwanie dostępu do informacji z pamięci trwałej (Baddeley i Logie, 1999), nadzorowanie przebiegu procesu przetwarzania informacji, jak również wybór i planowanie strategii działania (Baddeley, 1996), przy czym postulowane funkcje oparte są przede wszystkim na wynikach badań empirycznych.

Popularność zyskała także procesualna koncepcja inteligencji autorstwa Cowana (1993, 2001). Conan opisuje ją jako proces, który odpowiada za utrzymywanie w umyśle dostępności tych informacji, które są najbardziej istotne dla wykonania bieżącego zadania. Pamięć robocza ma zatem stanowić uaktywnioną część pamięci trwałej, która staje się dostępna świadomości i możliwa do przetworzenia. W tej koncepcji także przywołuje się pojęcie uwagi – to ona odpowiadać ma za uaktywnienie określonych treści z uwagi na kontekst i cel, przy czym przenoszenie uwagi na pewne elementy osłabia dostępność innych, co decyduje o ograniczonym charakterze systemu. Zapamiętana informacja może przyjąć następujące stany aktywacji: a) stan w ognisku uwagi (*focus of attention*) – tutaj obowiązuje limit maksymalnie 3-5 jednostek, b) stan pośredni (gdy aktywacja informacji spada lub wzrasta), c) stan bez dodatkowej aktywacji. Uwaga może być przywiedziona do określonych informacji automatycznie lub intencjonalnie, ponadto może obejmować bodźce zewnętrzne lub wewnętrzne. Jeśli uwaga znajduje się pod intencjonalną kontrolą, znajduje się we władaniu centralnego systemu wykonawczego, który reguluje procesy uwagi (Cowan, 1999)⁹.

Warto wspomnieć o teorii pamięci roboczej autorstwa Oberauera (2002, 2006). Oberauer zakłada, że na pamięć roboczą składają się obszary o różnym poziomie aktywacji/dostępności. Na pamięć roboczą mają się składać trzy komponenty – stany aktywizacji reprezentacji: zaktywowana część pamięci długotrwałej, obszar bezpośredniego dostępu i ognisko uwagi. We właściwym ognisku uwagi może się znajdować w danym

⁹ Łatwo zauważyć, że wyjaśnienia tworzone na gruncie poszczególnych koncepcji zazębiają się tworząc rodzaj błędnego koła. Alternatywą mogłoby być powołanie do życia homunkulusa (co wydaje się jeszcze bardziej ryzykowne), a problem zdaje się typowy dla wszelkich zagadnień związanych z kontrolą poznawczą.

momencie tylko jeden element, więcej informacji może być zaś umiejscowionych w obszarze bezpośredniego dostępu uwagi. W koncepcji Oberauera to uwaga selektywna byłaby zatem czymś, co odpowiada za dostępność informacji do świadomego przetworzenia.

Niektóre modele pamięci posiłkują się koncepcją centralnego systemu wykonawczego, który choć różnie konceptualizowany odwołuje się do w istocie do kilku funkcji, które można określić mianem zarządczych (*executive functions*). Mają one odpowiadać za kontrolę i regulację procesów poznawczych poprzez następujące procesy/funkcje: a) przerzutność (*shifting*) pomiędzy procesami lub czynnościami, b) hamowanie (*inhibition*) zakłócających bodźców lub reakcji, c) aktualizowanie (*updating*) informacji w obrębie pamięci roboczej (Miyake i in., 2000) i być może także koordynowania wykonania czynności jednoczesnych (Collette i Van der Linden, 2002). Być może da się także wyodrębnić czynnik wyższego rzędu – generalny czynnik funkcji zarządczych (Friedman i in., 2006). Można zauważyć, że większość funkcji zarządczych (być może z wyjątkiem aktualizowania) można wiązać z procesami uwagi (przerzutnością, podzielnością, hamowaniem), co więcej – do pomiaru tych funkcji wykorzystuje się najczęściej zadania przeznaczone pierwotnie właśnie do pomiaru parametrów uwagi.

Uwagę to mechanizm poznawczy o trzech podstawowych funkcjach, do których należą: selekcja bodźców docierających do osoby, ukierunkowywanie procesów mentalnych, dysponowanie zasobami systemu poznawczego (Maruszewski, 2002). Zwykle uznaje się, że pozwala ona zapobiec negatywnym skutkom przeładowania poznawczego i wybrać informacje do dalszego przetwarzania. Przejawy selektywności uwagi można znaleźć zarówno w zakresie selekcji nadmiaru bodźców (selekcja źródła, przeszukiwanie pola percepcyjnego, przedłużona koncentracja), jak i kontroli możliwych reakcji (przerzutność i podzielność). Selekcja źródła stymulacji dotyczy wyboru do dalszego przetwarzania poznawczego pewnych informacji kosztem innych. Przeszukiwanie pola percepcyjnego polega na aktywnym badaniu otoczenia w celu wykrycia bodźców spełniających pewne założone wcześniej kryterium i odnosi się do mechanizmu kodowania cech i integracji właściwości poszukiwanego sygnału tak, by możliwa była jego detekcja, a przedłużona koncentracja umożliwi długotrwałe monitorowanie środowiska w oczekiwaniu na pojawienie się istotnego bodźca (Nęcka, Orzechowski i Szymura, 2006). Przerzutność uwagi odpowiada za zdolności do przełączania się pomiędzy wykonywaniem dwóch zadań angażujących niezależne procesy przetwarzania informacji, natomiast podzielność uwagi odnosi się do zdolności do jednoczesnego wykonywania dwóch zadań (Nęcka, Orzechowski i Szymura, 2006) i są to funkcje bliskie zarządczym.

Zważywszy na funkcje, które przypisuje się pamięci roboczej i uwadze, nie dziwi fakt, że wielu badaczy upatruje w nich determinantu sprawności bardziej złożonych procesów poznawczych. Uzyskane w niektórych badaniach bardzo wysokie współczynniki korelacji pomiędzy inteligencją a pamięcią roboczą (por. Colom i in., 2004) zrodziły w niektórych badaczach ochotę na utożsamienie tych dwóch konstruktów, ale kolejne dane studziły takie zapędy. Wydaje się, że najczęściej uzyskiwane współczynniki korelacji pomiędzy tymi procesami wynoszą $r=.5$ (por. Ackerman, Beier i Boyle, 2005; Oberauer i in., 2005). Co więcej, od lat trwa burzliwa dyskusja na temat natury tej relacji. Wyniki niektórych badań sugerują, że korelacja pomiędzy pamięcią roboczą i inteligencją ujawnia się jedynie w obszarze werbalnych lub jedynie niewerbalnych aspektów obu procesów (np. Ackerman, Beier i Boyle, 2005), inne dane wskazują zaś na bardziej ogólny charakter tego związku (np. Conway i in., 2002). Nie ma także zgody odnośnie tego, czy za te korelacje odpowiadają raczej pamięciowe (Nęcka, 1994)

czy też raczej wykonawcze aspekty pamięci roboczej (np. Colom i in., 2005) czy też może oba (np. Chuderski i Nęcka, 2012¹⁰).

Zważywszy na niejednoznaczne interpretacje związków rozumowania dedukcyjnego z inteligencją i nierzadkie na terenie psychologii łączenie w pomiarze rozumowania testów indukcyjnych i dedukcyjnych, trudno na bazie powyższych danych wnioskować o relacji dedukcji z pamięcią roboczą. Choć zatem podejście związane z poszukiwaniem mechanizmu rozumowania na poziomie pamięci roboczej ma dosyć długą tradycję (por. Kyllonen i Christal, 1990), prawdopodobnie nie powinniśmy oczekiwać w pełni jednoznacznych konkluzji.

Ujęcie empiryczne

Johnson-Laird i Bara (1984) przekonują, że trudność sylogizmu zależy dwóch czynników, które są bezpośrednio związane z funkcjonowaniem pamięci roboczej: (a) liczby modeli mentalnych, które należy skonstruować w celu wyprowadzenia ważnych konkluzji (im więcej modeli, tym większe obciążenie pamięci roboczej, której pojemność jest ograniczona); (b) formy przesłanek (najłatwiej jest wtedy, gdy informacje wywoływane są z pamięci roboczej w tej samej kolejności, w jakiej były kodowane). Pamięć robocza ma odgrywać ważną rolę w przypadku wszystkich kompetencji, które zdaniem autorów składają się na sprawność w zakresie dedukcji. Te kompetencje wyznaczone są przez zadania, które należy zrealizować, aby rozwiązać sylogizm i składają się na nie:

a) semantyczna analiza zdań składowych i konstruowanie na tej bazie zdaniowej reprezentacji przesłanek;

b) wykorzystanie tej reprezentacji do zbudowania modelu, który integruje informacje ze wszystkich przesłanek;

(c) sformułowanie domniemanej konkluzji wyrażające wprost relacje, które choć bazują na przesłankach, to w żadnej z nich nie zostały bezpośrednio wyrażone;

(d) poszukiwanie alternatywnego modelu alternatywnego, opartego na dostarczonych przesłankach, który mógłby obalić domniemaną konkluzję;

(e) zidentyfikowanie cech wspólnych wytworzonych modeli (o ile jest ich więcej).

Teoria rozumowania dedukcyjnego, która odwołuje się do modeli mentalnych (Johnson-Laird i Byrne, 1991) postuluje, że proces rozumowania polega na konstruowaniu modeli mentalnych i manipulacji nimi. Model mentalny stanowi reprezentację sytuacji problemowej, zawierających minimalną liczbę informacji niezbędnych do jej zrozumienia. Rozumowanie dedukcyjne rozpoczyna się od skonstruowania modelu początkowego, a kolejne modele budowane są nie od razu, ale dopiero wtedy, gdy nie uda się na gruncie pierwszego znaleźć rozwiązania. W tym początkowym modelu konstruujemy stan rzeczy opisany w przesłankach, a następnie sprawdzamy czy zgadza się on z wyprowadzonym wnioskiem. Gdy sytuacja nie jest nadmiernie złożona, a pamięć robocza nie jest przeciążona, chętniej będziemy konstruować modele alternatywne. W innej sytuacji często poprzestajemy na tym początkowym. Przyczyną niepowodzeń w zakresie rozumowania dedukcyjnego byłyby zatem mniejsza wydolność bądź przeciążenie pamięci roboczej.

Pomimo przekonujących argumentów zwolenników takiego ujęcia procesu dedukcji, wydaje się, że wyniki badań empirycznych nie pozwalają ostatecznie rozstrzygnąć czy

¹⁰ W tym miejscu warto jednak zaznaczyć, że Chuderski za najważniejszy proces poznawczy stanowiący podłoże inteligencji płynnej uważa integrację relacyjną, czyli chwilowe tworzenie i przechowywanie w pamięci roboczej wiązań między reprezentacjami umysłowymi oraz integrowanie tych wiązań w struktury relacyjne adekwatne dla przyjętego celu (Chuderski, 2014).

mechanizm rozumowania dedukcyjnego opiera się na modelach mentalnych czy abstrakcyjnych regułach.

Johnson-Laird, Oakhill i Bull (1986) badając rozumowanie dedukcyjne u 11-letnich dzieci w kontekście jego związków z pamięcią roboczą, nie zdołali wykazać istotnych statystycznie związków pomiędzy szacowanymi zmiennymi. Istotne relacje tego typu ujawniono jednak w badaniach Bary i współpracowników (1995), którzy skierowali swoje zainteresowania badawcze w stronę zdolności dedukcyjnych dzieci w wieku 7-9 lat. Oszacowali poprawność wykonania zadań związanych z opisanymi wyżej kompetencjami składowymi (za pomocą sylogizmów o różnym poziomie trudności) oraz pamięć roboczą (na podstawie prostego testu zakresu, czyli testu szacującego głównie pojemność pamięci roboczej). Ujawniła się pozytywna korelacja pomiędzy wykonaniem obu typów zadań. Zaobserwowano przy tym, że z wiekiem poprawia się u dzieci wykonanie trudniejszych sylogizmów, co uznano za skutek usprawnienia mechanizmu pamięci roboczej. Wyniki mogłyby skłonić niektórych badaczy do prób usprawnienia rozumowania dedukcyjnego za pomocą treningu pamięci roboczej, warto jednak pamiętać, że wnioski zespołu Bary oparto na badaniach dzieci w okresie rozwojowym i obserwowana u starszych dzieci poprawa sprawności dedukcji współwystępująca z poprawą w zakresie pamięci roboczej może wiązać się z innymi procesami rozwojowymi.

Warto wspomnieć, że Barrouillet (1996) także zaobserwował, że zadanie wymagające rozumowania dedukcyjnego, które jest bardziej obciążające dla pamięci roboczej, generuje więcej błędów u osób badanych, a co więcej – jakość wykonania zadania koreluje pozytywnie z pojemnością pamięci roboczej osób badanych. W kolejnych badaniach Barrouillet i Lecas (1999) zaproponowali teorię rozwoju zdolności do rozumowania warunkowego, która opiera się na obserwacjach, że to, jak dzieci interpretują okres warunkowy zależy od tego, ile modeli umysłowych są w stanie skonstruować. To zaś zależy od pojemności pamięci roboczej, która wzrasta z wiekiem (porównywano dzieci w wieku 9, 12 i 15 lat).

Warto wspomnieć o wynikach innych badań nad rozumowaniem dedukcyjnym dzieci, w których wykazano, że nabycie kompetencji do rozumowania w oderwaniu od własnych przekonań i kontekstu zadania zdaje się być ważnym osiągnięciem rozwojowym. U dzieci, u których ta kompetencja dopiero się kształtuje jest ona związana silnie zarówno z pojemnościowymi, jak i wykonawczymi aspektami pamięci roboczej, natomiast wykonanie prostszych zadań dedukcyjnych zależy w większej mierze od samej pojemności pamięci roboczej (Handley i in., 2004).

Kolejny projekt badawczy, który warto opisać odnosi się do wpływu przekonań na poprawność rozumowania. Kiedy poprosi się osoby badane o ocenę, czy wniosek sformułowany w sylogizmie jest poprawny czy też nie, nie zawsze kierują się logiką, która pozwoliłaby im zweryfikować prawomocność wniosku w świetle przesłanek, zamiast tego faworyzując samą treścią wniosku (przede wszystkim czy wydaje się im prawdopodobny lub czy się z nim zgadzają). W ten sposób skłonni są uznawać za poprawne sylogizmy, które prowadzą do wniosku, z którym się zgadzają i dyskwalifikować poprawność tych, które prowadzą do wniosku sprzecznego z ich przekonaniem. Efekt ten nazywamy „błędem przekonania” (Evans, Barston i Pollard, 1983). Na częstość pojawiania się tego błędu wpływają mogą oczywiście warunki samego zadania, ale cechy osobnicze także nie są bez znaczenia. Quayle i Ball (2000) przeprowadzili serię eksperymentów poświęconych badaniu różnych warunków pojawiania się błędu przekonania. Na bazie uzyskanych danych sformułowali zdecydowany wniosek, że za pojawienie się tego rodzaju błędu odpowiadają ograniczone zasoby pamięci roboczej.

Badania Newsteada i współpracowników (2004) także pokazały, że różnice indywidualne w zakresie wydolności pamięci roboczej znajdują odzwierciedlenie w poziomie wykonania zadań wymagających rozumowania dedukcyjnego (w sylogizmach generujących

konflikt pomiędzy prawdziwością a prawomocnością wniosków). Takie konfliktowe zadania silniej angażują pamięć roboczą, co autorzy wiążą z koniecznością wyhamowania aktywności Systemu I (opartego na heurystykach) i reakcję z poziomu Systemu II (analitycznego). Tezę tę potwierdzają badania De Neys (2006), w których manipulowano zarówno treścią sylogizmów (konfliktowa lub bez konfliktu), jak i obciążeniem pamięci roboczej za pomocą dodatkowego zadania. Wykorzystano procedurę, w której osoba badana miała za zadanie zapamiętać położenie kropek na macierzy (3x3), następnie ocenić poprawność sylogizmu, a później odtworzyć z pamięci położenie wcześniej prezentowanych kropek. W prostym warunku zadania na macierzy prezentowano trzy kropki w linii poziomej, a w trudnym – wzór z czterech kropek. Okazało się, że trudne dodatkowe zadanie zmniejsza poprawność rozwiązania sylogizmów, ale tylko w warunku konfliktowym. Autor badań wnioskuje zatem, że zdolność do poradzenia sobie z konfliktem pomiędzy przekonaniem a logiką jest zależna od dostępności zasobów poznawczych, w szczególności pamięci roboczej. Wyniki są interesujące także dlatego, że zadanie z macierzą angażowało przede wszystkim wzrokowo-przestrzenne funkcje pamięci roboczej, a sylogizmy – funkcje werbalne. Oba moduły nie działają co prawda na tyle niezależnie, aby obciążenie pod względem pojemności jednego z nich nie było odczuwalne dla drugiego, ale zasadne wydaje się przypuszczenie, że tym, co szczególnie utrudniło wykonanie zadania było zaangażowanie zasobów wykonawczych (mających w znacznej mierze charakter uwagowy).

Wydaje się, że tezę o kluczowym znaczeniu funkcji wykonawczych dla sprawności dedukcji wspierają wyniki badań Markovits, Doyon i Simoneau (2002). Badacze testowali hipotezę odnośnie zaangażowania wizualnych zasobów pamięci roboczej w wykonanie zadań wymagających rozumowania warunkowego. Potwierdzono hipotezę jedynie dla rozumowania w oparciu o przesłanki konkretne, natomiast w przypadku zadań abstrakcyjnych (jak również dla warunku konkretnego) pozytywna korelacja dotyczyła raczej wykonawczych aspektów pamięci roboczej. Jeszcze więcej światła na ten problem rzuciły badania Toms, Morrissa i Ward (1993). W serii eksperymentów poświęconych związkom rozumowania warunkowego i poszczególnych aspektom pamięci roboczej: wzrokowo-przestrzennym, werbalnym i wykonawczym. Potwierdzono, iż część błędów rozumowania można bezpośrednio wiązać z wydolnością pamięci roboczej, przy czym najbardziej kluczowe wydają się funkcje przypisywane centralnemu systemowi wykonawczemu. Z kolei w badaniach Capon, Handley'a i Dennisa (2003) wykazano, że rozwiązanie zadań wymagających rozumowania sylogistycznego zależało od sprawności w zakresie wszystkich trzech aspektów pamięci roboczej (werbalnego, wzrokowo-przestrzennego i ogólnego) zaś wykonanie zadań bazujących na rozumowaniu przestrzennym wiązało się przede wszystkim z ogólną sprawnością.

Do podobnych wniosków doprowadziły badania Oaksforda i współpracowników (1996), którzy wykazali, że wykonanie zadania selekcyjnego w wersji deontycznej pogarsza się w sytuacji, gdy równocześnie należy wykonywać inne zadanie, co świadczy o tym, że na jego wykonanie wpływ mają funkcje zarządcze. Ta sama grupa badaczy zaobserwowała ponadto, że aktywizowanie dobrego lub złego nastroju pogarsza wykonanie deontycznego zadania selekcyjnego Wasona (zamiast falsyfikować osoby badane stosują konfirmację)¹¹, co ich zdaniem także ma związek z kwestią zaangażowania zasobów poznawczych.

¹¹ Wynik można analizować w kontekście formalnej teorii intelektu Nęcki (2000). Teoria zakłada, że inteligencja zależy od pamięci roboczej, uwagi i pobudzenia (zależnego z kolei od emocji, motywacji i osobowości). Wyższe pobudzenie (związane np. z aktywizacją określonego nastroju) skutkuje przyśpieszeniem tempa przetwarzania informacji przy równoczesnym zmniejszeniu zakresu informacji, które mogą być przetwarzane. Może to tłumaczyć pogorszenie wykonania zadania w warunku pobudzenia. Należałoby się przy tym spodziewać, że pogorszenie szczególnie odczuwają osoby o niższym poziomie kompetencji. Inne (odwrotne) wyjaśnienie tego efektu może odwoływać się do zwiększenia selektywności uwagi (temat zostanie omówiony przy omówieniu badań Smith i in., 2015).

Wspomniano już, że trudno o jednoznaczną odpowiedź na pytanie czy inteligencja koreluje pozytywnie jedynie z wykonaniem tych zadań wymagających rozumowania dedukcyjnego, które są w dużej mierze sformalizowanych czy także tych, które są bardziej ukontekstowane. W przypadku korelacji rozumowania dedukcyjnego i elementarnych procesów poznawczych problem interpretacyjny wydaje się mniejszy, więcej danych wskazuje bowiem na to, że uwaga i pamięć robocza wywierają wpływ nie tylko na wykonanie zadań dedukcyjnych natury abstrakcyjnej.

Przypomnijmy cytowane wcześniej badania Stanovich i Westa (2000). Badacze uznali, że błędy w zakresie rozumowania sylogistycznego mogą być przynajmniej w umiarkowanym zakresie wyjaśnione w oparciu o wariację kompetencji obliczeniowych, takich jak pamięć robocza. Bucciarelli (2000) w komentarzach do tekstu Stanovitcha i Westa (2000) zwraca jednak uwagę, że opisane przez nich błędy w zakresie rozumowania sylogistycznego można interpretować nie tylko w kategoriach błędów obliczeniowych (które są bardziej trwałe, ponieważ wynikają z ograniczeń poznawczych np. w zakresie pamięci roboczej), ale także błędów wykonania (które nie muszą być trwałe), związanych ze stosowaniem określonych sposobów rozwiązywania sylogizmu. Autorka przyznaje, że kompetencje w zakresie pamięci roboczej mogą wpływać na strategię rozwiązywania zadania (niektóre ze strategii będą niedostępne dla osób o niskiej wydolności pamięci roboczej). Przywołuje jednak wyniki badań własnych (Bucciarelli i Johnson-Laird, 1999), w których te same osoby badane stosowały niekiedy odmienne strategie w zakresie rozwiązywania różnych sylogizmów (lub tego samego wykonywanego drugi raz). Autorka wnioskuje zatem, że pamięć robocza nie wystarczy do przewidzenia, jak dana osoba może poradzić sobie z rozwiązaniem sylogizmu.

Warto w tym miejscu wspomnieć o wynikach badań Joanny Sztuki (2012), która w ramach projektu: „Funkcjonowanie intelektualne osób z silnymi przekonaniami polityczno-społecznymi na przestrzeni dorosłego życia: podatność na występowanie efektu błędu przekonań w rozumowaniu sylogistycznym. W badaniach zaobserwowano, że stopień zniekształcenia dedukcji w. warunku niezgodnym (wniosku z przekonaniem) może zależeć od siły przekonań osoby badanej. Osoby radykalne popełniały więcej błędów (niż osoby mniej radykalne) w ocenie wniosków zgodnych z ich przekonaniem choć nieuprawnionych na gruncie przesłanek, a osoby mniej radykalne więcej błędów (niż bardziej radykalne) wtedy, gdy oceniały wniosek niezgodny z ich przekonaniem i uprawniony. Autorka interpretuje wyniki w kategoriach zwiększonej motywacji (osób radykalnych) do angażowania zasobów poznawczych w przetworzenie wniosków kłócących się z ich przekonaniem. Może to wskazywać na to, iż nie tyle sama sprawność pamięci roboczej, ale też strategia wykonywania zadania, z której wynika poziom zaangażowania operacyjnego osoby badanej, decyduje o poprawności jej rozumowania.

Wyniki badań wskazujących na pozytywną bądź negatywną rolę, jaka odgrywa kontekst zadania opartego na wnioskowaniu warunkowym także mogą rzucić nieco światła na kwestię relacji dedukcji i pamięci roboczej oraz uwagi. Braine, Reiser i Romain (1984) zauważyli, że ludzie skłonni są postrzegać zadanie dedukcyjne jak „mikrokosmos” tzn. zakładają, że zdarzyć się może jedynie to, co jest określone w zadaniu, a to łatwo może prowadzić do popełnienia błędu afirmacji następnika. Jednakże, jeśli do zadania dodana zostanie informacja poszerzająca ten swoisty „mikrokosmos”, tendencja do popełniania tego rodzaju błędu osłabnie¹². Informacyjny kontekst zadania może jednak szkodzić. Byrne (1989) zastosowała zadanie oparte na implikacji, które można rozwiązać w oparciu o prosty schemat modus ponens, ale uzupełnione o dodatkową informację, tym razem jednak nieistotną dla poprawności rozwiązania prowokowało osoby badane do formułowania wniosków błędnych,

¹² Oznacza to, że więcej błędów afirmacji następnika pojawi się w zadaniu („Jeżeli Marta zje kanapkę, to będzie najedzona. Marta jest najedzona, Zatem, (błąd afirmacji następnika: Marta zjadała kanapkę) niż wtedy, gdy do przesłanek zostanie dodana zostanie informacja: „Jeśli Marta zje sałatkę, to będzie najedzona”).

np. nadmiernie złożonych. Jak można wyjaśnić uzyskane zależności? Jeśli uznamy, że dodatkowa przesłanka/informacja zwiększa złożoność modeli umysłowych reprezentujących sytuację opisaną w zadaniu, to wydaje się, że oznacza to zwiększenie obciążenia pamięci roboczej (Johnson-Laird, 1983, za: Nęcka, Orzechowski i Szymura, 2006). Zważywszy na ograniczoną pojemność tego systemu, może to ograniczać sprawność rozumowania. Może to wyjaśniać przyczynę pojawienia się błędów w badaniach Byrne (1989), dlaczego jednak dodatkowa informacja w badaniach Braine i współpracowników (Braine, Reiser i Romain, 1984) okazała się pomocna, pomimo, że zwiększyła zakres informacji koniecznych do przetworzenia? Wydaje się, że może to sugerować, iż nie tyle sama pojemność pamięci roboczej, ile złożoność operacji, które należy przeprowadzić na dostępnych informacjach (a ta złożoność w badaniach Byrne jest znacznie wyższa na skutek charakterystyk implikacji w przesłankach) odgrywa kluczową rolę. To zaś można wiązać z zaangażowaniem nie tyle pojemnościowych, ile wykonawczych aspektów pamięci roboczej. Dodatkowe przesłanki w obu badaniach różnią się jednak od siebie także pod względem tego, na ile przydatne są dla wykonania zadania. O ile w przypadku pierwszego z projektów przesłanka okazuje się istotna, to w przypadku badań Byrne (1989) przesłanka stanowi dystrakcję, odciąga od informacji kluczowych dla rozwiązania. Być może osoby, które okazały się podatne na tę semantyczną dystrakcję, cechowały się słabszą sprawnością w zakresie selekcji uwagi? Nie można także wykluczyć bardziej złożonego mechanizmu zależności. Obniżona selektywność uwagi mogła zaszkodzić jedynie osobom o niższej wydolności pamięci roboczej (ponieważ przeciążyła ich system poznawczy), ale nie przyniosła strat osobom nisko selektywnym uwagowo, ale o wysokiej sprawności w zakresie pamięci roboczej ani też osobom o niskiej sprawności pamięci roboczej, ale dobrej selektywności uwagi. Ostatnia hipoteza wydaje się kontrowersyjna z uwagi na konieczność semantycznego przetworzenia treści przed podjęciem decyzji o istotności przesłanki. Możliwe jednak, że nie tyle selekcja motywowana zewnątrznie, ile selekcja motywowana wewnątrznie/intencjonalna, którą można byłoby zoperacjonalizować w kategoriach kontroli uwagowej odegrała tu kluczową rolę. Niektórzy badacze są zdania, że kontrola uwagowa może być właśnie tym mechanizmem, który odpowiada za wykonawcze funkcje pamięci roboczej. Jeśli tak, to wszystkie te rozważania sprowadzają nas do pierwszej przedstawionej hipotezy wyjaśniającej. Weryfikacja hipotezy o kluczowej roli wykonawczych aspektów pamięci roboczej dla sprawności dedukowania w kontekście zadań wymagających rozumowania warunkowego w wymagałaby jednak przeprowadzenia badań korelacyjnych (w kontekście różnic indywidualnych) lub eksperymentalnych (np. sprawdzenie czy po treningu pamięci roboczej poprawi się wykonanie tego rodzaju problematycznych zadań).

Trudno znaleźć wyniki badań poświęcone relacjom między uwagą selektywną a rozumowaniem dedukcyjnym. Pewnych obserwacji z tego zakresu dostarcza jednak oryginalny projekt Smith i współpracowników (2015). W ich badaniach porównano poprawność wykonania sylogizmów, które prezentowane były osobom badanym głosem o różnych tonach emocjonalnych: smutnym, pełnym złości lub neutralnym. Okazało się, że najwyższa poprawność rozwiązania sylogizmów pojawiła się w warunkach złości. Badacze interpretują te wyniki w kategoriach pobudzenia systemu neuronalnego odpowiedzialnego za uwagę selektywną. Ich zdaniem złość nie tylko aktywizuje mechanizm związany z uwagą selektywną, ale ukierunkowuje ją nie tylko na stan wewnętrzny podmiotu, ale na przetworzenie istotnego bodźca związanego z wywołaniem tej emocji¹³. Smutek byłby ich zdaniem związany raczej z poszerzeniem zakresu uwagi.

¹³ W tym kontekście można zastanowić się czy wyniki badań Sztuki (2012) wskazujące na wyższą poprawność odpowiedzi osób o radykalnych poglądach w sytuacji konfliktu między ich przekonaniami a poprawnym wnioskiem sylogizmu, który był jednak z ich przekonaniami niezgodny nie można wyjaśnić w oparciu o ten sam mechanizm (złości aktywizującej selektywność uwagi).

Z kolei wyniki badań nad przerzutnością uwagi w kontekście wykonania zadań wymagających rozumowania kontrfaktycznego (Pereda-Baños, Garavan i Byrne, 2012) ujawniły koszty przełączania się między wykonaniem zadania trudniejszego (najpierw) a łatwiejszego, w porównaniu do wykonywania kolejno dwóch zadań łatwych.

Być może do naszego rozumienia związków rozumowania dedukcyjnego, inteligencji i pamięci roboczej mogłyby coś wniesić wyniki eksperymentów testujących skuteczność treningów poznawczych. Beatty i Vartanian (2015) są zdania, że trening pamięci roboczej mógłby wpływać na rozumowanie albo bezpośrednio przez zwiększenie wydolności pamięci roboczej, albo poprzez podniesienie poziomu inteligencji płynnej. Niestety można odnieść wrażenie, że efekty treningów sięgające poziomu rozumowania najczęściej rozpatruje się bardzo ogólnie, zatem trudno będzie wysnuć wnioski bezpośrednio związane z rozumowaniem dedukcyjnym. Choć analizy badań z zakresu treningów poznawczych sugerują, że możliwości usprawnienia rozumowania bądź inteligencji po treningu uwagi wydają się raczej marne, a po treningu pamięci roboczej w najlepszym razie mało prawdopodobne: (Melby-Lervåg, Redick i Hulme, 2016, Redick i in., 2015) lub niewielkie (Au i in., 2015), kilka wyników może okazać się dla nas przydatnych.

W jednych z badań nad treningiem poznawczym (Barkl, Porter i Ginns, 2012) wykazano, że ćwiczenie rozumowania indukcyjnego, mające postać szkolenia w zakresie wykonywania zadań (10 lekcji każda po 20 minut), którym objęto dzieci w wieku około ośmiu lat, poprawił ich kompetencje w zakresie rozumowania indukcyjnego, co było szczególnie widoczne po trzech miesiącach od zakończenia badania. Co więcej, okazało się, że dzieci które ćwiczyły indukcję w warunkach indywidualnych wykonały zadanie wymagające dedukcji lepiej niż dzieci po grupowym treningu indukcji i dzieci z grupy kontrolnej¹⁴. Zdaniem autorów wynik może wskazywać na znaczenie motywacyjnych i osobowościowych czynników w efektywności rozwiązywania zadań wymagających rozumowania. Można jednak zastanowić się, czy warunki treningu indywidualnego nie były najbardziej angażującymi poznawczo. Być może za transfer efektu treningu odpowiada zatem usprawnienie mechanizmów bardziej podstawowych, np. pamięci roboczej bądź uwagi (wspólnych dla rozumowania indukcyjnego i dedukcyjnego)? Niektórzy badacze sugerują zaś, że poprawa wykonania zadań wymagających rozumowania, którą niekiedy da się zaobserwować po treningu pamięci roboczej może wynikać z usprawnienia inteligencji płynnej, która to pośredniczyłaby w obserwowanej zależności.

Nieco światła na ten problem rzucają wyniki badań, w których porównano skuteczność treningu pamięci roboczej, treningu rozumowania, treningu łączącego obaw wcześniejsze i treningu placebo, przeprowadzonego w grupie dzieci przedszkolnych (Bergman Nutley i in., 2011). Okazało się, że trening pamięci roboczej (oparty na zadaniach zakresu, trening Cogmed) poprawił wykonanie zadań angażujących pamięć roboczą, ale nie wpłynął na wykonanie zadań szacujących sprawność rozumowania. W przypadku treningu rozumowania efekty były odwrotne, a trening mieszany doprowadził do poprawy zarówno pamięci roboczej, jak u rozumowania (choć mniej niż wyłączny trening rozumowania). Uzyskane wyniki mogą wskazywać na to, że te dwa rodzaje oddziaływań kształcą innego typu kompetencje – przy czym możliwe są zarówno różnice na poziomie strategii wykonywania zadań, jak i różnice na poziomie wydolności procesów. Można postawić hipotezę, że trening pamięci roboczej doprowadziłby do wzrostu „potencjału” poznawczego, ale uzyskanie po takim treningu transferu na poziom rozumowania wymagałoby także wyuczenia strategii rozwiązywania zadań tego typu. Nie można jednak zapominać, że trening pamięci roboczej bazował jedynie na zadaniach wzrokowo-przestrzennych, co także mogło utrudniać ujawnienie transferu.

¹⁴ Ten wniosek badaczy warto traktować z ostrożnością, ponieważ dla rozumowania dedukcyjnego nie wykonano pretestu przed rozpoczęciem treningu, a jedynie porównano wyniki uzyskane po treningu przez dzieci z każdej z grup eksperymentalnych: dzieci trenujących indywidualnie, trenujących w grupie i dzieci bez treningu. Co więcej, zaobserwowane różnice w poziomie wykonania zadania wydają się stosunkowo niewielkie.

Z kolei Ariës i współpracownicy (Ariës i in., 2016), oparli się na wynikach badań korelacyjnych sugerujących, że wydolność pamięci roboczej koreluje pozytywnie z wykonaniem zadań wymagających dedukcji (także w zakresie osiągnięć szkolnych,) postanowili sprawdzić czy trening angażujący określone parametry pamięci roboczej może doprowadzić do poprawy w zakresie kompetencji dedukcyjnych. Wykorzystano specjalną wersję treningu pamięci roboczej, który łączył w sobie zadania angażujące wykonawcze funkcje pamięci roboczej i ćwiczenia uczące strategii wykonywania zadań dedukcyjnych. W badaniach uczestniczyła młodzież (około 16 roku życia). Po trwającym 4-8 tygodni treningu zaobserwowano poprawę zarówno w zakresie wydolności pamięci roboczej, jak i rozumowania, przy czym efekt był nadal zauważalny po ośmiu tygodniach od zakończenia oddziaływań. Zaobserwowane efekty sugerują, że trening WM, który jest wsparty elementami strategii dedukcyjnych, może poprawić zdolności w zakresie rozumowania dedukcyjnego w warunkach szkolnych u młodzieży. Warto przy tym nadmienić, że we wcześniejszych badaniach (Ariës i in., 2015) trening oparty jedynie na ćwiczeniach angażujących pamięć roboczą, nie doprowadził do poprawy w zakresie rozumowania w warunkach szkolnych, a lepsze efekty uzyskano przy zastosowaniu jedynie treningu strategii rozumowania.

Wyniki wpisują się w najświeższe dane z zakresu treningów poznawczych, wskazujące na to, że aby po treningu uzyskać daleki transfer, wykraczający poza bezpośrednio trenowane procesy, oddziaływanie powinno być połączone z ćwiczeniami związanymi z zadaniem, na którego poziomie chcemy zauważyć efekty. Z drugiej zaś strony może ilustrować, że skuteczne rozumowanie dedukcyjne wymaga zarówno kompetencji płynnych (jak pamięć robocza), jak i kompetencji skryzalizowanych (jak strategię) i nie powinien być sprowadzany do żadnej z nich, hipoteza wymagałaby jednak dalszej weryfikacji empirycznej, najlepiej w modelu eksperymentalnym.

WNIOSKI

Zagadnieniu relacji rozumowania dedukcyjnego, inteligencji i pamięci roboczej poświęcić można wiele rozpraw. W niniejszym opracowaniu nie wyczerpano w pełni tematu badań, starano się jednak zasygnalizować, jakie problemy badawcze podejmowane są w tym obszarze badań, co mogłoby ułatwić precyzowanie kierunku dalszych dociekań. Uważny czytelnik zorientował się zapewne, że na bazie przedstawionych analiz trudno byłoby sformułować jednoznaczne, a przy tym nieoczywiste wnioski odnośnie charakteru relacji między inteligencją, rozumowaniem dedukcyjnym i pamięcią roboczą oraz uwagą. Poniżej przedstawione zostaną zatem jedynie podstawowe „odkrycia” czy też „sugestie” płynące z omówionych wcześniej badań (bez rozstrzygnięcia czy mają one charakter wniosków w pełni uprawnionych) :

1. Z dużym prawdopodobieństwem można założyć, że rozumowanie dedukcyjne, tak jak większość złożonych procesów poznawczych, pozytywnie koreluje z inteligencją ogólną i inteligencją płynną oraz pamięcią roboczą, ale z żadną z tych zdolności nie może zostać utożsamione.
2. Szczególnie mocne wydają się dane potwierdzające, że niedostatki w zakresie inteligencji bądź pamięci roboczej wiążą się z popełnianiem większej liczby błędów podczas rozumowania dedukcyjnego.
3. Nie można jednak rozstrzygnąć jaka jest natura tych zależności. Część badaczy upatruje w rozumowaniu dedukcyjnym komponentu inteligencji, inni jedynie korelatu. Część badaczy jest zdania, że sprawność rozumowania (indukcyjnego i/lub dedukcyjnego) składa się na inteligencję płynną, inni wskazują, że jakość

wykonania zadań dedukcyjnych zależy od inteligencji płynnej (lub także od specyficznych kompetencji), jeszcze inni upatrują bardziej podstawowego charakteru owej zależności na poziomie pamięci roboczej i/lub kontroli uwagowej bądź odporności na dystrakcję (albo w zakresie pojedynczej funkcji pamięci roboczej, jak aktualizowanie informacji bądź też integracji relacyjnej).

4. Zdolności w zakresie rozumowania dedukcyjnego wydają się mocniej niż kompetencje w zakresie indukcji skorelowane z czynnikami specyficznymi, w rodzaju wiedzy przedmiotowej z zakresu logiki. Nie można także wykluczyć, że na wykonanie różnego rodzaju zadań dedukcyjnych wpływają różnego rodzaju kompetencje.
5. Osoby bardziej inteligentne lepiej radzą sobie z rozwiązywaniem zadań wymagających dedukcji niż osoby mniej inteligentne, a efekt jest widoczny zarówno w zadaniach formalnych, jak i zadań osadzonych w kontekście życia codziennego, choć w zadaniach formalnych zdaje się być silniejszy.
6. Może mieć to związek z tym, że proces dekontekstualizacji i treści jest silnie angażujący poznawczo (szczególnie w zakresie wykonawczych funkcji pamięci roboczej), zaś powodzenie w zakresie wykonania prostszego zadania osadzonego w zrozumiałym kontekście łatwiej da się przewidzieć jedynie na podstawie pojemności pamięci roboczej.
7. Osoby bardziej inteligentne zachowują większą spójność w zakresie stosowanych reguł rozwiązywania zadań dedukcyjnych, co może sugerować mniej przypadkowy (a zamiast tego oparty na odkryciu reguły) sposób udzielania odpowiedzi.
8. Wyniki badań z zakresu poznawczej psychologii rozwojowej sugerują, że pamięć robocza może być mechanizmem warunkującym rozwój kompetencji rozumowania dedukcyjnego.
9. Niektórzy badacze sugerują, że kluczowym mechanizmem odpowiedzialnym za obserwowane relacje są wykonawcze funkcje pamięci roboczej, które można wiązać z kontrolą uwagową.
10. Różnica pomiędzy osobami bardziej i mniej kompetentnymi poznawczo (z uwagi na pamięć roboczą lub inteligencję) jest widoczna szczególnie w takich zadaniach sylogistycznych, które wywołują konflikt logiki i przekonań. Ten warunek zadania zdaje się zaś najsilniej angażować zasoby pamięci roboczej.
11. Nastrój i sposób przekazywania treści zadania dedukcyjnego wywierają wpływ na poprawność jego wykonania, być może przez mechanizm uwagi selektywnej.
12. Choć pewna grupa badaczy interpretuje dostępne dane w kategoriach potwierdzenia teorii modeli mentalnych, wydaje się, że na bazie dostępnych danych nie można wykluczyć słuszności teorii odwołującej się do formalnych reguł.
13. Z jednej strony można przypuszczać, że korelacja inteligencji i rozumowania dedukcyjnego powinna być wyższa przy niższym poziomie kompetencji (*SLODR* Spearmana). Jak jednak pokazały wyniki badań (KroczeK, Ociepka i Chuderski, 2016) reguła ta nie ma zastosowania do relacji inteligencji płynnej i pamięci roboczej – korelacja między nimi jest podobna na różnym poziomie kompetencji (co sugeruje, że funkcje obu mechanizmów mogą się silnie pokrywać). Nie jest jednak jasne, jak wyglądałby obraz tej relacji w przypadku inteligencji ogólnej.
14. Nie sposób na razie rozstrzygnąć czy kompetencje w zakresie rozumowania dedukcyjnego są silniej związane z inteligencją płynną czy skryształizowaną. Być może pewna podstawowa, bardziej ogólna sprawność w zakresie rozumowania (może wspólna dla różnych jego form i związana z pamięcią roboczą, jak integracja relacyjna) stanowi składową kompetencji płynnych, zaś bardziej złożone rozumowania dedukcyjne wymagają sporej wiedzy specjalistycznej. Johnson-Laird

(1999) sugeruje, że osoby, które sprawnie rozumują mogły nauczyć się tworzyć dla siebie złożone reguły formalne, co ostatecznie prowadzi do dyscypliny naukowej zwanej logiką.

Literatura cytowana

- Ackerman, P. L., Beier, M. E. i Boyle, M. O. (2005). Working memory and intelligence: The same or different constructs?. *Psychological bulletin*, 131(1), 30-60.
- Anderson, J. R. (2014). *Rules of the mind*. New York: Psychology Press.
- Ariës, R. J., Ghysels, J., Groot, W. i van den Brink, H. M. (2016). Combined working memory capacity and reasoning strategy training improves reasoning skills in secondary social studies education: Evidence from an experimental study. *Thinking Skills and Creativity*, 22, 233-246.
- Ariës, R. J., Groot, W. i Brink, H. M. (2015). Improving reasoning skills in secondary history education by working memory training. *British Educational Research Journal*, 41(2), 210-228.
- Atkinson, R. C. i Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*, 2, 89-195.
- Au, J., Sheehan, E., Tsai, N., Duncan, G. J., Buschkuhl, M. i Jaeggi, S. M. (2015). Improving fluid intelligence with training on working memory: a meta-analysis. *Psychonomic bulletin & review*, 22(2), 366-377.
- Baddeley, A. (1996). Exploring the central executive. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 49(1), 5-28.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in cognitive sciences*, 4(11), 417-423.
- Baddeley, A. D., Bressi, S., Della Sala, S., Logie, R. i Spinnler, H. (1991). The decline of working memory in Alzheimer's disease: a longitudinal study. *Brain*, 114(6), 2521-2542.
- Baddeley, A. D. i Hitch, G. J. (1974). Working memory. *The psychology of learning and motivation*, 8, 47-89.
- Baddeley, A. D. i Logie, R. H. (1999). Working Memory. The Multiple-Component Model. W: A. Miyake, P. Shah (red.). *Models of Working Memory. Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control (s. 28-61)*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bara, B. G., Bucciarelli, M. i Johnson-Laird, P. N. (1995). Development of syllogistic reasoning. *The American Journal of Psychology*, 157-193.
- Barkl, S., Porter, A. i Ginns, P. (2012). Cognitive training for children: Effects on inductive reasoning, deductive reasoning, and mathematics achievement in an Australian school setting. *Psychology in the Schools*, 49(9), 828-842.
- Barrouillet, P. (1996). Transitive inferences from set-inclusion relations and working memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22(6), 1408.
- Barrouillet, P. i Lecas, J. F. (1999). Mental models in conditional reasoning and working memory. *Thinking & Reasoning*, 5(4), 289-302.
- Barston, J.L. i Pollard, P. (1983). On the conflict between logic and belief in syllogistic reasoning. *Memory and Cognition*, 11, 295-306.
- Beaujean, A. A., Firmin, M. W., Knoop, A. J., Michonski, J. D., Berry, T. P. i Lowrie, R. E. (2006). Validation of the Frey and Detterman (2004) IQ prediction equations using the Reynolds Intellectual Assessment Scales. *Personality and Individual Differences*, 41(2), 353-357.
- Beatty, E. L. i Vartanian, O. (2015). The prospects of working memory training for improving deductive reasoning. *Frontiers in human neuroscience*, 9, 56.

- Bergman Nutley, S., Söderqvist, S., Bryde, S., Thorell, L. B., Humphreys, K. i Klingberg, T. (2011). Gains in fluid intelligence after training non-verbal reasoning in 4-year-old children: a controlled, randomized study. *Developmental science*, 14(3), 591-601.
- Braine, M. D. (1978). On the relation between the natural logic of reasoning and standard logic. *Psychological Review*, 85(1), 1-21.
- Braine, M. D., Reiser, B. J. i Rumin, B. (1984). Some empirical justification for a theory of natural propositional logic. *Psychology of learning and motivation*, 18, 313-371.
- Bucciarelli, M. (2000). Reasoning strategies in syllogisms: Evidence for performance errors along with computational limitations. *Behavioral and Brain Sciences*, 23(05), 669-670.
- Byrne, R. M. (1989). Suppressing valid inferences with conditionals. *Cognition*, 31(1), 61-83.
- Capon, A., Handley, S. i Dennis, I. (2003). Working memory and reasoning: An individual differences perspective. *Thinking & Reasoning*, 9(3), 203-244.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. NY, US: Cambridge University Press.
- Cattell, R. B. (1971). The structure of intelligence in relation to the nature-nurture controversy. *Intelligence: Genetic and environmental influences*, 3-30.
- Cattell, R. B. i Horn, J. L. (1978). A check on the theory of fluid and crystallized intelligence with description of new subtest designs. *Journal of Educational Measurement*, 15(3), 139-164.
- Chuderski, A. (2014). The relational integration task explains fluid reasoning above and beyond other working memory tasks. *Memory & cognition*, 42(3), 448-463.
- Chuderski, A. i Necka, E. (2012). The Contribution of Working Memory to Fluid Reasoning: Capacity, Control, or Both? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 38(6), 1689-1710.
- Collette, F. i Van der Linden, M. (2002). Brain imaging of the central executive component of working memory. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 26(2), 105-125.
- Colom, R., Abad, F. J., Rebollo, I. i Chun Shih, P. (2005). Memory span and general intelligence: A latent-variable approach. *Intelligence*, 33(6), 623-642.
- Colom, R., Rebollo, I., Palacios, A., Juan-Espinosa, M. i Kyllonen, P. C. (2004). Working memory is (almost) perfectly predicted by g. *Intelligence*, 32(3), 277-296.
- Cowan, N. (1993). Activation, attention, and short-term memory. *Memory & Cognition*, 21(2), 162-167.
- Conway, A. R., Cowan, N., Bunting, M. F., Theriault, D. J. i Minkoff, S. R. (2002). A latent variable analysis of working memory capacity, short-term memory capacity, processing speed, and general fluid intelligence. *Intelligence*, 30(2), 163-183.
- Cowan, N. (1999). An embedded-processes model of working memory. W: A. Miyake, P. Shah (red.). *Models of Working Memory. Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control* (s. 62-101). Cambridge: Cambridge University Press.
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and brain sciences*, 24(1), 87-114.
- De Neys, W. (2006). Dual processing in reasoning two systems but one reasoner. *Psychological science*, 17(5), 428-433.
- Dominowski, R. L. i Dallob, P. (1995). Insight and problem solving. *The nature of insight*, 33-62.
- Evans, J. S. B. (1991). Theories of human reasoning: The fragmented state of the art. *Theory & Psychology*, 1(1), 83-105.
- Evans, J. S. B., Barston, J. L. i Pollard, P. (1983). On the conflict between logic and belief in syllogistic reasoning. *Memory & cognition*, 11(3), 295-306.
- Frey, M. C. i Detterman, D. K. (2004). Scholastic assessment or g? The relationship between the scholastic assessment test and general cognitive ability. *Psychological science*, 15(6), 373-378.

- Friedman, N. P., Miyake, A., Corley, R. P., Young, S. E., DeFries, J. C. i Hewitt, J. K. (2006). Not all executive functions are related to intelligence. *Psychological science*, 17(2), 172-179.
- Galotti, K. M. (1989). Approaches to studying formal and everyday reasoning. *Psychological Bulletin*, 105(3), 331-351.
- Gottfredson, L. S. (1997). Mainstream science on intelligence: An editorial with 52 signatories, history, and bibliography. *Intelligence*, 24(1), 13-23.
- Guilford, J. P. (1968). Intelligence has three facets. *Science*, 160(3828), 615-620.
- Gustafsson, J. E. (1984). A unifying model for the structure of intellectual abilities. *Intelligence*, 8(3), 179-203.
- Gustafsson, J. E. (1988). Hierarchical models of individual differences in cognitive abilities. In: Sternberg, R. J. (Ed). *Advances in the psychology of human intelligence*, Vol. 4 , (35-71). Hillsdale, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates.
- Handley, S. J., Capon, A., Beveridge, M., Dennis, I., & Evans, J. S. B. (2004). : Working memory, inhibitory control and the development of children's reasoning. *Thinking & Reasoning*, 10(2), 175-195.
- Hawkins, J., Pea, R. D., Glick, J. i Scribner, S. (1984). „Merds that laugh don't like mushrooms": Evidence for deductive reasoning by preschoolers. *Developmental Psychology*, 20(4), 584-594.
- Heim, A. W. (1968). *AH5 Group Test of High-grade Intelligence. Manual... Revised Edition*. National Foundation for Educational Research.
- Horn, J. L. i Noll, J. (1997). Human cognitive capabilities: Gf-Gc theory. In D. P. Flanagan, J. L. Genshaft, P. L. Harrison, D. P. Flanagan, J. L. Genshaft, P. L. Harrison (Eds.) , *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues* (pp. 53-91). New York, NY, US: Guilford Press.
- Howard, G. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. NY: *Basics*.
- Jaworowska, A. i Szustrowa, T. (2010). Test matryc Ravena w wersji standard. *Formy: klasyczna, równoległa, plus*. Warszawa: Pracownia Testów Psychologicznych Polskiego Towarzystwa Psychologicznego.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness* (No. 6). Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Johnson-Laird, P. N. (1999). Deductive reasoning. *Annual review of psychology*, 50(1), 109-135.
- Johnson-Laird, P. N. i Bara, B. G. (1984). Syllogistic inference. *Cognition*, 16(1), 1-61.
- Johnson-Laird, P. N. i Byrne, R. M. (1991). *Deduction*. Hillsdale, NY: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Johnson-Laird, P. N., Byrne, R. M. i Schaeken, W. (1992). Propositional reasoning by model. *Psychological review*, 99(3), 418-439.
- Johnson-Laird, P. N., Oakhill, J. i Bull, D. (1986). Children's syllogistic reasoning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 38(1), 35-58.
- Kaufman, S. B., DeYoung, C. G., Reis, D. L. i Gray, J. R. (2011). General intelligence predicts reasoning ability even for evolutionarily familiar content. *Intelligence*, 39(5), 311-322.
- Klaczynski, P. A. (2001). Analytic and heuristic processing influences on adolescent reasoning and decision-making. *Child development*, 72(3), 844-861.
- Kyllonen, P. C. i Christal, R. E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working-memory capacity?!. *Intelligence*, 14(4), 389-433.
- Kyllonen, P. i Kell, H. (2017). What Is Fluid Intelligence? Can It Be Improved?. In *Cognitive Abilities and Educational Outcomes* (pp. 15-37). Springer International Publishing
- Kroczek, B., Ociepka, M. i Chuderski, A. (2016). No Spearman's Law of Diminishing Returns for the working memory and intelligence relationship. *Polish Psychological Bulletin*, 47(1), 73-80.
- Leavers, H. J. i Harris, P. L. (2000). Counterfactual syllogistic reasoning in normal 4-year-olds,

- children with learning disabilities, and children with autism. *Journal of experimental child psychology*, 76(1), 64-87.
- Lohman, D. F. (1998). Fluid intelligence, inductive reasoning, and working memory: Where the theory of multiple intelligences falls short. *Talent development IV: Proceedings from the*, 219-227.
- Matczak, A., Piotrowska, A. i Ciarkowska, (2008). *Skala inteligencji D. Wechslera dla dzieci-wersja zmodyfikowana (WISC-R): podręcznik*. Warszawa: Pracownia Testów Psychologicznych Polskiego Towarzystwa Psychologicznego.
- Markovits, H., Doyon, C. i Simoneau, M. (2002). Individual differences in working memory and conditional reasoning with concrete and abstract content. *Thinking & Reasoning*, 8(2), 97-107.
- Maruszewski, T. (2002). *Psychologia poznania. Sposoby rozumienia siebie i świata*. Gdańsk: GWP.
- Melby-Lervåg, M., Redick, T. S. i Hulme, C. (2016). Working memory training does not improve performance on measures of intelligence or other measures of “far transfer” evidence from a meta-analytic review. *Perspectives on Psychological Science*, 11(4), 512-534
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive psychology*, 41(1), 49-100.
- Newell, A. (1994). *Unified theories of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Newstead, S. E., Handley, S. J., Harley, C., Wright, H., & Farrelly, D. (2004). Individual differences in deductive reasoning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 57(1), 33-60.
- Nęcka, E. (1994). *Inteligencja i procesy poznawcze*. Kraków: Oficyna Wydawnicza Impuls.
- Nęcka, E. (2003). *Inteligencja. Geneza, struktura, funkcje*. Gdańsk: GWP.
- Nęcka, E. (2009). Pamięć robocza. Wprowadzenie. W: J. Orzechowski, K.T. Piotrowski, R. Balas i Z. Stettner (red.), *Pamięć Robocza* (s. 25-47). Warszawa: Wydawnictwo Academica.
- Nęcka, E., Orzechowski, J. i Szymura, B. (2006). *Psychologia poznawcza*. Academica, Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Oaksford, M., Morris, F., Grainger, B. i Williams, J. M. G. (1996). Mood, reasoning, and central executive processes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 22(2), 476-492.
- Oberauer, K. (2002). Access to information in working memory: exploring the focus of attention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 28(3), 411-421.
- Oberauer, K. (2006). Is the focus of attention in working memory expanded through practice?. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 32(2), 197-214.
- Oberauer, K., Süß, H. M., Wilhelm, O. i Wittman, W. W. (2003). The multiple faces of working memory: Storage, processing, supervision, and coordination. *Intelligence*, 31(2), 167-193.
- Oberauer, K., Schulze, R., Wilhelm, O. i Süß, H. M. (2005). Working memory and intelligence-their correlation and their relation: comment on Ackerman, Beier, and Boyle. *Psychological Bulletin*, 131(1), 61-65.
- Orzechowski, J. i Chuderski, A. (2007). *Test analogii obrazkowych*. Niepublikowany manuskrypt, Uniwersytet Jagielloński, Kraków.
- Quayle, J. D. i Ball, L. J. (2000). Working memory, metacognitive uncertainty, and belief bias in syllogistic reasoning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 53(4), 1202-1223.
- Pereda-Baños, A., Garavan, H. i Byrne, R. M. (2012). Switching attention incurs a cost for counterfactual conditional inferences. *The Irish Journal of Psychology*, 33(2-3), 72-77.
- Pacini, R. i Epstein, S. (1999). The relation of rational and experiential information processing

- styles to personality, basic beliefs, and the ratio-bias phenomenon. *Journal of personality and social psychology*, 76(6), 972-987.
- Piaget, J. (1966). *Narodziny inteligencji dziecka*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Piaget, J. (1981). *Równoważenie struktur poznawczych*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
- Piaget, J. (2002). *Judgement and reasoning in the child*. Nowy Jork: Routledge.
- Redick, T. S., Shipstead, Z., Wiemers, E. A., Melby-Lervåg, M. i Hulme, C. (2015). What's working in working memory training? An educational perspective. *Educational psychology review*, 27(4), 617-633.
- Rips, L. J. (1994). *The psychology of proof: Deductive reasoning in human thinking*. MIT Press.
- Rychlicka, A. i Nęcka, E. (1990). Syllogistic reasoning, intelligence and dogmatism. *Polish Psychological Bulletin*, 21(1), 3-15.
- Rychlicka, A. i Nęcka, E. (1990). Syllogistic reasoning, intelligence and dogmatism. *Polish Psychological Bulletin*, 21(1), 3-15.
- Shikishima, C., Hiraishi, K., Yamagata, S., Sugimoto, Y., Takemura, R., Ozaki, K., ... i Ando, J. (2009). Is g an entity? A Japanese twin study using syllogisms and intelligence tests. *Intelligence*, 37(3), 256-267.
- Shikishima, C., Yamagata, S., Hiraishi, K., Sugimoto, Y., Murayama, K. i Ando, J. (2011). A Simple Syllogism-Solving Test: Empirical Findings and Implications for "g" Research. *Intelligence*, 39(2-3), 89-99.
- Smith, K. W., Balkwill, L. L., Vartanian, O. i Goel, V. (2015). Syllogisms delivered in an angry voice lead to improved performance and engagement of a different neural system compared to neutral voice. *Frontiers in human neuroscience*, 9.
- Spearman, C. (1904). "General Intelligence," objectively determined and measured. *The American Journal of Psychology*, 15(2), 201-292.
- Spearman, C. E. (1927). *The Abilities of Man, Their Nature and Measurement*. Londyn: Macmillan.
- Stanovich, K. E. (1999). *Who is rational?: Studies of individual differences in reasoning*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Stanovich, K. E. (2012). On the distinction between rationality and intelligence: Implications for understanding individual differences in reasoning. *The Oxford handbook of thinking and reasoning*, 343-365.
- Stanovich, K. i West, R. F. (1998). Cognitive ability and variation in selection task performance. *Thinking & Reasoning*, 4(3), 193-230.
- Stanovich, K. E. i West, R. F. (2000). Individual differences in reasoning: Implications for the rationality debate? *Behavioral and brain sciences*, 23(05), 645-726.
- Sternberg, R. J. (1977). *Intelligence, information processing, and analogical reasoning: The componential analysis of human abilities*. Lawrence Erlbaum.
- Sternberg, R. J. (1980). Sketch of a componential subtheory of human intelligence. *Behavioral and Brain Sciences*, 3(04), 573-584.
- Sternberg, R. J. (1980b). *Reasoning, Problem Solving, and Intelligence*. Yale University. Research report.
- Sternberg, R. J. (1985). *Beyond IQ: A triarchic theory of human intelligence*. CUP Archive.
- Sternberg, R. J. (1997). The concept of intelligence and its role in lifelong learning and success. *American psychologist*, 52(10), 1030.
- Sternberg, R. J. i Detterman, D. K. (Eds.). (1986). *What is intelligence?: Contemporary viewpoints on its nature and definition*. Praeger Pub Text.
- Strelau, J. (1997). *Inteligencja człowieka*. Warszawa: Zak.
- Süß, H. M., Oberauer, K., Wittmann, W. W., Wilhelm, O. i Schulze, R. (2002). Working-

memory capacity explains reasoning ability—and a little bit more. *Intelligence*, 30(3), 261-288.

Sztuka, J. (2012). Niepublikowana praca doktorska: Funkcjonowanie intelektualne osób z silnymi przekonaniami polityczno-społecznymi na przestrzeni dorosłego życia: podatność na występowanie efektu błędu przekonań w rozumowaniu sylogistycznym.

Thurstone, L. L. (1938). *Primary mental abilities*. Chicago: University of Chicago Press.

Toms, M., Morris, N. i Ward, D. (1993). Working memory and conditional reasoning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 46(4), 679-699.

Torrens, D. (1999). Individual differences and the belief bias effect: Mental models, logical necessity, and abstract reasoning. *Thinking & Reasoning*, 5(1), 1-28.

Urbański, M., Paluszkiewicz, K., Urbańska, J. (2014). *Deductive reasoning and Learning: a Cross-Curricular Study*. Raport z badań.

Vernon, P. E. (1950). *The structure of human abilities*. London: Hethuen.

Wason, P. C. (1960). On the failure to eliminate hypotheses in a conceptual task. *Quarterly journal of experimental psychology*, 12(3), 129-140.