ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2002
Seria: BUDOWNICTWO z. 95 Nr kol.1559

Prof. dr inż. Bohdan LEWICKI*, dr h.c.
Instytut Techniki Budowlanej

UWAGI METODYCZNE NA TEMAT PRZYGOTOWANIA ROZPRAW DOKTORSKICH

A METHODICAL REMARKS ON PHD THESIS PREPARING

1. Treść rozprawy i metodyka jej przedstawienia

1. Treść rozprawy jest – merytorycznie rzecz biorąc – bez porównania ważniejsza niż metodyka jej przedstawienia. Nie mniej, jeśli chodzi o percepcję rozprawy przez jej odbiorcę, jest to sprawa bardzo istotna. Treść rozprawy przedstawiona źle metodycznie jest trudna w zrozumieniu. Rozprawa taka jest mało czytelna i robi wrażenie nie dość przemyślanej. Kiedy obok informacji istotnych z uwagi na myśl główną rozprawy, zawiera ona również informacje mniej istotne czy wręcz zbędne ze względu na wnioski końcowe, koncepcja rozprawy ulega zamazaniu i ocena jej przez czytelnika ulega obniżeniu.

2. Pierwszym warunkiem należytego przedstawienia treści rozprawy jest jasny układ treści, wskazujący w sposób przejrzysty na:

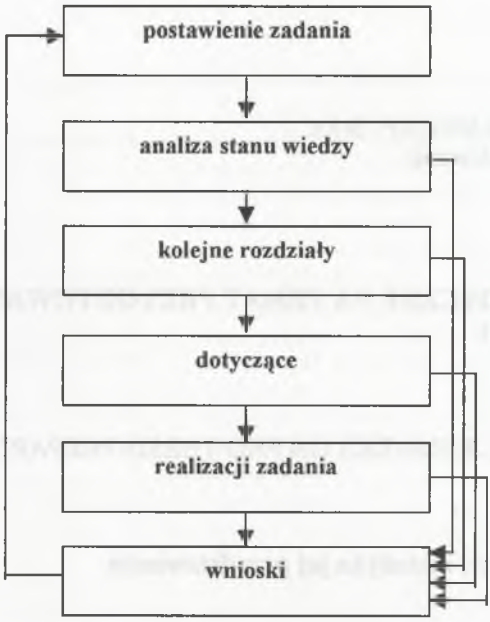
- zadanie, które autor postawił sobie w rozprawie,
- aktualny stan wiedzy, w którym umocowane jest zadanie,
- sposób, w jaki zadanie zostaje rozwiązane,
- wnioski, wynikające z uzyskanego rozwiązania,

tak jak przedstawiono to na rys. 1.

Kiedy układ treści jest jasny i widać ciąg logiczny poszczególnych rozdziałów rozprawy, ich podrozdziałów i punktów, schemat takiego układu treści daje się łatwo narysować, a poszczególne części rozprawy, składające się na jej całość, łatwo zaopatrzyć w tytuły wskazujące na zawartą w tych częściach treść.

---

*Wykład wygłoszony podczas II Konferencji Doktorantów Wydziałów Budownictwa w 2001 r.



Rys. 1. Schemat układu treści rozprawy doktorskiej

Patrząc na sekwencję tytułów poszczególnych części rozprawy, można poprowadzić łączące je linie, wskazujące na kierunek myśli autora. Przebieg tych linii daje dobry pogląd na logikę układu treści rozprawy.

3. Obowiązuje generalna zasada „od ogółu do szczegółu" i to nie tylko w ogólnym układzie treści rozprawy, ale i w poszczególnych jej częściach. Czytelnik rozprawy nie może być zaskakiwany w jej nurcie głównym przez stwierdzenia, które nie znajdują uzasadnienia w poprzednio przedstawionych wywodach lub w aktualnym stanie wiedzy.

Kiedy podział treści na mniejsze fragmenty staje się już drobny, nadawanie tytułu każdemu z tych fragmentów przestaje być celowe, czy może nawet przeszkadzać w czytaniu. Nie mniej jednak dobrze jest podkreślić w tekście ciąg logiczny wywodu, a także dyscyplinę myślową autora przez

wolny wiersz w tekście,

dużą kropkę na początku akapitu, czy nawet

liczbę ujętą w nawias, jak stosuje się to w Eurokodach.

Liczby ujęte w nawias są szczególnie przydatne w przypadku, kiedy w dalszym ciągu tekstu następują powołania na stwierdzenie podane uprzednio.

Podział treści poszczególnych punktów na drobniejsze części z podaniem ich numerów już bez tytułu przyjęto w niniejszym opracowaniu.

4. Generalny układ rozprawy i jej podstawowe części składowe ustala się na początku opracowania, kiedy po przestudiowaniu problemu, aktualnego stanu wiedzy i zebraniu odpowiednich materiałów, przede wszystkim potrzebnych wyników badań, przystępuje się do jej pisania.

Układ treści poszczególnych części składowych rozprawy ustala się w toku ich pisania. Z reguły pojawia się przy tym potrzeba pewnych korekt początkowego układu treści czy potrzeba dodatkowych informacji w częściach rozprawy uprzednio już napisanych. I zmiany takie są niezbędne, podobnie jak i krytyczne przeczytanie całości rozprawy już po jej – w zasadzie – ukończenia.

Zbyt dużo pracy włożył autor w przygotowanie rozprawy, aby drobne usterki miały obniżyć jej ocenę.

5. Rozprawa, jak każde opracowanie naukowe, ma określonego adresata, którym są osoby zainteresowane sposobem rozwiązania postawionego zadania i uzyskanymi wnioskami.

To ustalenie generalnie określa jednocześnie zakres informacji, które powinny znaleźć się w rozprawie. W związku z tym istotne z uwagi na zadanie postawione w rozprawie są tylko dwa rodzaje informacji

- informacje niezbędne w celu logicznego i należycie jasnego postawienia zadania, nie budzącego żadnych zastrzeżeń merytorycznych sposobu jego rozwiązania i wyprowadzenia wniosków,
- informacje porządkowe, dotyczące okoliczności związanych z podjęciem i realizacją zadania.

Trzeci rodzaj informacji typu podręcznikowego – to informacje, które same w sobie mogą – ale nie muszą – interesować czytelnika, a pominięcie ich w rozprawie nie przyniosłoby jej żadnej szkody, są w rozprawie z zasady zbędne.

Absolutnie zbędne są informacje nie prowadzące do żadnych wniosków, podawane w postaci wzorów obliczeniowych czy innych zależności ogólnych, nie wykorzystywane w dalszym ciągu pracy, a także czy informacje na temat warunków badania, czy też uzyskanych wyników badań, pozostających bez wpływu na wnioski.

W klasycznych powieściach kryminalnych, kiedy autor pisze, że na ścianie wisi strzelba, to na pewno zostanie ona użyta w jednym z następnych rozdziałów powieści. Zasada ta obowiązuje również w dobrze napisanej rozprawie naukowej.

Kiedy w trakcie przygotowania rozprawy zebrano więcej informacji niż wykorzystano do formułowaniu wniosków (szczególnie gdy chodzi o informacje dotyczące warunków przeprowadzenia badań, dalszą charakterystykę materiału czy dalsze wyniki badań), a z uwagi na możliwość wykorzystania tych informacji w przyszłości, w innym opracowaniu, informacje te wydają się być istotne – to najlepiej podać je w załączniku do tekstu głównego rozprawy, nie obarczając tego tekstu informacjami niepotrzebnymi z uwagi na wnioski końcowe.

Im bardziej treść jej zdyscyplinowana, a więc i zwięzła, tym rozprawa jest metodycznie lepsza. Nie należy popadać oczywiście w zbytnią zwięzłość. Rozprawa powinna zawierać wszystkie niezbędne informacje w celu podania przekonującego sposobu rozwiązania zadania. Trudno tu jednak nie przypomnieć, że rozprawa doktorska Einsteina liczyła 16 stron.

6. Podane informacje powinny być jasne, to znaczy wszystkie terminy, inne niż powszechnie stosowane w literaturze przedmiotu, powinny być objaśnione, podobnie jak stosowane symbole. Jeżeli tylko jest to możliwe, stosowane terminy i ich objaśnienia – czyli definicje – oraz symbole powinny być zgodne z używanymi we współcześnie wykorzystywanych normach.

Aktualnie jesteśmy w normalizacji na etapie harmonizacji Polskich Norm (PN) z opracowanymi przez CEN (Europejski Komitet Normalizacyjny) Normami Europejskimi (EN). Definicje i symbole stosowane w EN, a stąd i w zharmonizowanymi z nimi PN lub PN-EN (polskie wersje EN) różnią się w wielu przypadkach od dotychczas stosowanych w PN. Jeżeli tylko jest to możliwe, należy stosować w rozprawie definicje i symbole przyjęte w EN.

Nowe symbole, a także określenia, podają wprowadzone do praktyki PN zharmonizowane z EN.

Kiedy zachodzi potrzeba stosowania nowych symboli czy terminów, należy tworzyć je w nawiązaniu do ogólnych zasad przyjętych przez CEN, z reguły za odpowiednimi normami ISO.

Zalecenie stosowania „europejskich" symboli nie dotyczy przypadków, kiedy przywoływane są w rozprawie ustalenia czy zależności podawane w przywołanym piśmiennictwie. Dobrze jest jednak podać wówczas w przypisie, jakim określeniom, czy symbolom, przyjętym w dalszym ciągu rozprawy odpowiadają określenia lub symbole, stosowane przez przywołanego autora.

W celu ułatwienia korzystania z rozprawy przez czytelnika zaleca się podawać na końcu rozdziału pierwszego rozprawy wykaz nowych definicji oraz wykaz symboli, stosowanych w rozprawie.

W celu urozmaicenia tekstu można stosować przemiennie terminy obiegowe, np. „literatura" i „piśmiennictwo", natomiast w przypadku terminów technicznych lub naukowych czynić tego nie należy. Na przykład kiedy raz użyto terminu „moduł sprężystości" (jak w Polskich Normach), nie należy stosować już terminu „współczynnik sprężystości", a tym bardziej „moduł Younga" (określenie nie zalecne).

7. Istotną częścią rozprawy są rysunki – to jest wykresy, schematy, niekiedy fotografie – a także zestawienia, stanowiące ilustrację lub podsumowanie wywodów. Nie wystarcza podać je w tekście, ale trzeba koniecznie je jeszcze skomentować. Nie można oczekiwać, że czytelnik sam będzie analizował szczegółowo podany w tekście rysunek, a raczej trzeba mu wskazać, co istotnego rysunek ten mówi i w jakim celu został zamieszczony w rozprawie.

Ważne jest także, aby rysunek – lub zestawienie – był należycie objaśniony podobnie jak i użyte tu symbole.

Łatwość zapoznania się przez czytelnika z treścią rozprawy sprzyja jej zrozumieniu i należytej ocenie.

2. Postawienie zadania

1. Pierwszy rozdział rozprawy – czyli postawienie zadania – zawiera z reguły
   - merytoryczne powody, które skłoniły autora do podjęcia zadania,
   - zadanie, które należy rozwiązać, czyli pytania, na które autor chciałby odpowiedzieć w rozprawie,
   - zarys sposobu znalezienia odpowiedzi na postawione pytania, czyli zapowiedź rozwiązania zadania.

2. Podanie powodów skłaniających do podjęcia przedstawionego zadania łączy się zwykle z ogólnym naświetleniem problematyki, do której zadanie to należy. Aktualny stan wiedzy – to przedmiot następnego rozdziału. Tu, na wstępie, wskazuje się raczej na aktualność podejmowanej problematyki, wynikającą z rozwoju wiedzy i potrzeb praktyki.

W myśl ustawy o tytule naukowym i o stopniach naukowych „rozprawa doktorska pisana pod opieką promotora powinna stanowić oryginalne rozwiązanie przez autora zagadnienia

naukowego i wykazać jego ogólną wiedzę teoretyczną w danej dyscyplinie naukowej i umiejętność prowadzenia pracy naukowej".

Dyscyplina naukowa budownictwo – czyli nauka budowlana – jest nauką stosowaną. Wiedza teoretyczna w takim przypadku jest ściśle związana z realiami zastosowania tej wiedzy w praktyce i stąd celowość nawiązania do aktualnych potrzeb praktyki, a także jej uwarunkowań.

Ustawa „Prawo budowlane" stawia obiektom budowlanym i ich usytuowaniu określone wymagania, w tym sześć wymagań podstawowych zapewniających

- bezpieczeństwo konstrukcji,
- bezpieczeństwo pożarowe,
- bezpieczeństwo użytkowania,
- odpowiednie warunki higieniczne i zdrowotne oraz ochronę środowiska,
- ochronę przed hałasem i drganiami,
- oszczędność energii i izolacyjność cieplna,

a warunki spełnienia tych wymagań zawierają rozporządzenia odpowiednich ministrów, przywołujące ustalenia określonych, które w ten sposób stają się obowiązujące, Polskich Norm (bo nie wszystkie PN są obowiązujące). W ramach tych ogólnych ustaleń, składających się na techniczny ład budowlany, zawarta jest problematyka techniczna budowli.

PN podają warunki, których spełnienie zapewnia, że prawdopodobieństwo niedotrzymania określonego wymagania podstawowego jest dostatecznie małe, aby uznać je za społecznie akceptowalne i stąd tak duże znaczenie ustaleń normowych nie tylko dla praktyki, ale i dla badań naukowych.

Bez odpowiedniej wiedzy teoretycznej nie sposób rozwiązać żadnego problemu technicznego. Nie sposób zbudować modelu przebiegu zjawiska i wskazać na związek między określonym działaniem i jego skutkiem. Nauki stosowane mają jednak swoje rygory funkcji celu i w związku z tym, podejmując określone zadania naukowe, trzeba mieć zawsze – przynajmniej w perspektywie – określony cel praktyczny.

Świadomość przydatności podejmowanego zadania do dalszego rozwoju ukierunkowanej praktycznie wiedzy jest znaczącą miarą dojrzałości naukowej doktoranta. Doktorant powinien być przekonany, że rozwiązanie zadania, nad którym pracuje, jest potrzebne nie tylko jemu, w celu uzyskania stopnia naukowego, ale będzie to wzbogacenie wiedzy, istotne z uwagi na potrzeby praktyki.

Rozprawę przygotowuje się pod opieką promotora – jak mówi ustawa. Rola promotora jest bardzo ważna, ale to już oddzielny problem, który świadomie tu pomijam.

3. Zadanie, które należy rozwiązać, czyli pytanie, na które należy odpowiedzieć (a odpowiedź, stanowiąca rozwiązanie postawionego zadania, znajdzie się w ostatnim rozdziale rozprawy), nazywana bywa też tezą pracy doktorskiej. W klasycznych rozprawach, szczególnie filozoficznych, tezę stanowi stwierdzenie, którego prawdziwość lub nieprawdziwość należało dowieść i stąd łaciński zwrot „quot erat demonstrandum" – co było do dowiedzenia – na zakończenie rozprawy. W technicznych rozprawach doktorskich chodzi raczej o ustalenie zależności między określonymi czynnikami i efektem, powstałym w wyniku ich działania. W rozprawie teoretycznej, dotyczącej wirtualnych zależności, rozwiązaniem jest podanie funkcji, ogólnie ważnej w zakresie przyjętych założeń, w rozprawie empirycznej, dotyczącej zależności ustalonych doświadczalnie, funkcja ta jest prawdziwa tylko w określonym przedziale uwarunkowań i na uwarunkowania te zwrócić należy odpowiednią uwagę.

Odpowiedź na postawione na wstępie pytanie stanowi udowodnienie tezy doktorskiej.

4. Opracowanie postawionego zadania ma z reguły na celu wypełnienie określonej luki w aktualnym stanie wiedzy. Istnienie tej luki dokumentuje analiza aktualnego stanu wiedzy, przedmiot rozdziału drugiego rozprawy. Luką taką być może np.:

- potrzeba doskonalszego modelu zjawiska rozważanego w rozprawie, uwzględniającego pomijane dotychczas czynniki, w określonych warunkach bardzo istotne dla oceny tego zjawiska - czy też potrzeba prostszego modelu zjawiska niż stosowany dotychczas, a równie przydatnego czy też dającego szersze możliwości stosowania,
- potrzeba rozstrzygnięcia, który ze stosowanych w praktyce modeli określonego zjawiska, czy też podawanych w literaturze lepiej aproksymuje to zjawisko lub jest bardziej przydatny w praktyce,
- nieznajomość czy też niedostateczna znajomość zachowania się materiału – czy też obiektu budowlanego lub jego części – w określonych warunkach i wiele jeszcze innych.

Rozpatrywane zjawisko to – zwykle - zachowanie się lub stan określonej części obiektu budowlanego w warunkach, kiedy sprawdza się, czy określone wymaganie podstawowe, o którym mowa w ustawie „Prawo budowlane", zostaje spełnione. Kiedy chodzi o zapewnienie bezpieczeństwa konstrukcji, mówi się o nieprzekroczeniu stanów granicznych konstrukcji.

5. Sposób rozwiązania zadania zależy z natury rzeczy od rodzaju zadania. W tym zakresie panuje ogrom różnorodności. Dobór prawidłowej metody postępowania i sposób znalezienia

odpowiedzi na postawione pytania jest świadectwem „umiejętności prowadzenia pracy naukowej" doktoranta, o czym mówi ustawa o tytule i stopniach naukowych.

3. Analiza stanu wiedzy

1. Wobec tego, że nauka budowlana jest nauką stosowaną, analizę aktualnego stanu wiedzy dobrze jest zacząć od stwierdzenia, jak współcześnie rozwiązywany jest podejmowany problem w praktyce, jakie możliwości rozwiązań oferuje aktualny stan wiedzy i jak na tym tle rysują się aktualne ustalenia normowe. Dalszy etap analizy – to przegląd literatury przedmiotu, krajowej i zagranicznej i analiza zawartych w niej informacji. Ograniczenie się do literatury krajowej z reguły tu nie wystarcza. W żadnym razie przegląd ten nie może być też bezkrytyczny. W materiałach, szczególnie z dużych kongresów naukowych, kiedy publikowanych bywa 100 i więcej referatów, a także w materiałach z konferencji regionalnych nader często zdarzają się prace nie na najwyższym poziomie.

Zestawienie proponowanych rozwiązań i ich charakterystyka, porównanie wyników uzyskiwanych przy posługiwaniu się tymi rozwiązaniami, i racjonalna krytyka zauważonych niedostatków, w tym dyskusja zakresu ważności przyjętych założeń, pozwala na wskazanie luki, którą wypełnić ma rozwiązanie zadania, postawionego w pierwszym rozdziale rozprawy.

2. Przytaczanie poszczególnych rozwiązań z podaniem nazwisk ich autorów i miejsca publikacji – bez próby porównania wyników, uzyskanych z tych rozwiązań i ich krytyki – sprowadza analizę aktualnego stanu wiedzy praktycznie do zera. Pełną odpowiedź na pytanie, jakiego rodzaju luka występuje w aktualnym stanie wiedzy, daje dopiero komentarz do zestawionych wyników analizy stanu wiedzy. Komentarz taki, wyraz opanowania przez autora zakresu wiedzy niezbędnej do rozwiązania postawionego zadania, stanowi z uwagi na ocenę rozprawy doktorskiej najbardziej wartościową część analizy aktualnego stanu wiedzy.

3. Cechy materiału zależą od sposobu wyznaczania wartości, określających te cechy i od warunków czy okoliczności przeprowadzenia badań.

Stal bada się na ogół wszędzie w podobny sposób, natomiast w przypadku betonu, a szczególnie muru, wpływ warunków badań na wartość uzyskanych wyników może być bardzo duży. Podobnie ma się sprawa z materiałami stosowanymi do izolacji termicznej i akustycznej.

W konsekwencji przy porównywaniu rozwiązań proponowanych przez różnych autorów, w tym również rozwiązań normowych, konieczne jest uwzględnienie różnic wynikających z różnych metod badań.

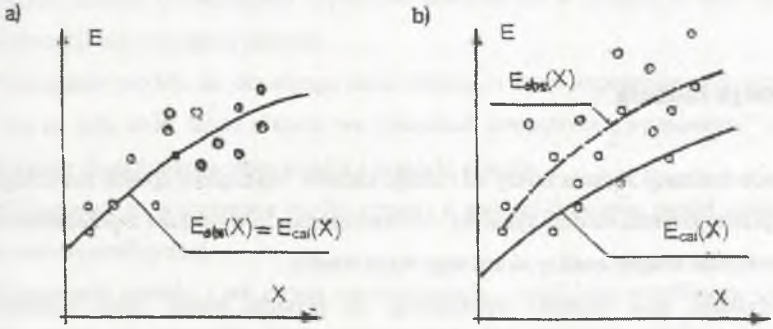
Najbardziej efektywne jest w takim przypadku sprowadzenie wszystkich wartości materiałowych do wspólnego mianownika, przyjmując za bazę aktualne krajowe ustalenia.

Kiedy postawione w rozprawie zadanie ma charakter teoretyczny i rozgrywa się w wirtualnych ściśle określonych warunkach, ustalenia dotyczące sposobu wyznaczenia cech materiału mają zwykle mniejsze znaczenie, a problem niepewności modelu ma tu odmienny wymiar. Nie mniej również i w przypadku zadań teoretycznych dobrze jest rozpocząć przegląd aktualnego stanu wiedzy od przedstawienia stosowanych w praktyce rozwiązań i związanych ustaleń normowych, aby łatwiej było we wnioskach końcowych nawiązać do aktualnego stanu praktyki w Polsce.

W przypadku zadań, których rozwiązanie wymaga podbudowy doświadczalnej, ustosunkowanie się do aktualnych ustaleń normowych i związanych z tymi ustaleniami uwarunkowań badawczych jest absolutnie konieczne.

Kiedy wyników badań nie sposób sprowadzić do wspólnego mianownika, wyprowadzone na podstawie tych badań zależności można porównywać tylko jakościowo, analizując kierunek i gradienty wpływu poszczególnych czynników na efekt końcowy.

4. Podawane w normach projektowania funkcji $E_{cal}(X)$ uzależniającej zachowania się lub stan rozpatrywanej części obiektu E jako efekt zmiennej X nie zawsze jest identyczne z funkcją $E_{obs}(X)$, relacjonującą zależność obserwowaną w badaniach, tak jak przedstawia to rys. 2a.



Rys. 2. Obliczana E_{cal} i wyznaczona empiryczna E_{obs} zależność efektu E od zmiennej X
a) $E_{cal}(X) = E_{obs}(X)$, b) $E_{cal}(X) \neq E_{obs}(X)$

Z reguły funkcja $E_{cal}(X)$ nie uwzględnia wszystkich czynników występujących w naturze i w związku z tym formułowana jest zwykle „po bezpiecznej stronie" w celu uwzględnienia niepewności modelu, który posłużył do ustalenia tych zależności (rys. 2b).

Jak duży zapas bezpieczeństwa ukryty jest w normowych zależnościach, jest trudny do ustalenia. Autorzy projektów norm nie zawsze podają to w publikacjach. Są to decyzje związane z ogólną koncepcją zapewnienia, że określone wymaganie podstawowe zostanie w praktyce dotrzymane i tak należy też traktować stwierdzone w badaniach różnice między funkcją normową obliczeniową $E_{cal}(X)$ i funkcją $E_{obs}(X)$ aproksymującą średnie wartości $E_{obs}(X_i)$ uzyskane z badań.

Problem niepewności modelu i sposobu uwzględnienia tego w zaleceniach praktycznych – to oddzielne zagadnienie, przedmiot interesujących dyskusji naukowych, na razie jeszcze bez ogólnie obowiązujących ustaleń ilościowych.

Generalnie rzecz biorąc, im większa jest różnica między średnim odchyleniem standardowym ν_{obs} wartości poszczególnych wyników obserwacji $E_{obs}(X_i)$ i średnim odchyleniem standardowym ν_x samej zmiennej niezależnej wartości X_i, to tym większy należy przyjmować dodatkowy zapas bezpieczeństwa

$$\Delta = E_{obs}(X) - E_{cal}(X) = f(\nu_{obs} - \nu_i)$$

I taką sytuację przedstawiono na rys. 2a i 2b.

Są jednak i dalsze względy, w tym liczba wyników badań i ogólne ich uwarunkowania zapewnienia dotrzymania wymagań podstawowych.

4. Realizacja zadania

1. Sposób realizacji zadania zależy od rodzaju zadania. Najczęściej sposób ten polega na:
   - przedstawieniu modelu zjawiska – w nawiązaniu do wniosków z przedstawionej w rozdziale drugim analizy aktualnego stanu wiedzy,
   - dyskusji tego modelu, wykazującej, że przyjęty model może posłużyć do wypełnienia istniejącej luki w aktualnym stanie wiedzy i weryfikacji, analitycznej lub doświadczalnej, przydatności modelu rozpatrywanego zjawiska,

- sformułowaniu odpowiedzi na pytanie postawione w rozdziale pierwszym, czyli – mówiąc „starym" językiem – udowodnienia tezy.

Możliwe są, szczególnie w przypadku rozpraw dotyczących właściwości materiałów czy też rozpraw wybiegających tematycznie poza obszar wymagań podstawowych (p. 2 (3)), odmienne drogi myślowe, zmierzające do rozwiązania zadania. Generalnie obowiązuje jednak zawsze zasada „od ogółu do szczegółu" i udowodnienie w konkluzji, że postawione zadanie zostało rozwiązane.

2. Aby sposób realizacji zadania był dostatecznie jasny – czyli zrozumiały dla przewidywanego czytelnika rozprawy – wszystkie wielkości występujące w przedstawianych rozważaniach powinny być jednoznacznie określone, podobnie jak i sposób wyznaczania tych wielkości, z odesłaniem, jeśli trzeba, do odpowiednich publikacji, podany był zakres ważności podanych ustaleń, wpływ czynników ubocznych itp.

Równie jednoznacznie objaśnić trzeba przyjęte założenia, z odesłaniem do publikacji, jeśli to konieczne, i wszelkie przekształcenia przyjętych założeń, podejmowane w trakcie przedstawianych wywodów, a także wprowadzone nowe definicje i symbole (p. 1 (6)).

3. Model zjawiska – to w przypadku pracy naukowej hipotetyczny, uproszczony obraz (czy też odwzorowanie rozpatrywanego zjawiska), eksponujący decydujące o przebiegu zjawiska czynniki i ich uwarunkowania, z pominięciem czynników i uwarunkowań mniej ważnych w określonej sytuacji. Nie sposób analizować otaczającej nas rzeczywistości inaczej niż posługując się określonym modelem tej rzeczywistości.

Opisując model przyjęty do rozwiązania zadania, trzeba wyraźnie rozróżnić czynniki przyjmowane za stałe i czynniki przyjmowane za zmienne, z odpowiednim objaśnieniem przyjętych założeń i wskazaniem czynników pominiętych w modelu, a także podać ocenę konsekwencji tak przyjętych założeń.

Nawiązanie modelu do aktualnego stanu wiedzy, o czym wspomniano już wcześniej pod (1), ma na celu m.in. także ułatwić we wnioskach końcowych „wpasowanie" uzyskanego rozwiązania do aktualnego stanu wiedzy i praktyki w kraju.

Wobec tego, że w rozprawie chodzi z reguły o wnioski ilościowe, model zjawiska buduje się w postaci analitycznej.

Zestawienie modelu z tak zwaną rzeczywistością – czyli jego weryfikacja - jest zawsze bardzo ważne (w przypadku kiedy rzeczywistość jest wirtualna, chodzi o konsekwencje uproszczeń, przyjętych w założeniu) i powinno znaleźć swój wyraz również i we wnioskach końcowych rozprawy.

Każdy autor chciałby przecież, aby praca jego znalazła dalsze zastosowanie w dalszym rozwoju wiedzy lub w praktyce. A w tym celu trzeba, aby wynikające z rozprawy wnioski nawiązywały należycie do aktualnych problemów nauki i związanej z nią praktyki.

4. Kiedy realizacja zadania ma charakter doświadczalny, tj. z wykorzystaniem wyników badań, ustalenie modelu zjawiska następuje albo

- w nawiązaniu do ogólnej teorii rozważanego zjawiska, z mniejszym lub większym uproszczeniem teoretycznych zależności, rzadziej rozbudową, odpowiednio do przyjętej koncepcji – i wówczas badania mają na celu weryfikację słuszności przyjętego modelu – albo
- na podstawie przeprowadzonych badań, czy zebranych wyników badań – i wówczas weryfikacją modelu jest zgodność wyników obliczeń na podstawie przyjętego modelu z wynikami badań.

W tym drugim przypadku niekoniecznie trzeba nawiązywać do ogólnej teorii. Można też posługiwać się arbitralnie wybraną funkcją, np. funkcją wykładniczą w rodzaju

$$E = K \cdot X_1^a \cdot X_2^b \cdot X_3^c \ldots$$

gdzie: X_1, X_2... – zmienne niezależne uwzględniane w rozważanej funkcji,

K, a, b, c ... – wartości stałe ustalane empirycznie.

Funkcją wykładniczą posłużono się np. w PN-B-03002:1999 do określania wytrzymałości muru jako funkcji wytrzymałości elementów murowych i wytrzymałości zaprawy. Z literatury przedmiotu znane są także propozycje posłużenia się taką funkcją do wyznaczenia zależności bardzo złożonych, np. nośności na ścinanie elementów żelbetowych. Można posługiwać się także funkcjami innego rodzaju, jeżeli są one tylko dostatecznie dogodne do aproksymacji wyników badań.

Trzeba jednak dodać, że posłużenie się arbitralnie wybraną funkcją, nieumocowaną w ogólnej teorii, uzasadnione jest jedynie w przypadku, kiedy nie jest możliwa budowa teoretycznie uzasadnionego modelu, pozwalającego na ustalenia przydatne praktycznie – tak jak to ma miejsce w przypadku zależności dotyczących wytrzymałości muru. Zakres przydatności funkcji nie mającej żadnych podstaw teoretycznych ograniczony jest wyłącznie do zakresu badań, na podstawie których ustalono wartości stałych występujących we wzorze.

Dostatecznie zweryfikowane modele, nawiązujące do ogólnej teorii, pozwalają na pewną ekstrapolację wyników poza obszar weryfikacji doświadczalnej, jakkolwiek zawsze z pewną

ostrożnością z uwagi na rolę czynników, pominiętych w modelu.

W obu przypadkach podstawowym warunkiem jest identyczny sposób wyznaczania wartości wielkości zmiennych, o czym była mowa już wcześniej (p. 3 (3)).

Kiedy po analizie merytorycznej wyników badań przechodzi się do zaleceń praktycznych, możliwe jest – a niekiedy nawet celowe – przyjęcie $E_{obs}(X) \neq E_{cal}(X)$, z większą lub mniejszą wartością Δ - to zależy od postawionego zadania - w celu uwzględnienia w ten sposób błędu modelu, o którym mowa w p. 3 (3).

Wielkość wprowadzanego w ten sposób dodatkowego zapasu bezpieczeństwa powinna być przedmiotem oddzielnej dyskusji, uzasadniającej podejmowaną decyzję.

5. Wnioski końcowe

1. Poszczególne rozdziały składające się na realizację zadania zaleca się – czy wręcz nawet należy – kończyć wnioskami dotyczącymi przedstawionych rozważań. Dobrze jest, kiedy wnioski wykorzystują sformułowania podane już wyżej w tekście, czy nawet powtarzają całe zdania z tego tekstu.

Wnioski te w kolejności odpowiadającej kolejności rozdziałów, poczynając od wniosków dotyczących aktualnego stanu wiedzy i luki, którą wypełnić ma rozprawa, zestawia się w ostatnim rozdziale rozprawy, z ewentualnym jeszcze wnioskiem końcowym, sumującym całość rozprawy.

Przy formułowaniu wniosków końcowych nawiązywać należy do sformułowań, użytych przy stawianiu pytań na wstępie rozprawy.

Formułowanie wniosków końcowych dopiero w ostatnim rozdziale rozprawy jest zdecydowanie niewłaściwe. Przestaje być widoczny w takim przypadku ciąg logiczny rozprawy. Nasuwają się też wątpliwości, czy wszystko, co napisano w rozdziałach poprzedzających wnioski końcowe, było niezbędne do ich wyprowadzenia (a to bardzo poważny zarzut przy ocenie rozprawy), a także czy przedstawiane na zakończenie wnioski zostały istotnie udowodnione w toku rozprawy.

2. Pierwszy i ostatni rozdział rozprawy stanowią syntezę rozprawy. Rozdziały pośrednie stanowią drogę do celu, którym jest odpowiedź na pytanie postawione w rozdziale pierwszym. Trzeba, aby cel był jasno wyznaczony, a droga do niego logiczna, przejrzysta i nie budząca wątpliwości.