

Praca dyplomowa – jak realizować, jak pisać i dlaczego

Zastrzeżenia:

1. W chwili obecnej niniejsze opracowanie jest w postaci częściowej (niedokończony), dlatego jego ewentualne rozpowszechnianie jest dopuszczalne wyłącznie za osobistą i bezpośrednią zgodą autora.
2. Freeware for personal use, shareware for commercial use.
3. Wszystkie osoby korzystające z niniejszego dokumentu proszę o choćby najkrótszego maila z oceną przydatności opracowania (zwłaszcza w przypadku ocen negatywnych – z krótkim uzasadnieniem) na: tomi@ise.pw.edu.pl.
4. Wszelkie uwagi do niniejszego tekstu mile widziane.
5. Najbardziej aktualną wersję można znaleźć na: <http://www.ise.pw.edu.pl/impuls/Dyplom.pdf>
6. Zamieszczone w tekście sugestie są wprawdzie wynikiem wieloletnich doświadczeń w pracy ze studentami, prowadzeniu prac dyplomowych, obserwacji i przemyśleń oraz pracy redakcyjnej, jednak autor niniejszego tekstu w żadnej mierze nie rości sobie pretensji do miana eksperta d/s prac dyplomowych itp. i odzuguje się od jakiegokolwiek odpowiedzialności za stosowanie się osób innych niż jego dyplomanci do przedstawionych sugestii, zwłaszcza że sposób oceny i prowadzenia prac dyplomowych może zależeć od wielu czynników (specyfiki uczelni i dziedziny, której dotyczy praca, osobowości i filozofii prowadzenia prac dyplomowych przez konkretnego promotora itp.) i w konsekwencji różnić się od podanego dalej.
7. Copyright Tomasz Starecki 2004–2012

1. Ideologia ogólna, czyli po co komu praca dyplomowa

Pisanie pracy dyplomowej (czy to inżynierskiej / licencjackiej, czy magisterskiej) jest jednym z najważniejszych zadań w całym procesie studiów także dlatego, że w znacznej mierze wpływa na ostateczną ocenę na dyplomie. Warto zatem podejść do zagadnienia realizacji i pisania pracy metodycznie i skutecznie. Z punktu widzenia studiów jako procesu, praca dyplomowa ma wykazać, że dyplomant poznał podstawowe umiejętności warsztatowe danego kierunku studiów i potrafi je wykorzystywać w praktyce. Dla studiów na wydziale o profilu politechnicznym (w szczególności elektronicznym) będzie to zatem wykazanie, że oprócz wiedzy potrzebnej do rozwiązania problemu sformułowanego w temacie pracy, student potrafi podchodzić do tego problemu (zaprojektowania urządzenia, oprogramowania itp.) metodycznie i zgodnie z dobrą praktyką inżynierską.

Ostateczna ocena za pracę dyplomową jest zwykle (przynajmniej w przybliżeniu) średnią arytmetyczną z ocen promotora i recenzenta. Warto pamiętać o tym, że o ile promotor może w swojej ocenie za pracę dyplomową zawrzeć (w pewnym zakresie) także pewne subiektywne odczucia związane z obserwacją działań dyplomanta w trakcie całego procesu powstawania pracy (dotyczące np. ilości pracy włożonej przez dyplomanta, jego samodzielności itp.), nawet jeśli nie znajdują one odzwierciedlenia w treści rozprawy, to dla recenzenta jedyną formalną podstawą wystawienia oceny jest tekst przedstawionej mu pracy dyplomowej. Należy zatem zadbać o to, by treść pracy oddawała cały proces powstawania rozwiązania (w tym także wysiłek umysłowy i fizyczny włożony w uzyskanie tego rozwiązania), nie zaś tylko jego końcowy efekt. Tekst pracy dyplomowej powinien zatem stanowić swego

rodzaju formę dokumentacji powykonawczej projektu określonego tytułem tejże pracy. Praca, która opisuje wyłącznie końcowy efekt nie daje bowiem recenzentowi podstaw do stwierdzenia, czy przedstawione przez dyplomanta rozwiązanie jest skutkiem:

- a) genialnego przebłysku jaki spłynął nieoczekiwanie na jego twórcę (być może nawet wbrew jego woli),
- b) mechanicznego skopiowania istniejącego już gdzieś rozwiązania analogicznego problemu,
- c) złożenia z elementów jakie były akurat pod ręką (np. w szufladzie u dyplomanta, w kredensie u ciotki, względnie w najbliższym sklepie spożywczym) czegoś, co nosi cechy działania zgodnego z grubsza z założeniami pracy,....,

czy też wreszcie...

- z) metodycznej i ze wszech miar wyczerpującej (w sensie zarówno kompletności, jak i włożonego wysiłku), twórczej pracy inżynierskiej.

Jak łatwo zgadnąć, z punktu widzenia rzetelnej oceny pracy dyplomowej, jedyną właściwą techniką jest ta wymieniona w punkcie (z).

2. Struktura pracy, czyli co ma być w środku

Struktura pracy, zarówno inżynierskiej, jak i magisterskiej jest w zasadzie taka sama, ponieważ sposób podejścia do rozwiązania problemu stawianego w pracy inżynierskiej i magisterskiej powinien być analogiczny. Główna różnica dotyczy jakości problemu – na pracę inżynierską wybierane są z reguły względnie proste do rozwiązania zagadnienia typowo inżynierskie (projekt niezbyt wyrafinowanego urządzenia lub oprogramowania), na temat pracy magisterskiej wybierane są problemy wymagające wyraźnie większego wysiłku intelektualnego (mogą to być zatem także prace o charakterze czysto teoretycznym, czego raczej nie praktykuje się w odniesieniu do prac inżynierskich). Z racji większego wysiłku, jaki należy włożyć w realizację pracy magisterskiej, tekst takiej pracy jest zwykle obszerniejszy od tekstu pracy inżynierskiej. W obydwu przypadkach typowe podstawowe rozdziały to:

- a) wstęp,
- b) przegląd istniejących rozwiązań (stan światowej wiedzy dotyczącej danego tematu),
- c) założenia techniczne (przyjęte w stosunku do projektowanego urządzenia / oprogramowania założenia, jego parametry itp.),
- d) konstrukcja urządzenia (jeśli praca zawiera rozwiązania sprzętowe),
- e) oprogramowanie (jeśli praca zawiera rozwiązania programowe),
- f) uruchamianie i testowanie urządzenia / oprogramowania,
- g) podsumowanie i wnioski,
- h) literatura,
- i) załączniki.

Powyższa struktura pracy jest uzasadniona tym, że odpowiada ona chronologicznie (nie licząc dwóch ostatnich podpunktów) metodycznemu działaniu projektanta. Pewnym zmianom może podlegać wzajemna kolejność rozdziałów (b) i (c). Kolejność przedstawiona wyżej jest typowa dla prac magisterskich, w których (jeśli mają charakter choćby częściowo badawczy) najczęściej najpierw określa się przybliżony sposób realizacji urządzenia / oprogramowania (w oparciu o dokonany przegląd stosowanych rozwiązań – (b)) a następnie pożądaną i możliwą do osiągnięcia parametry (podając je w punkcie (c)). W pracach inżynierskich parametry są przeważnie łatwe do przewidzenia lub narzucone z góry, toteż kolejność punktów (b) i (c) bywa wtedy odwrotna.

Dość częstym pytaniem ze strony dyplomantów jest problem objętości pracy. Można przyjąć, że typowa praca magisterska z zakresu elektroniki ma objętość 60–100 stron (tekstu podstawowego, czyli bez załączników), zaś inżynierska jest mniej więcej o połowę mniejsza.

Zawartość i układ strony tytułowej są najczęściej narzucone z góry przez uczelnię / wydział. Typowymi elementami prac dyplomowych stają się także streszczenia oraz wykazy słów kluczowych. Streszczenie pracy pisze się z reguły na samym końcu (ale umieszcza na początku ☺). Powinno być ono złożone z kilku zdań (całe streszczenie powinno mieć objętość rzędu 1/5 – 1/3 strony), które niejako podsumują temat i zawartość pracy, zwracając uwagę czytelnika na najważniejsze jej aspekty i wyniki.

W streszczeniu najczęściej umieszcza się informacje, które pozwolą zorientować się czytelnikowi:

- co było tematem pracy,
- co omówiono w przeglądzie istniejących rozwiązań,
- jakie są główne cechy rozwiązania zaproponowanego przez dyplomanta,
- jakie były najistotniejsze efekty i wnioski z realizacji pracy.

Przykład 1:

Tematem pracy był projekt i realizacja automatycznego karmnika dla tygrysów. Omówiono w niej typowe sposoby realizacji karmników dla kotów, ze szczególnym uwzględnieniem konstrukcji dedykowanych dla zwierząt o masie powyżej 50 kg, a także zaproponowano rozwiązanie wykorzystujące mikrosystem czasu rzeczywistego, zbudowany w oparciu o mikrokontroler klasy ARM, zbierający sygnały z czujników ruchu zwierzęcia i sterujący zestawem siłowników. Przeprowadzone testy wykazały, że zaprojektowane urządzenie, po odpowiednim przeskalowaniu wymiarów konstrukcji mechanicznej i niewielkich modyfikacjach oprogramowania, może być także przystosowane do karmienia kotów domowych.

W przypadku przygotowywania streszczenia w wersji angielskiej (lub w dowolnym innym języku obcym) zdecydowanie warto poprosić o pomoc (co najmniej o sprawdzenie poprawności językowej) osobę, która biegle włada tym językiem, gdyż ograniczenie się do korzystania w tym celu z googlo-tłumacza lub podobnych wynalazków daje zwykle efekty jeśli nie porażające, to w każdym razie wyraźnie odbiegające od ideału.

2. 1. Wstęp

Wstęp jest krótkim rozdziałem (1–2 strony) i ma do spełnienia rolę dwojaką – określenie celu realizacji pracy oraz łagodne wprowadzenie czytelnika w tematykę (przez umiejscowienie tematu pracy na tle światowego stanu wiedzy i techniki w tej dziedzinie). Ze wstępu musi zatem wynikać co dyplomant robił i w jakim celu, w szczególności zaś warto we wstępie wykazać, że zrealizowany temat służył czemuś więcej, niż tylko uzyskaniu stopnia magistra, czyli że ktoś jeszcze będzie miał z tego pożytek (w odniesieniu do pracy inżynierskiej jest to również wskazane, choć nie jest to tak krytyczne, gdyż jest ona traktowana bardziej jako forma wprawki / projektu, która ma wykazać posiadanie umiejętności inżynierskich przez dyplomanta). Biorąc pod uwagę, że wstęp jest formą zagajenia, przy jego pisaniu istotne są talenty narratorskie. Zdecydowanie nie należy natomiast umieszczać we wstępie (jak i w żadnym innym miejscu całej pracy), komentarzy opisujących co znajduje się w jakim rozdziale, gdyż takie wywody zwykle niczemu nie służą – przeciętnie inteligentny czytelnik wydedukuje to sobie bez większego wysiłku ze spisu treści (oczywiście, o ile tylko autor pracy dokonał sensownego podziału na podrozdziały i dobrał właściwie tytuły wszystkich rozdziałów i podrozdziałów).

2. 2. Przegląd istniejących rozwiązań

Przeegląd istniejących rozwiązań jest zazwyczaj stosunkowo rozbudowanym rozdziałem i typowo zajmuje 1/4–1/3 objętości całej pracy. Rozdział ten ma wykazać, że przed przystąpieniem do właściwego boju zostało wykonane pełne rozpoznanie pola walki, czyli że dyplomant dokonał stosowanego przeglądu literatury i zebrał komplet informacji dotyczących tego, czy zbliżone problemy były już rozwiązywane przez innych i w jaki sposób. Metodyczność działania inżynierskiego ma polegać bowiem między innymi na tym, by nie wyważać otwartych drzwi (wymyślając po raz drugi to, co zrobili już inni), lecz twórczo korzystać z osiągnięć innych. Twórcze korzystanie (w odróżnieniu od bezmyślnego kopiowania całości lub części rozwiązań) obejmuje w szczególności umiejętność analizy krytycznej, czyli określenie zalet i wad poszczególnych istniejących rozwiązań w odniesieniu do określonych (w konkretnym, analizowanym w pracy zastosowaniu) potrzeb i uwarunkowań, a następnie wyboru najlepszego z nich lub zaproponowanie jeszcze innego (lepszego), np. jako modyfikacji jednego z istniejących.

Przykład 2:

Zadaniem dyplomanta było zaprojektowanie sposobu dostarczania żywności dla ludzi na niedużej wysepce na rzece. Wstępna dokonana przez dyplomanta analiza literatury wykazała następujące wykorzystywane w zbliżonych sytuacjach rozwiązania:

- a) wybudowanie mostu; zalety – radykalnie upraszcza problem przy dużych, systematycznych dostawach, wady – duży koszt implementacji i czas oczekiwania na pierwszą dostawę,
- b) zrzut dostaw z samolotu; zalety – szybka realizacja, wady – duże koszty i znaczne ryzyko strat (można nie trafić, bo wysepka jest mała),
- c) przewóz łodzią; zalety – umiarkowane koszty (łódź lub przewoźnik), wady – potrzebną łódź trzeba by sprowadzać z daleka, a przewoźnika w okolicy nie ma (wysepka jest w dżungli, na Amazonce – przykład uwzględnienia lokalnych uwarunkowań realizowanego projektu),
- d) przepłynięcie wpraw; zalety – szybka realizacja i minimalne koszty ale tylko przy założeniu, że przepływającego nie dopadną piranie, wady – mały udźwig kuriera,
- e) transport po zamrożonej rzece – odpada z oczywistych względów.

Po tak przeprowadzonym przeglądzie rozwiązań...

[**Wariant 1**]... dyplomant uznał, że dla konkretnych uwarunkowań w projekcie najlepsze z przedstawionych, choć dalekie od optimum, byłoby rozwiązanie z wykorzystaniem łodzi. Dalszą (właściwą) część pracy (rozdziały (c) – (f)) poświęcono zatem optymalizacji doboru łodzi pod względem jej parametrów (nośność, moc silnika, koszty eksploatacji, cena itp.), dostosowanych do pozostałych uwarunkowań narzuconych w projekcie.

[**Wariant 2**]... dyplomant sprytnie zaproponował własne rozwiązanie polegające na przetrzucaniu żywności na wysepkę za pomocą katapulty (po przyjęciu dodatkowego założenia, że żywność będzie dostarczana w postaci względnie trwałej – np. jako konserwy lub odpowiednio opakowana np. w styropian i wyposażona w minispadochrony). Katapulta musiała oczywiście spełniać odpowiednie wymagania co do nośności, zasięgu działania, niezawodności itd., toteż dalsza (właściwa) część pracy dyplomowej (rozdziały (c) – (f)) poświęcona została inżynierskiemu projektowi takiego właśnie urządzenia.

[Należy zauważyć, że oba przedstawione warianty są metodycznie poprawne i zasługują na równie dobrą (bardzo dobrą) ocenę, choć w wariantcie 2 widać większy wkład twórczy dyplomanta, podwyższający niewątpliwie wartość rozwiązania, a tym samym pracy jako całości. Kolejny wniosek, jaki wypływa z powyższego przykładu, to to, że w odróżnieniu od prostych zadań matematycznych, dany problem inżynierski można zwykle rozwiązać na wiele różnych sposobów,

dających różne wyniki i wszystkie te rozwiązania mogą być równie poprawne, choć zwykle niektóre będą nieco lepsze, bo lepiej zoptymalizowane pod kątem konkretnych uwarunkowań projektowych, a inne nieco gorsze.]

Przegląd istniejących rozwiązań jest rozdziałem, którego poprawne napisanie sprawia zwykle najwięcej problemów. Jedną z częstych przyczyn tego stanu rzeczy jest fakt, że praca dyplomowa (w szczególności zaś omawiany rozdział) jest tworzona pod koniec (lub już po zakończeniu) praktycznej realizacji projektu, kiedy to dyplomant często już nie pamięta, dlaczego rozpoczynając projekt, zdecydował się na niektóre z przyjętych rozwiązań. Nierzadko też, podczas opracowywania omawianego rozdziału, dyplomant uświadamia sobie, że można było projekt zrealizować inaczej (lepiej). Pierwsza z omawianych sytuacji ma miejsce w przypadku, gdy podczas realizacji projektu (względnie przynajmniej na jego wstępnym etapie) nie powstawała żadna forma trwałej dokumentacji (a pamięć ludzka bywa, niestety, zawodna). Drugi przypadek jest częsty w odniesieniu do tzw. "szybkich" studentów, którzy przystępują do praktycznej realizacji tematu bez dogłębnego przeanalizowania wszystkich możliwych metod podejścia do rozwiązania problemu (dyplomant ma konkretny pomysł na realizację tematu i przystępuje do jego implementacji bez zastanowienia się nad innymi możliwościami osiągnięcia celu wyznaczonego przez projekt, zachowuje się zatem jak przeciętny hobbysta-amator, a nie jak prawdziwy inżynier). Pierwsza z omawianych sytuacji prowadzi z reguły tylko do niepotrzebnego dodatkowego wysiłku (nie mówiąc o stracie czasu), koniecznego na ponowne wykonanie przeglądu istniejących rozwiązań i odszukanie źródeł informacji zamieszczanych w tworzonym rozdziale. Druga jest już znacznie gorsza, gdyż przeważnie zmusza dyplomanta do tworzenia karkołomnych wywodów mających na celu wykazanie, że przyjęte przez niego rozwiązanie jest jednak dla danego projektu najlepsze (mimo że najczęściej tak nie jest). Zabiegi takie są przy tym zwykle niezbyt skuteczne, ze względu na ich przejrzystość nawet dla przeciętnie wnikliwego recenzenta. Wnioski, jakie się nasuwają już po tak krótkiej analizie sytuacji są dość oczywiste:

- a) dyplomant musi uświadomić sobie konieczność wykonania solidnego przeglądu istniejących rozwiązań (i, oczywiście, wykonać taki przegląd) **przed** rozpoczęciem praktycznej realizacji tematu, a nie dopiero podczas pisania pracy dyplomowej,
- b) podczas wykonywania przeglądu istniejących rozwiązań warto stworzyć jakąś formę dokumentacji, umożliwiającą łatwe wykorzystanie zebranych informacji podczas późniejszego pisania pracy; należy przy tym pamiętać o notowaniu źródeł pochodzenia (dane bibliograficzne książek, artykułów, adresy internetowe, pod którymi znajdowano wykorzystywane opisy itp.) zbieranych informacji.

Ponieważ jednak, nawet w przypadku bardzo inteligentnych i pracowitych studentów, świadomość powyższych wniosków bardzo często pojawia się poniewczasie, prowadzący stosują często technikę polegającą na zadaniu studentowi zrobienia dokładnego rozpoznania tematu (czyli *de facto* wykonania przeglądu istniejących rozwiązań) z narzuceniem warunku przedstawienia pisemnego sprawozdania z tak wykonanej pracy (np. jako warunku koniecznego zaliczenia danego semestru). Warto mieć świadomość, że takie wymagania nie są zwykle powodem złośliwego odwetu ze strony prowadzącego (który znalazł wreszcie okazję, by zmusić studenta do, niegodnej prawdziwego inżyniera, bezsensownej produkcji papieru), gdyż przyzwoicie przygotowane sprawozdanie z tak postawionego zadania stanowi nieomal gotowy fragment późniejszej pracy dyplomowej, a jednocześnie podstawę do dalszych rozważań projektowych.

Przy okazji rozdziału, w którym znaczna część wysiłku dyplomanta polega na przeglądzie literatury nie można pominąć niezwykle istotnej kwestii, jaką jest korzystanie ze źródeł informacji. Należy przy tym podkreślić, że korzystanie ze źródeł internetowych jest ze wszech miar korzystne i wskazane, jednakże należy zwrócić uwagę na kilka ważnych aspektów korzystania z rozmaitych źródeł informacji:

- a) naukowe lub techniczne monografie lub prace zbiorowe wydane drukiem przechodzą (przynajmniej w przypadku przyzwoitych wydawnictw) przez mniej lub bardziej gęste sito recenzji, redakcji itp.

- i przeważnie zawierają sprawdzone (zgodne z prawdą) informacje, które można traktować jako względnie stabilny punkt odniesienia,
- b) w przypadku czasopism skierowanych do wszelkiej maści amatorów-hobbystów sprawa przedstawia się już nieco gorzej – wprawdzie można w nich znaleźć wiele cennych informacji, wskazówek i pomysłów, ale zwłaszcza do prezentowanych w nich rozwiązań w postaci projektów całych urządzeń należy podchodzić ze znaczną rezerwą, ponieważ wprawdzie "noszą one cechy działania", ale często projektowane są niezgodnie z zasadami sztuki i dobrej praktyki inżynierskiej, toteż wszelkie takie projekty należy dokładnie i krytycznie przeanalizować przed ich ewentualnym wykorzystaniem do pracy dyplomowej; warto też zauważyć, że recenzenci często patrzą dość krytycznie na tego rodzaju bibliografię,
 - c) internet jest nieocenionym źródłem informacji zarówno tej szczegółowej, najistotniejszej, która często istnieje wyłącznie w postaci elektronicznej, jak i tej kompletnie bezwartościowej, tworzonej przez przypadkowych ludzi, którzy niekoniecznie wiedzą o czym piszą (mimo że często uzurpują sobie prawa do miana ekspertów) – przeważnie informacje zamieszczane w internecie przez renomowane firmy i organizacje międzynarodowe (np. producentów półprzewodników, renomowanych producentów oprogramowania czy aparatury, organizacje ustanawiające międzynarodowe standardy) można traktować poważnie, do pozostałych zaś trzeba już podchodzić z dużym krytycyzmem; tak więc informacje z internetu, choć korzystanie z nich jest ze wszech miar wskazane, wymagają od czytelnika sporego zasobu wiedzy (by móc określić jakość i przydatność informacji) i zazwyczaj nie mogą być jedynym / podstawowym punktem odniesienia.

2. 3. Założenia projektowe i parametry projektowanego urządzenia / oprogramowania

Założenia w stosunku do projektowanego urządzenia / oprogramowania to stosunkowo krótki rozdział (zwykle 1–2 strony), w którym należy określić zakres pracy – w szczególności w rozdziale tym należy wyspecyfikować komplet wymagań funkcjonalnych i parametrów technicznych jakie miało spełniać projektowane urządzenie / oprogramowanie. Rozdział ten powinien być opracowany szczególnie starannie, gdyż zawarte w nim informacje stanowią punkt odniesienia, który pozwala później określić, czy założone w pracy cele zostały osiągnięte, czy zakres pracy został zrealizowany z nadmiarem itp.

2. 4. Konstrukcja urządzenia / oprogramowanie

Rozdziały poświęcone opisowi konstrukcji urządzenia i / lub oprogramowania, mimo że stanowią łącznie znaczną część objętości pracy (typowo 1/3–1/2), są z reguły uznawane jako dość łatwe do napisania, gdyż dyplomant opisuje w nich własne rozwiązania i osiągnięcia. Warto jednak zwrócić uwagę na to, że zamieszczony w omawianych rozdziałach opis powinien odzwierciedlać cały proces powstawania rozwiązania (w szczególności wszelkie stadia pośrednie projektu), a nie wyłącznie prezentować jego postać końcową, ponieważ ostateczna forma implementacji nie powstała w wyniku olśnienia, lecz wymagała od projektanta dużego wysiłku (a nierzadko istotnych zmian w koncepcji realizacji urządzenia, gdyż np. dopiero po zaprojektowaniu, zmontowaniu i wykonaniu testów danego bloku okazywało się, że nie spełnia on wymagań projektanta i konieczne były przeróbki). Dyplomant powinien zatem dbać o prowadzenie odpowiednich notatek dotyczących wszelkich wyników swoich działań także na etapach pośrednich, gdyż późniejsze zamieszczenie ich w pracy podnosi jej wartość, lepiej odzwierciedlając wkład pracy, a przy okazji stanowiąc często cenny materiał informacyjny dla czytelników.

Przy opisywaniu konstrukcji niezwykle istotne jest, by zamiast suchych komentarzy dotyczących funkcji poszczególnych bloków / elementów urządzenia, czy oprogramowania opisywać przede

wszystkim przyczyny przyjętego sposobu realizacji tych bloków i uzasadnienie zastosowania konkretnych elementów, algorytmów itp. (**praca powinna stanowić prezentację logicznego ciągu zdarzeń, przemyśleń i wyborów, jakie doprowadziły do ostatecznego rozwiązania**). Do uzasadniania wyborów wykorzystuje się technikę analizy krytycznej, analogiczną do stosowanej w rozdziale dotyczącym przeglądu istniejących rozwiązań. Poniżej przedstawiono kilka wskazówek dotyczących realizacji i dokumentowania projektu sprzętowego, warto jednak zauważyć, że w przypadku pracy / rozdziałów dotyczących oprogramowania sposób postępowania jest analogiczny, tyle że zamiast schematu podmiotem dyskusji jest zwykle algorytm oprogramowania, szczegóły jego implementacji itp.

Wskazówki praktyczne:

1) O ile temat pracy jawnie nie wskazuje na jednostkowy charakter opracowania, dobrze jest wykonać projekt urządzenia tak, jakby miało być ono wdrożone do produkcji. Podkreśla to umiejętności inżynierskie dyplomanta, a przy okazji służy wyrobieniu poprawnych nawyków projektowych. Istotnymi elementami takiego projektowania są m. in.:

- a) uwzględnianie potrzeb potencjalnego klienta – w tym celu dyplomant może przeprowadzić prosty eksperyment: założyć, że urządzenie będzie oferowane jako jeden z wielu podobnych produktów dostępnych na rynku, a następnie zastanowić się, czy jako klient byłby zainteresowanym kupnem swojego własnego produktu, czy jednak może należałoby w nim coś zmienić lub ulepszyć – przykładem takiego "gniota" projektowego może być np. częstotściomierz zrealizowany jako przyrząd 4-cyfrowy, gubiący 4 najmniej znaczące bity wyniku (skutek użycia preskalera, bez dostępu do wyjść licznika w preskalerze), o wejściu pomiarowym wyłącznie w standardzie TTL/CMOS i zakresie pomiarowym do 20 MHz,
- b) uwzględnianie kosztu i dostępności podzespołów,
- c) uwzględnianie specyfiki produkcji, czyli m. in. kosztów innych niż koszty podzespołów – np. wysokie koszty uruchamiania urządzenia wymagającego precyzyjnego ręcznego dostrajania w fazie produkcji mogą stanowić uzasadnienie dla wyboru rozwiązania droższego w sensie kosztu elementów (np. zawierającego wbudowane mechanizmy autokalibracji), ale radykalnie ułatwiającego i potaniającego proces produkcji i późniejszej eksploatacji,
- d) uwzględnianie możliwości późniejszych modernizacji urządzenia / oprogramowania (jeśli temat pracy nie sprowadza się do opracowania wąkospecjalizowanego urządzenia / oprogramowania o charakterze jednostkowym, które z założenia nigdy nie będzie modyfikowane, warto zrealizować projekt w taki sposób, by ewentualna rozbudowa lub modyfikacja były możliwe i względnie proste),
- e) opracowanie podstawowej dokumentacji: konstrukcyjnej, produkcyjnej (w tym uruchomieniowej) i instrukcji obsługi.

2) Przy uzasadnianiu wyboru elementów wygodnie jest posiłkować się tabelami porównawczymi, zawierającymi zestawienie co najmniej kilku elementów (pochodzących przynajmniej od dwóch różnych producentów) i ich parametrów (istotnych z punktu widzenia projektu).

3) Dość często jako argument wyboru wykorzystywane są dane dotyczące kosztu elementów; należy jednak pamiętać, by takie porównania były rzetelne. Najlepiej by wszystkie ceny pochodziły od jednego dużego potencjalnego dostawcy – ceny mogą być przy tym podawane dla hurtowych ilości zakupu, czyli np. dla 1000 szt. (ale tylko przy założeniu, że wszystkie ceny są podawane dla tych samych ilości zakupu), bo można przyjąć że wzajemny stosunek cen tych samych podzespołów przy zakupach detalicznych nie ulegnie istotnej zmianie. Przy podawaniu cen raczej nie należy się sugerować stawkami podawanymi przez różne punkty sprzedaży detalicznej, ponieważ dość często nie znajdują one żadnego racjonalnego uzasadnienia (elementy mogą być np. resztkami poprodukcyjnymi odkupionymi przez detalicznego sprzedawcę za ułamek rzeczywistej wartości; stawki mogą być też sztucznie wywindowane, jeśli sprzedawca ma lokalny monopol na dane podzespoły lub wykorzystuje fakt chwilowego wzrostu popytu na dany element).

4) Równie często jako argument wyboru podzespołów wykorzystywane są informacje dotyczące ich dostępności. Należy jednak stosować taką argumentację rozsądnie – brak danego podzespołu w szufladzie dyplomanta lub najbliższym supermarkecie nie brzmi wystarczająco przekonywująco.

5) Może się zdarzyć, że w wyniku analizy kilka rozwiązań zostanie odrzuconych, lecz pozostanie kilka innych (jednakowo dobrych z punktu widzenia projektu). Nie należy wówczas poszukiwać za wszelką cenę argumentacji przemawiającej za wyborem jednego z nich, tylko wybrać dowolne z nich, zaznaczając jedynie w pracy, że wszystkie N pozostałych rozwiązań było równie dobrych, a do ostatecznej realizacji wybrano rozwiązanie nr K .

6) W przypadku rezystorów, kondensatorów itp., których wartości nie są oczywiste, wskazane jest opisanie w pracy sposobu ich doboru / obliczenia przez projektanta. Jeśli zastosowano elementy precyzyjne, o podwyższonej mocy dopuszczalnej itp., należy to zaznaczyć zarówno w pracy, jak i na schematach. Przy wszelkich obliczeniach należy pamiętać o tym, by uwzględniać rozrzuty wartości elementów dopuszczone ich tolerancją, klasą itp., czyli by w obliczeniach nie wykorzystywać wyłącznie wartości nominalnych (typowych) lecz skrajne, liczone na najgorszy przypadek. Należy oczywiście uwzględniać uwarunkowania sprzyjające, czyli można np. przyjąć, że dwa rezystory zrealizowane w jednej strukturze scalonej będą miały zbliżone współczynniki zmian termicznych, a w związku z tym wykonany z nich dzielnik będzie znacznie bardziej stabilny, niż wskazywałyby na to wspomniane współczynniki termiczne pojedynczych rezystorów. Należy jednak wystrzegać się przyjmowania za podstawę wszelkich obliczeń wyłącznie wartości typowych.

Przykład 3:

Tematem pracy inżynierskiej był prosty częstotlicznik o zakresie pomiarowym wynoszącym 40 MHz. Dyplomant sięgnął po katalog układów 74HC/HCT firmy Philips i na jego podstawie, do realizacji pierwszego stopnia zliczania wybrał układ HCT192. Ku jego pełnemu zaskoczeniu urządzenie jedynie "nosiło cechy działania", występowały jednak problemy z uzyskaniem założonego zakresu częstotliwości pracy. Szybkie "śledztwo" wykazało, że student popełnił standardowy błąd początkujących projektantów polegający na przyjęciu, że maksymalna częstotliwość poprawnej pracy licznika HCT192 wynosi 45 MHz (była to wartość podana jako typowa na pierwszej stronie noty katalogowej). Dokładne przestudiowanie danych podanych na kolejnych stronach katalogu wykazało jednak, że tak naprawdę wartość **typowa** wynosi (przy temperaturze 25°C) 41 MHz, podczas gdy **gwarantowana** przez producenta częstotliwość zliczania tego układu wynosi zaledwie 20 MHz dla 25°C , a w całym zakresie temperatur pracy (-40 do $+125^{\circ}\text{C}$) jeszcze mniej, bo 13 MHz. Warto zastanowić się nad potencjalnymi skutkami wdrożenia tak zaprojektowanego urządzenia do produkcji (konstruktor mógł przecież trafić na egzemplarz licznika o wyższej maksymalnej częstotliwości zliczania, przy której model / prototyp urządzenia mógłby przejść komplet testów bez najmniejszych problemów).

Projekt wykonany zgodnie z dobrą praktyką inżynierską powinien być, w miarę możliwości, w jak najmniejszym stopniu wrażliwy na rozrzuty wartości użytych elementów, by do minimum ograniczyć kolejność ręcznych regulacji, nie mówiąc już o dobieraniu elementów, ponieważ są to czynności kosztowne, a niekiedy po prostu nie do przyjęcia z punktu widzenia produkcji seryjnej.

2. 5. Uruchamianie i testowanie urządzenia / oprogramowania

Częstym (a niestety poważnym) błędem dyptomantów jest potraktowanie po macoszemu (a niekiedy nawet całkowite pominięcie) rozdziału dotyczącego uruchamiania i testowania zaprojektowanego urządzenia / oprogramowania. Warto przy tym zwrócić uwagę, że (w przeciętnym projekcie) uruchamianie i testowanie zajmuje przynajmniej 20% (niezadko 80%) czasu / wysiłku poświęconego

na realizację projektu. Jest to naturalną konsekwencją faktu, że bezbłędne zaprojektowanie i wykonanie urządzenia składającego się z więcej niż dwóch oporników względnie trzech linii kodu źródłowego jest w zasadzie niemożliwe (choć statystyka notuje takie przypadki). Biorąc zatem pod uwagę, że testowanie i uruchamianie stanowi znaczącą część wysiłków projektanta, a także warunek konieczny ewentualnego wdrożenia urządzenia / oprogramowania do produkcji, nie można pomijać go milczeniem – rozdział poświęcony tym zagadnieniom stanowi typowo 10–15% pracy.

Procedury uruchamiania i testowania należy opisać dość dokładnie, załączając odpowiednie protokoły pomiarowe (należy zatem opisać zarówno procedurę – czyli zaplanowany sposób działania, użyte narzędzia, schematy pomiarowe – jak i wyniki jej przeprowadzenia). Wyniki testowania / pomiarów należy odpowiednio skomentować, by czytelnik mógł się zorientować, czy stanowią one potwierdzenie poprawnego działania zaprojektowanego urządzenia, czy (i które) parametry są lepsze (i o ile) od założonych, względnie które (i jak bardzo) odbiegają od założonych wartości. Należy również pamiętać, że w wielu przypadkach, oprócz wykonania i analizy samych wyników pomiarów, może być konieczna mniej lub bardziej dokładna analiza błędów pomiarowych i ich wpływu na wyniki pomiarów.

Dokładność opisu testowania i uruchamiania zależy w znacznej mierze od poziomu skomplikowania uruchamianej konstrukcji. Przy bardzo wyrafinowanych konstrukcjach niektóre (typowe) fragmenty procedur uruchamiania i testowania można w opisie skwitować niemal jednym zdaniem, by skoncentrować się na najważniejszych problemach, które opisuje się wtedy dokładniej. Przy prostych konstrukcjach, które nie wymagają znacznego wysiłku przy uruchamianiu i testowaniu, należy opisać dokładnie nawet dość proste postępowanie (np. zaznaczyć, że uruchamianie rozpoczęto od sprawdzenia poprawności napięć zasilania), gdyż istotne jest pokazanie, że mimo prostej konstrukcji dyplomant zastosował metodyczne (inżynierskie) podejście.

O ile przy pracy sprzętowej uruchamianie i testowanie jest dość charakterystycznym i wydzielonym elementem działań projektanta (najpierw powstaje schemat, potem urządzenie jest montowane, a na końcu włączane jest zasilanie i główny wysiłek uruchamiania polega wówczas na zidentyfikowaniu elementu, z którego leci dym), to przy pisaniu oprogramowania uruchamianie jest w znacznej mierze procesem rozproszonym w czasie i biegnącym równoległe do tworzenia kodu, toteż sposób dokumentowania uruchamiania jest nieco odmienny niż w przypadku projektów sprzętowych. Zazwyczaj pewien fragment tekstu stanowi dyskusję wyboru narzędzi (języka, kompilatora itp.) oraz algorytmu, zaś komentarze dotyczące uruchamiania sprowadzają się głównie do kolejności tworzenia i uruchamiania modułów / podsystemów, udokumentowania zmian (oczywiście z podaniem przyczyn i konsekwencji) w odniesieniu do pierwotnie planowanego algorytmu, względnie ograniczeń i obwarowań co do zakresu i sposobu wykorzystywania zaimplementowanych procedur, używanych zmiennych itd. Często dokumentowany jest także sposób działania poszczególnych procedur / bloków (np. w postaci zrzutów ekranowych, czy wyników testów wydajności).

Przy omawianiu uruchamiania i testowania nie można pominąć istotnego faktu jakim jest testowanie typowe, brzegowe i skrajne (wandalo- i idiotoodporne). Testowanie typowe polega na sprawdzeniu, czy urządzenie / oprogramowanie działa prawidłowo, jeśli pracuje w typowych warunkach i jest obsługiwane przez inteligentnego użytkownika o pozytywnym nastawieniu. Testowanie brzegowe polega na sprawdzeniu, jak zachowuje się urządzenie / oprogramowanie w warunkach granicznych – nie znaczy to oczywiście, że urządzenie przeznaczone do zasilania bateryjnego ma wytrzymać podłączenie do sieci 220 V, a oprogramowanie odczytywać dyskietkę za pomocą napędu DVD, należy jednak sprawdzić np. czy owoc żmudnej pracy dyplomanta wykonuje pomiary właściwie przy maksymalnej częstotliwości sygnału wejściowego, a procedura pierwiastkowania działa równie dobrze dla argumentu równego zero, jak dla dodatnich). Testowanie skrajne sprawdza np. czy program nie zawiesza systemu jeśli użytkownik wpisze numer rejestracyjny swojego samochodu zamiast daty urodzenia, względnie wciśnie kilka przycisków na klawiaturze urządzenia jednocześnie (warto zauważyć, że nie mówimy tu o polewaniu urządzenia przez użytkownika stężonym kwasem azotowym, czy choćby gorącą kawą – podane przykłady niekoniecznie muszą wynikać ze skrajnej złośliwości użytkownika, lecz

z przypadkowej omyłki, warto zatem by projektowane przez dyplomanta dzieło jego życia było na takie przypadki odporne).

2. 6. Podsumowanie i wnioski

Zawartość rozdziału "Podsumowanie i wnioski" jest dość dobrze określona jego tytułem. Jeśli przyjmie się, że badania urządzenia / oprogramowania przebiegły pomyślnie (co powinno jasno wynikać z zawartości poprzedniego rozdziału pracy pt. "Uruchamianie i testowanie"), to kluczowym zdaniem, jakie powinno się pojawić w podsumowaniu jest stwierdzenie, że "prawidłowe działanie urządzenia / oprogramowania oraz zgodność jego parametrów z założonymi wartościami świadczą o poprawności zaproponowanego rozwiązania" lub inny zbliżony tekst wskazujący jednoznacznie, że owoc projektu dyplomanta wykazuje pełną założoną funkcjonalność. W przypadku, gdy nie udało się osiągnąć założonych parametrów (może się tak zdarzyć, zwłaszcza jeśli praca miała charakter badawczy, przy czym jeśli przyczyny niepowodzenia nie były skutkiem błędów metodycznych dyplomanta, nie powinno mieć to wpływu na końcową ocenę pracy), dyplomant powinien jednoznacznie wskazać przyczyny tego niepowodzenia wraz z komentarzem, czy możliwa jest poprawa tego stanu rzeczy i jeśli tak, to w jaki sposób. Oczywiście oprócz wspomnianego kluczowego zdania, które jednoznacznie stwierdza, że wszystkie cele zostały osiągnięte, czyli projekt zakończył się sukcesem, dyplomant może zamieścić swoje spostrzeżenia i uwagi dotyczące:

- a) osiągnięcia parametrów wyraźnie lepszych niż założone,
- b) podkreślenia swoich świetnych pomysłów wykorzystanych w pracy (jak zwykle w formie bezosobowej, czyli np. "wykorzystanie nowatorskiego pomysłu XXX umożliwiło osiągnięcie YYY"),
- c) pomysłów na modernizację urządzenia (poprawę parametrów, funkcjonalności itp.),
- d) zauważonych ważnych problemów (np. "wykorzystywane w pracy narzędzia uruchomieniowe firmy XYZ zawierają dużo błędów i nie pozwalają na..."),
- e) inne ważne spostrzeżenia, pomysły, odkrycia itp. związane z realizacją pracy.

2. 7. Literatura

Ponieważ praca dyplomowa ma za zadanie wykazanie inżynierskiego podejścia do problemu, istotnym elementem jest wykazanie, że student korzystał z istniejących źródeł wiedzy. Elementem dokumentującym to działanie jest w szczególności wykaz literatury, z jakiej korzystano przy realizacji pracy.

Sposoby cytowania bibliografii bywają różne, jednak w pracach dyplomowych o charakterze technicznym najczęściej stosowany jest system, w którym w rozdziale "Literatura" (lub "Bibliografia") poszczególne pozycje bibliograficzne podaje się jako ponumerowane w kolejności alfabetycznej według nazwisk autorów, zamieszczając dane umożliwiające **jednoznaczne** i łatwe dotarcie do cytowanych źródeł, czyli np. w postaci:

1. Kowalski Jan, *Z dziejów Jana Kowalskiego*, PWN, Warszawa 1997.
2. Malinowski Jan, "Polityka Kowalskiego", *Gazeta Warszawska*, 15.07.2004, s. 11.

a odwołanie w tekście pracy do tak zdefiniowanej pozycji następuje przez podanie jej numeru w nawiasie kwadratowym, czyli np. "Malinowski w swoim artykule [2] stwierdza, że polityka Kowalskiego w ostatnich latach uległa istotnym zmianom.". W przypadku prac dyplomowych o charakterze

technicznym liczbą pozycji bibliograficznych wynosi zwykle od kilku do kilkunastu. W ramach bibliografii można również cytować informacje znalezione w Internecie (podając pełny URL do danego dokumentu oraz datę korzystania), jednak ze względu na nietrwałość informacji internetowych należy zawsze robić sobie ich kopie lokalne, które dobrze jest później załączyć do pracy na dyskietce, płycie CD lub tp.

2. 8. Załączniki

Typowymi (czyli nie jedynymi) załącznikami prac dyplomowych z dziedziny elektroniki są:

- a) kompletne schematy ideowe,
- b) wykazy elementów,
- c) rysunki płytek drukowanych,
- d) rysunki montażowe,
- e) wydruki kodu źródłowego (najczęściej na płytach CD-ROM),
- f) pliki z oprogramowaniem itp. (najczęściej na płytach CD-ROM),
- g) pliki z cytowaną w pracy dokumentacją ściągniętą z Internetu (najczęściej na płytach CD-ROM).

3. Styl, czyli jak ma wyglądać to, co jest w środku

Warto zauważyć, że dobrze napisaną pracę powinno dać się czytać niemal jak powieść (choć może niekoniecznie zaraz z gatunku prezentowanego przez Ludluma), a nie jak instrukcję obsługi kserokopiarki (która, jak wiadomo, jest literaturą dość przygnębiającą). Oczywiście styl pisania jest cechą indywidualną każdego człowieka, dlatego też nie wszystkie prace dyplomowe stanowią równie pasjonującą lekturę (wiele zależy zresztą także od tematyki). Warto jednak zwrócić uwagę na kilka podstawowych zaleceń oraz typowych błędów, czy niedoskonałości, jakie pojawiają się często przy pisaniu prac.

3. 1. Zalecenia ogólne

1) Praca dyplomowa jest już pewnego rodzaju rozprawą (mniej lub bardziej) naukową. W tego rodzaju pracach przyjęło się, pisząc o własnych dokonaniach, stosować **tryb bezosobowy** (czyli: "wykonano" zamiast "wykonałem", "zmierzone" zamiast "zmierzyłem" itd.). Z tego samego powodu formy w 3. osobie (w rodzaju: "autor wykonał", "autorce udało się osiągnąć") są uznawane za mocno niezgrabne i zdecydowanie nie są godne polecenia. W praktyce okazuje się zresztą, że stosowanie formy bezosobowej, już po chwili przyzwyczajenia, nie sprawia większych problemów, a przy przyjęciu dość przejrzystej struktury pracy jak w p. 2. nie zachodzi na ogół problem rozróżnienia, czy dany tekst dotyczy tego co zrobił autor, czy też osiągnięć innych osób.

2) Ponieważ praca dyplomowa jest formą dokumentacji **powykonawczej**, należy ją pisać **w czasie przeszłym**. Wyjątkiem są fragmenty pracy, w których przedstawiane są rozważania natury ogólnej, nie ograniczone wyłącznie do opisywanego projektu.

Przykład 4: (fragment tekstu pracy z rozdziału opisującego konstrukcję urządzenia)

... ponieważ napięcie na wyjściu wzmacniacza operacyjnego pracującego w układzie integratora określone jest zależnością xxx [czas teraźniejszy, bo podana zależność xxx obowiązuje zawsze, a nie wyłącznie w odniesieniu do wzmacniacza wykorzystanego w pracy], wartości rezystorów zostały dobrane jako... [forma bezosobowa w czasie przeszłym, bo dotyczy tego, co zrobił dyplomant w ramach projektu]

Czasu przyszłego w zasadzie nie stosuje się nigdzie, poza ewentualnie wstępem lub podsumowaniem, a i wówczas tylko wtedy, gdy autor pracy snuje tam pewne wizje przyszłości (np. dotyczące przyszłych modernizacji lub zastosowań swojego wspianiałego urzędzenia). Zdecydowanie za niewłaściwe należy uznać użycie czasu przyszłego w sformułowaniach typu:

Przykład 5: (fragment tekstu pracy z rozdziału 32.1)

... istotne właściwości tego bloku zostaną przez autora opisane w rozdziale 45.6...

W przedstawionym wyżej przykładzie można zauważyć następujące niedoskonałości:

(1) użycie formy "przez autora", która nic nie wnosi (można ją po prostu wyrzucić), a brzmi niezgrabnie;

(2) użycie czasu przyszłego ("zostaną opisane"), bo praca, która trzyma w rękach czytelnik została już napisana i jest oprawiona, więc rozdział 45.6 już istnieje, czyli jeśli już koniecznie trzeba się do niego odwołać, to co najwyżej w czasie teraźniejszym ("są opisane", przy czym lepiej brzmi "zostały opisane" lub "opisano");

(3) odwołanie daleko w przód (do rozdziału jeszcze nie omawianego), gdyż praca powinna być napisana tak, by stanowiła spójną całość, z logicznymi przejściami z jednego rozdziału (podrozdziału) do następnego, bez zmuszania czytelnika do jednoczesnego ogarniania wielu wątków rozrzuconych w różnych miejscach pracy; jeśli rzeczywiście zachodzi konieczność odwołania się w przód, to warto zastanowić się, czy struktura pracy została właściwie dobrana (może pracę da się tak przeredagować, by zawartość rozdziału 45.6 wystąpiła przed testem, który obecnie umieszczony jest w rozdziale 32.1).

Rozdziały w pracy dyplomowej powinny być numerowane kolejnymi liczbami począwszy od 1. Podrozdziały w ramach rozdziału również numerowane są począwszy od 1, z tym że przed kolejnym numerem podrozdziału występuje liczba określająca numer bieżącego rozdziału itd. Głębokość numeracji nie powinna przekraczać czterech poziomów (czyli np. 3.1.1.2.). Na końcach tytułów nie stawia się kropek.

3. 2. Dbalność o język

Dyplomant piszący pracę magisterską lub inżynierską posiada już dokument zwany świadectwem dojrzałości (bez matury nie dostałby się przecież na studia), a pisana przezeń praca dyplomowa ma uczynić go posiadaczem wykształcenia wyższego. Tak więc wymagania dotyczące dbalności o język są z jednej strony oczywiste, z drugiej zaś nie powinny stanowić bariery nie do pokonania (co nie znaczy, że nie wymagają pewnego wysiłku). Niestety, w wielu przypadkach (często także w przypadku studentów uczelni humanistycznych) poziom językowy prac dyplomowych jest, delikatnie mówiąc, daleki od zadawalającego. I choć nie sposób się nie zgodzić ze stwierdzeniem, że nie każdy ma talent pisarski Stanisława Lema, czy Agaty Christie, to jednak nie do przyjęcia jest sytuacja, w której praca dyplomowa jest pełna żargonu, błędów stylistycznych, czy nawet ortograficznych (te ostatnie, zwłaszcza przy obecnej powszechności komputerowych narzędzi do sprawdzania poprawności pisowni, należy uznać za absolutnie niedopuszczalne). Ogólną sytuację pogarsza smutny fakt, że część wydawnictw oszczędza na kosztach tłumaczeń i redakcji merytorycznej, co przy niechlujstwie językowym niektórych tłumaczy i autorów artykułów (czy nawet całych książek) prowadzi do wydawania drukiem (nierzadko w znacznych nakładach, czyli trafiając do szerokiego grona odbiorców) pozycji, w których aż roi się od wyrażeń żargonowych, anglicyzmów, bezmyślnych "kalek językowych" itp. A ponieważ słowo pisane – rzecz święta, to i całe rzesze czytelników tychże artykułów i książek zaczynają mówić takim samym niechlujnym językiem.

3. 3. Wybrane typowe uchybienia

Poniżej przedstawiono bardzo skróconą listę najczęściej popełnianych błędów:

błędy schematów (brak etykiet, wartości elementów),
nerwowy podział na akapity (pojedynczy akapit powinien składać się co najmniej z dwóch – trzech zdań stanowiących pewien ciąg myślowy; w poprawnie napisanym tekście na przeciętnej stronie rzadko bywa więcej niż 3–4 akapity),
postać *à la* instrukcja obsługi,
brak podpisów pod rysunkami i opisów tabel,
wystąpienia rysunków / tabel przed odwołaniami do nich w tekście pracy (lub brak takich odwołań),
kropki po tytułach,
80-tych (zgodnie z obecnymi zasadami poprawnej polszczyzny powinno być: 80.),
błędy w odmianie rzeczowników nieżywothnych (typu: konstruktor, destruktor, kreator) używanych w liczbie mnogiej (powinno być: konstruktory, destruktory, kreatory),
nieodmianianie jednostek (powinno być: woltów, miliamperów)
żargon i anglicyzmy (w nawiasach podano **przykładowe** proponowane określenia) – np.:
flaga (znacznik),
pointer (wskaźnik),
pin (wyprowadzenie, końcówka),
support (w zależności od kontekstu: obsługa, wsparcie),
software (oprogramowanie),
hardware (sprzęt),
złącze żeńskie / męskie (gniazdo / wtyk),
logika (układ cyfrowy / logiczny),
kliknąć (osobiście używam: tupnąć – np. lewym pazurkiem myszy),
kość (układ scalony),
zegar (sygnał taktujący / zegarowy),
mod (tryb pracy),
watchdog (układ czuwający),
timer (czasomierz; w odróżnieniu od "counter" – licznik),
kit (zestaw), evaluation kit (zestaw testowy / demonstracyjny / dydaktyczny / eksperymentalny),
offset (w zależności od kontekstu: napięcie niezrównoważenia, przesunięcie np. adresu),
core (rdzeń),
konwerter (w zależności od kontekstu: przetwornik, przetwornica),
reset (zerowanie),
adapter (przejściówka),
driver (sterownik),
pull'up (rezystor podciągający),
pull'down (rezystor ściągający),
manualny (ręczny),
jumper (zwora),
master (układ / urządzenie nadrzędne),
slave (układ / urządzenie podrzędne),
mylenie łącza (interfejsu) ze złączem (gniazdo / wtyk),
niewłaściwe użycie dużego i małego "k" w kb, kB (1 kB = 1000 bajtów; 1 KB = 1024 bajty),
niewłaściwe użycie dużego i małego "b" w kB, MB itd. (MB – megabajt, Mb – megabit).

4. Obrona pracy

Sposób przeprowadzania obrony pracy zależy od lokalnych zwyczajów, toteż trudno tu o jakiegokolwiek uogólnienia. Warto jednak zauważyć, że jeśli dyplomant referuje pracę podczas obrony, to ma na to zwykle 15–20 minut. Biorąc pod uwagę, że praca dyplomowa jest efektem nierzadko lat pracy dyplomanta, przedstawienie jej w tak krótkim czasie wydaje się niemożliwe. W praktyce jest to oczywiście możliwe, wymaga jednak odpowiedniego doboru i skompresowania materiału. Przykładowa technika podejścia do problemu prezentacji wygląda następująco:

- a) maksimum 10–12 slajdów / folii (wliczając stronę tytułową) – przy większej ilości slajdów prezentacja sprowadza się często do czytania ich zawartości (zamiast szerszego komentowania), co robi złe wrażenie na słuchaczach,
- b) nie ma sensu pokazywanie slajdu omawiającego plan prezentacji (czyli wyłuszczenie o czym będzie mowa podczas prezentacji), bo szkoda na to czasu,
- c) pojedynczy slajd / folia nie powinna zawierać więcej niż 10 wierszy tekstu (czcionka Arial 28 pt., nagłówki odpowiednio większą – np. 36 pt. – i zwykle pogrubioną),
- d) tekst na foliach / slajdach powinien mieć raczej formę wypunktowań niż ciągłego tekstu,
- e) warto używać rysunków (można je potem ładnie komentować),
- f) po **krótkim** wprowadzeniu w tematykę należy przedstawić co w pracy zostało zrobione, gdzie pojawiły się główne problemy, jak je przezwyciężono oraz jaki był ostateczny wynik (optymistyczne podsumowanie),
- g) z prezentacji powinien wycierać wysiłek (jaki dyplomant musiał włożyć w realizację pracy), metodyczne (inżynierskie) podejście oraz (w idealnym przypadku) błyskotliwość rozwiązania zaproponowanego przez dyplomanta,
- h) prezentację należy przećwiczyć pod kątem czasu trwania (przekroczenie nominalnego czasu trwania o zaledwie 50%, czyli przedłużenie prezentacji z przykładowych 20 do 30 minut, powoduje pojawianie się wśród członków komisji dyplomowej morderczych instynktów) i jakości prezentacji (wskazana życzliwa krytyka zaprzyjaźnionego grona),
- i) nie warto przesadzać z gadżetami (animacje itp.) – lepiej skoncentrować się na treści.

Jeśli podczas obrony ma się odbyć demonstracja działania urządzenia / oprogramowania, należy to uzgodnić przed rozpoczęciem obrony z przewodniczącym komisji, gdyż wymaga to zwykle przydzielenia dodatkowego czasu. Demonstracja nie powinna trwać dłużej niż 10 minut i powinna obejmować tylko najistotniejsze aspekty działania urządzenia / oprogramowania.

5. Inne aspekty pracy dyplomowej

Ze względu na pojawiające się od czasu do czasu pytania dotyczące praw autorskich (i zbliżonych zagadnień) związanych z pracą dyplomową warto zasygnalizować, że zgodnie z opiniami osób posiadających głębszą wiedzę z zakresu prawa autorskiego i zagadnień pokrewnych oraz orzecznictwa sądów, kwestia praw autorskich w przypadku prac dyplomowych wygląda (w olbrzymim uproszczeniu) jak następuje:

- a) w odniesieniu do ewentualnych publikacji przyjmuje się, że współautorem pracy jest promotor (nawet jeśli jego rola przy powstawaniu pracy była minimalna; jest to tłumaczone w ten sposób, że już samo zaproponowanie tematu pracy, układu pracy, czy kierowanie realizacją pracy, zwłaszcza w przypadku przekazywania wiedzy potrzebnej do jej realizacji, stanowi o współtworzeniu pracy),
- b) w odniesieniu do praw do wykorzystania opracowania wykonanego w ramach pracy dyplomowej sytuacja jest jeszcze bardziej skomplikowana, ponieważ w wielu przypadkach współudział

w prawach majątkowych może przysługiwać nie tylko promotorowi, ale także uczelni (bezpieczniej jest zatem nie wdrażać do produkcji opracowań "żywem wziętych" z prac dyplomowych).

Innym często pojawiającym się problemem jest prawo do urządzenia wykonanego w ramach pracy dyplomowej. W tym przypadku rozsądne jest chyba podejście stwierdzające, że jeśli koszty wszystkich elementów wykonanego urządzenia (wliczając w to także płytki drukowane itp.) ponosił student – jest on właścicielem urządzenia, jeśli zaś część wydatków poniosła Uczelnia, to prawo własności do urządzenia przysługuje Uczelni.