

JAK NAPISAĆ I OBRONIĆ PRACĘ DYPLOMOWĄ

Celem niniejszego przewodnika jest syntetyczna prezentacja praktycznych zaleceń i znanych zagrożeń związanych z realizacją pracy dyplomowej, ze szczególnym uwzględnieniem tworzenia tekstu pracy. Motywacją do opracowania przewodnika była powtarzalność problemów i błędów zaobserwowana w nadzorowanych i recenzowanych pracach dyplomowych oraz powtarzalność pytań i wątpliwości zgłaszanych przez studentów Instytutu Informatyki PW.

Cel i beneficjenci pracy

Hierarchia celów pracy dyplomowej może być złożona, ale zwykle do najważniejszych należą:

- pozyskanie przez autora tytułu inżyniera lub magistra,
- rozwiązanie problemu lub wytworzenie produktu.

W realiach Instytutu Informatyki rozwiązywany problem ma z reguły charakter techniczny, zaś praktycznym rezultatem pracy jest najczęściej oprogramowanie lub urządzenie.

Oprócz autora beneficjentami pracy dyplomowej mogą być inne osoby i instytucje zainteresowane wykorzystaniem teoretycznych lub praktycznych wyników tej pracy, zaś z uwagi na pierwszy z wymienionych celów warto traktować recenzenta jak najważniejszego czytelnika pracy. I właśnie taka perspektywa została przyjęta w dalszej części przewodnika.

Praca inżynierska a praca magisterska

Podobieństwa i różnice pomiędzy pracą inżynierską i magisterską najlepiej oddają kryteria oceny wskazane w formularzach recenzji.

Wspólne kryteria to:

- *czy zakres i wyniki prac odpowiadają postawionym wymaganiom,*
- *czy forma pracy (układ treści, poprawność językowa, redakcja, ilustracje, terminologia, wykaz źródeł) odpowiada wymaganiom stawianym publikacjom naukowo-technicznym.*

W przypadku pracy inżynierskiej oceniane jest ponadto:

- *czy analiza źródeł jest odpowiednia do zadania dyplomowego,*
- *czy dyplomant wybrał odpowiednie narzędzia inżynierskie do wykonania zadania i czy wykazał umiejętność ich wykorzystania,*
- *jaki jest praktyczny rezultat pracy.*

Natomiast w przypadku pracy magisterskiej:

- *czy analiza źródeł jest wyczerpująca, krytyczna, właściwie skorelowana z tematem dyplomowym,*
- *czy dobrano właściwe metody dla rozwiązania zadania dyplomowego i czy je umiejętnie wykorzystano,*
- *czy sformułowano prawidłowe wnioski,*
- *na czym polega samodzielny wkład dyplomanta.*

Innymi słowy każda praca dyplomowa powinna być napisana na temat, z sensem i starannie, a ponadto w przypadku pracy inżynierskiej oceniane są przede wszystkim aspekty technologiczne, zaś w przypadku pracy magisterskiej – aspekty metodyczne i badawcze (o ile występują).

Temat i zakres pracy

Temat pracy może być skorelowany z działalnością badawczą zakładu, w którym praca ta jest realizowana lub może wynikać z zainteresowań promotora – niekoniecznie mieszczących się w nominalnym obszarze działań macierzystej jednostki organizacyjnej. Możliwe jest także zaproponowanie tematu przez dyplomanta lub dowolna fuzja wymienionych wariantów.

Ostateczny temat nie musi być sformułowany na etapie rozpoczynania pracy, zaś pierwotny temat może zostać zmieniony, jeśli uzasadniają to ważne okoliczności. W najprostszym przypadku dochodzi do uszczegółowienia pierwotnego tematu. Nieco bardziej ryzykowne jest wybranie innego tematu w ramach tego samego obszaru. Zwykle możliwe jest wtedy wykorzystanie przez dyplomanta części wyników dotychczasowych prac, a co najmniej rezultatów przeprowadzonego przeglądu literatury. Najtrudniejszym wariantem jest wybór nowego tematu spoza pierwotnego obszaru zainteresowania, co w zasadzie przekreśla rezultaty wcześniejszych prac dyplomanta. Taki scenariusz może wynikać ze zmiany promotora, wstrzymania finansowania prac lub innych równie drastycznych okoliczności.

Z punktu widzenia procesu dydaktycznego przedmiotem oceny jest przede wszystkim metodyczna lub technologiczna poprawność działań autora. Praca dyplomowa jest w gruncie rzeczy pretekstem do zaprezentowania potencjału intelektualnego i warsztatu pracy dyplomanta, ze szczególnym uwzględnieniem umiejętności rozwiązywania problemów oraz korzystania ze źródeł. W tym sensie temat pracy ma znaczenie drugorzędne, a negatywny wynik pracy (np. odrzucenie hipotezy, wykazanie nieprzydatności metody, itp.) nie przesądza o jej negatywnej ocenie.

Określając zakres pracy należy wskazać oczekiwane rezultaty teoretyczne i praktyczne oraz realistycznie ocenić możliwość ich osiągnięcia w założonym czasie. W przypadku produktów technicznych należy zidentyfikować lub sformułować związane z nimi wymagania, przy czym pochodzenie tych wymagań jest zwykle powiązane z genezą tematu pracy.

Rozmiar i zawartość pracy

Tekst pracy jest obowiązkowym rezultatem praktycznym, a jednym z jego podstawowych parametrów użytkowych jest objętość. Praca zbyt rozbudowana jest nużąca, a w konsekwencji trudniejsza w odbiorze. Z kolei praca zbyt krótka może być niezrozumiała z powodu uproszczeń lub skrótów myślowych, a niezależnie od tego sam jej rozmiar może wzbudzić wątpliwości recenzenta. W praktyce 60-100 stron wydaje się bezpiecznym zakresem objętości.

Oczywiście wynikowy rozmiar dokumentu może być w pewnych granicach zmieniany z użyciem marginesów, interlinii i innych narzędzi redakcyjnych, ale zarówno zbyt duże rozrzedzenie, jak i zbyt duże zagęszczenie tekstu negatywnie wpływa na percepcję. Zasadnicze znaczenie dla rozmiaru ma natomiast właściwie dobrany zakres i zawartość pracy.

Zakres wynika z tematu i zadeklarowanego celu pracy, zaś zawartość – z przyjętego sposobu opisywania drogi do tego celu. Odpowiednie zdefiniowanie zakresu pozostaje w gestii promotora. Podobnie jak temat, zakres może być zmieniany w trakcie realizacji prac w razie istotnej potrzeby. Kształtowanie rozmiaru pracy przez zmianę zawartości może polegać na umieszczeniu w tekście obszernych informacji o użytych narzędziach, komponentach, bibliotekach, protokołach, itp. (gdy celem jest powiększenie objętości) lub ograniczenie tego typu informacji do odwołań literaturowych z odpowiednimi komentarzami (gdy celem jest zmniejszenie objętości).

Plan pracy

Z uwagi na charakter przedsięwzięcia przygotowywanie pracy dyplomowej ma cechy projektu i od strony organizacyjnej może być wspomagane z wykorzystaniem technik stosowanych w zarządzaniu projektami, ze szczególnym uwzględnieniem zarządzania zakresem, harmonogramem i ryzykiem podczas planowania i monitorowania prac. W przypadku współautorstwa należy także wziąć pod uwagę zarządzanie integracją (np. uzgodnić terminologię, narrację i konwencje redakcyjne).

Zaplanowanie działań z podziałem na etapy i określeniem terminów ułatwi uniknięcie znaczących poślizgów, zaś zdefiniowanie rezultatów (produktów) związanych z poszczególnymi etapami ułatwi osiągnięcie zamierzonego celu. Z kolei analizowanie zgodności z planem umożliwi odpowiednio wczesne podjęcie decyzji o intensyfikacji działań, zmianie narzędzi lub metod, a w szczególnych przypadkach – o zmianie zakresu lub tematu pracy dyplomowej.

Przydatnym instrumentem wspomagającym zarówno planowanie i monitorowanie działań, jak i komunikację między dyplomantem i promotorem jest spis treści. Tytuły sekcji, które łącznie determinują zakres pracy, poprzez swoją kolejność i hierarchię definiują także jej strukturę logiczną. Po uzupełnieniu o opisy zawartości poszczególnych sekcji spis treści staje się konspektem, zaś dodatkowe adnotacje mogą dotyczyć planowanej objętości sekcji w tekście pracy oraz terminów zakończenia i spodziewanych rezultatów kolejnych etapów. Umożliwia to dość precyzyjne uzgodnienie merytorycznego kształtu pracy i harmonogramu działań oraz zdefiniowanie punktów kontrolnych.

Struktura pracy

Typowa praca dyplomowa obejmuje:

- wprowadzenie,
- przegląd odnośnej dziedziny wiedzy / techniki,
- założenia i wymagania dotyczące projektowanego rozwiązania,
- projekt rozwiązania,
- opis architektury lub wybranych elementów implementacji,
- opis metody i wyników weryfikacji opracowanego rozwiązania,
- podsumowanie,
- dodatki,
- bibliografię.

Wprowadzenie powinno określać przynajmniej cel i zakres pracy. Ważnym elementem jest także uzasadnienie podjęcia danego tematu (po co lub dlaczego warto się zajmować tym problemem). Zwykle w tej części pojawiają się również informacje o układzie pracy i konwencjach redakcyjnych (np. zasadach użycia skrótów i nazw własnych, wyróżniania w tekście elementów interfejsu użytkownika, itp.). W przypadku współautorstwa warto w tym miejscu jawnie wskazać autorów poszczególnych sekcji pracy. Główną funkcją wprowadzenia jest właściwe przygotowanie czytelnika do lektury zasadniczej części pracy oraz przekonanie go o aktualności i atrakcyjności jej tematyki.

Przegląd dziedziny powinien być prowadzony z uwzględnieniem tematu, celu i zakresu pracy. Nie ma powodu rozpisywać się o właściwościach znanych rozwiązań, pracach teoretycznych czy wynikach badań, jeśli są one nieistotne z punktu widzenia dalszej części pracy.

Założenia i wymagania powinny być powiązane (a co najmniej niesprzeczne) z wynikami przeglądu dziedziny. Często formułowane są także dodatkowe wymagania lub postulaty pochodzące od autora lub promotora albo wynikające z tematu lub zakresu pracy (np. użycie określonej metody, interfejsu, technologii, platformy, języka, itp.).

Opis projektu – niezależnie od zastosowanej konwencji i notacji – powinien umożliwić czytelnikowi zweryfikowanie zgodności prezentowanego rozwiązania z założeniami i wymaganiami sformułowanymi w poprzedniej sekcji.

Opis implementacji wymaga szczególnej uwagi, ponieważ umieszczanie w tekście pracy pełnego opisu wszystkich składników rozwiązania jest na ogół niecelowe. Znacznie sensowniej jest skoncentrować się na fragmentach rozwiązania kluczowych z punktu widzenia zamierzonej funkcjonalności, wydajności, itp. – ze szczególnym uwzględnieniem własnych oryginalnych pomysłów i fragmentów krytycznych dla osiągnięcia zadeklarowanego celu pracy.

Opis weryfikacji rozwiązania powinien zawierać charakterystykę metody wraz z uzasadnieniem jej wyboru oraz opis zrealizowanych działań (testy, symulacja, itp.) i uzyskanych wyników. Należy wykazać, że zastosowana metoda weryfikacji jest właściwa dla danego rozwiązania, zaś sposób jej użycia (scenariusze, rozkłady prawdopodobieństwa, zakresy wartości, liczba iteracji, itp.) daje podstawę do uznania wyników za kompletne i wiarygodne. Najbezpieczniej sformułować jawne powiązanie poszczególnych testów, eksperymentów, itp. z konkretnymi wymaganiami i wykazanie pełnego pokrycia wymagań. Zasadnicze znaczenie ma także klarowna interpretacja uzyskanych wyników – zwłaszcza wówczas, gdy są one niezgodne z intuicją lub odbiegają od wyników publikowanych w innych pracach z danej dziedziny.

Podsumowanie powinno syntetycznie i obiektywnie konfrontować uzyskane rezultaty z celem pracy oraz potwierdzać jego pełną (lub niepełną) realizację. Warto też opisać dodatkowe, nieplanowane rezultaty i możliwości ich wykorzystania oraz teoretyczne i praktyczne znaczenie sformułowanych wniosków. Niekiedy w tym miejscu pojawiają się również propozycje dalszych prac oraz wykaz oryginalnych dokonań autora.

Dodatki zawierają materiały uzupełniające wydzielone z głównej części pracy z uwagi na charakter lub poziom szczegółowości. W dodatkach można umieścić pełne raporty z eksperymentów, schematy ideowe, podręcznik użytkownika aplikacji, itp. Materiały te nie są zwykle niezbędne dla zrozumienia koncepcji rozwiązania, ale mogą być przydatne dla osób zainteresowanych szczegółami technicznymi. Dodatkiem może być także wykaz nazw własnych i skrótów użytych w treści pracy.

Bibliografia zawiera wykaz źródeł wiedzy wykorzystanych w pracy. Zasadniczą funkcją tej sekcji jest umożliwienie czytelnikom skorzystania z opracowań wyszukanych przez autora, a zatem powinny być one opisane w odpowiedni sposób. W przypadku publikacji drukowanych należy określić tytuł, autorów, wydawcę, miejsce i rok publikacji, a w razie potrzeby także oznaczenie woluminu i numery stron. W przypadku publikacji elektronicznych nie zawsze wszystkie te parametry mają zastosowanie, co jednak nie zwalnia autora z obowiązku rzetelnego wskazywania źródeł. Ponadto wiele serwisów internetowych zmienia strukturę lub lokalizację, zaś z upływem czasu publikowane materiały są usuwane lub archiwizowane. Z tego powodu oprócz wskazania na oryginalną lokalizację warto podać datę dostępu oraz umieścić kopie takich materiałów na nośniku załączonym do pracy.

Niezależnie od specyfiki pracy pewne sekcje mają strategiczne znaczenie dla percepcji i dlatego warto im poświęcić szczególną uwagę. **Streszczenie** buduje pierwsze wrażenie o pracy, zatem powinno w interesującej formie dostarczyć najważniejszych informacji o jej celu, uwarunkowaniach i uzyskanych rezultatach, zaś **słowa kluczowe** powinny właściwie korespondować z zakresem. **Spis treści** odzwierciedla konstrukcję pracy, jej organizację i rozkład akcentów, a w konsekwencji także ujawnia ewentualne mankamenty tej konstrukcji – luki, różnice objętości sekcji, różnice poziomu szczegółowości, itp. **Wprowadzenie** służy zaprezentowaniu tematyki pracy w szerszej perspektywie i powinno rozwijać informacje zawarte w streszczeniu. **Podsumowanie** jako ostatni element znacząco wpływa na ogólne wrażenie o pracy i podobnie jak streszczenie powinno być zwarte, konkretne i interesujące.

Sprawdzonym sposobem zapewnienia spójności streszczenia i podsumowania jest zweryfikowanie (i ewentualne skorygowanie) początkowych sekcji pracy gdy już powstanie całość tekstu.

Recenzja i obrona pracy

Rozpoczęcie działań związanych z egzaminem dyplomowym wyznacza złożenie pracy do recenzji, czego formalnym warunkiem jest potwierdzenie przyjęcia pracy przez promotora. Praca jest składana w sekretariacie macierzystego instytutu dyplomanta, w terminie wynikającym z kalendarza semestru. Recenzent pracy jest wyznaczany przez Zastępcę Dyrektora ds. nauczania, który zwyczajowo prosi promotora o rekomendację w tym zakresie. Dobrą praktyką jest także wcześniejsze uzgadnianie takiej rekomendacji z potencjalnym recenzentem.

Oprócz zapoznania się z treścią pracy i zawartością załączonego nośnika recenzent może spotkać się z autorem w celu wyjaśnienia wątpliwości i uzyskania dodatkowych informacji umożliwiających wystawienie rzetelnej oceny. Spotkanie takie służy także na ogół autorskiej prezentacji praktycznych rezultatów pracy, a jego dodatkowym uczestnikiem może być promotor.

W skład komisji egzaminacyjnej wchodzi przewodniczący, promotor, recenzent i dodatkowa osoba. Promotor i recenzent przedstawiają przewodniczącemu pisemne recenzje pracy i w razie rozbieżności dodatkowo uzasadniają swoje oceny. Egzamin dyplomowy trwa około 30 minut i obejmuje krótką prezentację pracy oraz odpowiedzi na dwa pytania dotyczące przebiegu studiów – po jednym od recenzenta i dodatkowego członka komisji.

Prezentacja trwa ok. 10 minut i powinna w ciekawy sposób przedstawić cel, zakres i najważniejsze rezultaty pracy, z uwzględnieniem jej głównych założeń i uwarunkowań technicznych – np. użytych narzędzi lub metod. Bezpośrednio po zakończeniu prezentacji członkowie komisji mogą zadawać pytania dotyczące pracy. Warto zawczasu zastanowić się nad takimi pytaniami i w razie potrzeby przygotować dodatkowe materiały ułatwiające odpowiedzi (schematy, wykresy, itp.).

Należy pamiętać, że przewidziany czas wystarcza zaledwie na omówienie kilku lub kilkunastu slajdów i szybkie zademonstrowanie wyników praktycznych. Udana prezentacja zapewnia wysoką ocenę za pierwszą część egzaminu oraz dobre samopoczucie dyplomanta w drugiej części, zatem staranne zaplanowanie i przećwiczenie prezentacji jest podwójnie uzasadnione.

Dodatkowe pytania mogą w zasadzie dotyczyć dowolnego zagadnienia związanego ze studiami, ale najczęściej są inspirowane tematyką pracy lub zainteresowaniami zawodowymi członków komisji. Warto zatem wcześniej poznać skład komisji i zrekapitulować wiedzę z poszczególnych obszarów. Zadawane pytania dotyczą na ogół najważniejszych pojęć lub problemów z danej dziedziny albo odniesień pomiędzy różnymi metodami lub technologiami. W razie potrzeby pytający formułuje zwykle pytania naprowadzające lub w inny sposób moderuje przebieg wypowiedzi. Dobra kondycja psychiczna dyplomanta jest w tej fazie egzaminu co najmniej równie ważna, jak wiedza.

Ocena z pracy jest uzgodnioną lub uśrednioną oceną z recenzji, zaś ocena z egzaminu jest średnią z ocen za prezentację i odpowiedzi na pytania. Łączna ocena ze studiów jest wyliczana według wzoru: $0,6 \cdot \text{średnia skumulowana ocen ze studiów} + 0,3 \cdot \text{ocena z pracy dyplomowej} + 0,1 \cdot \text{ocena z egzaminu dyplomowego}$. W przypadku współautorstwa pracy przewodniczący komisji decyduje o sposobie zorganizowania egzaminu, jednak regułą jest indywidualne egzaminowanie każdej osoby.

Co robić, a czego unikać

Po pierwsze nie szkodzić (łac. primum non nocere). Tę medyczną zasadę należy we własnym interesie stosować na wszystkich etapach działań, ponieważ komfort recenzenta podczas lektury pracy i komfort członków komisji podczas egzaminu jest wartością nie do przecenienia.

Tekst pracy powinien być logiczny, przejrzysty, zwarty i interesujący, a minimalne wymagania to poprawność i zrozumiałość determinująca wartość poszczególnych sekcji. Należy też pamiętać, że nadmiar informacji utrudnia percepcję. Jeśli więc jakieś fragmenty tekstu są niefortunnie sformułowane lub nie są potrzebne do zrozumienia dalszych części i nie niosą informacji z innych powodów istotnych dla osiągnięcia celu pracy, to warto zastanowić się nad ich usunięciem.

Wspomniana zasada dotyczy także egzaminu dyplomowego. W pierwszej części egzaminu praktycznie wszystko zależy od dyplomanta, więc chaotyczna prezentacja czy źle przygotowana demonstracja rezultatów to działanie na własną szkodę. W drugiej części egzaminu największym wrogiem jest panika, a najgorszy scenariusz to milczenie. Jeśli pytanie jest niejasne należy poprosić o jego uściślenie lub inne sformułowanie. W ostateczności można parafrazować pytanie poruszając się po znanych obszarach i obserwować reakcję pytającego albo wprost poprosić o odpowiedź. W przypadku odpowiedzi niepełnej lub nawet niepoprawnej można dyskutować nad oceną, natomiast brak odpowiedzi musi być oceniony negatywnie.

Po drugie weryfikować. Choć praktyka pokazuje, że niezależnie od ewentualnych przedłużeń praca dyplomowa jest zwykle składana w pośpiechu, to wobec obowiązujących kryteriów oceny należy zadbać o odpowiednią jakość tekstu.

Typowe usterki pojawiające się w pracach dyplomowych to:

- niewłaściwe użycie źródeł – wykorzystanie rezultatów cudzej pracy (fragmentów tekstu, wyników badań, ilustracji, itp.) bez wskazania źródeł stanowi naruszenie prawa; z kolei wskazywanie źródeł nieaktualnych lub nieadekwatnych, a zwłaszcza ich tendencyjny dobór jest poważnym błędem metodycznym;
- niewłaściwe cytowanie źródeł – np. literalne kopiowanie obszernych fragmentów lub zupełny brak odwołań w tekście do danej pozycji; podstawowa zasada to wykazywanie w bibliografii źródeł powołanych w treści pracy dla uzasadnienia jakiegoś założenia, decyzji, itp., zaś samo odwołanie ma zwykle postać identyfikatora konkretnej pozycji bibliograficznej;
- niewłaściwe dokumentowanie źródeł – opis bibliograficzny powinien być na tyle kompletny i jednoznaczny, aby czytelnik mógł dotrzeć do powołanego materiału źródłowego;
- niepoprawna struktura pracy – brak ciągłości logicznej, luki lub powtórzenia, niejasne założenia, wymagania, kryteria, decyzje, itp.; nieuzasadnione dysproporcje pomiędzy rozmiarami poszczególnych części pracy, np. zdominowanie tekstu przez przegląd dziedziny lub dodatki;
- błędy terminologiczne – błędy w tłumaczeniu nazw, wprowadzanie własnych terminów, brak precyzji lub konsekwencji terminologicznej (np. nieuprawnione lub wymienne używanie określeń *szybkość* i *prędkość*), nadużywanie pojęć bliskoznacznych; zagrożenia tego rodzaju nasilają się w przypadku braku ugruntowanej terminologii w języku polskim;
- niejednorodna narracja – zmiany sposobu prowadzenia narracji (forma, liczba, czas); najbezpieczniejsze wydają się formy bierne lub bezosobowe, ale akceptowalna jest w zasadzie każda konwencja, jeśli tylko jest konsekwentnie przestrzegana;
- błędy językowe różnego typu – np. *pozwała* vs *umożliwia*, *ilość* vs *liczba*, niezgodność form gramatycznych, zdania zbyt długie lub niewłaściwie skonstruowane, itp.;
- literówki – choć nie zmniejszają merytorycznej wartości pracy, to w żadnym wypadku nie służą interesom autora, zaś ich masowe występowanie znamionuje brak elementarnej staranności; absolutne minimum to automatyczna weryfikacja ortografii, ale warto też uważnie przeczytać finalną wersję, a jeszcze lepiej – poprosić inną osobę o jej przeczytanie;
- niestaranna redakcja – nieuzasadnione zmiany kroju i wielkości czcionek, różne formatowanie analogicznych fragmentów tekstu, błędy w numeracji lub odwołaniach do rysunków, tabel, itp. – wszystko to, podobnie jak błędy literowe, może negatywnie wpływać na percepcję lub w inny sposób utrudniać korzystanie z pracy; należy pamiętać o aktualizacji spisu treści i innych wykazów, zadbać o odpowiednie położenie ilustracji i tabel w stosunku do związanych z nimi fragmentów tekstu, unikać rozdzielania końcem strony tytułu i treści sekcji, itp.