

# Comparative analysis of interface sketch design tools in the context of User Experience

## Analiza porównawcza narzędzi do projektowania szkiców interfejsów w kontekście User Experience

Agnieszka Glinka\*, Edyta Kowalczyk\*, Tomasz Szymczyk

*Department of Computer Science, Lublin University of Technology, Nadbystrzycka 36B, 20-618 Lublin, Poland*

### Abstract

The design stage plays a significant role in software development. Making skeleton models helps to understand the specification and requirements of the product. Design tools, as well as any other tools, should focus on User Experience. The aim of the publication is to compare tools for sketching interfaces taking into account User Experience. The main criterion for the evaluation of the tools was a test consisting in measuring the time and distance of a computer mouse during the execution of a given application sketch in 8 selected tools. Then, the respondents assessed the possibilities and experiences resulting from working in a given tool. This was supplemented by the assessment of the technical criteria. Ultimately, the best and the worst tools were selected according to the research subgroups. The level of education has been proven to influence the evaluation of interface sketch design tools.

*Keywords:* sketches of interfaces; design tools; designing; User Experience

### Streszczenie

Etap projektowania odgrywa znaczącą rolę w wytwarzaniu oprogramowania. Wykonanie modeli szkieletowych pomaga zrozumieć specyfikację oraz wymagania produktu. Narzędzia przeznaczone do projektowania, jak również każde inne, powinno skupiać się na doświadczeniach użytkownika, czyli User Experience. Celem publikacji jest porównanie narzędzi do szkicowania interfejsów z uwzględnieniem User Experience. Głównym kryterium oceny narzędzi było badanie polegające na pomiarze czasu oraz przebytej drogi myszy komputerowej podczas wykonania zadanego szkicu aplikacji w 8 wybranych narzędziach. Następnie badani oceniali możliwości oraz doświadczenia wynikające z pracy w danym narzędziu. Uzupełnieniem była ocena kryteriów technicznych. Ostatecznie wyłoniono narzędzia najlepsze oraz najgorsze według podgrup badawczych. Udowodniono, że poziom wykształcenia wpływa na ocenę narzędzi do projektowania szkiców interfejsów.

*Słowa kluczowe:* szkice interfejsów; narzędzia do projektowania; projektowanie; User Experience

\*Corresponding author

*Email address:* [agnieszkasia.glinka@gmail.com](mailto:agnieszkasia.glinka@gmail.com) (A. Glinka), [edytaxkowalczyk@gmail.com](mailto:edytaxkowalczyk@gmail.com) (E. Kowalczyk)

©Published under Creative Common License (CC BY-SA v4.0)

## 1. Wstęp

Projektowanie to znaczący etap wytwarzania oprogramowania. Ułatwia zrozumienie wymagań oraz wizji klientów dzięki czemu możliwe jest uniknięcie wielu nieporozumień i trudności w ukończeniu produktu. Właściwie wykonany plan projektu często zawiera szkic budowanego systemu. Na rynku istnieje wiele narzędzi służących do ich tworzenia, niezależnie czy są to modele szkieletowe, makiety czy prototypy. Jest wiele cech, które warto wziąć pod uwagę podczas wybierania odpowiedniego oprogramowania, jednakże wybór często uzależniony jest od osobistych preferencji lub wymagań, które ma spełniać gotowy produkt.

W niniejszej pracy przedstawiono globalne spojrzenie na narzędzia do tworzenia szkiców interfejsów. Badaniu poddano 8 narzędzi. Po przedstawieniu wyników badań pracę zakończono ogólnym wysunięciem wniosków.

## 2. Cel i zakres pracy

Celem pracy jest wykonanie analizy porównawczej obecnie istniejących narzędzi do projektowania szkiców

interfejsów w kontekście User Experience. Na podstawie wyników badań na grupie badawczej oraz specyfikacji technicznej zostaną wyłonione narzędzia o najlepszych parametrach zależnie od funkcjonalności oraz ocen użytkowników.

Zakres pracy obejmuje dobór badanych narzędzi, analizę narzędzi, określenie metody badań, wyłonienie grupy badawczej, ocenę narzędzi oraz sformułowanie wniosków.

## 3. Projektowanie w wytwarzaniu oprogramowania

Cykl życia oprogramowania zwykle dzieli się na pięć do ośmiu etapów. Mogą być one łączone, dzielone lub pomijane, w zależności od zakresu projektu. Najpopularniejszymi fazami podczas wytwarzania oprogramowania są: analiza wymagań oraz wykonalności, projektowanie, rozwój oprogramowania i implementacja, testowanie i integracja, wdrożenie i pielęgnacja.

Podczas etapu planowania i projektowania interfejsów często wykonuje się ich szkice. Należy pamiętać, że projektowanie to nie sam wygląd, ale również sposób komunikacji z systemem [1, 2]. Projektowanie syste-

mów z uwzględnieniem User Experience związane jest z poziomem satysfakcji oraz zadowolenia użytkowników korzystających z programu.

### 3.1. Makietowanie

Makietowanie jest częścią procesu projektowania. Polega na utworzeniu w dowolnej formie szkicu wykonywanego oprogramowania.

Rozróżniamy trzy podstawowe terminy produktów projektowych. Modele szkieletowe ukazują główne grupy treści, strukturę i hierarchię informacji oraz opis interakcji poszczególnych elementów. Reprezentują początkową koncepcję produktu. Mogą być rysowane ręcznie jak i cyfrowo. Makiety od modeli szkieletowych odróżnia fakt, że muszą być one tworzone cyfrowo. Reprezentują końcowy wygląd produktu na rzeczywistym urządzeniu z uwzględnieniem kolorów, typografii czy ikonografii. Są statyczną reprezentacją produktu. Prototypy natomiast charakteryzują się największą szczegółowością, w dużym stopniu odzwierciedlają produkt, który ma zostać zaimplementowany. Skupiają się na wyglądzie oraz na demonstracji funkcjonalności. Zawierają wgląd w interakcję z produktem czyli gotową symulację pracy użytkownika z interfejsem [3].

### 3.2. Doświadczenia użytkownika

Doświadczenia użytkownika (UX - User Experience) to całokształt odczuć użytkownika związanych z korzystaniem z aplikacji. Pojęcie kojarzone jest z użytecznością połączoną z projektowaniem zorientowanym na użytkowników. Według normy ISO 9241-210 użyteczność opisana jest za pomocą wydajności, efektywności oraz satysfakcji. UX uznaje się za część procesu projektowania, w którym najważniejszym czynnikiem jest badanie wrażeń oraz odczuć użytkowników [4]. Ważnym aspektem jest przestrzeganie ogólnie ustalonych zasad oraz procedur, które ułatwiają korzystanie z produktu. Podczas projektowania brane są pod uwagę m.in. takie aspekty jak: estetyka, intuicyjność, łatwość obsługi czy użyteczność. Tworzony produkt powinien spełniać konkretne wymagania, które umożliwią użytkownikowi w przejrzysty i prosty sposób wykonać dane operacje, dotyczące funkcjonalności systemu bądź aplikacji [5, 6].

### 3.3. Przegląd dostępnej literatury

Analizując dostępną literaturę o danej tematyce, można znaleźć artykuł pod tytułem „User interface prototyping. Techniques, methods and tools” autorstwa Pawła Weichbrotha i Marcina Sikorskiego. Głównym celem autorów było dokonanie przeglądu, analizy oraz oceny technik, metod i narzędzi do prototypowania interfejsów. Ukazano podejście do prototypowania za pomocą utworzenia interaktywnego modelu prototypu systemu, który został przetestowany i oceniony przez użytkowników. Zwrócono uwagę na główne cechy, które musi spełniać każde oprogramowanie w celu uzyskania pozytywnych doświadczeń użytkownika. Ponadto ukazano podejście, które pokazuje tworzenie prototypów interfejsów przy wykorzystaniu specyfikacji wymagań użytkownika [7].

Artykuł „User experience prototyping - a literature review” autorstwa Tuomasa Nissinen’a skupia się na przeglądzie literatury. Głównym celem postawionym przez autora było określenie korzyści tworzenia prototypów interfejsów oraz przedstawienie w jakich fazach projektowania najpotrzebniejsze jest tworzenie prototypów aplikacji. Skupiono się również na rodzajach prototypowania oraz narzędziach do tego przeznaczonych. Zagłębiono się w rozumienie potrzeb użytkownika oraz opisano makiety wysokiej i niskiej wierności. Według autora przegląd literatury mógłby zostać rozszerzony o zaprojektowanie całego doświadczenia użytkownika i dodania na przykład studium przypadku, gdzie będą badane emocjonalne aspekty prototypowania [8].

Temat prototypowania w projektowaniu oprogramowania poruszyli również Sánchez-Villarín Alejandro, Alejandro Santos-Montaño oraz José Gonzalez Enriquez - autorzy artykułu „Automatic Reuse of Prototypes in Software Engineering: A Survey of Available Tools”. Autorzy zauważyli, że występuje problem w prototypowaniu poprzez szybkie go wykonywanie i bez kontaktów z użytkownikami. W artykule przeanalizowano narzędzia do projektowania interfejsów, które mają pomagać projektantom w rozpoczęciu i przyspieszeniu pracy nad wytwarzaniem oprogramowania. Na podstawie wyników stwierdzono, że istnieje luka w inżynierii oprogramowania w aspekcie prototypowania [9].

Wartym uwagi artykułem jest „Analiza porównawcza narzędzi do budowy prototypów interfejsów” autorstwa Stanisława Lipskiego i Marka Miłosza. Głównym celem jest porównanie narzędzi służących do tworzenia prototypów interfejsów. Metodą badań użytą w pracy jest analiza wielokryterialna. Badanie polegało na utworzeniu przez grupę badawczą modelu systemu zgodnego ze zdefiniowaną dokumentacją, a następnie wypełnieniu ankiet odnośnie danego narzędzia. Przeprowadzono analizę wyników, wraz z normalizacją danych z ankiet. Każdemu programowi została przypisana ocena, w oparciu o obserwację autorów, jak i dane uzyskane z ankiet. W pracy stwierdzono, że każde z narzędzi wyróżnia się innymi cechami, oraz posiada różną efektywność, a wybór odpowiedniego narzędzia, zależy od rodzaju i wymagań tworzonego projektu [10].

Kolejnym istotnym artykułem jest „Analiza porównawcza systemów wspomagających prototypowanie interfejsów” Artura Łasochy oraz Marka Miłosza. W pracy użyto analizy wielokryterialnej, wzięto pod uwagę kryteria merytoryczne oraz formalne. Celem pracy było zbadanie narzędzi do projektowania pod względem przydatności, zależnie od potrzeb konkretnego projektu. Każdy z programów otrzymał odpowiednią liczbę punktów zależnie od stopnia spełnienia ustalonych kryterium. Na podstawie wyników stwierdzono, że odpowiedni wybór narzędzia, zależy od rodzaju oraz potrzeb danego projektu, a każdy z badanych programów posiada cechy wyróżniające spośród reszty, dzięki czemu możliwe jest wybranie odpowiedniego programu, które sprosta oczekiwaniom projektanta [11].

Temat wyboru narzędzi do projektowania interfejsów został również poruszony w artykule „Narzędzia

wspomagające projektowanie interfejsu użytkownika aplikacji webowych - analiza porównawcza” autorstwa Pawła Serafina oraz Marka Miłosza. Analizie zostały poddane narzędzia Adobe XD oraz Figma, oceniane za pomocą wielowymiarowej analizy porównawczej. W badaniu została użyta Skala Użyteczności Systemu. Wyniki zostały poddane analizie, która umożliwiła porównanie wybranych narzędzi pod względem wydajności, jednak według autorów wybranie odpowiedniego narzędzia, zależy jest od wymagań projektu [12].

Dokonując analizy artykułów warto wspomnieć o artykule Michał Cioczek, Tomasz Czarnota, Tomasz Szymczyk „Analiza współczesnych interfejsów człowiek-komputer”. Badacze skupiają się na porównaniu interfejsów takich jak mysz komputerowa, touchpad, trackpoint, joystick, bezprzewodowy kontroler Xbox, pilot Magic, ekran dotykowy, kontroler Leap Motion czy cyfrowe rękawice. W celu analizy porównawczej stworzono specjalne środowisko badawcze z funkcjami, które miał wykonać użytkownik. Wynikiem jaki uzyskano był między innymi czas wykonania zadania i długość ścieżki jaką przebywa kursor sterowany badanymi interfejsami. Kryterium długości ścieżki przebytej przez kursor został wprowadzony do niniejszego badania. Jest ona mierzalnym potwierdzeniem ergonomii, łatwości pracy oraz intuicyjności danego programu [13].

#### 4. Narzędzia do projektowania szkiców interfejsów

##### 4.1. Dobór oprogramowania

Narzędzia wzięte pod uwagę w niniejszej analizie porównawczej zostały wybrane po ustaleniu kilku cech niezbędnych do wykorzystania ich podczas badania.

Głównym czynnikiem wyboru była cena narzędzia. Wybrano narzędzia wyłącznie darmowe lub posiadające darmowy okres próbny. Kolejną cechą była dostępność na system operacyjny Windows lub narzędzia działające za pomocą przeglądarki internetowej. Istotną podczas badania była również możliwość tworzenia prototypów zarówno na aplikacje mobilne jak i webowe.

Po określeniu niezbędnych wymagań dokonano przeglądu artykułów odnoszących się do obecnej popularności i jakości narzędzi do projektowania szkiców interfejsów. Wszystkie wymienione aspekty przyczyniły się do wyboru ośmiu najbardziej polecanych narzędzi, które poddano badaniu.

##### 4.2. Charakterystyka wybranych narzędzi

Badaniu poddano narzędzia do tworzenia prototypów takie jak Adobe XD, Axure RP, Wireframe.cc, Pencil Project, Justinmind, Mockplus, UXPin oraz ProtoPie. Pozwalają one na tworzenie i udostępnianie makiet stron internetowych oraz aplikacji mobilnych. Ponadto:

- **Adobe XD** jest narzędziem bezpłatnym, może pracować na komputerach Mac oraz z systemem Windows. W przypadku funkcji mobilnych jest przystosowane dla systemu operacyjnego Android oraz iOS.
- **Pencil Project** to otwarte i bezpłatne oprogramowanie. Udostępnia wbudowane kolekcje kształtów, które można umieszczać za pomocą przeciągania.

- **Axure RP** jest dostępne jest dla systemów operacyjnych Windows i Mac. Narzędzie jest płatne, udostępniające darmowy okres próbny.
- **Wireframe.cc** to darmowa, minimalistyczna aplikacja internetowa oparta na chmurze.
- **Justinmind** to narzędzie dostępne dla użytkowników Windows oraz MacOS. Narzędzie udostępnia darmową wersję próbną.
- **Mockplus** jest narzędziem, z którego można korzystać poprzez instalację na komputerze jak i przeglądarkowo. Dostępne jest na system operacyjny Windows oraz MacOS. Posiada plan darmowy.
- **ProtoPie** jest dostępne na komputery z systemem Mac oraz Windows. Narzędzie jest zaawansowane technologicznie. Jest narzędziem płatnym, oferującym darmowy okres próbny.
- **UXPin** to aplikacja internetowa, która oferuje darmową wersję próbną, a także bezpłatną wersję studencką.

## 5. Badania

### 5.1. Problem badawczy

Badanie może pomóc wybrać oprogramowanie przyjazne dla użytkowników oraz z największą liczbą możliwości. Doświadczenia użytkownika podczas korzystania z oprogramowania mogą być równie ważne jak jego możliwości funkcjonalne. Korzystanie z oprogramowania łatwego do opanowania dla ludzi z różnych środowisk wpływa na szybkość tworzonego modelu projektu.

Postawiona teza badawcza brzmi: Wykształcenie znacznie wpływa na ocenę narzędzi do projektowania szkiców interfejsów.

### 5.2. Metoda badań

Głównym celem badania było wyłonienie najlepszego narzędzia spośród wybranych do tworzenia szkiców interfejsów w kontekście User Experience.

Badana była praca na danym narzędziu, doświadczenia wynikające z korzystania z nich, oraz kryteria techniczne. Na potrzeby badania zaprojektowano model szkieletowy aplikacji mobilnej (Rysunek 1).



Rysunek 1: Szablon zadany szkicu interfejsu dla aplikacji mobilnej

Szkic następnie miał być odwzorowany przez grupę badawczą w każdym z narzędzi. Podczas tego etapu mierzony był czas wykonania szkiców w sekundach oraz droga kursora wyrażona w pikselach. Z uzyskanych wyników wyciągane były średnie arytmetyczne dla każdego z narzędzi, a następnie przydzielano odpowiednią liczbę punktów zgodnie z punktacją z Tabeli 1, uwzględniając podział na podgrupy badawcze.

Tabela 1: Punktacja dla czasów utworzenia szkiców i drogi kursora

Kryterium i waga	Podgrupa badawcza	Wskaźnik czasu realizacji	Liczba punktów
Średni czas wykonania modelu szkieletoowego w minutach (60%)	Doświadczona	< 20 min	1
		20-22 min	0,5
		> 22min	0
	Niedoświadczona	< 23min 30s	1
		23min 30s -25min 30s	0,5
		> 25 min 30s	0
	Pokolenie X	< 29 min 30s	1
		29min 30s -31min 30s	0,5
		> 31 min 30 s	0
Średnia droga kursora w pikselach (40%)	Doświadczona	< 300000 px	1
		300000 px -335000 px	0,5
		> 335000 px	0
	Niedoświadczona	< 365000 px	1
		365000 px -410000 px	0,5
		> 410000 px	0
	Pokolenie X	< 295000 px	1
		295000 px -325000 px	0,5
		> 325000 px)	0

Po wykonaniu modeli, osoby badane otrzymały ankietę, w której oceniały pracę i odczucia towarzyszące podczas badania w każdym narzędziu. Analogicznie, z uzyskanych wyników wyciągane były średnie dla każdego z narzędzi, przydzielając odpowiednią liczbę punktów zgodnie z punktacją. Dla pytań z możliwością oceny w skali od 1 do 5 maksymalna liczba punktów (1) przydzielana była za średnią ocen powyżej 4,0. 0,5 punktu przydzielano za średnią pomiędzy 3,0 – 4,0, natomiast 0 pkt otrzymywało narzędzie, jeśli średnia ocen wynosiła poniżej 3,0. Dla pytań wielokrotnego wyboru punktacja została przedstawiona w Tabeli 2.

Tabela 2: Punktacja dla pytań ankietowych wielokrotnego wyboru

Kryterium	Podgrupa badawcza	Wskaźnik liczby wskazań	Liczba punktów
Które z narzędzi wywołało u Ciebie pozytywne odczucia?	doświadczona, niedoświadczona	4-6 wskazań	1
		2-3 wskazania	0,5
		0-1 wskazań	0
	generacja X	4 wskazania	1
		2-3 wskazania	0,5
		0-1 wskazań	0
Które z narzędzi byś wybrał do stworzenia szkiców aplikacji?	doświadczona, niedoświadczona	4-6 wskazań	1
		2-3 wskazania	0,5
		0-1 wskazań	0
	generacja X	4 wskazania	1
		2-3 wskazania	0,5
		0-1 wskazań	0
Które z narzędzi wywołało u Ciebie negatywne odczucia?	doświadczona, niedoświadczona	0-1 wskazań	1
		2-3 wskazania	0,5
		4-6 wskazań	0
	generacja X	0 wskazań	1
		1-2 wskazania	0,5
		3-4 wskazania	0

Które z narzędzi sprawiło Ci największą trudności i nie wybrałabyś go do tworzenia szkiców aplikacji?	doświadczona, niedoświadczona	0-1 wskazań	1
		2-3 wskazania	0,5
		4-6 wskazań	0
	generacja X	0 wskazań	1
		1-2 wskazania	0,5
		3-4 wskazania	0

Uzupełnieniem była ocena kryteriów technicznych bez udziału grupy badawczej. Każde narzędzie za określone kryteria otrzymywało właściwą liczbę punktów. Ustalona punktacja została przedstawiona w Tabeli 3.

Tabela 3: Punktacja dla kryteriów technicznych narzędzi

Kryterium	Wskaźnik	Liczba punktów
Dostępność na różne systemy operacyjne	Wszystkie	1
	Windows	0,5
	Mac OS	0,5
Możliwość projektowania na różne platformy	Wszystkie	1
	Aplikacje mobilne	0,5
	Aplikacje webowe	0,5
Rodzaje eksportu projektów	Wszystkie	1
	PNG, JPG, PDF	0,4
	HTML	0,3
	SVG	0,3
Współpraca pomiędzy zespołem projektowym	Tak	1
	Nie	0
Cena narzędzia (miesięczna subskrypcja)	Niska	1
	Średnia	0,5
	Wysoka	0
Dostęp do dokumentacji	Tak	1
	Nie	0
Wsparcie techniczne oraz społeczność	Wszystkie	1
	Wsparcie techniczne	0,5
	Społeczność	0,5
	Brak	0
Możliwość korzystania z rozszerzeń	Możliwość zainstalowania	1
	Brak	0
Ilość potrzebnego miejsca na dysku twardym	Do 1GB	1
	> 1GB	0

Na ogólną ocenę narzędzia składały się trzy wymienione wcześniej aspekty. Największą wagę wynoszącą 50% miał czas wykonania szkicu wraz z drogą myszy, gdyż było to głównym czynnikiem wskazującym na ergonomię narzędzia. Pytania ankietowe dostały wagę 30%, ponieważ były drugim ważnym kryterium oceny narzędzi. Techniczne kryteria oprogramowania dostały najniższą wagę, która wynosiła 20%, gdyż były uzupełnieniem porównania narzędzi.

W badaniu wprowadzono funkcję kary. Funkcja kary wyrażona jest poprzez dodanie czasu potrzebnego na wykonanie elementu oraz średniej drogi myszki niezbędnej do narysowania pominiętego elementu do całkowitego wyniku wykonania makietki przez daną osobę. Do ostatecznej oceny narzędzi brane były wyniki wraz z uwzględnioną funkcją kary. Kary zostały określone poprzez wykonanie przez ekspertów zadanego szkicu w każdym z programów mierząc czasy wykonania i drogę kursora dla każdego elementu szkicu. Otrzymałe wyniki zostały uśrednione i na tej podstawie mogły posłużyć do dodawania kar poszczególnych szkiców wykonywanych przez grupę badawczą. Jako, że ergonomia każdego z narzędzi jest inna, zrobiono to dla każdego programu osobno. Nie zrobienie minimum sześciu elementów przez osoby badane było niedopuszczalne. Kary zostały przedstawione w Tabeli 4.

Tabela 4: Kary czasowe oraz kary drogi kursora dla badanych programów

Element	Części składowe	Adobe XD	Axure RP	Justinmind	Mockplus	Pencil Project	ProtoPie	UxPin	Wireframe.cc
<b>Kara czasowa</b> [s]									
Napis „BUDŻET”	Całkowity brak	20	20	20	20	15	20	15	10
Ikona hamburger menu	Całkowity brak	40	20	40	20	25	25	20	15
Lista rozwijana	Całkowity brak	35	30	40	25	25	80	45	40
Napis „Stan konta: 12345 zł”	Całkowity brak	20	30	15	20	15	20	20	20
Diagram kołowy podzielony na 6 części oznaczony kolorami i podpisami	Całkowity brak	280	240	360	280	130	250	270	340
	Wstawiony zamiennik	260	220	340	260	120	230	240	320
	Brak kolorów	190	110	270	150	40	120	165	310
	Brak podpisów	35	20	35	20	15	20	35	30
	Brak linii	15	15	15	15	10	15	40	20
Napis „Wydatki: ” z pogrubionym i pokolorowanym „12345 zł”	Całkowity brak	20	30	20	25	40	30	25	30
	Brak wyróżnienia kwoty	10	10	10	10	15	10	10	15
Napis „Przychody: ” z pogrubionym i pokolorowanym „12345 zł”	Całkowity brak	20	30	20	25	40	30	25	30
	Brak wyróżnienia kwoty	10	10	10	10	15	10	10	15
6 kafelek, każdy z napisem „Kategoria 1234 zł”, tego samego rozmiaru, różnego koloru	Całkowity brak	60	120	70	110	90	100	90	100
	Brak kolorów	10	30	30	20	20	20	35	25
	Brak podpisów	20	30	20	30	30	30	30	30
Dolny pasek nawigacyjny	Całkowity brak	10	20	15	20	20	20	15	15
Ikona na pasku nawigacyjnym - dom (rysowana lub gotowa)	Całkowity brak	20	20	15	20	120	125	15	20
	Wstawiony zamiennik	15	10	5	10	100	105	5	5
Ikona na pasku nawigacyjnym - wykres (rysowana lub gotowa)	Całkowity brak	20	20	50	20	110	110	15	75
	Wstawiony zamiennik	15	10	30	10	90	90	5	55
Ikona na pasku nawigacyjnym - portfel (rysowana lub gotowa)	Całkowity brak	30	80	50	20	100	90	15	20
	Wstawiony zamiennik	20	60	30	10	80	70	5	5
<b>Kara drogi kursora</b> [px]									
Napis „BUDŻET”	Całkowity brak	4300	4160	5950	4100	3700	5000	3000	1500
Ikona hamburger menu	Całkowity brak	7550	4200	10000	2500	4000	2800	9000	1600
Lista rozwijana	Całkowity brak	6650	5550	12700	5500	4100	16500	15000	4900
Napis „Stan konta: 12345 zł”	Całkowity brak	3950	5100	2150	4500	2400	5000	2600	2200
Diagram kołowy podzielony na 6 części oznaczony kolorami i podpisami	Całkowity brak	61200	53300	77660	79500	27000	73500	60600	54600
	Wstawiony zamiennik	54000	49900	69600	74900	26000	69000	55500	54000
	Brak kolorów	40750	38000	54900	50000	9000	45000	36100	49500
	Brak podpisów	7800	3000	9200	2000	3400	4000	7100	5100
	Brak linii	1500	2000	3000	3000	2000	3000	12300	2000
Napis „Wydatki: ” z pogrubionym i pokolorowanym „12345 zł”	Całkowity brak	2500	5500	3050	5500	10000	4500	4000	3800
	Brak wyróżnienia kwoty	1200	1800	2700	3000	4500	2000	2000	2500
Napis „Przychody: ” z pogrubionym i pokolorowanym „12345 zł”	Całkowity brak	2500	5500	3050	5500	10000	4500	4000	3800
	Brak wyróżnienia kwoty	1200	1800	2700	3000	4500	2000	2000	2500
6 kafelek, każdy z napisem „Kategoria 1234 zł”, tego samego rozmiaru, różnego koloru	Całkowity brak	19950	25900	23500	30000	25000	24000	22000	15500
	Brak kolorów	3850	8000	18300	8000	8000	4800	12300	2600
	Brak podpisów	3000	6500	3300	5000	5000	8000	5100	3600
Dolny pasek nawigacyjny	Całkowity brak	3750	4500	5000	5000	6800	5000	2800	2000
Ikona na pasku nawigacyjnym - dom (rysowana lub gotowa)	Całkowity brak	6300	4000	5900	3500	22500	22300	5900	2500
	Wstawiony zamiennik	2000	2000	3900	1000	18500	18300	3900	500
Ikona na pasku nawigacyjnym - wykres (rysowana lub gotowa)	Całkowity brak	3000	4000	7900	3500	23500	22600	5900	6000
	Wstawiony zamiennik	2000	2000	5900	1000	19500	18600	3900	4000
Ikona na pasku nawigacyjnym - portfel (rysowana lub gotowa)	Całkowity brak	3900	11500	13900	3500	17800	17500	5900	2500
	Wstawiony zamiennik	2400	9000	11900	1000	13800	13500	3900	500

### 5.3. Grupa badawcza

Grupa badawcza składała się z 16 osób i została podzielona na trzy podgrupy. Pierwszą sześciuosobową podgrupą byli studenci ostatniego roku studiów magisterskich na kierunku informatyka. Średni wiek tej podgrupy wynosi 24 lata o odchyleniu standardowym 0,69. Drugą sześciuosobową podgrupą, były osoby innych kierunków niż informatyczne, gdzie średnia wieku to 24 lata, a odchylenie standardowe wynosiło 2,81. Ostatnią

podgrupą były osoby z pokolenia X o średniej wieku 52 lat i odchyleniu standardowym 2,86.

Zdecydowano się na dołączenie do badania osób z generacji X, aby sprawdzić czy osoby starsze również poradzą sobie z badaniem i jak ich oceny będą różniły się od osób młodszych.

### 5.4. Przebieg badania na grupie badawczej

Pierwszym etapem badania była wstępna ankieta, dzięki której możliwe było poznanie odpowiedzi na pytanie

o znajomość wybranych narzędzi. Aż 11 osób badanych nie znało żadnego z narzędzi. Najbardziej znanym programem okazało się Adobe XD, które otrzymało cztery głosy, po dwa głosy otrzymały narzędzia Wireframe.cc, Axure RP oraz Justinmind, natomiast po jednym głosie otrzymały Pencil Project oraz Mockplus.

Następnie każda z osób miała za zadanie wykonać makietę aplikacji mobilnej na podstawie wcześniej ustalonego szablonu w każdym z programów. Kolejność badanych narzędzi była losowa w przypadku każdej osoby, aby otrzymane wyniki były rzetelne. Podczas tego etapu mierzony był czas utworzenia szkicu oraz długość drogi kursora podana w pikselach. Po wykonaniu zadania grupa badawcza otrzymała drugą ankietę do oceny programów pod względem odczuć oraz doświadczeń związanych z pracą w danym narzędziu. Kryteria

jakie zostały wzięte pod uwagę to: przejrzystość, dostępne pomoce w narzędziu, możliwość utworzenia każdego elementu zadanego szkicu, możliwość tworzenia i edycji wielu elementów jednocześnie czy szybkość opanowania obsługi narzędzia. Nie zabrakło również pytań o kryteria związane z User Experience.

## 6. Wyniki badań

### 6.1. Czasy wykonania szkicu i drogi kursora

W wynikach badań uwzględniono wyniki zarówno zmierzone bezpośrednio po wykonaniu szkiców oraz wyniki z uwzględnieniem funkcji kary. Wyniki średnich czasów utworzenia szkiców oraz drogi kursora w wybranych narzędziach zostały przedstawione w Tabeli 5.

Tabela 5: Wyniki średnich oraz odchyłeń standardowych dla czasów utworzenia szkiców oraz drogi kursora w wybranych narzędziach

Nazwa narzędzia	Podgrupa doświadczona				Podgrupa niedoświadczona				Podgrupa pokolenie X			
	Średni czas utworzenia szkiców [mm:ss:ms]	Odchylenie standardowe czasów makietowania [mm:ss:ms]	Średnia droga kursora [px]	Odchylenie standardowe drogi kursora [px]	Średni czas utworzenia szkiców [mm:ss:ms]	Odchylenie standardowe czasów makietowania [mm:ss:ms]	Średnia droga kursora [px]	Odchylenie standardowe drogi kursora [px]	Średni czas utworzenia szkiców [mm:ss:ms]	Odchylenie standardowe czasów makietowania [mm:ss:ms]	Średnia droga kursora [px]	Odchylenie standardowe drogi kursora [px]
<b>Wyniki bez uwzględnienia funkcji kary</b>												
Adobe XD	17:14:40	5:17:34	301155	118747	19:07:40	6:05:04	353293	151067	31:29:15	4:52:59	323573	54874
Pencil Project	20:30:10	1:40:36	318436	36497	26:26:00	7:03:45	460827	159281	28:30:30	10:18:19	378079	177742
Axure RP	16:31:10	3:37:30	286336	73531	19:13:20	2:40:24	317898	32914	25:42:30	5:52:38	290747	150195
Wireframe.cc	16:44:40	6:03:44	192110	130442	16:07:30	5:20:31	166666	54510	23:39:15	5:19:50	105635	11912
Justinmind	15:38:40	1:33:54	229327	27154	19:16:50	6:56:13	281973	134099	26:42:30	2:32:29	223989	50649
Mockplus	16:06:20	3:38:07	258142	93832	21:02:40	3:51:41	397795	61813	22:45:15	3:30:04	268069	112564
ProtoPie	19:04:00	7:51:28	294518	131992	21:57:10	3:05:36	374051	87509	29:00:00	8:38:12	249397	84623
UXPin	14:53:10	3:39:09	244994	66784	21:12:40	6:57:55	321055	121103	24:19:15	4:23:29	204295	61114
<b>Wyniki z uwzględnieniem funkcji kary</b>												
Adobe XD	20:14:40	5:04:21	337555	122168	22:16:50	5:14:52	394151	138904	35:19:15	5:03:32	370961	59069
Pencil Project	23:35:10	3:14:06	357436	58358	29:11:50	6:23:15	494210	148071	31:00:30	11:40:05	410029	200342
Axure RP	19:02:50	3:37:54	330319	75499	22:14:10	2:57:06	364998	37209	28:17:30	5:33:49	334472	147563
Wireframe.cc	23:02:10	5:54:10	248327	128619	22:14:10	5:15:12	220950	56308	30:16:45	4:13:50	164585	7908
Justinmind	21:21:10	1:18:42	302793	32017	24:53:30	7:18:21	353156	136442	32:20:00	2:10:40	296164	41666
Mockplus	18:31:20	2:38:15	302309	80171	23:41:00	3:54:57	449129	62186	25:57:45	2:27:57	328194	97640
ProtoPie	24:18:20	6:09:16	377685	123596	26:52:10	4:44:05	452751	103683	32:52:30	8:03:40	316872	80527
UXPin	17:47:20	2:36:51	286627	54692	23:53:30	7:44:15	364921	118570	27:56:45	3:58:14	257520	54332

Średni czas wykonania szkicu bez uwzględnienia kar w podgrupie doświadczonej najlepiej wypadł dla narzędzia UXPin. Pencil Project uzyskało najgorsze wyniki zarówno dla podgrupy doświadczonej jak i niedoświadczonej. Najlepszy średni czas wykonania szkicu przez podgrupę niedoświadczoną otrzymano dla programu Wireframe.cc. Podgrupa pokolenia X uzyskała najlepszy średni czas wykonania szkicu w programie Mockplus, natomiast najgorszy dla narzędzia Adobe XD.

Największe wartości średnie drogi kursora w wybranych narzędziach bez uwzględnienia funkcji kary uzyskała podgrupa niedoświadczona. Najdłuższą średnią drogę kursora wyrażoną w pikselach dla wszystkich podgrup uzyskało narzędzie Pencil Project, natomiast najkrótszą średnią drogę uzyskało narzędzie Wireframe.cc, również dla całej grupy badawczej.

W przypadku wyników z uwzględnieniem funkcji kary dla podgrupy doświadczonej najgorszy czas uzyskało narzędzie ProtoPie, pozostałe najlepiej oraz najgorzej wypadające narzędzia pozostały bez zmian dla każdej podgrupy.

Największą średnią drogę kursora podczas wykonania szkiców z uwzględnieniem funkcji kary dla podgrupy doświadczonej uzyskało narzędzie ProtoPie, pozostałe największe oraz najmniejsze średnie pozostały bez zmian dla każdej podgrupy.

Na podstawie uzyskanych średnich wyników czasów oraz dróg myszy z uwzględnieniem funkcji kary, zostały przydzielone punkty zgodnie z punktacją ustaloną w Tabeli 1. W Tabeli 6 zestawiono punktacje czasów wykonania szkicu oraz drogi myszki dla każdego narzędzia z uwzględnieniem podziału na podgrupy, jak również łączny wynik. Największą liczbę punktów za średni

czas wykonania szkicu uzyskało narzędzie Axure RP, natomiast za najlepszą średnią drogę myszy najwięcej punktów uzyskało narzędzie Wireframe.cc.

Tabela 6: Przyznane punkty dla czasów utworzenia szkiców oraz drogi kursora z uwzględnieniem funkcji kar

Nazwa narzędzia	Podgrupa doświadczona	Podgrupa niedoświadczona	Podgrupa pokolenie X	Łącznie
<b>Punkty dla czasów utworzenia szkiców</b>				
Adobe XD	0,5	1	0	1,5
Pencil Project	0	0	0,5	0,5
Axure RP	1	1	1	3,0
Wireframe.cc	0	1	0,5	1,5
Justinmind	0,5	0,5	0	1,0
Mockplus	1	0,5	1	2,5
ProtoPie	0	0	0	0,0
UXPin	1	0,5	1	2,5
<b>Punkty dla drogi kursora</b>				
Adobe XD	0	0,5	0	0,5
Pencil Project	0	0	0	0,0
Axure RP	0,5	0,5	0	1,0
Wireframe.cc	1	1	1	3,0
Justinmind	0,5	1	0,5	2,0
Mockplus	0,5	0	0,5	1,0
ProtoPie	0	0	0,5	0,5
UXPin	1	0,5	1	2,5

## 6.2. Ankieta doświadczeń użytkownika

W Tabeli 7 zestawiono łączną punktację za pytania z ankiety, którą badani otrzymali po wykonaniu szkiców, dla każdego narzędzia z uwzględnieniem podziału na podgrupy, jak również łączny wynik.

Tabela 7: Łączna liczba punktów z ankiety.

Nazwa narzędzia	Podgrupa doświadczona	Podgrupa niedoświadczona	Podgrupa pokolenie X	Łącznie
Adobe XD	10,0	9,0	7,5	26,5
Pencil Project	1,5	0,5	1,0	3,0
Axure RP	14,0	12,0	9,0	35,0
Wireframe.cc	6,5	0,0	1,5	8,0
Justinmind	14,0	12,0	13,5	39,5
Mockplus	11,0	12,5	14,5	38,0
ProtoPie	4,5	1,0	4,0	9,5
UXPin	14,0	14,0	13,0	41,0

Punkty były przyznawane na podstawie średnich ocen odpowiedzi na pytania, gdzie przedział ocen wy-

Tabela 9: Liczba punktów z każdego etapu dla wszystkich podgrup po uwzględnieniu wag kryteriów

Nazwa narzędzia	Podgrupa doświadczona				Podgrupa niedoświadczona				Podgrupa pokolenie X			
	Czasy wykonania szkiców i droga kursora	Ankiety	Kryteria techniczne	Łącznie	Czasy wykonania szkiców i droga kursora	Ankiety	Kryteria techniczne	Łącznie	Czasy wykonania szkiców i droga kursora	Ankiety	Kryteria techniczne	Łącznie
Adobe XD	0,30	0,48	0,80	0,45	0,80	0,43	0,80	0,69	0,00	0,36	0,80	0,27
Pencil Project	0,00	0,07	0,78	0,18	0,00	0,02	0,78	0,16	0,30	0,05	0,78	0,32
Axure RP	0,80	0,67	0,74	0,75	0,80	0,57	0,74	0,72	0,60	0,43	0,74	0,58
Wireframe.cc	0,40	0,31	0,77	0,45	1,00	0,00	0,77	0,65	0,70	0,07	0,77	0,52
Justinmind	0,50	0,67	0,78	0,61	0,70	0,57	0,78	0,68	0,20	0,64	0,78	0,45
Mockplus	0,80	0,52	0,94	0,75	0,30	0,60	0,94	0,52	0,80	0,69	0,94	0,80
ProtoPie	0,00	0,21	0,92	0,25	0,00	0,05	0,92	0,20	0,20	0,19	0,92	0,34
UXPin	1,00	0,67	0,86	0,87	0,50	0,67	0,86	0,62	1,00	0,62	0,86	0,86

nosił 1-5. W przypadku średniej znajdującej się w przedziale 3-4 było przyznawane 0,5 pkt, dla niższej średniej nie przydzielano punktów, natomiast dla średniej powyżej 4 przyznawano 1 punkt. Pytania z ankiety odnosiły się do oceny przejrzystości, łatwości obsługi, ilości dostępnych podpowiedzi i pomocy, liczby dostępnych komponentów, możliwości utworzenia wszystkich elementów szkicu oraz edycji wielu elementów jednocześnie, a także oceny cech oprogramowania pod kątem UX takich jak: przyjazność, użyteczność, zapotrzebowanie, pożądanie, dostępność, intuicyjność. W ankiecie uwzględniono również cztery pytania odnoszące się do tego które z narzędzi badana osoba wybrałaby do własnego użytku oraz którego nie wybrałaby. Pytania te były punktowane na podstawie Tabeli 2. Największą łączną liczbę punktów za oceny z ankiet uwzględniając całą grupę badawczą uzyskało narzędzie UXPin z wynikiem 41 punktów.

## 6.3. Ocena kryteriów technicznych

W Tabeli 8 przedstawiono punktację dla każdego narzędzia za kryteria techniczne (szczegółowe kryteria punktacji przedstawiono w Tabeli 3). Najwięcej punktów zdobyło narzędzie Mockplus z wynikiem 8,5 punktu.

Tabela 8: Punkty przyznane za kryteria techniczne

Kryterium	Adobe XD	Pencil Project	Axure RP	Wireframe.cc	Justinmind	Mockplus	ProtoPie	UXPin
Dostępność na systemy operacyjne	1	1	1	1	1	1	1	1
Projektowanie na różne platformy	1	1	1	1	1	1	1	1
Rodzaje eksportu projektów	0,7	1	0,7	0,4	1	1	0,3	0,7
Współpraca między ludźmi w projekcie	1	0	1	1	1	1	1	1
Cena narzędzia	0,5	1	0	0,5	0	0,5	1	0
Dostęp do dokumentacji	1	1	1	1	1	1	1	1
Wsparcie techniczne oraz społeczność	1	0	1	1	1	1	1	1
Możliwość korzystania z rozszerzeń	1	1	1	0	1	1	1	1
<b>SUMA</b>	<b>7,2</b>	<b>7</b>	<b>6,7</b>	<b>6,9</b>	<b>7</b>	<b>8,5</b>	<b>8,3</b>	<b>7,7</b>

## 6.4. Podsumowanie wyników badań

Zsumowano zdobyte punkty w każdym z kryteriów uwzględniając wagę każdego z nich. Wyniki podzielono analogicznie dla wszystkich podgrup badawczych. Podsumowanie przedstawiono w Tabeli 9.

Analizując wyniki, można odczytać, że dla podgrupy doświadczonej największą liczbę punktów otrzymało narzędzie UXPin, natomiast najgorszy wynik otrzymało narzędzie Pencil Project. W przypadku podgrupy niedoświadczonej narzędziem, które otrzymało największą liczbę punktów jest Axure RP, natomiast tak jak w przypadku podgrupy doświadczonej najgorszy wynik otrzymało narzędzie Pencil Project. Dla podgrupy pokolenia X najwięcej punktów uzyskało narzędzie UXPin, dokładnie jak w przypadku grupy doświadczonej. Najgorzej pod względem liczby punktów wypadło Adobe XD.

Tabela 10 przedstawia łączną liczbę punktów dla każdego z narzędzi, bez uwzględnienia podziału na grupy. W ogólnym zestawieniu najwięcej punktów uzyskało narzędzie UXPin z wynikiem 0,78 pkt. Najgorzej natomiast wypadło narzędzie Pencil Project, który uzyskał 0,22 punktu.

Tabela 10: Łączna liczba punktów z każdego etapu dla wszystkich podgrup po uwzględnieniu wag kryteriów

Nazwa narzędzia	Łącznie
Adobe XD	0,47
Pencil Project	0,22
Axure RP	0,68
Wireframe.cc	0,54
Justinmind	0,58
Mockplus	0,69
ProtoPie	0,26
UXPin	0,78

## 7. Wnioski

Narzędzia wybrane do badania różnią się od siebie w wielu aspektach. Oprogramowanie Wireframe.cc wyróżnia się m.in. obecnością menu kontekstowego, przez co średnie długości drogi kursora były najniższe wśród wszystkich podgrup badawczych. Pencil Project jest programem o dużej liczbie komponentów, jednak większość z nich jest przestarzała, w związku z tym mało przydatna. ProtoPie to narzędzie o bardzo wysokim stopniu zaawansowania, a większość funkcji, które posiada nie została uwzględniona w badaniu z powodu jego specyfiki, co mogło wpłynąć na ocenę.

W każdym z programów najszybciej szkice były wykonywane przez osoby doświadczone. Najdłuższe czasy dla każdego programu zaobserwowano dla podgrupy generacji X. Największe średnie drogi myszy uzyskano wśród podgrupy niedoświadczonej, natomiast najmniejsze uzyskała podgrupa pokolenia X. Można wnioskować, iż osoby starsze, reprezentujące generację X, spędzają dużo więcej czasu na szukaniu potrzebnego elementu na ekranie nie pracując przy tym myszą.

UXPin to narzędzie, które dostało najwięcej punktów w ogólnej ocenie, biorąc pod uwagę wszystkie kryteria z uwzględnieniem ich wag, dla podgrupy doświadczonej oraz podgrupy pokolenia X. W podgrupie niedoświadczonej narzędzie, które otrzymało największą liczbę punktów w ogólnej klasyfikacji to Axure RP. Najgorszy całościowy wynik w grupie doświadczonej oraz niedoświadczonej otrzymało narzędzie Pencil Project. Dla pokolenia X najgorzej wypadło narzędzie Adobe XD. Mogło tak być ze względu na minimalistyczny

interfejs, zawierający mało elementów, podczas gdy osoby bardziej doświadczone wiedziały o możliwości doinstalowania rozszerzeń ułatwiających pracę. Narzędzia, które otrzymały najmniejszą oraz największą liczbę punktów w zestawieniu ogólnym bez uwzględnienia podziału na podgrupy pokrywają się z narzędziami o najmniejszej oraz największej liczbie zdobytych punktów w zestawieniu dla podgrupy doświadczonej. Analizując otrzymane wyniki, można uznać, że postawiona w pracy teza badawcza jest prawdziwa.

Przeprowadzone badania i uzyskane wyniki mogą jedynie wspomóc projektantów przy wyborze odpowiedniego narzędzia. W dużej mierze ostateczny wybór powinien opierać się na specyfikacji projektu.

## Literatura

- [1] A. Molga, A. Hamela, D. Pawłowski, Projektowanie aplikacji i interakcja z użytkownikiem, *Dydaktyka informatyki* 12 (2017) 233-241.
- [2] S. Zawadzki, Jak stworzyć intuicyjny interfejs użytkownika (user interface)?, <https://smartbees.pl/blog/jak-stworzyc-intuicyjny-interfejs-uzytkownika-user-interface>, [15.05.2021].
- [3] Modele szkieletowe, prototypy, makiety: jaka jest różnica?, <https://ichi.pro/pl/modele-szkieletowe-prototypy-makiety-jaka-jest-roznica-6771688105039>, [15.05.2021].
- [4] J. Górowski, N. Iwaszczuk, User Experience w procesie tworzenia oprogramowania, *3MICT* 3 (2020) 97.
- [5] Ch. Badura, UXUI. Design Zoptymalizowany. Manual Book, Helion, 2019.
- [6] A. Jesmond, J. Chudley, Projektowanie witryn internetowych User eXperience, Helion, 2013.
- [7] P. Weichbroth, M. Sikorski, User interface prototyping. Techniques, methods and tools, *Studia Ekonomiczne. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach* 234 (2015) 184-198.
- [8] T. Nissinen, User experience prototyping—a literature review, *University of Oulu* (2015).
- [9] A. Sánchez-Villarín, A. Santos-Montaño, J. Gonzalez Enriquez, Automatic Reuse of Prototypes in Software Engineering: A Survey of Available Tools, *WEBIST* (2019) 144-150.
- [10] S. Lipski, M. Miłoś, Analiza porównawcza narzędzi do budowy prototypów interfejsów, *Journal of Computer Sciences Institute* 1 (2016) 38-43.
- [11] A. Łasocha, M. Miłoś, Analiza porównawcza systemów wspomagających prototypowanie interfejsów, *Journal of Computer Sciences Institute* 4 (2017) 122-127.
- [12] P. Serafin, M. Miłoś, Narzędzia wspomagające projektowanie interfejsu użytkownika aplikacji webowych – analiza porównawcza, *Journal of Computer Sciences Institute* 12 (2019) 172-178.
- [13] M. Cioczek, T. Czarnota, T. Szymczyk, Analysis of modern human-computer interfaces, *Journal of Computer Sciences Institute* 18 (2021) 22-29.