

Accelerate

State of DevOps 2021



Sponsored by



Rozdział 1

Podsumowanie

Najważniejsze wnioski 06

Rozdział 2

Jak wypadamy na tle innych?

Wydajność dostarczania oprogramowania i wydajność operacyjna 09

Rozdział 3

Co można poprawić?

Chmura	15	Bezpieczeństwo	24
SRE i DevOps	19	Techniczne możliwości DevOps	26
Dokumentacja	21	COVID-19	29
		Kultura	31



Rozdział 4

Kto wziął udział w badaniu?

Dane demograficzne
i firmograficzne

34

Rozdział 5

Uwagi końcowe

Rozdział 6

Podziękowania

Rozdział 7

Autorzy

Rozdział 8

Metodologia

Rozdział 9

Więcej informacji

Rozdział 1

Podsumowanie

Tegoroczny raport Accelerate State of DevOps, opracowany przez zespół DevOps Research and Assessment (DORA) platformy Google Cloud, przedstawia dane i wnioski z 7 lat badań, w których przeanalizowano ponad 32 tys. odpowiedzi specjalistów z całego świata.

W badaniach wzięliśmy pod lupę możliwości i rozwiązania, które poprawiają wydajność dostarczania oprogramowania i wydajność operacyjną oraz wyniki organizacji. Wykorzystując precyzyjne metody statystyczne, badamy praktyki, które pozwalają osiągać doskonałość w dostarczaniu technologii oraz skutecznie realizować założone cele biznesowe. W tym celu przedstawiamy oparte na danych analizy dotyczące najsukcesywniejszych i najwydajniejszych sposobów rozwijania i dostarczania technologii.



Nasze badania wciąż udowadniają, że niezawodne dostarczanie oprogramowania i wysoka wydajność operacyjna zwiększają skuteczność transformacji technologicznej w organizacjach. Aby umożliwić zespołom ocenę własnej wydajności w porównaniu z innymi przedstawicielami branży, utworzyliśmy na podstawie analizy skupień znaczące kategorie wydajności (zespoły o niskim, średnim, wysokim i najwyższym wskaźniku wydajności). Gdy zespoły poznają już swoją bieżącą wydajność względem konkurencji, firma może wykorzystać wyniki naszej analizy prognostycznej do określenia rozwiązań i możliwości, które pomogą jej poprawić kluczowe wskaźniki wydajności, a docelowo pozycję w branży. W tym roku skupiamy się na takich czynnikach jak realizowanie celów w zakresie niezawodności, stosowanie praktyk bezpieczeństwa w całym łańcuchu dostaw oprogramowania, tworzenie wysokiej jakości dokumentacji wewnętrznej i wykorzystywanie pełnego potencjału rozwiązań chmurowych. Badamy również, czy pozytywna kultura zespołowa może złagodzić negatywne skutki pracy zdalnej spowodowanej pandemią COVID-19.

Aby wprowadzane zmiany miały realne skutki, zespoły muszą przyjąć filozofię ciągłego doskonalenia. Można skorzystać z analiz porównawczych, aby oszacować swoją obecną wydajność, zidentyfikować ograniczenia na podstawie czynników przeanalizowanych w badaniu oraz przetestować ulepszenia, aby przezwyciężyć te ograniczenia. Na etapie eksperymentowania mogą pojawić się wzloty i upadki, ale w obu przypadkach zespoły mają szansę wyciągnąć wnioski i na ich podstawie wdrożyć konkretne działania.

Najważniejsze wnioski

01 Zespoły o najwyższej wydajności stale się rozwijają, podnosząc poprzeczkę.

Firmy, które radzą sobie najlepiej, stanowią obecnie 26% zespołów biorących udział w naszym badaniu i skróciły czas wprowadzania zmian do środowiska produkcyjnego. Branża nadal przyspiesza, a zespoły odnoszą z tego wymierne korzyści.

02 SRE i DevOps to dwie uzupełniające się dyscypliny.

Zespoły, które wykorzystują nowoczesne praktyki operacyjne opisane przez zespoły Site Reliability Engineering (SRE), odnotowują wyższą wydajność operacyjną. Organizacje, które traktują priorytetowo zarówno doskonałość w dostarczaniu oprogramowania, jak i doskonałość operacyjną, osiągają najlepsze wyniki biznesowe.

03 Więcej zespołów korzysta z rozwiązań chmurowych, dostrzegając związane z tym zalety.

Zespoły nadal przenoszą zadania do chmury, a te, które wykorzystują wszystkie pięć możliwości rozwiązań chmurowych, odnotowują wzrost wydajności dostarczania oprogramowania i wydajności operacyjnej (SDO) oraz osiągają lepsze wyniki biznesowe. Rośnie również popularność rozwiązań wielochmurowych, dzięki czemu zespoły mogą korzystać z unikalnych możliwości wielu dostawców.

04 Bezpieczny łańcuch dostaw oprogramowania jest niezbędny i zwiększa wydajność.

Ponieważ częstotliwość ataków szkodliwego oprogramowania w ostatnich latach znacznie wzrosła, firmy muszą zmienić swoje podejście z reaktywnego na proaktywne, bazujące na środkach diagnostycznych. Zespoły, które integrują odpowiednie zabezpieczenia w całym łańcuchu dostaw oprogramowania, dostarczają oprogramowanie szybko, niezawodnie i bezpiecznie.

05 Wysokiej jakości dokumentacja jest jednym z kluczowych czynników sprzyjających DevOps.

Po raz pierwszy przeanalizowaliśmy jakość wewnętrznej dokumentacji oraz praktyki mające na nią wpływ. Zespoły prowadzące wysokiej jakości dokumentację skuteczniej wdrażają rozwiązania techniczne i ogólnie osiągają lepsze wyniki.

06 Pozytywna kultura zespołowa zmniejsza ryzyko wypalenia w trudnych okolicznościach.

Kultura zespołowa ma duży wpływ na zdolność zespołu do dostarczania oprogramowania i osiągnięcia lub przekraczania założonych celów organizacyjnych. Zespoły promujące integrację społeczną i pracujące w organizacji o kulturze generatywnej^{1,2} rzadziej doświadczają wypalenia zawodowego w trakcie pandemii COVID-19.

¹ Z typologii kultury organizacyjnej wg Westruma wynika, że kultura generatywna charakteryzuje zespoły, które są nastawione na ścisłą współpracę, przeciwstawiają się pracy w izolacji, analizują przyczyny wszelkich niepowodzeń i dzielą się ryzykiem decyzyjnym.

² Westrum, R. (2004 r). „A typology of organizational cultures” (Typologia struktur organizacyjnych). BMJ Quality & Safety, 13(suppl 2), ii22-ii27.

Rozdział 2

Jak wypadamy na tle innych?

Czy chcesz wiedzieć, jak Twój zespół wypada na tle innych w branży? Ten rozdział zawiera najnowszą analizę porównawczą wydajności w zakresie DevOps.





Badamy, w jaki sposób zespoły tworzą, dostarczają i obsługują systemy oprogramowania, a następnie dzielimy ankietowanych na 4 grupy: o najwyższym, wysokim, średnim i niskim wskaźniku wydajności. Porównując wydajność swojego zespołu z wydajnością każdej grupy, można określić pozycję własnej firmy w kontekście ustaleń opisanych w raporcie.



Wydajność dostarczania oprogramowania i wydajność operacyjna

Aby sprostać wymaganiom dynamicznie zmieniającej się branży, firmy muszą dostarczać i obsługiwać oprogramowanie w szybki i niezawodny sposób. Im sprawniej zespoły wprowadzają zmiany w oprogramowaniu, tym szybciej firma dostarcza wartość dla klienta, przeprowadza eksperymenty i otrzymuje cenne opinie. Na podstawie 7 lat badań i gromadzenia danych opracowaliśmy i zweryfikowaliśmy 4 wskaźniki wydajności dostarczania oprogramowania. W 2018 roku dodaliśmy 5 wskaźnik, dotyczący możliwości operacyjnych.

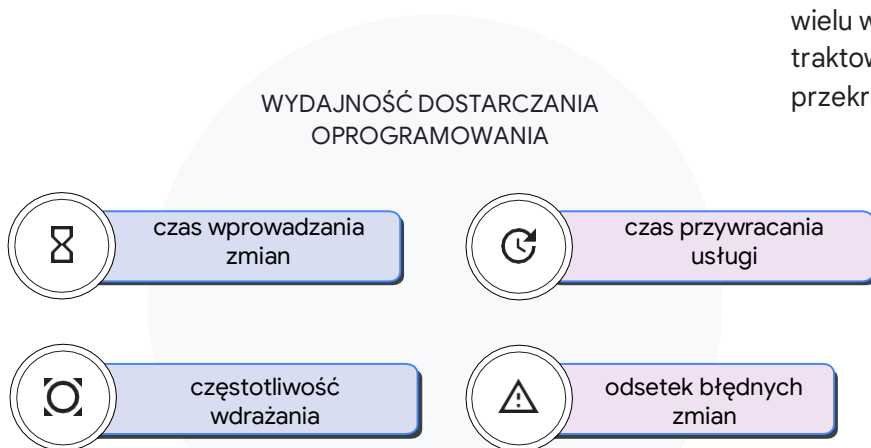
Zespoły osiągające najlepsze wyniki we wszystkich 5 wskaźnikach osiągają też imponujące wyniki biznesowe. Te 5 wskaźników składa się na wydajność dostarczania oprogramowania i wydajność operacyjną (SDO). Należy pamiętać, że te wskaźniki dotyczą wyników na poziomie systemu, co pomaga uniknąć typowych pułapek przy mierzeniu wydajności tworzenia oprogramowania, takich jak porównywanie ze sobą określonych funkcji i wdrażanie lokalnych optymalizacji kosztem ogólnych rezultatów.

Wskaźnik wydajności dostarczania oprogramowania	Najwyższy	Wysoki	Średni	Niski
<p> Częstotliwość wdrażania</p> <p>Jak często Twoja organizacja wdraża kod głównej aplikacji lub usługi, nad którymi pracuje, do środowiska produkcyjnego lub udostępnia go użytkownikom?</p>	Na żądanie (wiele razy dziennie)	Między raz w tygodniu a raz w miesiącu	Między raz w miesiącu a raz na 6 miesięcy	Rzadziej niż raz na 6 miesięcy
<p> Czas wprowadzania zmian</p> <p>Jaki jest czas wprowadzania zmian w kodzie głównej aplikacji lub usługi, nad którymi pracuje Twoja organizacja (tj. ile czasu mija od momentu zatwierdzenia zmiany w kodzie do momentu pomyślnego wdrożenia jej do środowiska produkcyjnego)?</p>	Mniej niż godzina	Od 1 dnia do 1 tygodnia	Od miesiąca do 6 miesięcy	Ponad 6 miesięcy
<p> Czas przywracania usługi</p> <p>Ile czasu zazwyczaj zajmuje przywracanie sprawności głównej aplikacji lub usługi, nad którymi pracuje Twoja organizacja, po wystąpieniu incydentu lub usterki (np. awarii lub nieplanowanej przerwy w działaniu usługi) mających wpływ na pracę użytkowników?</p>	Mniej niż godzinę	Mniej niż 1 dzień	Od 1 dnia do 1 tygodnia	Ponad 6 miesięcy
<p> Odsetek błędnych zmian</p> <p>W przypadku głównej aplikacji lub usługi, na której pracuje Twoja organizacja, jaki procent zmian kodu wdrożonych do środowiska produkcyjnego lub udostępnionych użytkownikom skutkuje pogorszeniem jakości usługi (np. awarią usługi lub przerwą w jej działaniu) i wymaga skorygowania (np. poprawki typu hotfix, przywrócenia, naprawy typu fix forward, łatki)?</p>	0–15%	16–30%	16–30%	16–30%

4 wskaźniki wydajności dostarczenia

4 wskaźniki wydajności dostarczenia oprogramowania można rozpatrywać pod kątem szybkości i stabilności. Szybkość mierzy się na podstawie czasu wprowadzania zmian kodu (tj. czasu od zatwierdzenia kodu do wdrożenia go w środowisku produkcyjnym) oraz częstotliwości wdrażania. Z kolei stabilność mierzy się na podstawie czasu przywracania usługi po awarii oraz odsetka błędnych zmian.

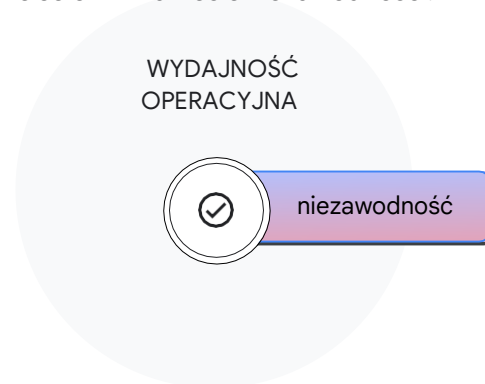
Po raz kolejny na podstawie analizy skupień 4 wskaźników wydajności dostarczenia oprogramowania wyodrębniono 4 profile wydajności zespołów: najwyższy, wysoki, średni i niski, a między nimi – statystycznie istotne różnice w zakresie szybkości i stabilności. Podobnie jak w poprzednich latach, we wszystkich 4 obszarach zespoły o najwyższej wydajności radzą sobie znacznie lepiej niż reszta, a najmniej wydajne zespoły – znacznie gorzej.



5 wskaźnik: od dostępności do niezawodności

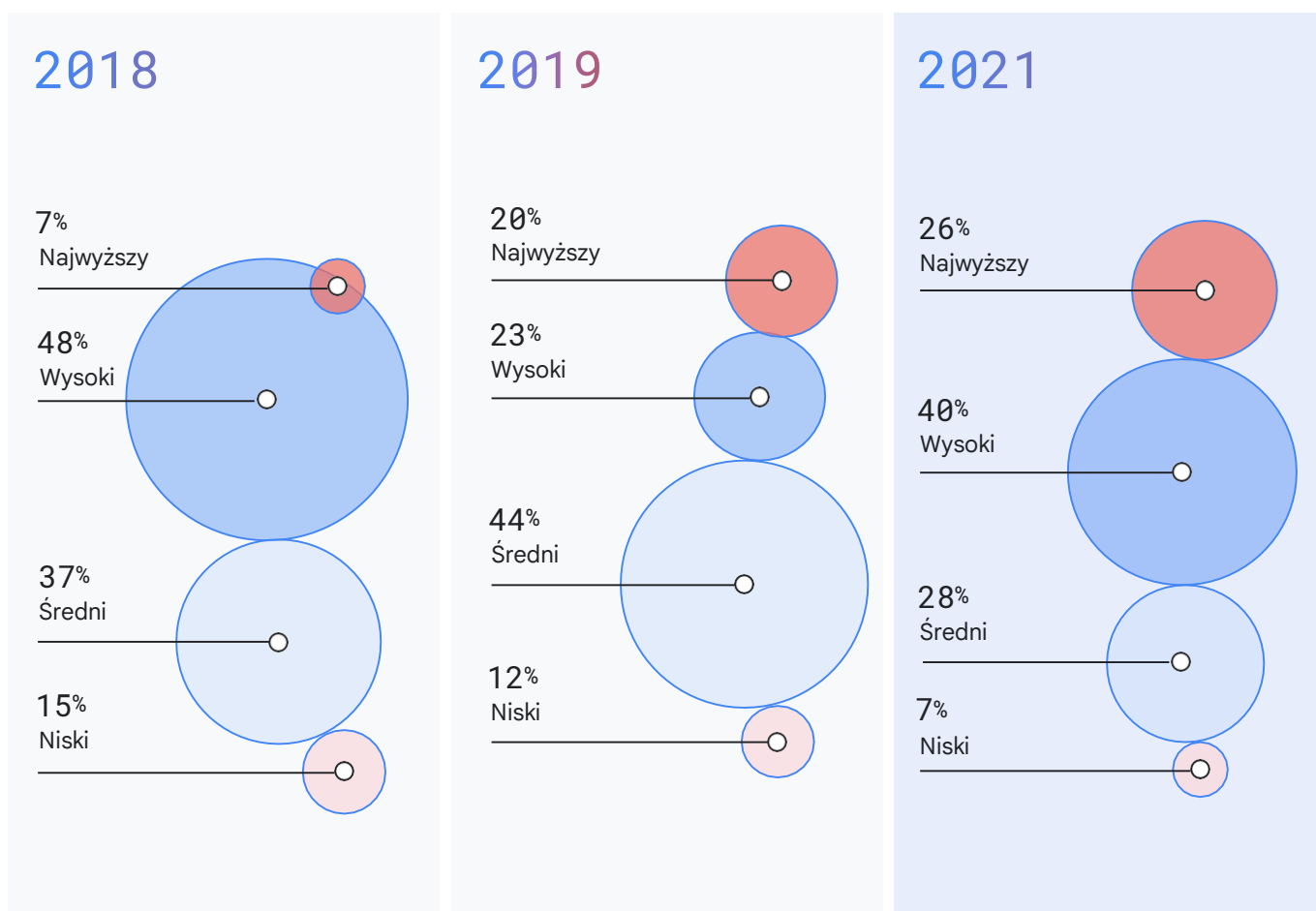
5 wskaźnik reprezentuje wydajność operacyjną i dostarcza informacji o jakości współczesnych praktyk operacyjnych. Podstawową miarą wydajności operacyjnej jest niezawodność, czyli stopień, w jakim zespół dotrzymuje obietnic i zapewnień dotyczących obsługiwanego oprogramowania. W przeszłości zamiast niezawodności mierzyliśmy dostępność, ale ponieważ dostępność jest jednym z celów inżynierii niezawodności, poszerzyliśmy nasze badania o niezawodność, aby dokładniej zobrazować dostępność, opóźnienia, wydajność i skalowalność. W tym celu poprosiliśmy użytkowników, aby ocenili swoją zdolność do osiągania lub przekraczania celów w zakresie niezawodności. Okazało się, że zespoły o różnym stopniu wydajności dostarczenia oprogramowania osiągają lepsze wyniki, gdy traktują priorytetowo także wydajność operacyjną.

Podobnie jak w poprzednich raportach porównaliśmy najlepsze zespoły z tymi najstabszymi, aby zilustrować wpływ poszczególnych możliwości. Jednak w tym roku uwzględniliśmy też znaczenie wydajności operacyjnej. We wszystkich kategoriach wydajności dostarczenia oprogramowania (od niskiej do najwyższej) zaobserwowaliśmy znaczną poprawę wielu wskaźników w przypadku zespołów, które traktowały priorytetowo osiągnięcie lub przekroczenie celów w zakresie niezawodności.



Branża nadal przyspiesza

Co roku obserwujemy, jak branża dynamicznie rozwija swoje zdolności dostarczania coraz szybszego i coraz bardziej stabilnego oprogramowania. Po raz pierwszy zespoły o wysokiej i najwyższej wydajności stanowią 2/3 uczestników badania. Dodatkowo w tym roku najlepsze zespoły po raz kolejny podniosły poprzeczkę w obszarze czasu wprowadzania zmian (np. w 2019 r. był to niecały dzień, a w 2021 r. mniej niż godzina). Poza tym po raz pierwszy tylko te zespoły ograniczyły do minimum odsetek błędnych zmian w porównaniu z poprzednimi latami, w których to samo udało się też zespołom o średniej i wysokiej wydajności.



Szybkość

Częstotliwość wdrażania

Podobnie jak w poprzednich latach z odpowiedzi firm, które radzą sobie najlepiej, wynika, że ich zespoły regularnie wdrażają zmiany kodu na żądanie i wykonują wiele wdrożeń dziennie. Dla porównania: firmy o niskiej wydajności przyznały, że wykonują wdrożenia rzadziej niż raz na 6 miesięcy (rzadziej niż 2 razy w roku), co ponownie oznacza spadek wydajności w porównaniu z 2019 r. Średnia roczna liczba wdrożeń waha się od 1460 wdrożeń rocznie (4 wdrożenia dziennie x 365 dni) w przypadku najbardziej wydajnych zespołów do 1,5 wdrożenia rocznie w przypadku tych najmniej wydajnych (średnia z 2 wdrożeń i 1 wdrożenia). Oznacza to, że zespoły o najwyższej skuteczności wdrażają nowy kod 973 razy częściej niż te o najniższej.

Czas wprowadzania zmian

W 2021 r. zespoły o najwyższej wydajności zanotowały skrócenie czasu wprowadzania zmian, czyli czasu od zatwierdzenia kodu do wdrożenia go w środowisku produkcyjnym, do poziomu poniżej 1 godziny. Jest to wzrost wydajności w porównaniu z 2019 r., kiedy to najlepsze zespoły zgłaszały czas wprowadzania zmian poniżej 1 dnia. Z kolei zespołom o najniższej wydajności wprowadzanie zmian kodu zajmuje ponad 6 miesięcy. Zakładając czas wprowadzania zmian na poziomie 1 godziny w przypadku najszybszych firm (zachowawczy szacunek z górnego końca skali „mniej niż godzina”) oraz 6570 godzin dla firm najmniej skutecznych (obliczonych na podstawie średniej z 8760 godzin rocznie i 4380 godzin w ciągu 6 miesięcy), te pierwsze mają 6570 razy krótszy czas wprowadzania zmian niż te drugie.

Stabilność

Czas przywracania usługi

Z naszych badań wynika, że w przypadku najbardziej wydajnych zespołów czas przywracania usługi wynosi mniej niż godzinę, a w przypadku mało wydajnych – więcej niż 6 miesięcy. Obliczenia te oparliśmy zachowawczo na wyższych szacunkach czasowych: 1 godzina w przypadku zespołów, które radzą sobie najlepiej, oraz średnia z 1 roku (8760 godzin) i 6 miesięcy (4380 godzin) w przypadku zespołów, które radzą sobie najgorzej. Wynik pokazuje, że zespoły na szczycie skali wydajności przywracają usługi 6570 razy szybciej niż zespoły plasujące się na samym dole. W porównaniu z 2019 r. czas przywracania usługi pozostał taki sam w przypadku organizacji najszybszych, a wydłużył się w przypadku tych o słabych wynikach.

Odsetek błędnych zmian

Najlepsze zespoły odnotowały odsetek błędnych zmian na poziomie 0–15%, ze średnią wynoszącą 7,5%, a zespoły mało wydajne – odsetek błędnych zmian na poziomie 16–30%, ze średnią wynoszącą 23%. Z tego wynika, że zespoły o najwyższej wydajności osiągają 3 razy lepsze wyniki w tym obszarze od zespołów mało wydajnych. W porównaniu z 2019 r. odsetek błędnych zmian pozostał taki sam w przypadku firm najszybszych i spadł w przypadku tych najmniej skutecznych, ale wzrósł w przypadku grup pośrednich.

Firmy o najwyższej wydajności

Gdy porównamy najbardziej wydajne zespoły z tymi naj słabszymi, okazuje się, że te pierwsze mają:

973 x 6570 x

częstsze wdrożenia kodu

krótszy czas wprowadzania zmian
od zatwierdzenia do wdrożenia

Tak, „razy”.
To nie błąd
redakcyjny.

3 x 6570 x

niższy odsetek błędnych zmian
(o 1/3 mniejsze ryzyko
niepowodzenia zmian)

krótszy czas przywracania
usługi po awarii

Rozdział 3

Co można poprawić?

Jak poprawić SDO oraz wyniki biznesowe firmy? Nasze badania dostarczają oparte na danych zalecenia, które pozwalają skupić się na tym, co zwiększa wydajność.

W tegorocznym raporcie zbadaliśmy wpływ takich możliwości jak rozwiązania chmurowe, SRE, bezpieczeństwo, rozwiązania techniczne i kultura. W tej części raportu opisujemy każdą z nich i przedstawiamy jej wpływ na różne wyniki. Osoby zaznajomione z modelami badawczymi State of DevOps opracowanymi przez zespół DORA mogą skorzystać z zasobów online zawierających model tegoroczny oraz wszystkie poprzednie³.

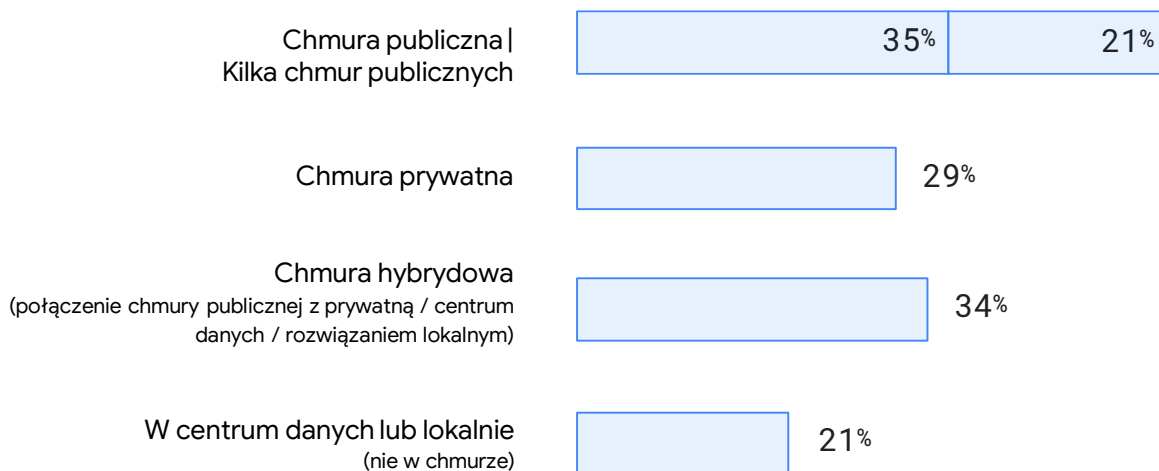


³ <https://devops-research.com/models.html>

Chmura

Podobnie jak w raporcie Accelerate State of DevOps z 2019 r. coraz więcej organizacji wybiera rozwiązania wielochmurowe i chmury hybrydowe. Zapytaliśmy ankietowanych o miejsce hostowania ich głównej usługi lub aplikacji i z odpowiedzi wynika, że coraz bardziej popularne jest korzystanie z chmury publicznej. 56% osób wskazało na korzystanie z chmury publicznej (w tym kilku chmur publicznych), co stanowi wzrost o 5% w porównaniu z 2019 r. W tym roku zapytaliśmy także konkretnie o korzystanie z rozwiązań wielochmurowych, na co 21% osób zadeklarowało wdrażanie w wielu chmurach publicznych. 21% ankietowanych poinformowało, że zamiast z chmury korzysta z centrum danych lub rozwiązania lokalnego. 34% osób korzysta z chmury hybrydowej, a 29% – z chmury prywatnej.

Rozpowszechnienie



Zwiększanie wydajności dzięki chmurze hybrydowej i rozwiązaniom wielochmurowym

W tym roku obserwujemy wzrost wykorzystania chmur hybrydowych i rozwiązań wielochmurowych, co ma znaczący wpływ na kluczowe wyniki biznesowe. Użytkownicy rozwiązań hybrydowych lub wielochmurowych 1,6 raza częściej przekraczali cele w zakresie wyników organizacji niż użytkownicy innych rozwiązań. Zanotowano też w ich przypadku znacznie większą wydajność wdrożeniowo-operacyjną, w tym 1,4 raza lepsze wyniki w obszarach częstotliwości wdrażania, czasu wprowadzania zmian, czasu przywracania usługi, odsetka błędnych zmian i niezawodności.

Dlaczego rozwiązania wielochmurowe?

Podobnie jak w ankiecie z 2018 r., zapytaliśmy ankietowanych, co skłoniło ich do korzystania z usług wielu dostawców chmury publicznej. Jednak w tym roku poprosiliśmy, aby zamiast zaznaczania wszystkich pasujących odpowiedzi opisali główny powód korzystania z usług wielu dostawców. Ponad jedna czwarta (26%) ankietowanych jako powód podała chęć wykorzystania unikalnych zalet oferowanych przez każdego dostawcę rozwiązania chmurowego. Sugeruje to, że kiedy wybierają dodatkowego dostawcę, szukają alternatywnych korzyści wykraczających poza ofertę obecnego dostawcy. Drugim najczęstszym powodem przejścia na rozwiązanie wielochmurowe była dostępność (22%). Jak można było się spodziewać, użytkownicy korzystający z wielu chmur mieli 1,5 raza większe szanse na osiągnięcie lub przekroczenie celów w zakresie niezawodności.

Główna przyczyna korzystania z usług wielu dostawców

Wykorzystanie unikalnych zalet oferty każdego dostawcy	26%
Dostępność	22%
Odtwarzanie awaryjne	17%
Zgodność z przepisami	13%
Inne	08%
Strategia negocjacyjna lub wymóg działu zakupów	08%
Brak zaufania do jednego dostawcy	06%

Zmiany w analizach porównawczych

Sposób wdrażania infrastruktury w chmurze ma znaczenie

Z doświadczenia wiemy, że nie wszyscy ankietowani wdrażają rozwiązania chmurowe w ten sam sposób. Z kolei różne sposoby wdrażania tego typu rozwiązań różnie wpływają na wyniki firmy. Przeanalizowaliśmy to ograniczenie, koncentrując się na podstawowych cechach usług w chmurze określonych przez National Institute of Standards and Technology (NIST). Na podstawie definicji usług w chmurze zaproponowanej przez NIST zbadaliśmy wpływ zasadniczych praktyk na wydajność SDO, a nie wpływ samego wdrożenia chmury na SDO.

Po raz trzeci okazało się, że tak naprawdę liczy się sposób wdrażania usług w chmurze, a nie sam fakt korzystania z rozwiązań chmurowych. W firmach o najlepszych wynikach infrastruktura w chmurze 3,5 raza częściej spełniała wszystkie kluczowe kryteria charakteryzujące model chmury obliczeniowej określone przez NIST. Tylko 32% użytkowników infrastruktury w chmurze zgodziło się lub zdecydowanie zgodziło się, że ich usługi w chmurze spełniają wszystkie 5 kryteriów określonych przez NIST, co stanowi wzrost o 3% w porównaniu z 2019 r. Ogólnie rzecz biorąc, korzystanie z usług w chmurze spełniających kryteria NIST wzrosło o 14–19%, przy czym największy wzrost zanotowano dla cechy „natychmiastowa elastyczność”.

Samoobsługa na żądanie

Klient ma możliwość samodzielnego określenia poziomu zasobów usług w chmurze i skorzystania z nich w sposób automatyczny, bez konieczności interwencji usługodawcy.

Swobodny dostęp przez sieć

Zasoby są dostępne z dowolnego miejsca na świecie oraz za pośrednictwem wielu klientów, takich jak telefony komórkowe, tablety, laptopy i stacje robocze.

73%

użytkowników korzystało z samoobsługi na żądanie, co stanowiło wzrost o 16% w porównaniu z 2019 r.

74%

użytkowników korzystało ze swobodnego dostępu przez sieć, co stanowiło wzrost o 14% w porównaniu z 2019 r.

Agregacja zasobów

Zasoby usługodawcy są łączone w pulę zasobów w ramach modelu z wieloma najemcami, gdzie każda pula umożliwia dynamiczne przyznawanie i zwalnianie zasobów fizycznych i wirtualnych w zależności od potrzeb klientów. Klient generalnie nie sprawuje bezpośredniej kontroli nad dokładną lokalizacją udostępnianych zasobów, ale może określić lokalizację na wyższym poziomie abstrakcji, takim jak kraj, region lub centrum danych.

73%

użytkowników korzystało z agregacji zasobów, co stanowiło wzrost o 15% w porównaniu z 2019 r.

Natychmiastowa elastyczność

Rozwiązanie chmurowe umożliwia elastyczne zastrzeganie i dostarczanie zasobów oraz szybkie skalowanie na zewnątrz i do wewnątrz adekwatnie do zapotrzebowania. Klient powinien odnosić wrażenie, że pula zasobów jest niczym nieograniczona i że może je wykorzystywać w dowolnej ilości i w dowolnym momencie.

77%

użytkowników korzystało z natychmiastowej elastyczności, co stanowiło wzrost o 18% w porównaniu z 2019 r.

Mierzalność usługi

Systemy działające w chmurze automatycznie kontrolują i optymalizują korzystanie z zasobów, wykorzystując możliwości pomiarowe na poziomie abstrakcji odpowiadającym rodzajowi usługi, takiej jak pamięć, przetwarzanie, przepustowość i aktywne konta użytkowników. W celu zapewnienia przejrzystości rozwiązanie chmurowe umożliwia monitoring, kontrolę i raportowanie wykorzystania zasobów.

78%

użytkowników korzystało z mierzalności usługi, co stanowiło wzrost o 16% w porównaniu z 2019 r.

SRE i DevOps

Podczas gdy społeczność DevOps stawała się coraz bardziej widoczna na publicznych konferencjach i w branżowych rozmowach, wewnątrz Google powstawał ruch osób o podobnych zapatrywaniach: Site Reliability Engineering (SRE). SRE oraz podobne podejścia, takie jak obszar Production Engineering firmy Facebook, obejmują wiele tych samych celów i metod, które pojawiają się w DevOps. W 2016 r. pojawiła się pierwsza książka⁴ na temat SRE, a tym samym dyscyplina ta oficjalnie stała się częścią dyskursu publicznego. Od tamtej pory ruch znacznie się rozwinął i obecnie globalna społeczność praktyków SRE współpracuje nad rozwiązaniami dotyczącymi operacji technicznych.

Jak było do przewidzenia, pojawiło się wiele niejasności. Jaka jest różnica między SRE a DevOps? Czy muszę wybierać między jednym a drugim? Co jest lepsze? W rzeczywistości SRE i DevOps się nie wykluczają, a wręcz wzajemnie uzupełniają, co wykazały nasze badania. SRE to obszar, w którym priorytetem są komunikacja między osobami pełniącymi różne funkcje oraz bezpieczeństwo psychiczne, czyli wartości leżące u podstaw kultury generatywnej zorientowanej na wyniki, typowej dla najbardziej wydajnych zespołów DevOps. Na podstawie tych fundamentalnych zasad SRE oferuje praktyczne metody, w tym ramowe założenia wskaźników poziomu usług / docelowego poziomu usług (SLI/SLO). Podobnie jak nasze badania oraz ramowe założenia produkcji lean wyjaśniają, jak osiągać szybkie cykle opinii klientów, ramowe założenia SRE zawierają definicje praktyk i narzędzi, które mogą poprawić zdolność zespołu do dotrzymywania obietnic składanych użytkownikom.

W 2021 roku dodatkowo objęliśmy naszymi badaniami operacje, począwszy od analizy dostępności usług po bardziej ogólną kategorię niezawodności. W tegorocznej ankiecie wprowadzono kilka elementów inspirowanych praktykami SRE, aby ocenić stopień, w jakim zespoły:

- definiują niezawodność w kontekście zachowań skierowanych do użytkownika,
- wykorzystują ramowe założenia SLI/SLO do ustalania priorytetów zadań na podstawie budżetów błędów,
- wykorzystują automatyzację w celu ograniczenia pracy ręcznej i alertów wprowadzających zakłócenia,
- definiują protokoły i ćwiczenia gotowości do reagowania na incydenty,
- uwzględniają zasady niezawodności w całym cyklu dostarczania oprogramowania („przesunięcie testowania w lewo”).

Analiza wyników wykazała, że zespoły, które wyróżniają się powyższymi nowoczesnymi praktykami operacyjnymi, 1,4 raza częściej notują większą wydajność SDO i 1,8 raza częściej osiągają lepsze wyniki biznesowe.

Praktyki SRE są wdrażane przez większość zespołów biorących udział w naszym badaniu: 52% użytkowników wskazało na stosowanie tych praktyk w pewnym stopniu, chociaż zakres wdrożenia różni się znacznie między zespołami. Według zgromadzonych danych zastosowanie tych metod daje szansę na większą niezawodność i większą ogólną wydajność SDO: SRE wpływa na sukces w zakresie DevOps.

⁴ Betsy Beyer i in., red., Site Reliability Engineering (O'Reilly Media, 2016 r.).

Poza tym wykazaliśmy, że czynnikiem mogącym wpływać na poprawę niezawodności jest także model operacji oparty na współodpowiedzialności, odzwierciedlony w stopniu, w jakim programiści i operatorzy mają wspólną możliwość działania na rzecz niezawodności.

Poza ulepszaniem obiektywnych mierników wydajności SRE poprawia zadowolenie specjalistów ds. technicznych z pracy. Zazwyczaj osoby z dużym obciążeniem zadaniami operacyjnymi są podatne na wypalenie zawodowe, ale SRE zmniejsza ryzyko w tym zakresie. Z badań wynika, że im częściej zespół stosuje praktyki SRE, tym mniej prawdopodobne jest, że jego członkowie doświadczą wypalenia zawodowego. SRE może również okazać się pomocne w optymalizacji zasobów: zespoły, które osiągają założone cele w zakresie niezawodności dzięki zastosowaniu praktyk SRE, zgłaszają, że spędzają więcej czasu na pisaniu kodu niż zespoły, które nie stosują praktyk SRE.

Nasze badania pokazują, że zespoły na każdym poziomie wydajności SDO – od niskiego do najwyższego – mają szansę odnieść korzyści ze stosowania praktyk SRE na większą skalę. Im lepsze wyniki zespołu, tym większe prawdopodobieństwo, że stosuje on najnowocześniejsze rozwiązania operacyjne: najlepsze firmy 2,1 raza częściej deklarują stosowanie praktyk SRE niż organizacje o najsłabszych wynikach. Jednak jest obszar, w którym nawet najlepsze firmy mogą się poprawić: tylko 10% z nich wskazało, że ich zespoły w pełni wdrożyły każdą omówioną przez nas praktykę SRE. Ponieważ wydajność SDO w różnych branżach stale wzrasta, podejście zespołów do operacji jest kluczowym czynnikiem ciągłego doskonalenia w zakresie DevOps.

52%

użytkowników
deklaruje stosowanie
praktyk SRE

Najlepsze firmy 2,1 raza częściej deklarują stosowanie praktyk SRE niż organizacje o najsłabszych wynikach. Jednak jest obszar, w którym nawet najlepsze firmy mogą się poprawić: tylko 10% z nich wskazało, że ich zespoły w pełni wdrożyły każdą omówioną przez nas praktykę SRE.

Dokumentacja

W tym roku przyjrzelśmy się także jakości dokumentacji wewnętrznej, czyli dokumentacji dotyczącej usług i aplikacji, nad którymi pracuje zespół. Obejmuje ona np. instrukcje obsługi, pliki README, a nawet komentarze do kodu. Przeanalizowaliśmy stopień, w jakim dokumentacja:

- pomaga czytelnikom w realizacji celów;
- jest dokładna, aktualna i wyczerpująca;
- jest łatwa do znalezienia, dobrze zorganizowana i klarowna⁵.

Dokumentowanie i uzyskiwanie dostępu do informacji o systemach wewnętrznych jest bardzo ważną częścią pracy technicznej zespołu. Około 25% osób, które wzięły udział w naszym badaniu, ma dostęp do dokumentacji dobrej jakości, której pozytywny wpływ jest dobrze widoczny: zespoły z dokumentacją lepszej jakości 2,4 raza częściej osiągają lepszą wydajność dostarczania oprogramowania i wydajność operacyjną (SDO). Zespoły z dobrą dokumentacją dostarczają oprogramowanie szybciej i bardziej niezawodnie niż te, które korzystają z dokumentacji słabej jakości. Dokumentacja nie musi być idealna. Z naszych badań wynika, że każda poprawa jakości dokumentacji ma pozytywny, bezpośredni wpływ na wyniki.

Współczesne środowisko technologiczne polega na coraz bardziej złożonych systemach, a także na pracy wielu specjalistów odpowiedzialnych za różne aspekty tych systemów. Od działu zabezpieczeń po dział testowania – dokumentacja jest kluczowym sposobem dzielenia się specjalistyczną wiedzą i wskazówkami zarówno w obrębie wyspecjalizowanych podzespołów, jak i z pozostałymi pracownikami.

Nasze badania wykazały, że jakość dokumentacji ma wpływ na skuteczne wdrażanie rozwiązań technicznych. Te rozwiązania z kolei wpływają na poprawę możliwości technicznych systemu, takich jak obserwowalność, tryb ciągłego testowania i automatyzacja wdrażania. Okazuje się, że zespoły mające dostęp do wysokiej jakości dokumentacji:

- 3,8 raza częściej wprowadzają skuteczne zabezpieczenia;
- 2,4 raza częściej osiągają lub przekraczają cele w zakresie niezawodności;
- 3,5 raza częściej wdrażają praktyki Site Reliability Engineering (SRE);
- 2,5 raza częściej w pełni wykorzystują możliwości rozwiązań chmurowych.

⁵ Wskaźniki jakości oparte na dotychczasowych badaniach dotyczących dokumentacji technicznej, takich jak:

– Aghajani, E. i in., (2019 r). Software Documentation Issues Unveiled (Prezentacja problemów z dokumentacją programistyczną). *Materiały z 41 Międzynarodowej Konferencji IEEE/ACM nt. Inżynierii Oprogramowania*, str. 1199–1210.

<https://doi.org/10.1109/ICSE.2019.00122>

– Plösch, R., Dautovic, A. i Saft, M. (2014). The Value of Software Documentation Quality (Wartość jakości dokumentacji programistycznej). *Materiały z Międzynarodowej Konferencji Jakości Oprogramowania*, str. 333–342.

<https://doi.org/10.1109/QSIC.2014.22>

– Zhi, J. i in., (2015). Cost benefits and quality of software development documentation: A systematic mapping (Korzyści kosztowe a jakość dokumentacji programistycznej: systematyczne mapowanie). *Journal of Systems and Software*, 99(C), str. 175–198. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2014.09.042>

Jak poprawić jakość dokumentacji

Prace techniczne wymagają wyszukiwania i wykorzystywania informacji, a jakość dokumentacji zależy od osób, które ją opracowują i aktualizują. W 2019 roku wykazaliśmy, że dostęp do wewnętrznych i zewnętrznych źródeł informacji poprawia produktywność. W tym roku poszliśmy o krok dalej i przeanalizowaliśmy jakość dostępnej dokumentacji oraz praktyki, które mają na nią wpływ.

Z naszych badań wynika, że jakość dokumentacji można znacząco poprawić dzięki następującym praktykom:

Dokumentowanie najważniejszych przypadków użycia produktów i usług. Rodzaj informacji o systemie zawartych w dokumentacji ma znaczenie, a opisy przypadków użycia umożliwiają czytelnikom sprawne wykorzystywanie informacji i systemów w praktyce.

Tworzenie jasnych zasad dotyczących aktualizowania i edytowania istniejącej dokumentacji. Wiele prac związanych z dokumentacją polega na jej aktualizowaniu. Znajomość wytycznych dotyczących aktualizacji oraz usuwania niepoprawnych lub nieaktualnych informacji pozwala zespołowi utrzymać wysoką jakość dokumentacji nawet wtedy, gdy wraz z biegiem czasu w systemie pojawiają się zmiany.

Zdefiniowanie właścicieli. Wysokiej jakości dokumentacja ma jasno określonych właścicieli. Poprzez zdefiniowanie własności dokumentacji możliwe jest przypisanie konkretnym osobom odpowiedzialności za redagowanie nowej treści oraz wprowadzanie aktualizacji i weryfikowanie zmian w istniejącej. Zespoły mające dostęp do dokumentacji wysokiej jakości są bardziej skłonne twierdzić, że ich dokumentacja bierze pod uwagę wszystkie główne funkcje aplikacji, z których korzystają, a tak szeroki zakres można osiągnąć m.in. poprzez wyraźne zdefiniowanie właścicieli.

Zespoły mające
dostęp do wysokiej
jakości dokumentacji

3,8 x

częściej wprowadzają skuteczne zabezpieczenia

2,4 x

częściej osiągają lub przekraczają cele w zakresie niezawodności

3,5 x

częściej wdrażają praktyki Site Reliability Engineering (SRE)

2,5 x

częściej w pełni wykorzystują możliwości rozwiązań chmurowych

Opracowywanie dokumentacji w trakcie programowania. Zespoły, które tworzą dokumentację i aktualizują ją na bieżąco w miarę wprowadzania zmian w systemie, mają dokumentację wyższej jakości. Podobnie jak testowanie, tworzenie i aktualizowanie dokumentacji jest integralną częścią skutecznego procesu tworzenia oprogramowania.

Docenianie osób pracujących nad dokumentacją w ramach ocen wyników i awansów. Nagradzanie pracowników jest skorelowane z ogólną jakością dokumentacji. Tworzenie i aktualizowanie dokumentacji należą do podstawowych zadań z dziedziny inżynierii oprogramowania, dlatego traktowanie ich w ten sposób pozytywnie wpływa na jakość dokumentów.

Inne zasoby i praktyki poprawiające jakość dokumentacji obejmują:

- szkolenia z zakresu pisania i aktualizowania dokumentacji;
- automatyczne testowanie fragmentów kodu lub niepełnej dokumentacji;
- zbiory wytycznych, np. podręczniki dotyczące stylu tworzenia dokumentacji oraz przewodniki pisania dla odbiorców na całym świecie.

Dokumentacja jest jednym z kluczowych czynników sprzyjających DevOps. Im wyższa jakość dokumentacji, tym lepsze rezultaty inwestycji w poszczególne możliwości w zakresie DevOps, takie jak bezpieczeństwo, niezawodność i pełne wykorzystanie zalet rozwiązania chmurowego. Stosowanie praktyk poprawiających jakość dokumentacji jest dla firmy opłacalne, ponieważ prowadzi do lepszych możliwości technicznych i wyższej wydajności SDO.

Bezpieczeństwo

Przesunięcie testowania w lewo i ciągła integracja

Wraz z rozwojem nowych technologii rośnie również liczba zagrożeń bezpieczeństwa oraz stopień ich zaawansowania. W 2020 r. cyberprzestępcy ujawnili ponad 22 miliardy rekordów poufnych danych osobowych i firmowych, jak wynika z dokumentu „2020 Threat Landscape Retrospective Report” (Retrospektywny raport o zagrożeniach w 2020 r.) opracowanego przez firmę Tenable⁶. Bezpieczeństwo nie może być ostatnim krokiem przed samym dostarczeniem; zabezpieczenia należy integrować na każdym etapie procesu programowania.

Aby można było dostarczać oprogramowanie w bezpieczny sposób, zabezpieczenia muszą ewoluować szybciej niż metody wykorzystywane do ataków. Podczas ataków na łańcuch dostaw oprogramowania SolarWinds i Codecov w 2020 r. hakerzy uzyskali dostęp do systemu kompilacji SolarWinds i zmodyfikowali skrypt Bash Uploader na platformie Codecov⁷, aby włamać się do infrastruktury tysięcy klientów tych firm. Biorąc pod uwagę poważne konsekwencje tego typu ataków, branża musi zmienić podejście z prewencyjnego na diagnostyczne, w którym zespoły programistyczne powinny z góry zakładać, że ich systemy są już zagrożone, i stosować zabezpieczenia w całym łańcuchu dostaw oprogramowania.

Podobnie jak w poprzednich latach tegoroczne badania również wykazały, że firmy osiągające najlepsze wyniki wyprzedzają pozostałe w zakresie bezpieczeństwa. W tym roku firmy o najwyższej wydajności, które osiągnęły lub przekroczyły swoje cele w obszarze niezawodności, dwukrotnie częściej stosowały praktyki bezpieczeństwa w całym cyklu życia oprogramowania. To sugeruje, że zespoły, które poprawiły wydajność dostarczania przy zachowaniu standardów niezawodności, znalazły sposób na zintegrowanie testów jakości i praktyk bezpieczeństwa bez obniżania swojej zdolności do szybkiego i niezawodnego dostarczania oprogramowania.

Oprócz wysokiej wydajności dostarczania oprogramowania i wydajności operacyjnej zespoły, które wdrażają praktyki bezpieczeństwa w całym cyklu życia oprogramowania, 1,6 raza częściej osiągają lub przekraczają swoje cele organizacyjne. Zespoły programistyczne, które stosują odpowiednie zabezpieczenia, osiągają znacznie lepsze wyniki.

Firmy o najwyższej wydajności, które osiągnęły lub przekroczyły swoje cele w obszarze niezawodności, dwukrotnie częściej stosowały praktyki bezpieczeństwa w całym cyklu życia oprogramowania.

⁶ <https://www.tenable.com/cyber-exposure/2020-threat-landscape-retrospective>

⁷ <https://www.cybersecuritydive.com/news/codecov-breach-solarwinds-software-supply-chain/598950/>

Jak zrobić to dobrze

Rozumienie wagi bezpieczeństwa i traktowanie go priorytetowo jest łatwe w teorii, ale w praktyce wymaga odejścia od tradycyjnych metod zapewniania bezpieczeństwa informacji. Aby wdrożyć zabezpieczenia, podnieść wydajność dostarczania oprogramowania i wydajność operacyjną oraz poprawić wyniki biznesowe organizacji, można wykorzystać następujące praktyki:

Testowanie pod kątem bezpieczeństwa. Automatyczne testowanie zakresu, w jakim spełnione są wymagania dotyczące bezpieczeństwa, w tym testowanie obszarów, gdzie należy użyć wstępnie zatwierdzonego kodu.

Integrowanie kontroli bezpieczeństwa na każdym etapie. Integrowanie bezpieczeństwa informacji (InfoSec) w codzienne zadania w całym cyklu dostarczania oprogramowania. Obejmuje to uwzględnianie pracy zespołu ds. InfoSec w fazie projektowania i budowania architektury aplikacji, uczestnictwo w prezentacjach wersji demonstracyjnych oprogramowania i przekazywanie opinii dotyczących takich wersji.

Kontrole bezpieczeństwa. Przeprowadzanie kontroli bezpieczeństwa wszystkich głównych funkcji.

Tworzenie wstępnie zatwierdzonego kodu. Tworzenie przez zespół ds. InfoSec wstępnie zatwierdzonych oraz łatwych w obsłudze bibliotek, pakietów, łańcuchów narzędzi i procesów, które operatorzy IT i programiści mogą wykorzystywać w swojej pracy.

Wielokrotne i odpowiednio wczesne konsultacje z zespołem ds. InfoSec. Konsultowanie się ze specjalistami ds. InfoSec w trakcie planowania i wszystkich kolejnych faz tworzenia aplikacji, aby mogli odpowiednio wcześniej wykryć luki w zabezpieczeniach, co da zespołowi wystarczająco dużo czasu na ich usunięcie.

Jak wspomnieliśmy wcześniej, wysokiej jakości dokumentacja pozwala osiągać lepsze wyniki w różnych obszarach DevOps, łącznie z bezpieczeństwem. Okazuje się, że zespoły mające dostęp do wysokiej jakości dokumentacji 3,8 raza częściej stosowały praktyki bezpieczeństwa w całym cyklu życia oprogramowania. Nie każdy pracownik firmy zna się na kryptografii. Dlatego wiedzę specjalistów w tej dziedzinie najlepiej udostępniać w formie dokumentacji opisującej zasady i praktyki bezpieczeństwa.

Praktyki związane z bezpieczeństwem

Testowanie pod kątem bezpieczeństwa	58%
Integrowanie kontroli bezpieczeństwa na każdym etapie	54%
Kontrole bezpieczeństwa	60%
Tworzenie wstępnie zatwierdzonego kodu	49%
Konsultacje z zespołem ds. InfoSec	63%

Techniczne możliwości DevOps

Nasze badania pokazują, że w organizacjach, które poddają się transformacji w kierunku DevOps przez przyjęcie trybu ciągłego dostarczania, częściej występują procesy charakteryzujące się wysoką jakością, niskim ryzykiem i oszczędnością.

W szczególności przeanalizowaliśmy następujące rozwiązania techniczne:

- Architektura oprogramowania luźno sprzężonego
- Programowanie w oparciu o gałąź główną
- Tryb ciągłego testowania
- Tryb ciągłej integracji
- Wykorzystywanie technologii typu open source
- Monitorowanie i obserwowalność
- Zarządzanie zmianami w bazie danych
- Automatyzacja wdrażania

Odkryliśmy, że chociaż wszystkie te rozwiązania usprawniają ciągłe dostarczanie, największy wpływ mają architektura oprogramowania luźno sprzężonego i tryb ciągłego testowania. Na przykład tegoroczne badania wykazały, że organizacje, które radzą sobie najlepiej i które osiągają swoje cele w zakresie niezawodności, 3 razy częściej stosują architekturę oprogramowania luźno sprzężonego niż ich mniej wydajni odpowiednicy.

Architektura oprogramowania luźno sprzężonego

Nasze badania wciąż dowodzą, że można poprawić wydajność architektury IT, zmniejszając szczegółowe zależności między usługami i zespołami. W rzeczywistości jest to jeden z kluczowych czynników prognozujących skuteczny tryb ciągłego dostarczania. Dzięki architekturze oprogramowania luźno sprzężonego zespoły mogą skalować, popełniać błędy, testować i wdrażać niezależnie od siebie. Mogą poruszać się we własnym tempie, pracować na mniejszych partiach, zaciągać mniejszy dług technologiczny i szybciej przywracać usługi po awarii.

Tryb ciągłego testowania i ciągłej integracji

Podobnie jak w latach poprzednich, w tym roku także wykazaliśmy, że tryb ciągłego testowania jest ważnym czynnikiem prognozującym skuteczny tryb ciągłego dostarczania. Organizacje, które radzą sobie najlepiej i osiągają swoje cele w zakresie niezawodności, 3,7 raza częściej wdrażają tryb ciągłego testowania. Dzięki przeprowadzaniu częstych testów na wczesnych etapach procesu dostarczania oraz dzięki stałej współpracy testerów i programistów zespoły są w stanie szybciej iterować i wprowadzać zmiany w swoich usługach lub aplikacjach. Można wykorzystywać tę pętlę informacji zwrotnych, aby dostarczać wartość klientom, a jednocześnie bezproblemowo wprowadzać rozwiązania takie jak automatyczne testowanie i tryb ciągłej integracji.

Tryb ciągłej integracji wpływa też na poprawę wydajności trybu ciągłego dostarczania. Organizacje, które radzą sobie najlepiej i osiągają swoje cele w zakresie niezawodności, 5,8 raza częściej wdrażają tryb ciągłej integracji. W przypadku trybu ciągłej integracji każde zatwierdzenie aktywuje kompilację oprogramowania i uruchamia serię automatycznych testów, które w ciągu kilku minut dostarczają informacje zwrotne.

Tryb ciągłej integracji ogranicza konieczność ręcznej i często skomplikowanej koordynacji zadań niezbędnych do przeprowadzenia skutecznej integracji.

Tryb ciągłej integracji, zgodnie z definicją Kenta Becka i społeczności Extreme Programming, z której tryb ten się wywodzi, obejmuje również omówione poniżej rozwiązanie programowania w oparciu o gałąź główną⁷.

Programowanie w oparciu o gałąź główną

Nasze badania konsekwentnie wykazują, że organizacje o wysokiej wydajności częściej tworzą oprogramowanie w oparciu o gałąź główną, w ramach czego programiści pracują na niewielkich porcjach danych i często scalają swoją pracę ze współdzieloną gałęzią główną. Organizacje, które radzą sobie najlepiej i osiągają swoje cele w zakresie niezawodności, 2,3 raza częściej stosują programowanie w oparciu o gałąź główną. W firmach o słabych wynikach częściej zdarza się, że gałęzie żyją za długo i dochodzi do opóźnień w scalaniu.

Zespoły powinny scalać swoją pracę co najmniej raz dziennie, a w miarę możliwości nawet kilka razy dziennie. Programowanie w oparciu o gałąź główną jest ściśle powiązane z trybem ciągłej integracji, dlatego należy wdrażać te dwa rozwiązania techniczne jednocześnie, ponieważ razem dają lepszy efekt synergii.

Automatyzacja wdrażania

W idealnym środowisku pracy komputery wykonują powtarzalne zadania, podczas gdy ludzie skupiają się na rozwiązywaniu problemów. Dzięki automatyzacji wdrażania zespoły mogą zbliżyć się do tego celu.

Zautomatyzowane przejście oprogramowania z fazy testowania do środowiska produkcji umożliwia szybsze i wydajniejsze wdrożenia, a tym samym skraca czas wprowadzania zmian. Zmniejsza się również ryzyko wystąpienia błędów wdrażania, które jest większe w przypadku wdrożeń ręcznych. Zespoły korzystające z automatyzacji wdrażania otrzymują natychmiastowe informacje zwrotne, które mogą pomóc w znacznie szybszym ulepszeniu usługi lub produktu. Chociaż stosowanie automatyzacji wdrażania, trybu ciągłego testowania i trybu ciągłej integracji w tym samym czasie nie jest konieczne, jednoczesne wdrożenie tych 3 rozwiązań zwiększa prawdopodobieństwo osiągnięcia lepszych wyników.

Zarządzanie zmianami w bazie danych

Śledzenie zmian przez kontrolę wersji jest kluczowym elementem pisania i aktualizowania kodu oraz zarządzania bazą danych. Nasze badania wykazały, że firmy o najwyższej wydajności, które osiągają swoje cele w zakresie niezawodności, 3,4 raza częściej stosują zarządzanie zmianami w bazie danych w porównaniu z najsłabszymi firmami. Kluczowymi czynnikami skutecznego zarządzania zmianami w bazie danych są współpraca, komunikacja i przejrzystość we wszystkich zespołach biorących udział w tym procesie. Chociaż zmiany można wprowadzać na wiele sposobów, zalecamy, aby każdorazowo przed aktualizacją bazy danych zespoły spotkały się i wspólnie zweryfikowały zmiany.

⁷ Beck, K. (2000 r.). Extreme programming explained: Embrace change (O co chodzi w ekstremalnym programowaniu: akceptacja zmian). Addison-Wesley Professional.

Monitorowanie i obserwowalność

Podobnie jak w poprzednich latach, wykazaliśmy, że rozwiązania w zakresie monitorowania i obserwowalności mają pozytywny wpływ na tryb ciągłego dostarczania. Firmy o najwyższej wydajności, które osiągają swoje cele w zakresie niezawodności, 4,1 raza częściej stosują rozwiązania dające wgląd w ogólny stan systemu. Rozwiązania w zakresie obserwowalności pozwalają zespołom na lepsze poznanie systemów, co skraca czas potrzebny na identyfikację i rozwiązywanie problemów. Z naszych badań wynika też, że zespoły stosujące skuteczne praktyki w zakresie obserwowalności spędzają więcej czasu na kodowaniu. Jednym z możliwych wyjaśnień jest fakt, że dzięki rozwiązaniom dotyczącym obserwowalności programiści spędzają mniej czasu na wyszukiwaniu przyczyn problemów, a więcej czasu na ich rozwiązywaniu, dzięki czemu szybciej wracają do kodowania.

Technologie typu open source

Wielu programistów korzysta z technologii open source, a ich znajomość tego typu narzędzi jest mocną stroną organizacji. Główną wadą technologii o zamkniętym źródle jest to, że ograniczają one możliwość transferu wiedzy do wewnątrz i na zewnątrz organizacji. Na przykład wśród kandydatów do pracy nie ma nikogo, kto zna już narzędzia danej organizacji, a programiści nie mogą

Z kolei większość oprogramowania typu open source skupia wokół siebie społeczność, która w razie potrzeby udziela pomocy programistom. Oprogramowanie typu open source jest znacznie szerzej dostępne, stosunkowo niedrogie i konfigurowalne. Firmy o najwyższej wydajności, które osiągają swoje cele w zakresie niezawodności, 2,4 raza częściej korzystają z technologii typu open source. Zalecamy, aby w trakcie transformacji ukierunkowanej na DevOps częściej korzystać z oprogramowania typu open source.

Więcej informacji na temat technicznych możliwości w zakresie DevOps opisanych przez DORA jest dostępnych pod adresem <https://cloud.google.com/devops/capabilities>

COVID-19

W tym roku poddaliśmy analizie czynniki, które wpłynęły na wyniki zespołów w trakcie pandemii COVID-19. Chcieliśmy w szczególności odpowiedzieć na pytanie, czy pandemia COVID-19 wpłynęła negatywnie na wydajność dostarczania oprogramowania i wydajność operacyjną (SDO). Czy w rezultacie zespoły doświadczają większego wypalenia zawodowego? Jakie czynniki mogą łagodzić skutki wypalenia?

Najpierw postanowiliśmy zbadać wpływ pandemii na wydajność dostarczania oprogramowania i wydajność operacyjną. Dla wielu organizacji chcących nadążyć za zmianami na rynku priorytetem stała się modernizacja (np. przejście z zakupów stacjonarnych na zakupy online). W rozdziale pt. „Jak wypadamy na tle innych?” omawiamy czynniki dynamicznego i ciągłego wzrostu wydajności w branży oprogramowania. Zespoły osiągające dobre wyniki stanowią obecnie większość naszej próby badawczej, a te najbardziej wydajne stale podnoszą poprzeczkę, przeprowadzając częstsze wdrożenia z krótszymi czasami wprowadzania zmian i przywracania usługi oraz niższym odsetkiem błędnych zmian. Podobnie badanie przeprowadzone przez firmę GitHub wykazało wzrost aktywności programistów (tj. liczby żądań pull i push, zweryfikowanych żądań pull oraz komentowanych problemów na jednego użytkownika⁹) w 2020 r. Choć najprawdopodobniej obserwowany nadal przyspieszony rozwój branży ma miejsce pomimo pandemii, a nie dzięki niej, warto zauważyć, że nie zanotowano w tym trudnym okresie tendencji spadkowej w wydajności SDO.

Pandemia zmieniła sposób, w jaki pracujemy, a dla wielu także miejsce pracy. Z tego powodu analizujemy też konsekwencje pracy zdalnej. Aż 89% uczestników naszego badania pracowało w domu z powodu pandemii. Tylko 20% zadeklarowało, że zdarzyło im się pracować zdalnie przed pandemią. Zmiana środowiska pracy na dom miała duży wpływ na tworzenie oprogramowania, prowadzenie firmy i współpracę z innymi. Praca zdalna pozbawiła wiele osób możliwości bezpośredniej współpracy oraz indywidualnego kontaktu w formie choćby spontanicznych rozmów na korytarzu.

89%

uczestników badania
pracowało w domu
z powodu pandemii

⁹ <https://octoverse.github.com/>

Co ograniczało poczucie wypalenia?

Mimo to znaleźliśmy czynnik mający duży wpływ na to, czy zespół zmagał się z wypaleniem w wyniku pracy zdalnej: kulturę. Zespoły o kulturze generatywnej, składające się z osób, które wcześniej czuły się częścią zespołu, były o połowę mniej narażone na wypalenie zawodowe podczas pandemii. Powyższy wniosek pokazuje, jak ważne jest traktowanie priorytetowo kwestii zespołu i kultury. Najwydajniejsze zespoły są przygotowane do przetrwania kryzysu, który może wywierać presję nie tylko na zespole, ale i na poszczególnych pracownikach.

Zespoły o kulturze generatywnej, składające się z osób, które wcześniej czuły się częścią zespołu, były o połowę mniej narażone na wypalenie zawodowe podczas pandemii.

Kultura

Mówiąc najprościej, kultura jest nieodłącznym elementem interpersonalnym każdej organizacji. To wszystko, co wpływa na to, jak pracownicy myślą, co czują i jak zachowują się wobec organizacji i siebie nawzajem. Wszystkie organizacje mają swoją własną, unikalną kulturę, a wyniki naszych badań konsekwentnie pokazują, że kultura jest jednym z najważniejszych czynników wpływających na wyniki organizacji i wydajność jej infrastruktury IT. W szczególności z naszych analiz wynika, że kultura generatywna – mierzona na podstawie typologii kultury organizacyjnej wg Westruma oraz poczucia przynależności pracowników do organizacji – pozwala osiągać wyższą wydajność dostarczania oprogramowania i wydajność operacyjną (SDO). Na przykład okazuje się, że w firmach o najwyższej wydajności, które osiągają swoje cele w zakresie niezawodności, 2,9 raza częściej panuje generatywna kultura zespołowa niż w firmach o niskiej wydajności. Poza tym firmy o kulturze generatywnej osiągają lepsze wyniki biznesowe i odnotowują niższe wskaźniki wypalenia zawodowego. Krótko mówiąc, kultura naprawdę ma znaczenie. Na szczęście kultura jest elastyczna, wieloaspektowa i stale się zmienia, dzięki czemu można na nią wpływać.

Aby skutecznie wdrażać możliwości w zakresie DevOps, organizacja powinna mieć zespoły, których członkowie współpracują ze sobą w zakresie wielu funkcji. W badaniach z 2018 r. wykazaliśmy, że firmy o wysokiej wydajności dwukrotnie częściej tworzyły i dostarczały oprogramowanie w ramach pojedynczego, wielofunkcyjnego zespołu. To potwierdza, że współpraca ma kluczowe znaczenie dla sukcesu każdej organizacji. Pozostaje nam odpowiedzieć na jedno kluczowe pytanie: jakie są czynniki wpływające na kształtowanie się środowiska sprzyjającego współpracy tego typu interdyscyplinarnych zespołów?

Przez ostatnie lata staraliśmy się przybliżyć pojęcie kultury, aby społeczność DevOps mogła lepiej zrozumieć jej wpływ na wyniki organizacji i wydajność jej infrastruktury IT. Rozpoczęliśmy tę podróż od operacyjnego zdefiniowania kultury na podstawie typologii kultury organizacyjnej wg Westruma. Westrum określił trzy rodzaje organizacji: zorientowane na władzę, na reguły oraz na wyniki. Wykorzystaliśmy ten podział we własnych badaniach i odkryliśmy, że kultura organizacyjna zorientowana na wyniki i zoptymalizowana pod kątem przepływu informacji, zaufania, innowacyjności i podziału ryzyka stwarza szansę osiągnięcia wysokiej wydajności SDO.

Pogłębiając znajomość metodyki DevOps oraz zjawiska kultury organizacyjnej, jednocześnie pracowaliśmy nad poszerzeniem naszej początkowej definicji kultury o inne czynniki psychospołeczne, takie jak bezpieczeństwo psychiczne. Organizacje osiągające najlepsze wyniki znacznie częściej charakteryzują się kulturą, która zachęca pracowników do podejmowania przemyślanego i umiarkowanego ryzyka bez obawy przed negatywnymi konsekwencjami.

Kultura jest elastyczna, wieloaspektowa i stale się zmienia, dzięki czemu organizacje mogą na nią wpływać.

Poczucie przynależności i integracji

Biorąc pod uwagę niezmiennie silny wpływ kultury na wydajność, w tym roku poszerzyliśmy nasz model, aby zbadać, czy poczucie przynależności i integracji pracowników przyczynia się do korzystnego wpływu kultury na wyniki firmy.

Badania psychologiczne wskazują, że ludzie są z natury zmotywowani do budowania i pielęgnowania silnych i stabilnych relacji z innymi¹⁰. Chcemy czuć więź z innymi ludźmi i być akceptowani przez różne grupy, do których należymy. Poczucie przynależności daje nam wiele korzyści fizycznych i psychicznych. Na przykład badania sugerują, że poczucie przynależności pozytywnie wpływa na motywację i prowadzi do poprawy wyników w nauce¹¹.

Elementem tego poczucia więzi jest przekonanie, że w pracy ludzie powinni czuć się komfortowo we własnej skórze, a ich wyjątkowe doświadczenia i pochodzenie zasługują na docenienie i szacunek¹². Kultura organizacyjna sprzyjająca poczuciu przynależności i integracji oznacza bardziej wydajny i zmotywowany personel o większej różnorodności.

Jak wynika z naszych badań, organizacje zorientowane na wyniki, które dbają o poczucie przynależności i integracji, notują niższy poziom wypalenia zawodowego pracowników w porównaniu z organizacjami o mniej pozytywnej kulturze organizacyjnej.

Biorąc pod uwagę dowiedziony wpływ czynników psychospołecznych na wydajność SDO i na poziom wypalenia wśród pracowników, zalecamy, aby podczas transformacji ukierunkowanej na DevOps firmy zainwestowały czas i zasoby w rozwiązanie problemów dotyczących kultury.

10 Baumeister i Leary, 1995 r. The need to belong: Desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation (Potrzeba przynależności: pragnienie więzi międzyludzkich jako jedna z podstawowych motywacji). *Psychological Bulletin*, 117(3), 497–529.

<https://doi.org/10.1037/0033-2909.117.3.497>

11 Walton i in., 2012 r. Mere belonging: the power of social connections (Przynależność: moc powiązań społecznościowych). *Journal of Personality and Social Psychology*, 102(3):513–32.

<https://doi.org/10.1037/a0025731>

12 Mor Barak i Daya, 2014 r.; Managing diversity: Toward a globally inclusive workplace (Zarządzanie różnorodnością: jak stworzyć globalnie promujące integrację społeczną miejsce pracy). Sage.

Shore, Cleveland i Sanchez, 2018 r.; Inclusive workplaces: A review and model (Promujące integrację społeczną miejsca pracy: przegląd i model), *Human Resources Review*.

<https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2017.07.003>

Rozdział 4

Kto wziął udział w badaniu?

Raport Accelerate State of DevOps z 2021 r., obejmujący 7 lat badań i ponad 32 tys. odpowiedzi udzielonych na pytania ankiety przez specjalistów, przedstawia praktyki w zakresie programowania i DevOps, które zwiększają wydajność pracy zespołów i organizacji.

W tym roku 1200 czynnych zawodowo specjalistów z różnych branż na całym świecie podzieliło się swoimi doświadczeniami, aby pomóc nam lepiej zrozumieć czynniki wpływające na osiągnięcie lepszych wyników. Przekrój demograficzny i firmograficzny pozostaje niezwykle spójny.



Dane demograficzne i firmograficzne

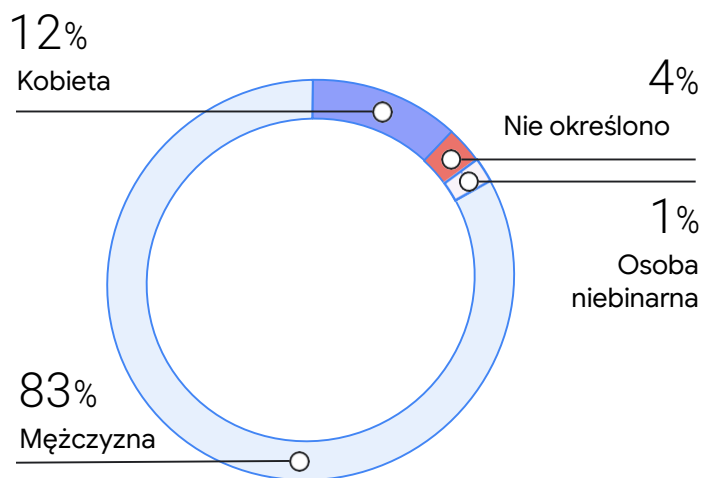
Tak jak w poprzednich latach, zebraliśmy dane demograficzne od każdego uczestnika badania. Kategorie danych obejmują płeć, niepełnosprawność i grupy niedostatecznie reprezentowane.

Odsetek przedstawicieli poszczególnych kategorii danych firmograficznych, tj. wielkości firmy, branży i regionu, prezentował się podobnie jak w poprzednich raportach. Ponownie ponad 60% ankietowanych to inżynierowie lub menedżerowie, a 1/3 pracuje w branży technologicznej. Są też przedstawiciele z branży usług finansowych, handlu detalicznego oraz zakładów przemysłowych/produkcyjnych.

Dane demograficzne

Płeć

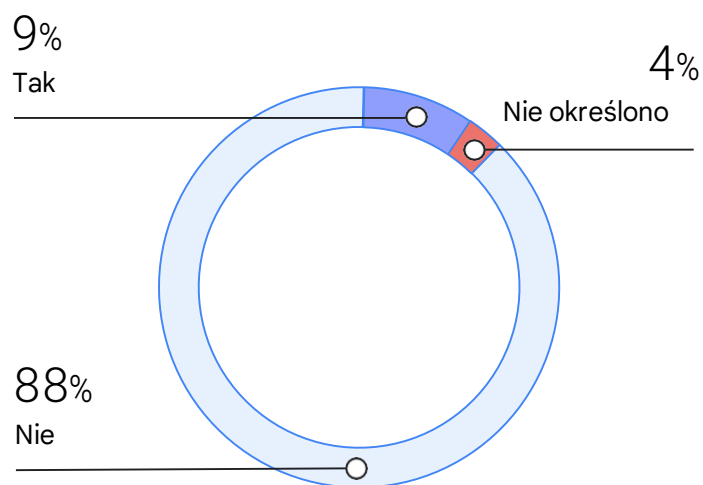
Tegoroczna próba składa się w 83% z mężczyzn, w 12% z kobiet i w 1% z osób niebinarnych, co w dużej mierze odpowiada rozkładowi płci w poprzednich badaniach. Ankietowani podali, że kobiety stanowią około 25% składu ich zespołów, czyli tyle samo co w 2018 r. (25%) i aż o 9% więcej w stosunku do 2019 r. (16%).



W tym roku ankietowani podali, że 25% składu ich zespołu to kobiety (mediana), co jest znaczną poprawą po spadku z 2019 r.

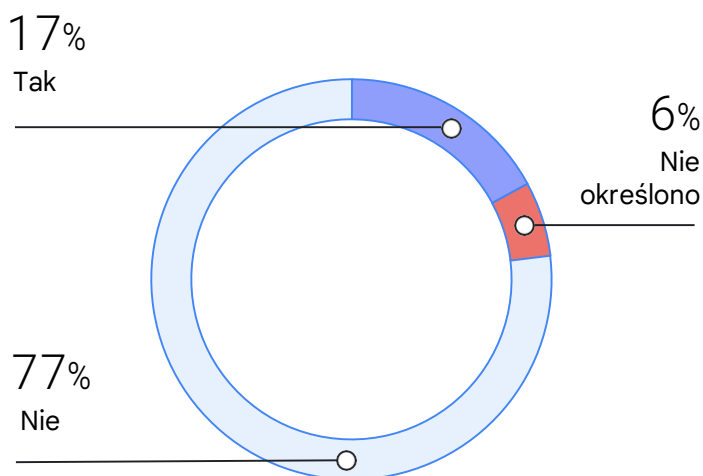
Niepełnosprawność

Niepełnosprawność jest określana w sześciu wymiarach, zgodnie z wytycznymi zawartymi w ankiecie opracowanej przez Washington Group¹³. To już trzeci rok, w którym pytamy o niepełnosprawność. W tym roku odsetek osób z niepełnosprawnością był zbliżony do tego w badaniach z 2019 r. i wyniósł 9%.



Grupy niedostatecznie reprezentowane

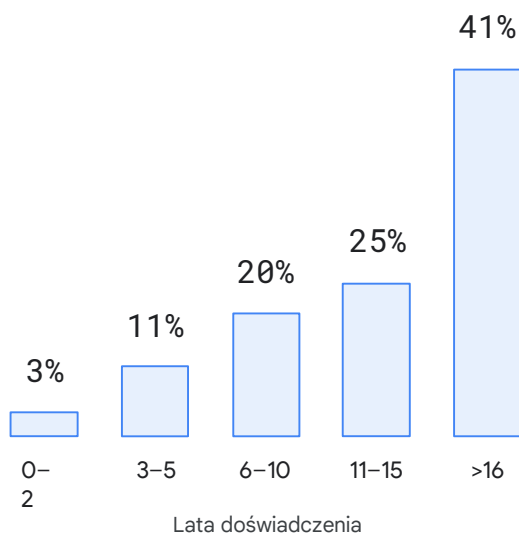
Przynależność do grupy niedostatecznie reprezentowanej może odnosić się do rasy, płci lub innej cechy. To już czwarty rok, w którym zapytaliśmy o przynależność do takiej grupy. Odsetek osób, które identyfikują się jako członkowie grupy niedostatecznie reprezentowanej, wzrósł nieznacznie z 13,7% w 2019 r. do 17% w 2021 r.



¹³ <https://www.washingtongroup-disability.com/question-sets/wg-short-set-on-functioning-wg-ss/>

Lata doświadczenia

Osoby, które wypełniły tegoroczną ankietę, mają duże doświadczenie zawodowe, z czego 41% pracuje od co najmniej 16 lat. Ponad 85% z nich ma co najmniej 6-letnie doświadczenie.

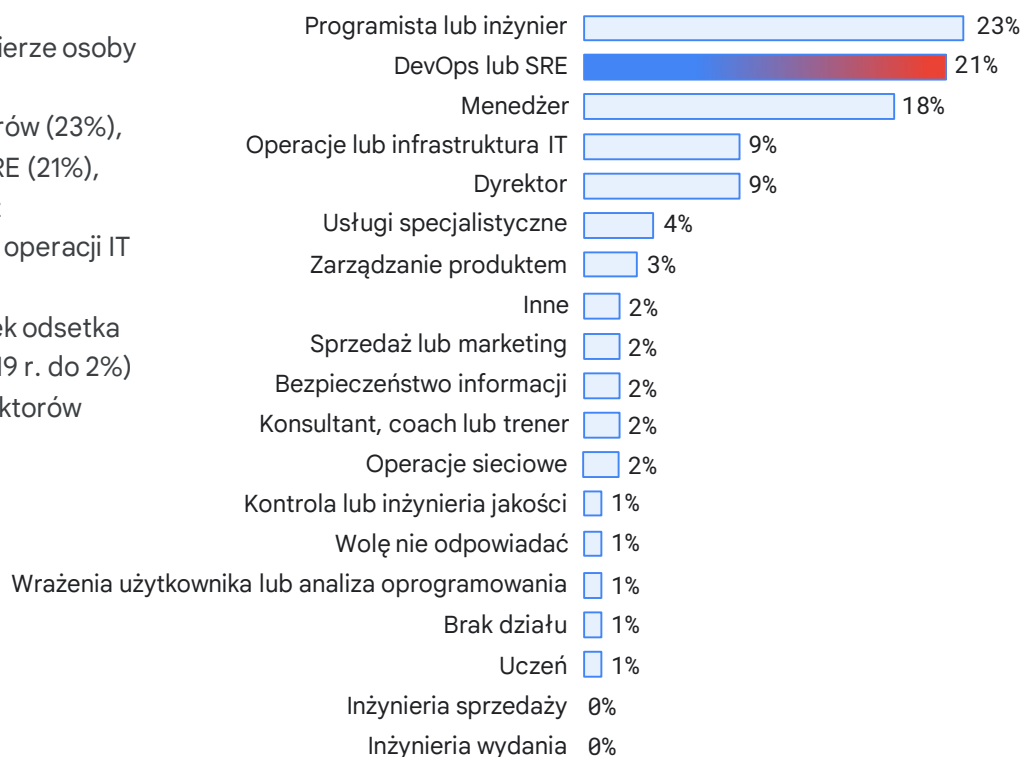


Dane firmograficzne

Działy

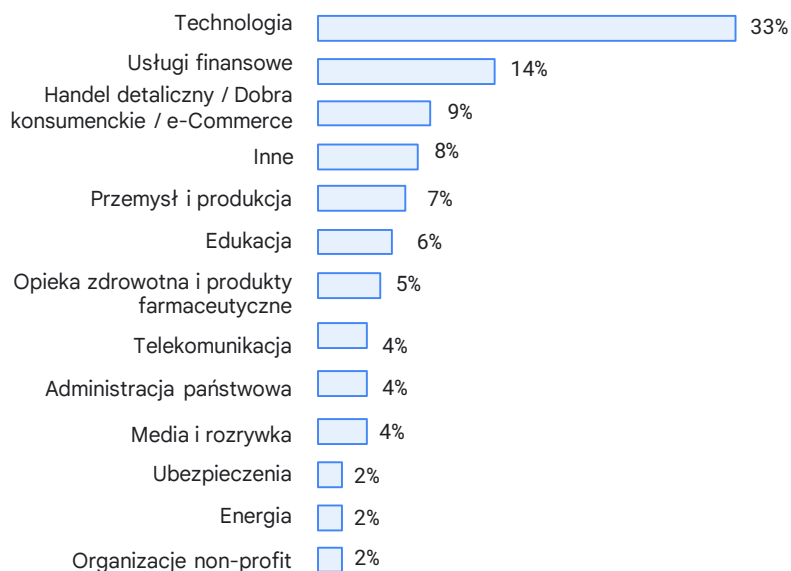
Ankietowani to w dużej mierze osoby pracujące w zespołach programistów lub inżynierów (23%), zespołach DevOps lub SRE (21%), menedżerowie (18%) oraz członkowie zespołów ds. operacji IT lub infrastruktury IT (9%).

Zaobserwowaliśmy spadek odsetka konsultantów (z 4% w 2019 r. do 2%) oraz wzrost odsetka dyrektorów (z 4% w 2019 r. do 9%).



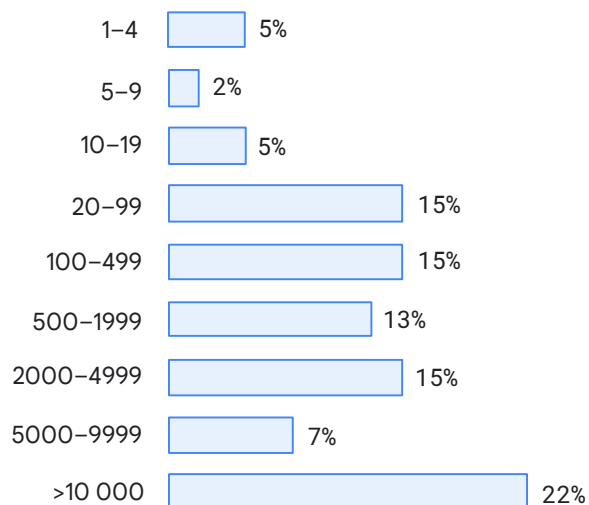
Branża

Podobnie jak w poprzednich raportach Accelerate State of DevOps, większość ankietowanych pracuje w branży technologicznej, następnie w usługach finansowych, handlu detalicznym i innych branżach.



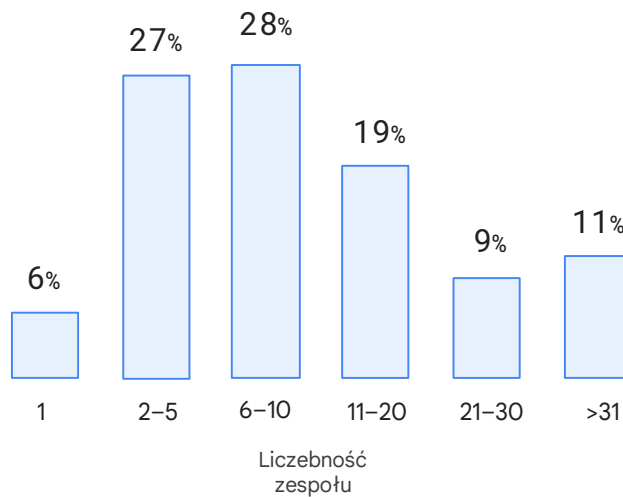
Pracownicy

Tak jak w przypadku poprzednich raportów Accelerate State of DevOps, ankietowani pracują w organizacjach o różnej wielkości. 22% osób pracuje w firmach zatrudniających powyżej 10 tys. pracowników, a 7% w firmach zatrudniających od 5 tys. do 9999 pracowników. Kolejne 15% ankietowanych to przedstawiciele organizacji z liczbą pracowników w przedziale 2000–4999. Ponadto 13% osób pracuje w firmach zatrudniających 500–1999 pracowników, 15% – w firmach zatrudniających 100–499 pracowników i wreszcie 15% – w firmach zatrudniających 20–99 osób.



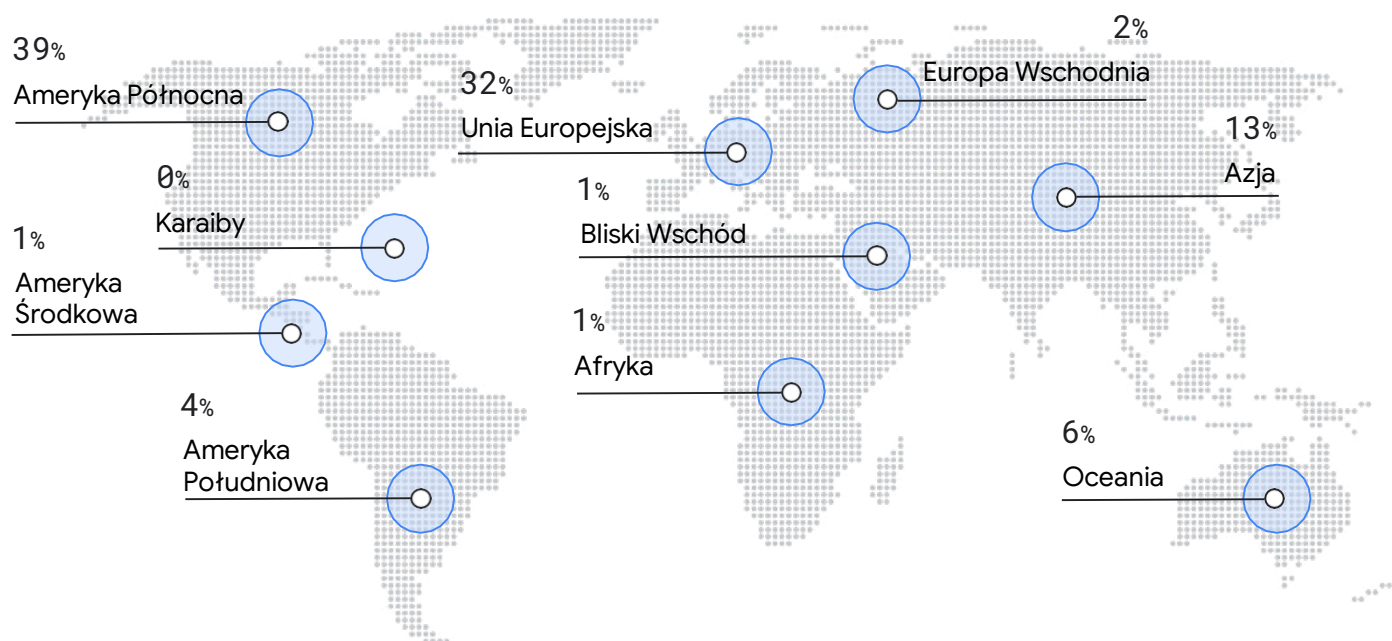
Liczebność zespołu

Ponad połowa ankietyowanych (62%) pracuje w zespołach liczących maksymalnie 10 osób (28% w zespołach 6–10-osobowych, 27% w zespołach 2–5-osobowych i 6% samodzielnie). Kolejne 19% pracuje w zespołach liczących 11–20 osób.



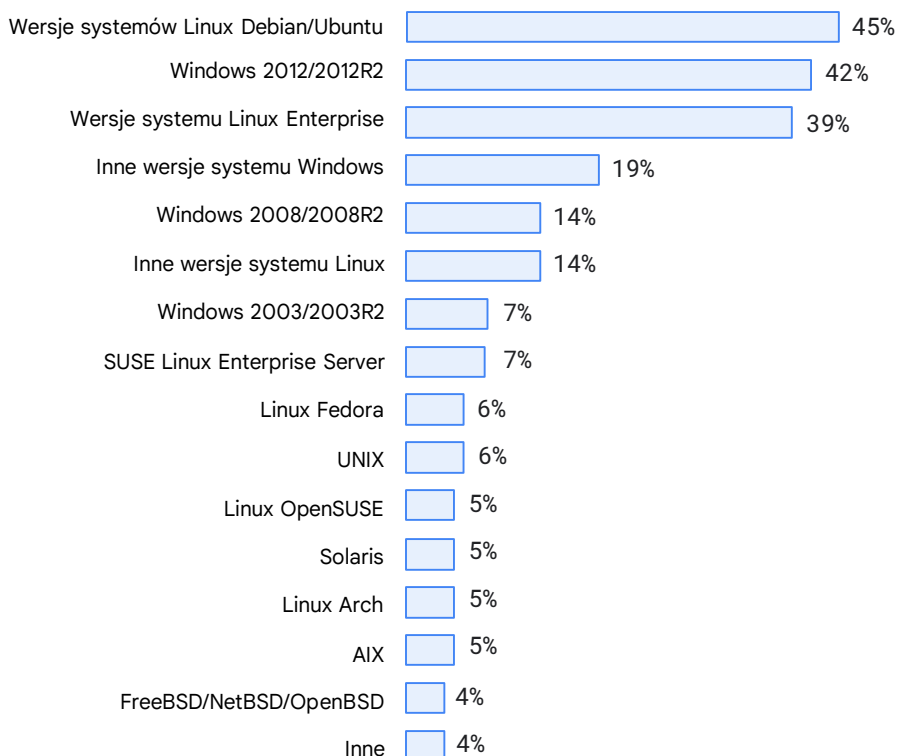
Regiony

W tegorocznym badaniu odnotowaliśmy spadek odpowiedzi z Ameryki Północnej (z 50% w 2019 r. do 39% w 2021 r.). Z kolei w porównaniu z 2019 r. zaobserwowaliśmy wzrost liczby ankietyowanych z Europy (z 29% do 32%), Azji (z 9% do 13%), Oceanii (z 4% do 6%) i Ameryki Południowej (z 2% do 4%).



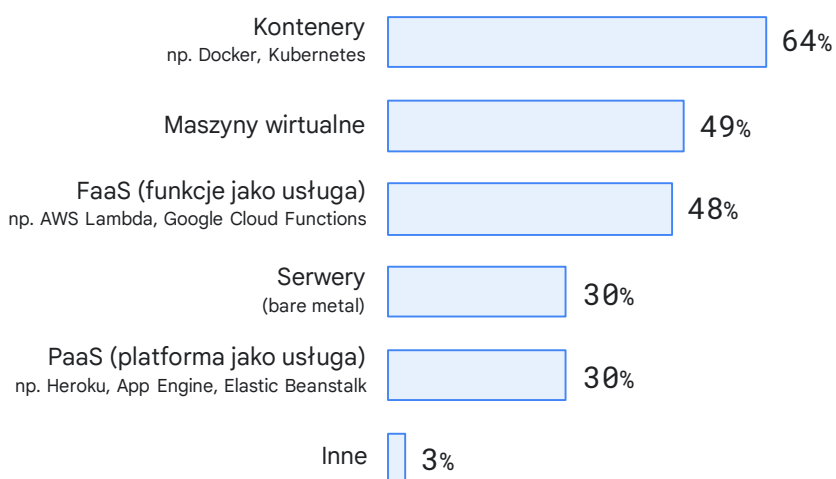
Systemy operacyjne

Również procentowy rozkład systemów operacyjnych był zbliżony do tego opisanego w poprzednich raportach State of DevOps. Chcemy ponadto podziękować osobom, które wskazały, że podana w ankiecie lista systemów operacyjnych wymaga uaktualnienia.



Cel wdrożenia

W tym roku przyjrzelśmy się, gdzie ankietowani wdrażają podstawową usługę lub aplikację, nad którymi pracują. Ku naszemu zaskoczeniu większość z nich korzysta z kontenerów (64%), a 48% korzysta z maszyn wirtualnych. Może to być spowodowane stopniowym kierowaniem się branży w stronę bardziej nowoczesnych technologii dotyczących celów wdrażania. Przeanalizowaliśmy organizacje różnych wielkości i nie znaleźliśmy między nimi istotnych różnic w zakresie celów wdrożenia.



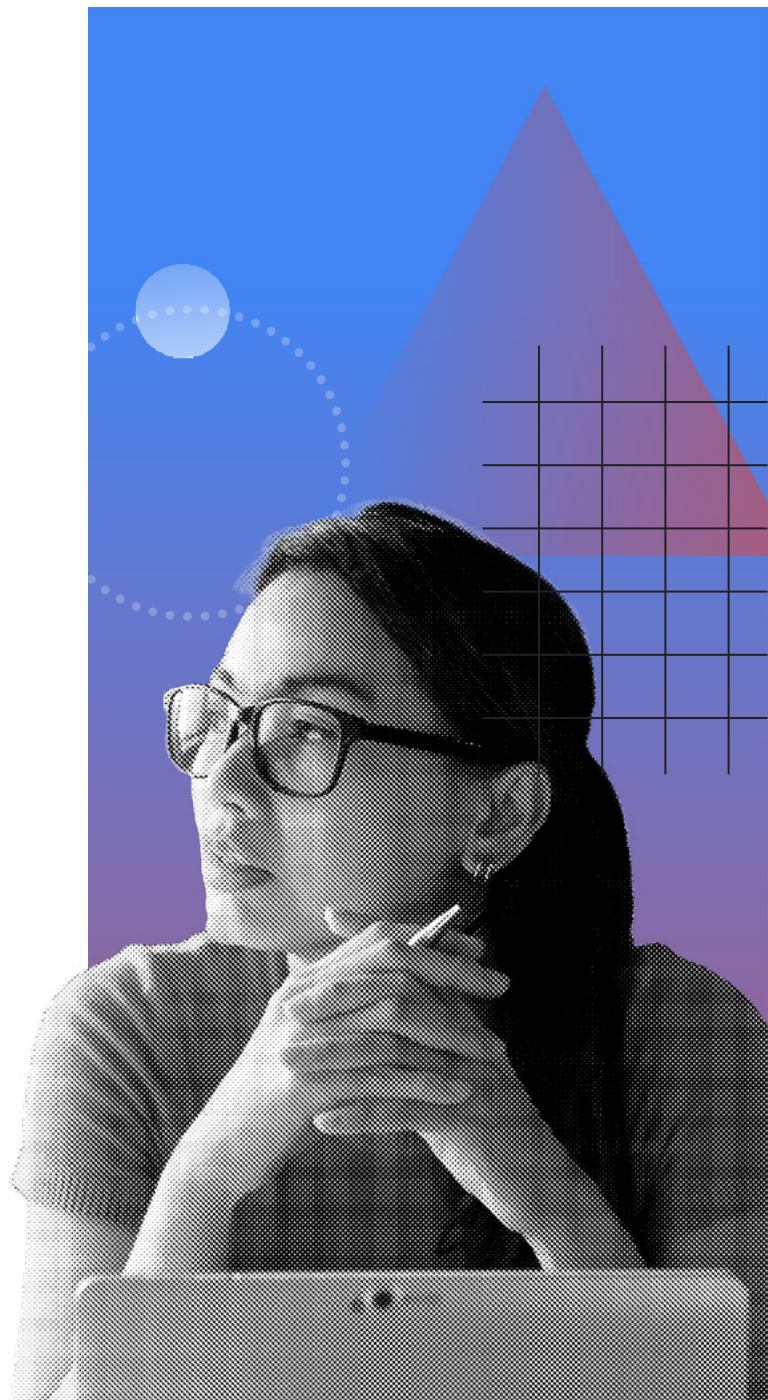
Rozdział 5

Uwagi końcowe

Po siedmiu latach badań nadal dostrzegamy korzyści, jakie daje organizacjom stosowanie filozofii DevOps. Z roku na rok firmy notują coraz szybszy rozwój i coraz lepsze wyniki.

Zespoły, które rozumieją i stosują zasady oraz możliwości DevOps, dostarczają oprogramowanie szybko i niezawodnie, bezpośrednio poprawiając wydajność organizacji. W tym roku przeanalizowaliśmy takie czynniki jak wpływ praktyk SRE, bezpieczny łańcuch dostaw oprogramowania oraz jakość dokumentacji, a także ponownie przyjrzelśmy się wykorzystaniu możliwości rozwiązań chmurowych. Każdy obszar umożliwia jednostkom i zespołom poprawę wydajności. Chcemy pokazać, że chodzi o tworzenie rozwiązań dopasowanych do potrzeb użytkowników, a nie o dopasowywanie ludzi do rozwiązań.

Dziękujemy wszystkim, którzy mieli swój udział w tegorocznym badaniu, i mamy nadzieję, że nasza ankieta pomoże pracownikom i firmom w tworzeniu lepszych zespołów i lepszego oprogramowania – przy jednoczesnym zachowaniu równowagi między życiem zawodowym a prywatnym.



Rozdział 6

Podziękowania

Opublikowanie tegorocznego raportu było możliwe dzięki pracy i pasji wielu współtwórców. Nasi koledzy i nasze koleżanki zaangażowali i zaangażowały się w to wymagające przedsięwzięcie na wiele sposobów, m.in. poprzez opracowanie pytań ankietowych, analizę danych, przygotowanie i edytowanie treści czy stworzenie projektu graficznego raportu. Autorzy pragną podziękować wszystkim tym osobom za ich wkład i cenne wskazówki. Współtwórców wymieniono w porządku alfabetycznym.

Pali Bhat

Maria Bledsoe

James Brookbank

Jan Bultmann

Lolly Chessie

John Day

Rakesh Dhoopar

Siobhán Doyle

Alex Eldemir

Nicole Forsgren

Aaron Gillies

Kelsey Hightower

Jez Humble

David Huh

Vic Iglesias

Harish Jayakumar

Nikhil Kaul

Lital Levy

Amanda Lewis

Ríona MacNamara

Andrew Macvean

Steve McGhee

Erin McKean

Jacinda Mein

Eric Maxwell

Raghu Nandan

Claire Peters

Garrett Plasky

John Ryan

Vinay Srinivasan

Christina Storm

Oren Teich

Finn Toner

Marcin Treder

Seth Vargo

Salim Virji

Brenna Washington

Michael Winser

Julia Yager-Reisen

Rozdział 7

Autorzy



Dustin Smith

Dustin Smith jest psychologiem czynników ludzkich i menedżerem ds. badań nad wrażeniami pracownika w Google. Od 3 lat jest członkiem zespołu DORA. Od 7 lat analizuje, jaki wpływ na ludzi mają otaczające ich systemy i środowiska w różnych kontekstach: inżynierii oprogramowania, darmowych gier, systemu ochrony zdrowia i wojska. Celem jego badań w Google jest wskazywanie obszarów, w których programiści będą w trakcie pracy szczęśliwsi i bardziej produktywni. Od 2 lat pracuje nad projektem DORA. Dustin uzyskał doktorat z psychologii czynników ludzkich na Wichita State University.



Daniella Villalba

Daniella Villalba jest badaczką wrażeń użytkownika zaangażowaną w projekt DORA. W swojej pracy koncentruje się na analizie czynników wpływających na poczucie szczęścia i produktywność programistów. Zanim dołączyła do Google, jej zainteresowania badawcze obejmowały korzyści płynące z medytacji, czynniki psychospołeczne wpływające na dobrostan studentów, pamięć naocznych świadków i fałszywe zeznania. Daniella zdobyła doktorat z psychologii eksperymentalnej na Florida International University.



Michelle Irvine

Michelle Irvine jest redaktorką dokumentacji technicznej w Google, gdzie przekłada opis narzędzi dla programistów na język zrozumiały dla użytkownika. Zanim dołączyła do zespołu Google, pracowała w wydawnictwach edukacyjnych oraz jako redaktorka dokumentacji technicznej oprogramowania do symulacji zjawisk fizycznych. Michelle obroniła tytuł licencjacki z fizyki oraz magisterski z retoryki i projektowania komunikacji na University of Waterloo.



Dave Stanke

Dave Stanke jest inżynierem ds. relacji z programistami w Google, gdzie doradza klientom w zakresie praktyk wdrażania DevOps i SRE. W swojej karierze zawodowej piastował już wiele stanowisk, w tym dyrektora ds. technologii w startupie, menedżera produktu, specjalisty ds. obsługi klienta, programisty, administratora systemów komputerowych i grafika. Ma tytuł magistra zarządzania technologią uzyskany na Columbia University.



Nathen Harvey

Nathen Harvey jest inżynierem ds. relacji z programistami w Google. W swojej codziennej pracy pomaga zespołom w realizacji ich potencjału przy jednoczesnym dostosowywaniu technologii do wyników biznesowych. Nathen miał okazję współpracować z wieloma wybitnymi społecznościami oprogramowania typu open source i zespołami, którym pokazywał, jak wdrażać zasady i rozwiązania DevOps i SRE. Nathen jest współautorem i współredaktorem książki „97 Things Every Cloud Engineer Should Know” (97 rzeczy, które powinien wiedzieć każdy inżynier chmurowy) opublikowanej w 2020 r. przez wydawnictwo O’Reilly.

Rozdział 8

Metodologia

Metodologia badania

W niniejszym badaniu wykorzystano metodologię hipotetycznego badania przekrojowego. Zastosowana metoda hipotetyczna zwana jest też metodą dedukcyjną i jest obecnie jedną z najpopularniejszych metod badawczych w obszarze biznesu i technologii. Metodę dedukcyjną stosuje się, gdy nie jest możliwe badanie czysto eksperymentalne i preferowane są eksperymenty terenowe.

Populacja docelowa i dobór próby

Populacją docelową tej ankiety byli praktycy i liderzy mający bezpośrednio lub pośrednio do czynienia z technologiami i transformacjami, a zwłaszcza ci zaznajomieni z DevOps. Ankietę udostępniliśmy przez listy e-mailowe, promocję online, panel online i media społecznościowe. Poprosiliśmy też użytkowników o udostępnianie ankiety w swoich sieciach (dobór próby metodą śnieżnej kuli).

Formułowanie ukrytych konstruktów

Tam, gdzie było to możliwe, hipotezy i konstrukty badawcze sformułowaliśmy na podstawie wcześniej zweryfikowanych konstruktów. Opracowaliśmy nowe konstrukty w oparciu o teorię, definicje i opinie ekspertów. Następnie podjęliśmy dodatkowe starania w celu dokładnego wyjaśnienia celów badawczych, aby mieć pewność, że dane zebrane w ankiecie będą w możliwie najwyższym stopniu wiarygodne i prawidłowe¹⁴.

Metody analizy statystycznej

Analiza skupień. Zastosowaliśmy analizę skupień w celu określenia profili wydajności dostarczania oprogramowania na podstawie częstotliwości wdrażania, czasu wprowadzania zmian, czasu przywracania usługi i odsetka błędnych zmian. Wykorzystaliśmy analizę klas ukrytych¹⁵, ponieważ nie mieliśmy żadnych branżowych ani teoretycznych powodów, aby stosować z góry określoną liczbę skupień. W celu określenia optymalnej liczby skupień zastosowaliśmy Bayesowskie kryterium informacyjne¹⁶.

Model pomiaru Przed przeprowadzeniem analizy głównej określiliśmy konstrukty przy użyciu eksploracyjnej analizy czynnikowej z analizą głównych składowych i rotacją varimax¹⁷. Przeprowadziliśmy testy statystyczne na trafność zbieżną i różnicową oraz potwierdziliśmy rzetelność, określając przeciętną wariancję wyodrębnioną (AVE), korelację, współczynnik alfa Cronbacha¹⁸ oraz wskaźnik rzetelności łącznej.

Modelowanie równań strukturalnych.

Przetestowaliśmy modele równań strukturalnych (SEM) metodą cząstkowych najmniejszych kwadratów (PLS), która jest SEM opartym na korelacji¹⁹.

14 Churchill Jr, G. A. „A paradigm for developing better measures of marketing constructs” (Paradygmat pozwalający na stworzenie lepszych sposobów pomiarów konstruktów marketingowych), *Journal of Marketing Research* 16:1, (1979 r.), 64–73.

15 Hagenaars, J. A., i McCutcheon, A. L. (red.). (2002). *Applied latent class analysis* (Analiza klas ukrytych w praktyce). Cambridge University Press.

16 Vrieze, S. I. (2012 r.). Model selection and psychological theory: a discussion of the differences between the Akaike information criterion (AIC) and the Bayesian information criterion (BIC) (Dobór modeli a teoria psychologiczna: kryterium informacyjne Akaikego AIC i Bayesowskie kryterium informacyjne Schwarza (BIC)). *Psychological methods*, 17(2), 228.

17 Straub, D., Boudreau, M. C., i D. Gefen, (2004 r.). Validation guidelines for IS positivist research (Wytyczne dotyczące weryfikacji badań pozytywistycznych prowadzonych na systemach informatycznych). *Communications of the Association for Information systems*, 13(1), 24.

18 Nunnally, J.C. *Psychometric Theory* (Teoria psychometryczna). New York: McGraw-Hill, 1978 r.

19 Hair Jr, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., i M. Sarstedt, (2021).

„A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)” (Wprowadzenie do modelowania równań strukturalnych metodą cząstkowych najmniejszych kwadratów (PLS-SEM)). Sage publications.

Rozdział 9

Więcej informacji

Więcej informacji na temat możliwości w zakresie DevOps znajduje się na stronie <https://cloud.google.com/devops/capabilities>

Zasoby dotyczące Site Reliability Engineering (SRE) dostępne są pod adresem <https://sre.google>

Skorzystaj z szybkiego testu DevOps:
<https://www.devops-research.com/quickcheck.html>

Zapoznaj się z programem badawczym DevOps:
<https://www.devops-research.com/research.html>

Więcej o programie modernizacji aplikacji Google Cloud:
<https://cloud.google.com/camp>

Zapoznaj się z dokumentem „The ROI of DevOps Transformation: How to quantify the impact of your modernization initiatives” (Zwrot z inwestycji w transformację DevOps: jak określać ilościowo wpływ inicjatyw modernizacyjnych):
<https://cloud.google.com/resources/roi-of-devops-transformation-whitepaper>

Poprzednie raporty State of DevOps:

State of DevOps 2014: <https://services.google.com/fh/files/misc/state-of-devops-2014.pdf>

State of DevOps 2015: <https://services.google.com/fh/files/misc/state-of-devops-2015.pdf>

State of DevOps 2016: <https://services.google.com/fh/files/misc/state-of-devops-2016.pdf>

State of DevOps 2017: <https://services.google.com/fh/files/misc/state-of-devops-2017.pdf>

Accelerate State of DevOps 2018: <https://services.google.com/fh/files/misc/state-of-devops-2018.pdf>

Accelerate State of DevOps 2019: <https://services.google.com/fh/files/misc/state-of-devops-2019.pdf>
