

Motywy wprowadzania eko-innowacji w polskich przedsiębiorstwach przemysłowych – wyniki analizy z wykorzystaniem modeli równań strukturalnych (PLS-SEM)

Beata Bal-Domańska, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

Elżbieta Stańczyk, Urząd Statystyczny we Wrocławiu,

Uniwersytet Wrocławski

Mirosława Szewczyk, Politechnika Opolska



IV Kongres Statystyki Polskiej, 02-05. 07. 2024, Warszawa

Inspiracje

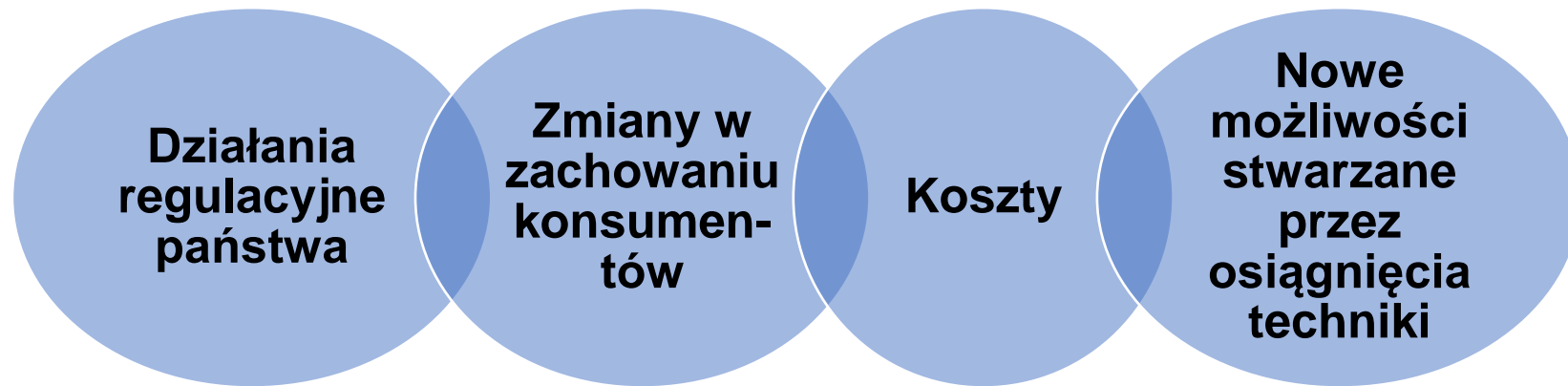
- **Innowacyjność i zagadnienia środowiskowe** to dwa kluczowe obszary wyznaczające trendy rozwojowe Unii Europejskiej. Upatruje się w nich szanse na podniesienie konkurencyjności europejskich przedsiębiorstw, jak i znalezienie rozwiązania na współczesne problemy wynikające z masowości i zasadochłonności produkcji oraz wynikające z nich zagrożenia środowiskowe
- Oczekiwane kluczowe charakterystyki współczesnych gospodarek to: oparcie na wiedzy i innowacjach, cyfryzacja, wysokie standardy środowiskowe i inkluzyjność.
- **Co skłania polskie przedsiębiorstwa przemysłowe do podjęcia działalności w zakresie innowacji przynoszących korzyści dla środowiska?**
- Ten obszar aktywności przedsiębiorstw jest szczególnie interesujący z punktu widzenia koncepcji zrównoważonego rozwoju jako długookresowego procesu skierowanego na poprawę jakości życia poprzez synchronizację i harmonizację działań właściwie we wszystkich obszarach aktywności człowieka.

Plan wystąpienia

- Wprowadzenie do tematyki badania
- Czynniki determinujące aktywność innowacyjną – przegląd literatury
- Polskie przedsiębiorstwa na tle przedsiębiorstw pozostałych członków UE
- Cel, zakres i metodyka badania aktywności eko-innowacyjnej przedsiębiorstw w Polsce
- Wybrane wyniki analizy statystycznej i modelowania w zakresie eko-innowacyjności polskich przedsiębiorstw przemysłowych
- Podsumowanie

Czynniki determinujące aktywność innowacyjną – przegląd literatury

- W literaturze przedmiotu można spotkać wiele sposobów klasyfikowania **determinant ekoinnowacji**.
- Wzajemne powiązania i znaczenie czynników determinujących eko-innowacje różnią się w zależności od analizowanej branży, rodzaju innowacji (produktowe vs. biznesowe), wielkości przedsiębiorstwa, wpływów kulturowych , itp
- Istnieje podział na **zewnętrzne** (np. regulacje prawne z zakresu ochrony środowiska i instrumenty z nich wynikające, zmiany w poziomie świadomości ekologicznej, proekologiczne oczekiwania konsumentów, powiązania rynkowe i pozarynkowe z partnerami będącymi źródłem informacji i technologii) i **wewnętrzne** (np. redukcja kosztów, świadomość ekologiczna, polityka środowiskowa przedsiębiorstwa, zdolność do szybkiego reagowania, lepsze dopasowanie do potrzeb klientów, a także rozwój umiejętności zawodowych w obszarach dających możliwość zapewnienia długotrwałej przewagi konkurencyjnej),
- Šūmakaris, Korsakienė i Ščeulovs (2021) sklasyfikowali determinanty innowacji energooszczędnych na trzech poziomach: **mikro-poziom** (np. oszczędności kosztów, wcześniejsze doświadczenia, zdolności technologiczne, zdolności ekologiczne, zdolności innowacyjne, rozwój wiedzy, innowacje organizacyjne, zasoby finansowe, inwestycje w aktywa trwałe), **mezo-poziom** (np. presja konkurencyjna, presja klientów i dostawców, współpraca zewnętrzna w zakresie wiedzy, presja społeczna, dobrowolne porozumienia) oraz **makro-poziom** (np. dotacje rządowe, obecne lub przyszłe regulacje).



Działania regulacyjne państwa są bardzo ważnym czynnikiem w zakresie ochrony środowiska naturalnego, które mogą **zmusić** lub **zachęcić** przedsiębiorstwa do aktywności innowacyjnej. W wielu przypadkach wynikają z realizacji zobowiązań międzynarodowych. Jako szczególny przejaw globalizacji można wskazać standaryzację prawa. W tym zakresie kierunek działań Polski jest spójny z podjętymi przez nią międzynarodowymi zobowiązaniami prawnymi. Wprowadzane są ograniczenia lub zachęty, które regulują projektowanie, produkcję, użytkowanie i usuwanie produktów. Ulgi podatkowe, granty czy dotacje zachęcają przedsiębiorstwa do inwestowania w przyjazne dla środowiska technologie i praktyki poprzez zmniejszenie obciążeń finansowych i zwiększenie konkurencyjności zrównoważonych rozwiązań. Przepisy, których celem jest ochrona konsumentów muszą być efektywne, ale jednocześnie nie mogą być na tyle kosztowne, aby ograniczały możliwości wejścia nowych podmiotów, zniechęcały do wprowadzania innowacji i nowych rozwiązań.

Zmiany w zachowaniach konsumentów wynikają z oddziaływania wielu czynników o charakterze społecznym, ekonomicznym, jak i środowiskowym. Konsumentom wrażliwym na stan środowiska bliska jest idea zaspokajania potrzeb przez przyszłe pokolenia. Wyniki badań wskazują, że rosnąca świadomość ekologiczna konsumentów wpływa w istotny sposób na zmiany zachodzące na rynku produktów i usług. Konsumenty aktywnie poszukują produktów minimalizujących negatywny wpływ praktyk konsumpcyjnych na środowisko. Ogólnie rzecz biorąc, obserwowane trendy dotyczą jednakże przede wszystkim konsumentów o podwyższonej świadomości ekologicznej. Awan, Arnold i Gölgeci(2021) stwierdzili, że działania ukierunkowane na nabywcę mają większy pozytywny wpływ na zielone innowacje produktowe niż zielone innowacje procesowe.

Cel badania

- Celem badania jest **ocena istotności czynników będących motywatorami przedsiębiorstw do prowadzenia działalności w zakresie innowacji, które przynoszą korzyści dla środowiska (eko-innowacji)**.
- Sformułowano następujące hipotezy badawcze:
 - H1: **Wymogi (W)** wynikające z regulacji środowiskowych i aktualnych oraz spodziewanych rozwiązań podatkowych wpływają istotnie na wprowadzanie eko-innowacji w przedsiębiorstwach przemysłowych
 - H2: Budowanie wizerunku przedsiębiorstwa (**Reputacja R**) wpływa istotnie na wprowadzanie eko-innowacji w przedsiębiorstwach przemysłowych
 - H3: **Zachęty (Z)** wynikające z przyszłego popytu lub dostępnych środków finansowych są istotnym elementem wprowadzenia eko-innowacji w przedsiębiorstwach przemysłowych
 - H4: **Presja (P)** wynikająca z wysokich kosztów np. materiałów, wody oraz wymogi formalne związane z starowaniem w przetargach publicznych istotnie przekładają się na korzyści dla środowiska płynące z wdrożonych rozwiązań.

Zakres podmiotowy

Głównym źródłem danych empirycznych była baza nieidentyfikowalnych danych jednostkowych, pozyskanych z badania GUS „Innowacje w przemyśle” (realizowanym na sprawozdaniu PNT-02), edycja 2018-2020.

- Badaniem PNT-02 – Innowacje w przemyśle – objęte były przedsiębiorstwa, w których pracowało więcej niż 9 osób, prowadzące działalność zaliczoną do sekcji PKD:
- B (Górnictwo i wydobywanie),
- C (Przetwórstwo przemysłowe),
D (Wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną, gaz, parę wodną, gorącą wodę i powietrze do układów klimatyzacyjnych),
- E (Dostawa wody; gospodarowanie ściekami i odpadami oraz działalność związana z rekultywacją).

Pozyskana z US w Szczecinie baza danych jednostkowych liczyła **8544 przedsiębiorstwa przemysłowe o liczbie pracujących 10 i więcej osób**; zawierała wybrane pytania ze sprawozdania PNT-02, głównie o charakterze jakościowym (nie zawierała m.in. danych finansowych, np. wielkości nakładów, przychodów).

Zakres podmiotowy cd.

Wyszczególnienie	Liczba jednostek	W %
BADANIE PRZEDSIĘBIORSTWA OGÓŁEM	8544	100,0
Klasa wielkości		
10-49 pracujących	2720	31,8
50-249 pracujących	4722	55,3
powyżej 249 pracujących	1102	12,9
Okres funkcjonowania na rynku		
5 lat i mniej	865	10,1
6 -10	938	11,0
11-20	2829	33,1
powyżej 20 lat	3912	45,8
Działalność innowacyjna - według rodzaju wdrożonych innowacji		
innowacja produktowa	2161	25,3
innowacja procesów biznesowych	2940	34,4
przynajmniej jedna innowacja przynosząca korzyści dla środowiska (eko-innowacja)	2714	31,8

Eko-innowacje - definicja

Innowacje przynoszące korzyści dla środowiska (eko-innowacje) – zgodnie z definicją przyjętą na potrzeby badania PNP-02) – to nowy lub ulepszony produkt bądź proces biznesowy w przedsiębiorstwie, który **generuje pozytywny lub zmniejsza negatywny wpływ na środowisko** w porównaniu z poprzednimi produktami lub procesami przedsiębiorstwa i który został udostępniony potencjalnym użytkownikom lub wprowadzony do użytku.

Korzyści dla środowiska mogą być podstawowym celem innowacji lub też rezultatem innych celów.

Korzyści dla środowiska mogą powstać:

- w okresie wytwarzania wyrobu lub świadczenia usługi,
- w okresie użytkowania zakupionego wyrobu lub korzystania z usługi przez użytkowników końcowych (osoby indywidualne, inne przedsiębiorstwa, instytucje itd.).

Znaczenie czynników dla podjęcia decyzji o wdrożeniu eko-innowacji – Ocena korzyści wprowadzonych eko-innowacji dla środowiska

Założenie: dostrzeżenie szans lub konieczności płynących z otoczenia powinno przekładać się wdrożenie korzystnych dla środowiska eko-innowacji

Przedsiębiorstwa przemysłowe w Polsce (lata 2018-2020)

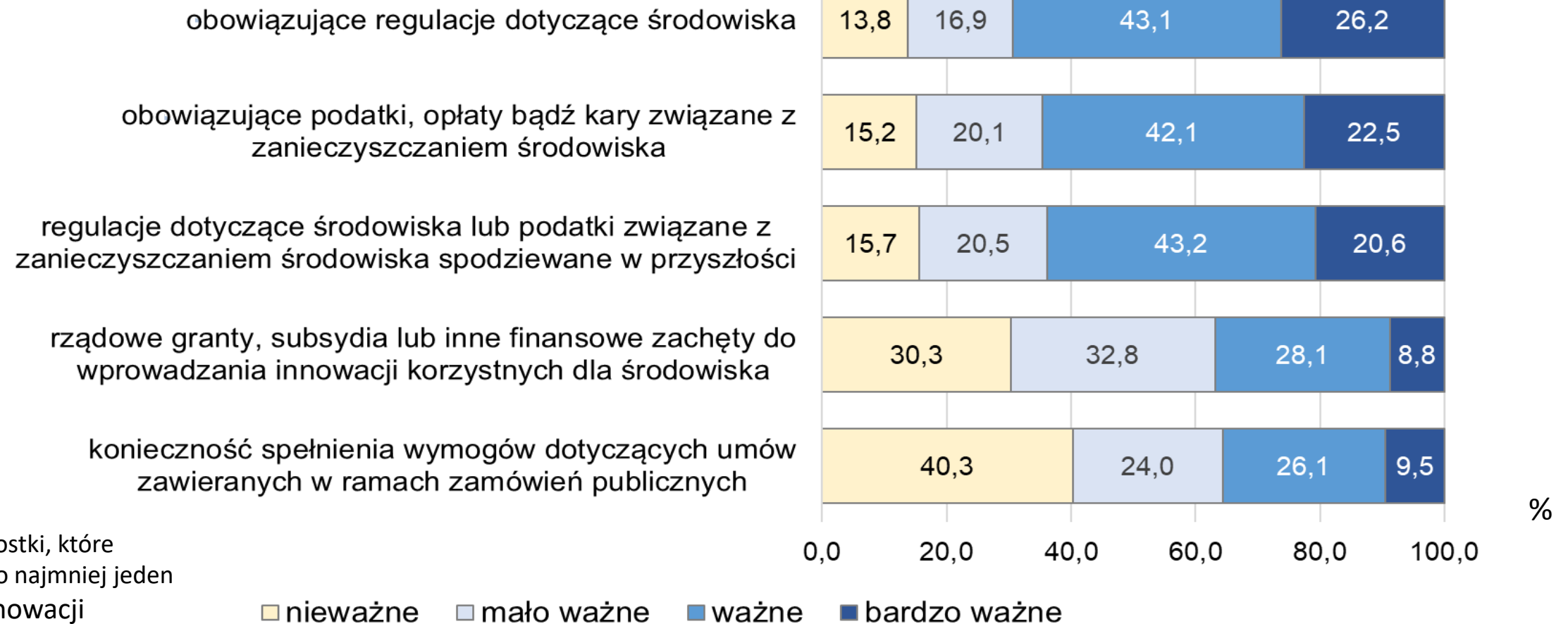
Czynniki podejmowania decyzji o wdrożeniu innowacji

Czynniki podejmowania decyzji o wdrożeniu innowacji przynoszących korzyści dla środowiska, m.in.

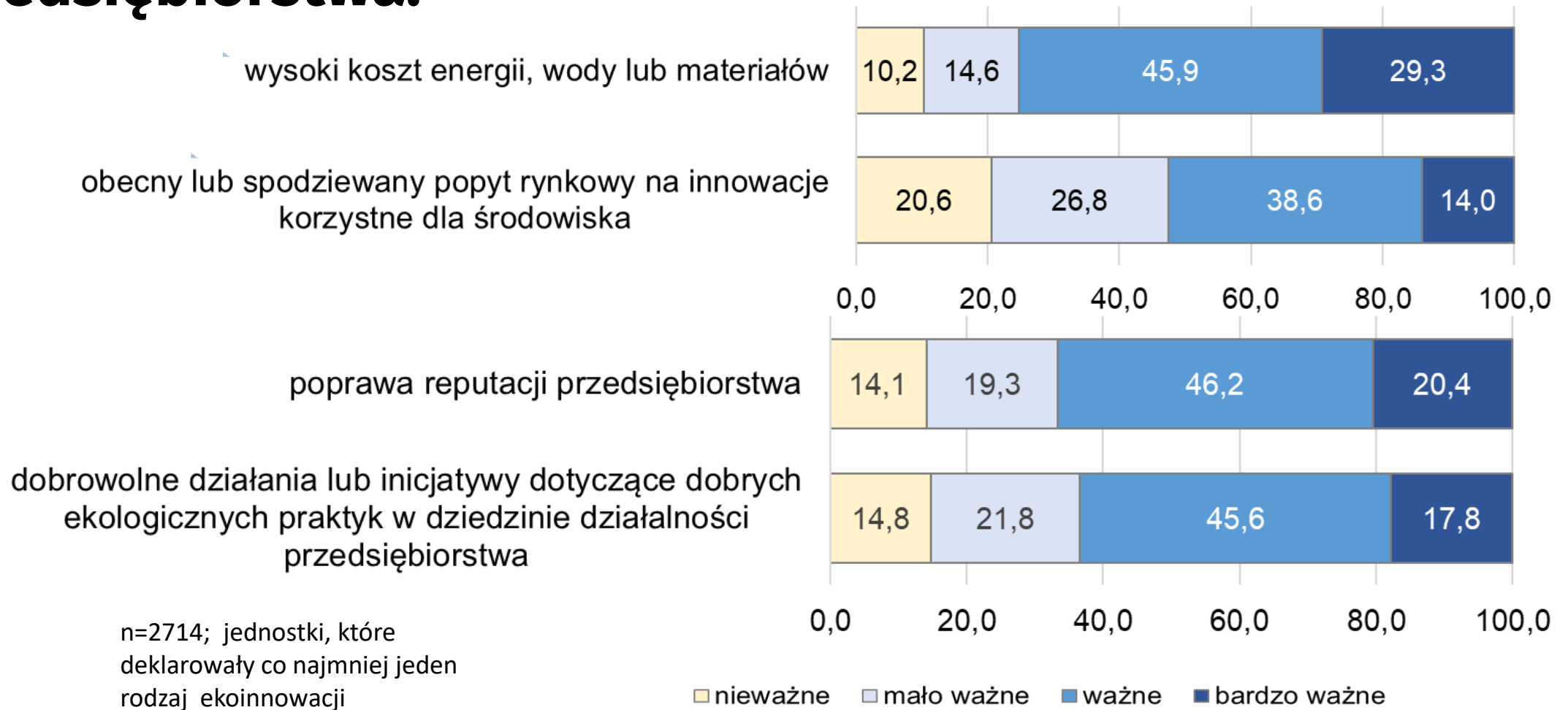
- **WYMOGI (W)** wynikające z obowiązujących norm aktualne lub spodziewane w przyszłości dotyczące regulacji środowiskowych wprowadzanych jako ogólnie obowiązujące normy (w tym np. obowiązujące lub spodziewane w przyszłości podatki, opłaty bądź kary związane z zanieczyszczaniem środowiska);
- **PRESJA (P)** wynikająca z oceny ważności kosztów energii, wody lub materiałów, a także konieczności spełnienia wymogów dotyczących umów zawieranych w ramach zamówień publicznych
- **ZACHĘTY (Z)** rządowe granty, subsydia lub inne finansowe zachęty do wprowadzania innowacji korzystnych dla środowiska; ZAPOTRZEBOWANIE rosnącego zapotrzebowania klientów na produkty, które pomagają złagodzić zmiany klimatyczne lub przystosować się do nich (np. produkty niskoemisyjne)
- **REPUTACJA (R)** dotyczących budowania wizerunku przedsiębiorstwa (poprawa reputacji przedsiębiorstwa, a także dobrowolne działania lub inicjatywy dotyczące dobrych ekologicznych praktyk)

Ważność wybranych czynników dla podjęcia decyzji o wdrożeniu w innowacji przynoszących korzyści dla środowiska. Regulacje środowiskowe

(Polska, sektor przemysłowy, 2018-2020)



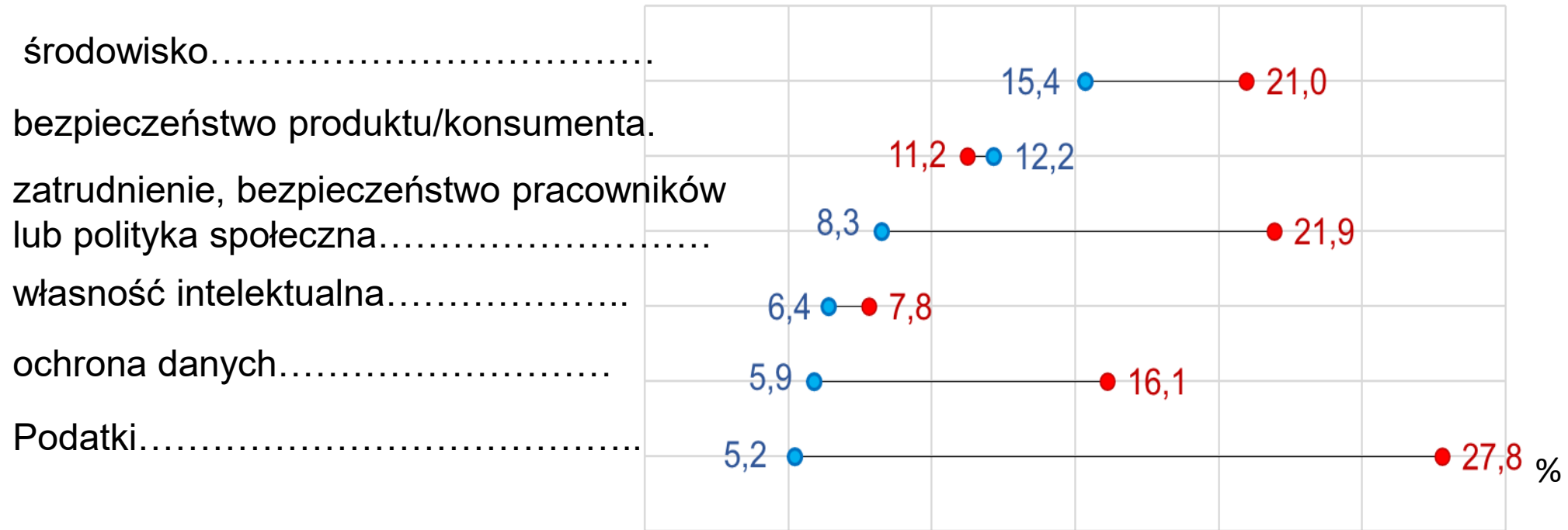
Ważność wybranych czynników dla podjęcia decyzji o wdrożeniu w innowacji przynoszących korzyści dla środowiska. Otoczenie zewnętrzne. Budowanie wizerunku przedsiębiorstwa.



Ważność wpływu regulacji prawnych na działalność innowacyjną przedsiębiorstw

(Polska, sektor przemysłowy, 2018-2020)

Jednostki, które wdrożyły przynajmniej jedną eko-innowację



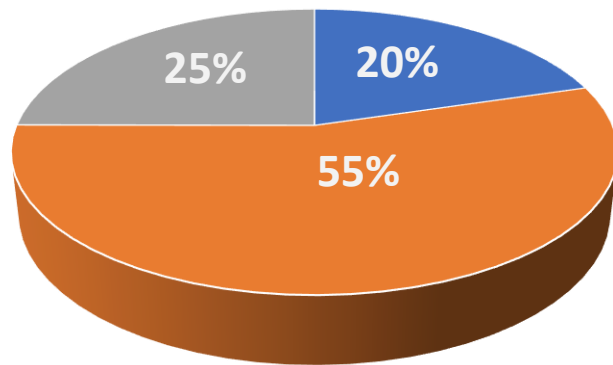
- Odsetek opinii, że regulacje prawne: inicjowały/ułatwiały działalność innowacyjną
- uniemożliwiały/utrudniały wprowadzenie nowych innowacji lub podwyższały koszty działalności innowacyjnej



Eko-innowacyjność polskich przedsiębiorstw przemysłowych

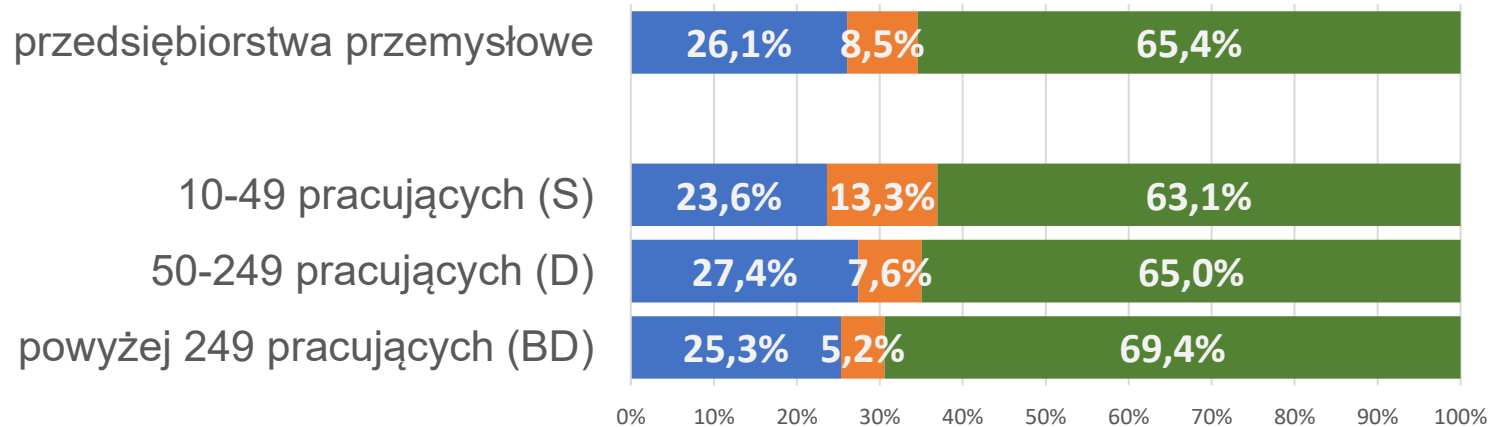
Wybrane charakterystyki eko-innowacyjności przedsiębiorstw przemysłowych

Przedsiębiorstwa eko-innowacyjne (31,8%)



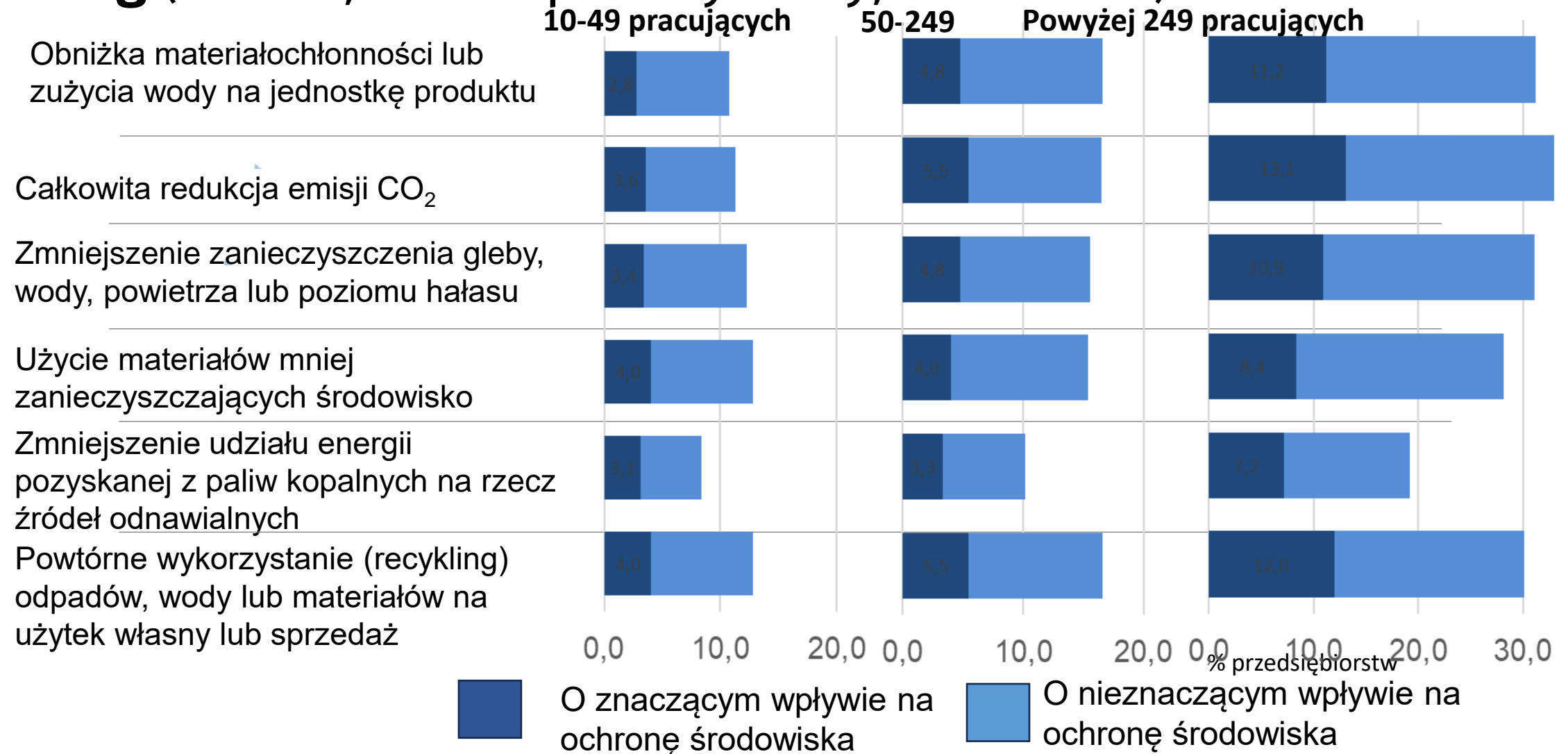
- powyżej 249 pracujących (BD)
- 50-249 pracujących (D)
- 10-49 pracujących (S)

Typ eko-innowacji

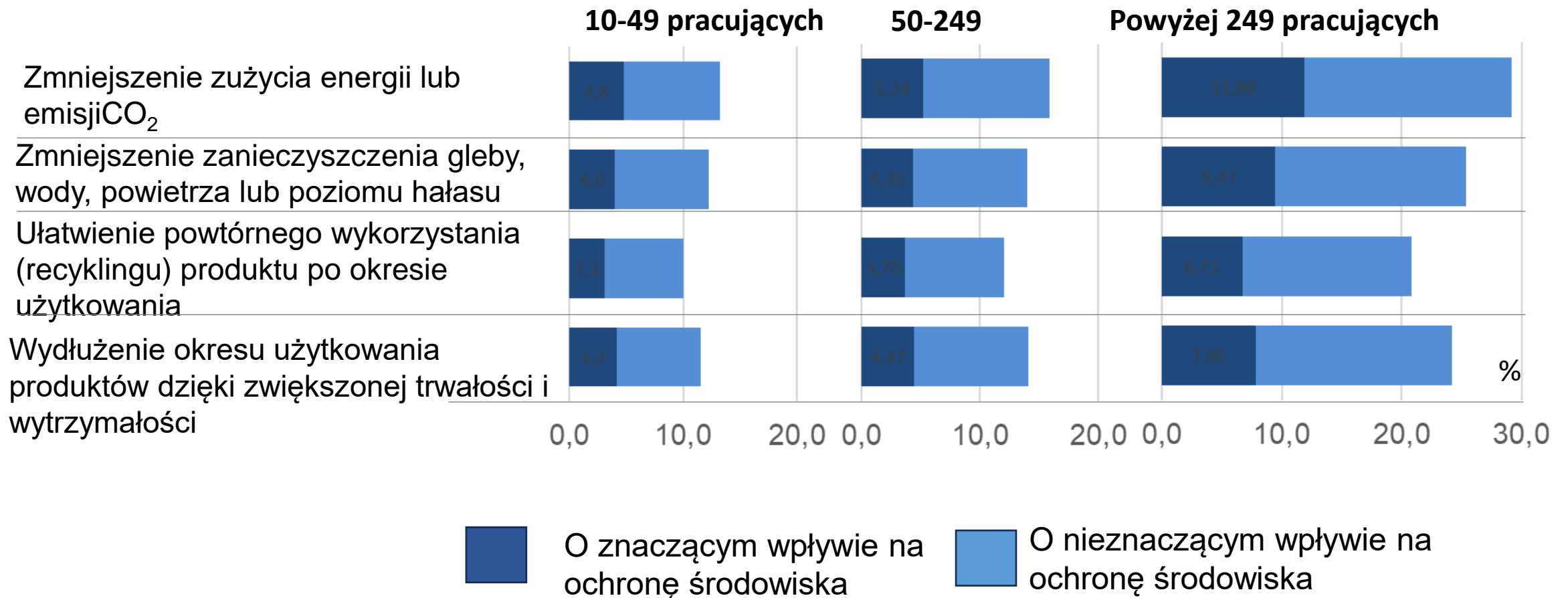


- w okresie wytwarzania wyrobu lub świadczenia usługi
- w okresie użytkowania zakupionego wyrobu lub korzystania z usługi
- oba typy

Innowacje przynoszące korzyści dla środowiska uzyskane w okresie wytwarzania przez przedsiębiorstwo wyrobów lub usług (Polska, sektor przemysłowy, 2018-2020)



Innowacje przynoszące korzyści dla środowiska uzyskane w okresie użytkowania zakupionego wyrobu lub korzystania z usługi przez użytkowników końcowych (Polska, sektor przemysłowy, 2018-2020)



Zmienne modelu

Korzyści dla środowiska (ECO):

ECO₁ uzyskane w okresie wytwarzania przez przedsiębiorstwo wyrobów lub usług

A.obniżka materiałochłonności lub zużycia wody

B.obniżka energochłonności lub emisji dwutlenku węgla

C.zmniejszenie zanieczyszczenia gleby, wody, powietrza lub poziomu hałasu

D.użycie materiałów mniej zanieczyszczających lub mniej niebezpiecznych dla środowiska

E.zmniejszenie udziału energii pozyskanej z paliw kopalnych na rzecz pozyskanej ze źródeł odnawialnych

F.powtórne wykorzystanie (recykling) odpadów, wody lub materiałów na użytek własny lub sprzedaż

ECO₂ uzyskane w okresie użytkowania zakupionego wyrobu lub korzystania z usługi przez użytkowników końcowych:

A.zmniejszenie zużycia energii lub emisji dwutlenku węgla

B.zmniejszenie zanieczyszczenia powietrza, wody, gleby lub poziomu hałasu

C.ułatwienie powtórnego wykorzystania (recyklingu) produktu po okresie użytkowania

D.wydłużenie okresu użytkowania produktów dzięki zwiększonej trwałości i wytrzymałości

Czynniki podejmowania decyzji o wdrożeniu innowacji (zmiennie modelu)

Zmienna ukryta	Zmienne jawne	Opis
Wymogi (W)	W_1 W_2 W_3	ocena ważności obowiązujących regulacji dotyczących środowiska ocena ważności obowiązujących podatków, opłat bądź kar związanych z zanieczyszczaniem środowiska ocena ważności spodziewanych w przyszłości regulacji dotyczących środowiska lub podatków związanych z zanieczyszczaniem środowiska
Presja (P)	P_1 P_2	ocena ważności wysokości kosztów energii, wody lub materiałów ocena ważności konieczności spełnienia wymogów dotyczących umów zawieranych w ramach zamówień publicznych
Reputacja (R)	R_1 R_2	ocena ważności poprawy reputacji przedsiębiorstwa ocena ważności dobrowolnych działań lub inicjatyw dotyczących dobrych ekologicznych praktyk
Zachęty (Z)	Z_1 Z_2	ocena ważności możliwości pozyskania rządowych grantów, subsydiów lub innych finansowych zachęt do wprowadzania innowacji korzystnych dla środowiska ocena ważności obecnego lub spodziewanego popytu rynkowego na innowacje korzystne dla środowiska
SIZE; zmienna kontrolna	KLASA WLK.	wielkość przedsiębiorstwa: średnie (10-49 pracujących); duże (50-249 pracujących) i bardzo duże (250- i więcej pracujących) [1; 5; 25]

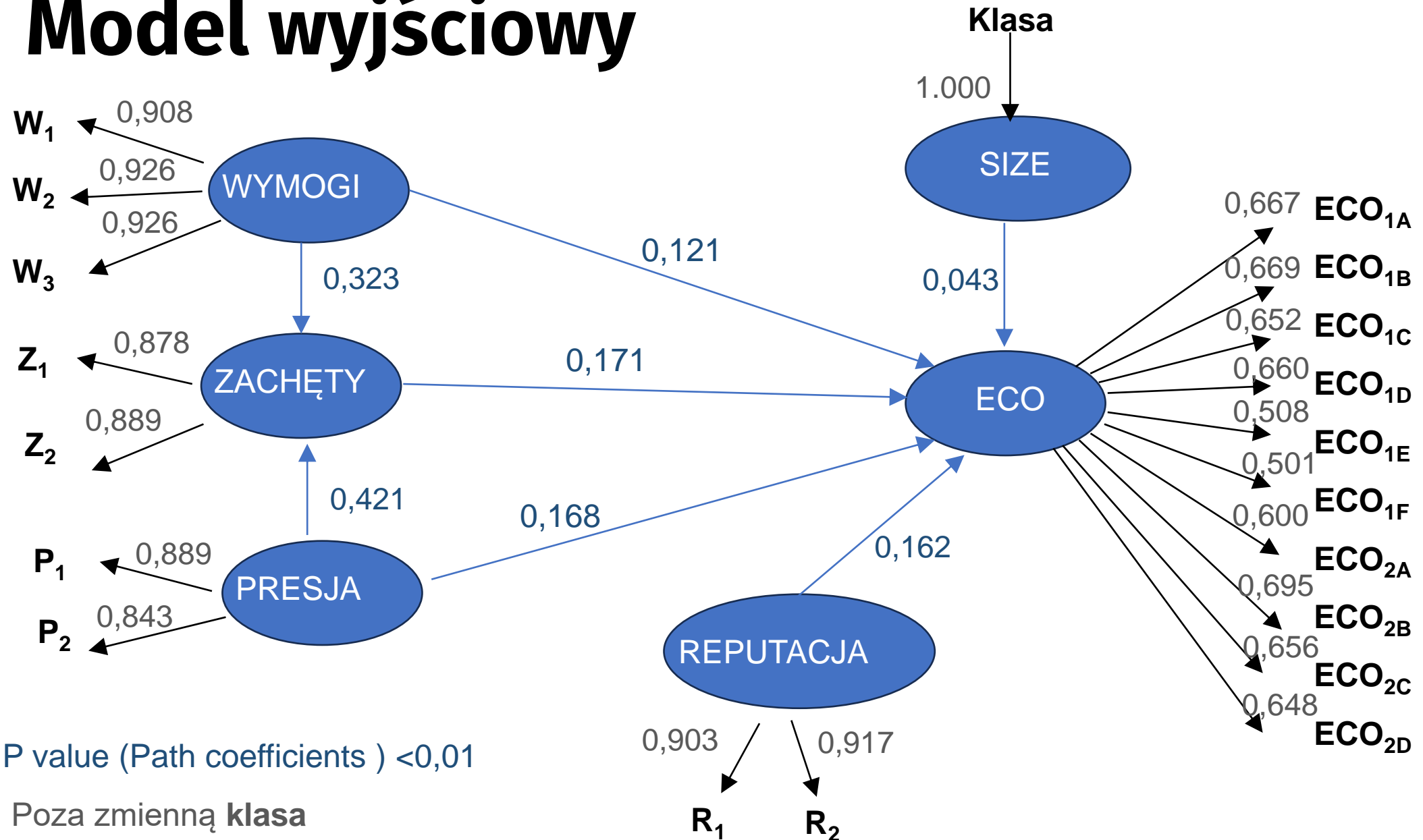
Założenia do modeli

- Wysoka ocena ważności czynników skłaniających przedsiębiorstwa przemysłowe do podejmowania decyzji o wdrożeniu eko-innowacji przekłada się na wysokie korzyści z wprowadzonych eko-innowacji – *taka sytuacja powinna sprzyjać wzmożonej działalności eko-innowacyjnej*
- Analizowane relacje mogą się różnić w zależności od wielkości przedsiębiorstwa

Metodyka modelowania

- W celu zweryfikowania hipotetycznych zależności pomiędzy zmiennymi modelu przeprowadzono **procedurę modelowania równań strukturalnych**. Do estymacji poszczególnych parametrów oraz oceny stopnia dopasowania modelu wykorzystano program **SMART PLS**. Ringle, C. M., Wende, S., and Becker, J.-M. 2024. "SmartPLS 4." Bönningstedt: SmartPLS, <https://www.smartpls.com>.
 - Oszacowane modele poddano dwuetapowej weryfikacji statystycznej.
- I. W pierwszej kolejności sprawdzano właściwości modeli pomiarowych przeprowadzając analizy trafności teoretycznej oraz rzetelności narzędzia. Wykorzystano:
1. **statystykę Cronbach's alpha** przyjmując jako minimalną wymaganą wartość statystyki na poziomie 0.6-0.7 oraz **trafność łączną (Composite reliability; rho)**- minimalna wartość progowa 0,8
 2. **miarę zbieżności (convergent validity)** określoną za pomocą wartości AVE (Average Variance Extracted), przyjmując jako progowa wartość powyżej 0,5,
 3. **ocenę trafności różnicowej (dywergencyjna) (discriminant validity)** z wykorzystaniem wskaźników heterotrait–monotrait (HTMT) i odnoszącą się do odrębności każdego ukrytego konstruktów. Jest ona potwierdzona, gdy konstrukty nie są wysoko skorelowane i nie nakładają się na siebie. Przyjęto wartość poniżej wartości krytycznej wynoszącej 0,9 (Hair et al., 2022),
 4. ocenę istotności statystycznej i znaczenia wag obrazujących względne znaczenie każdego wskaźnika w kształtowaniu konstruktów wyższego rzędu. Przyjęto wartość krytyczną powyżej 0,5.
- II. Kolejnym krokiem jest ocena modelu strukturalnego, aby sprawdzić istotność relacji między konstrukcjami.

Model wyjściowy



P value (Path coefficients) < 0,01

Poza zmienną **klasa**

p value (outer loadings) = 0,000

Wstępne wnioski z modelowanych relacji

<i>Wyszczególnienie</i>	Cronbach's alpha	Trafność łączna Composite reliability (ρ_c)	Trafność zbieżna Average variance extracted (AVE)
ECO	0,828	0,866	0,396
Presja	0,523	0,807	0,677
Reputacja	0,793	0,906	0,829
Wymogi	0,909	0,943	0,847
Zachęty	0,719	0,877	0,781

Trafność zbieżna (AVE) była poniżej wartości progowej tylko w przypadku konstruktów ECO. Według Fornella i Larckera (1981), jeśli AVE jest mniejsze niż 0,5, ale trafność łączna jest większa niż 0,6, zbieżna trafność konstruktów jest nadal wystarczająca [Fornell, C., and Larcker, D.F., "Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error," *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50].

Wstępne wnioski z modelowanych relacji . Modele dla klas przedsiębiorstw

WYSZCZEGÓLNIENIE	Model dla przedsiębiorstw:			
	ogółem	małych (10-49 pracujących)	średnich (50-249 pracujących)	dużych (250- i więcej pracujących)
Presja -> ECO	0,092 (0,000)	0,120 (0,010)	0,089 (0,003)	0,079 (0,07)
Wymogi -> ECO	0,070 (0,001)	0,047 (0,182)	0,059 (0,027)	0,119 (0,014)
Reputacja -> ECO	0,170 (0,000)	0,183 (0,001)	0,154 (0,000)	0,167 (0,002)
Zachęty -> ECO	0,171 (0,000)	0,119 (0,023)	0,207 (0,000)	0,156 (0,004)
Wymogi -> Zachęty*	0,323 (0,000)	0,379 (0,000)	0,288 (0,000)	0,330 (0,000)
Presja -> Zachęty*	0,421 (0,000)	0,417 (0,000)	0,441 (0,000)	0,377 (0,000)

Path coefficients (P-value)

PODSUMOWANIE. Ograniczenia

- Ograniczenia płynące z dostępności i głębokości informacji
- Ograniczenia wynikające ze skali pomiarowych wykorzystanych w badaniu i subiektywności prezentowanych ocen
- Rozbieżność przedsiębiorstw w postrzeganiu innowacji i eko-innowacji
- Weryfikacja modeli równań strukturalnych

PODSUMOWANIE. Hipotezy

Jakość modeli nie pozwoliła nam sformułowanie ostatecznych wniosków. Zamiast tego sformułowaliśmy pewne „podejrzenia”:

- w przypadku dużych przedsiębiorstw wysoka ocena ważności czynników związanych z Presją (np. koszty) nie przekłada się na odczuwalny poziom korzyści z wdrożonych eko-innowacji
- w przypadku małych przedsiębiorstw wysoka ocena ważności czynników związanych z Wymogami (np. podatki) nie przekłada się na odczuwalny poziom korzyści z wdrożonych eko-innowacji
- Czynniki związane z Zachętami i Reputacją przekładają się na odczuwalny poziom korzyści niezależnie od wielkości przedsiębiorstwa

PODSUMOWANIE. Przyszła perspektywa

- Ograniczona porównywalność wyników z uwagi na zmianę badanych kategorii
- Kolejne lata przyniosły istotny wzrost postrzegania istotności czynników związanych ze zmianami klimatu w działalności przedsiębiorstw przemysłowych. Znacząco większy odsetek przedsiębiorstw ocenia je jako ważne lub bardzo ważne (z ponownie dominującą grupą przedsiębiorstw dużych).
- W latach 2020-2022 niemal 50% przedsiębiorstw jako co najmniej „ważna” oceniło czynniki związane z rosnącymi kosztami lub nakładami wynikającymi ze zmianami klimatu.
- We wszystkich sekcjach taką ocenę dla „rosnących kosztów lub nakładów wynikających ze zmian klimatu„ wskazało co najmniej 32% przedsiębiorstw (w badanym okresie), przy czym w połowie sekcji PKD odsetek przedsiębiorstw oceniających koszty jako ważny czynnik wynosił powyżej 50,4%.

Zmiana postrzegania czynników ważnych dla podejmowania działalności eko-innowacyjnej (2018-2020 oraz 2020-2022)

	2020-2022				2018-2020			
	rosnące koszty	polityka lub instrumenty rządowe związane ze zmianą klimatu	skutki ekstremalnych warunków pogodowych	rosnące zapotrzebowanie klientów	wysoki koszt energii, wody lub materiałów	obecny lub spodziewany popyt rynkowy na innowacje korzystne dla środowiska	rządowe granty, subsydia lub inne finansowe zachęty do wprowadzania innowacji korzystnych dla środowiska	konieczność spełnienia wymogów dotyczących umów zawieranych w ramach zamówień publicznych
OGÓŁEM	49	26,5	26,3	25,6	20,5	13,9	9,8	9,7
sektor publiczny	57,1	40,2	41,5	28,4	21	11,1	12,7	12,8
sektor prywatny	48,6	25,9	25,6	25,5	20,5	14	9,7	9,5
10-49 pracujących	45,8	23	24,7	21,6	17,8	11,8	8,5	8,7
50-249 pracujących	54,5	32,1	29,1	32,4	24	16,3	11,9	10,9
powyżej 249 pracujących	68	49,9	35,8	51,8	42,7	32,1	19,5	18,6



DZIĘKUJEMY ZA UWAGĘ!

- **Beata Bal-Domańska**, Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
- **Elżbieta Stańczyk**, Urząd Statystyczny we Wrocławiu, Uniwersytet Wrocławski
- **Mirosława Szewczyk**, Politechnika Opolska

beata.bal-domanska@ue.wroc.pl

elzbieta.stanczyk@uwr.edu.pl

m.szewczyk@po.edu.pl