Julia Kwiatkowska
badaczka niezależna

Projektantka i strateżka, która działa na styku komunikacji, trendów i myślenia systemowego. Na co dzień pracuje jako strateżka marki w agencji Fellowheads.

4 Gęstość cyfrowa. Sustainable web design w praktyce

projektowanie cyfrowe
projektowanie zrównoważone
projektowanie UX
krytyka projektowa
projektowanie odpowiedzialne

Strony internetowe mają swój ciężar: każde kliknięcie, każdy obraz i cały kod pozostawiają realny ślad węglowy. Tekst pokazuje, jak świadome projektowanie, lekki kod, minimalizm interfejsu i zielony hosting zmniejszają niekorzystny wpływ na środowisko i mogą wzmacniać wizerunek marki.

https://doi.org/10.52652/fxyz.29.26.4 →

W jednej z prac prezentowanych na warszawskim Biennale w 2022 roku Kyriaki Goni wykorzystuje niewielką kostkę z wolframu jako punkt wyjścia do rozmowy o fizycznej infrastrukturze świata cyfrowego[1]. Sześcian o boku 3,8 cm waży niemal kilogram. Wynika to z wyjątkowo wysokiej gęstości wolframu, pierwiastka wykorzystywanego między innymi w reaktorach jądrowych i silnikach rakietowych. Goni zestawia materialną ciężkość obiektu z pozorną lekkością usług cyfrowych. Zwraca uwagę na to, że za każdą jednostką danych kryją się procesy wydobywcze, zużycie energii oraz rozbudowana infrastruktura. Ta infrastruktura nie ma nic wspólnego z metaforyczną chmurą. Praca artystki działa jako wizualny kontrapunkt dla mitu niematerialności internetu. Cyfrowość okazuje się ciężka, gęsta i głęboko osadzona w konkretnych warunkach geograficznych, energetycznych i politycznych.

Il. 1. Wolframowa kostka Kyriaki Goni; fot. Bartosz Górka, źródło: kyriakigoni.com

W tym tekście proponuję spojrzenie na zrównoważone projektowanie cyfrowe nie jako na zestaw technicznych optymalizacji ani estetyczną odmianę minimalizmu. Traktuję to podejście jako formę krytycznego designu, który ujawnia ukryte koszty technologii i staje się narzędziem odpowiedzialnego myślenia strategicznego, także na poziomie marki.

Cyfrowy nadmiar i jego koszty

Cyfrowy nadmiar staje się coraz trudniejszy do ignorowania. Analizy CloudZero pokazują, że nawet kilkanaście minut korzystania z mediów społecznościowych generuje mierzalne emisje dwutlenku węgla. Równolegle Cory Doctorow opisuje proces określany mianem enshittification (po polsku tłumaczone na, jakże piękne, gównowacenie)[3]. Platformy są stopniowo przeciążane zbędnymi funkcjami, reklamami i treściami niskiej jakości. Złożoność systemów rośnie, jakość doświadczenia spada, a koszty środowiskowe i społeczne zostają wypchnięte poza pole widzenia użytkownika.

Badania wskazują, że ta dynamika zwiększa obciążenie infrastruktury i pogarsza doświadczenie korzystania z technologii[4]. Prowadzi do homogenizacji treści, spadku funkcjonalności oraz ograniczenia kontroli użytkownika nad systemem. Cyfrowy nadmiar nie jest więc wyłącznie problemem estetycznym. Ma charakter strukturalny.

W tym kontekście szczególnego znaczenia nabiera design krytyczny. Jego rolą nie jest naprawianie systemu ani wygładzanie interfejsów. Jego zadanie to ujawnianie ukrytych aspektów technologii, takich jak koszty energetyczne, zależności infrastrukturalne i logika nieustannego wzrostu. Design krytyczny

działa jako narzędzie demistyfikacji. Pozwala zobaczyć to, co zwykle pozostaje niewidoczne.

Jakość zamiast ilości

Badania nad ekologicznym projektowaniem cyfrowym tworzą dziś spójne pole[5]. Ich wspólnym mianownikiem jest odrzucenie mitu niematerialności technologii. Coraz wyraźniej widać, że środowiskowe skutki cyfrowości nie wynikają wyłącznie z istnienia centrów danych. W dużej mierze są konsekwencją decyzji projektowych. Winę ponoszą ciężkie interfejsy, nadmiarowe animacje, automatyczne odświeżenia treści, rozbudowane ścieżki użytkownika oraz nieoptymalny kod.

W nurcie określanym jako green UX – ekologiczne projektowanie doświadczeń użytkownika – pojawia się postulat projektowania celowego. System powinien robić wyłącznie to, co jest faktycznie konieczne. Oznacza to ograniczenie liczby zapytań do serwera, zmniejszenie objętości przesyłanych danych i redukcję obciążenia po stronie urządzenia użytkownika. Nie jest to estetyka ascetyzmu. To forma odpowiedzialności projektowej.

W polskim kontekście istotną perspektywę proponuje Joanna Murzyn. Autorka konsekwentnie przypomina, że każda funkcja cyfrowa opiera się na realnym zużyciu energii i zasobów. Zamiast futurystycznych wizji pokazuje zdjęcia satelitarne centrów danych. Punkt wyjścia jest prosty. Każde kliknięcie musi zostać gdzieś przetworzone, a ktoś lub coś ponosi za to koszt[6].

Il. 2. Centra danych Amazona górują nad domami na obrzeżach jednej z dzielnic w hrabstwie Loudoun w stanie Wirginia; fot. Jahi Chikwendiu / The Washington Post via Getty Images

By zobrazować skalę, Murzyn używa zdjęcia satelitarnego ze stanu Wirginia, który stał się jednym z ośrodków amerykańskich hubów danych[7]. Na fotografii pośród ogromnych brył centrów danych niemal całkowicie znika stadion do futbolu amerykańskiego, który mieści około 60–70 tysięcy osób. Dzięki temu zestawieniu łatwo zobaczyć, jak dużo fizycznej przestrzeni

zajmuje infrastruktura danych, co pomaga zrozumieć, że cyfrowe usługi mają konkretne, namacalne koszty infrastrukturalne.

Zrównoważony rozwój nie polega tu na przyklejeniu zielonej etykiety. Polega na zadawaniu pytań. Czy dana funkcja jest potrzebna? Ile kosztuje jej działanie? Jaką infrastrukturę uruchamia po drugiej stronie ekranu?

Małe decyzje, duży wpływ – checklisty projektowe

Poniższe praktyki nie stanowią pełnego rozwiązania problemu emisji cyfrowej. Są jednak przykładami decyzji projektowych, które w skali systemu mają realny wpływ środowiskowy. Zostały celowo przedstawione w formie checklisty. Mają być narzędziem pracy, nie manifestem.

Zielony hosting

Wybór hostingu opartego na energii odnawialnej pozostaje jednym z najbardziej efektywnych, a jednocześnie najmniej widowiskowych działań[8]. Centra danych korzystające z odnawialnych źródeł energii i wydajnych systemów chłodzenia mogą znacząco zmniejszyć ślad węglowy stron i aplikacji. Organizacje takie jak Green Web Foundation[9] umożliwiają weryfikację dostawców.

Optymalizacja kodu

Kod może być lekki lub nadmiarowy. Różnica między tymi podejściami często oznacza setki zbędnych zapytań do serwera dziennie. Optymalizacja polega na eliminacji ukrytych kosztów, takich jak nieużywane biblioteki, nadmiarowe skrypty czy przedwczesne renderowanie elementów. Lekki kod oznacza mniejsze obciążenie procesora, krótszy czas ładowania i słabszy ślad węglowy. Weryfikacja wpływu stron internetowych na środowisko jest dziś ułatwiona dzięki narzędziom takim jak Website Carbon Calculator[10], które pozwalają sprawdzić, ile dwutlenku węgla generuje każda strona i jak optymalizacja kodu przekłada się na realne oszczędności energetyczne.

Minimalizm interfejsu

Minimalizm w tym ujęciu nie jest stylem wizualnym, lecz strategią energetyczną. Badania nad efektywnością projektowania stron internetowych pokazują, że liczba i złożoność elementów interfejsu wpływają bezpośrednio na wydajność systemu, czas ładowania oraz zużycie energii po stronie użytkownika[11]. Mniejsza liczba komponentów na ekranie oznacza mniej danych do pobrania, krótszy czas przetwarzania i niższe obciążenie urządzenia końcowego, co przekłada się na realne oszczędności energetyczne. Projektowanie szybkich i celowych doświadczeń użytkownika stoi tym samym w kontrze do modeli opartych na maksymalizacji czasu

spędzanego online, które generują dodatkowe zapytania, interakcje i transfer danych. Pomiary wydajności stron WWW pokazują, że interfejsy zoptymalizowane pod kątem prostoty i funkcjonalności są nie tylko bardziej efektywne technicznie, lecz także mniej obciążają środowiskowo. W tym sensie najlepszy interfejs pozwala użytkownikowi sprawnie wykonać zadanie i równie sprawnie opuścić aplikację, a przy tym wcale nie musi być nudny ani ascetyczny.

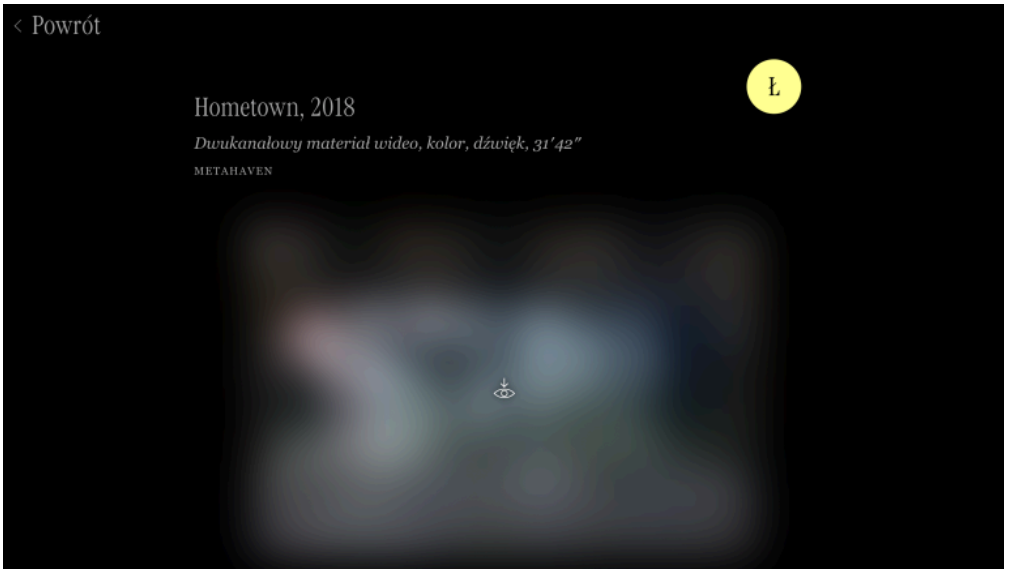
Sama[12] miałam okazję przeprowadzić niewielkie badanie funkcjonalności stron nagrodzonych Awwwards. Wyniki eyetrackingowe pokazały, że nadmiar bodźców często utrudnia użytkownikom wykonanie najprostszych działań, na przykład odnalezienie adresu e-mail do kontaktu.

Tutaj minimalizm też nie oznacza nudy. Oznacza prostotę wykonania działania.

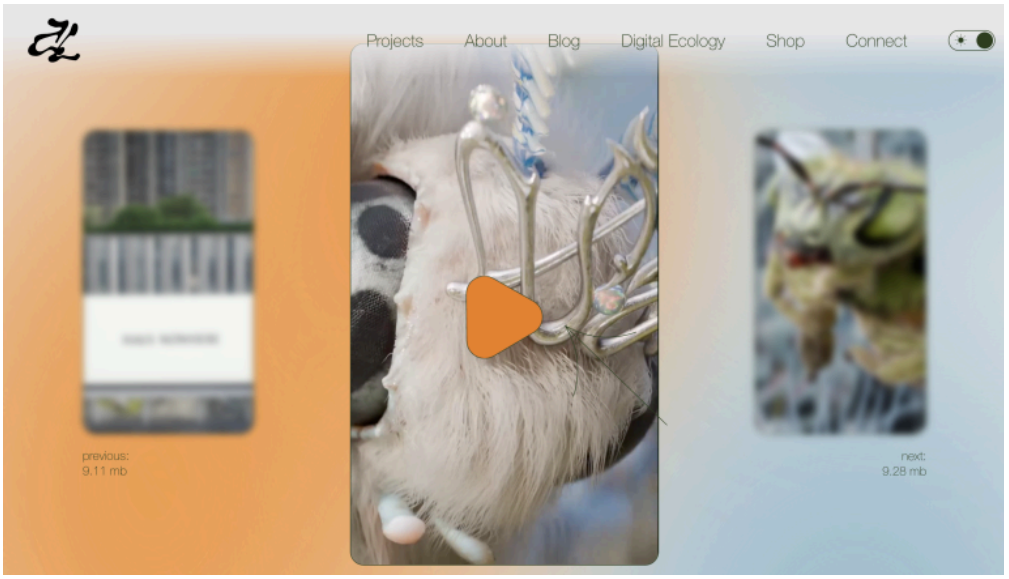
Grafiki i media

Każdy nieprzeskalowany obraz i każde automatycznie odtwarzane wideo generują obciążenie energetyczne. Kompresja, lazy loading, rezygnacja z autoplaya oraz stosowanie formatów takich jak WebP czy AVIF stają się podstawową formą troski o zasoby. Media są dokładnie tak ciężkie, jak muszą być, i ani bajta więcej.

W praktyce ciekawym rozwiązaniem jest umożliwienie użytkownikowi kontrolowania, ile treści chce załadować. Zamiast automatycznego showreela włączany jest przycisk play, a użytkownik sam decyduje, ile zdjęć dokumentujących wybraną realizację chce obejrzeć. Każda załadowana fotografia informuje też, ile faktycznie waży w danych, co zwiększa świadomość obciążenia cyfrowego.



Il. 3. Zrzut ekranu strony 2022.biennalewarszawa.pl/ (biennale, na którym prezentowana była opisywana wcześniej praca Kyriaki Goni)



Il. 4. Zrzut ekranu strony adasokol.com/project/gentle-monster-haus-nowhere

Stowarzyszenie Future Forms stosuje na przykład dithering – technikę przetwarzania obrazu, w której przejścia tonalne i barwy są symulowane nawet przy ograniczonej palecie kolorów[13]. Dzięki strategicznemu rozmieszczeniu pikseli możliwe jest zachowanie jakości wizualnej przy mniejszym przesyle danych.

Il. 5. Zdjęcie przerobione metodą ditheringu udostępnione przez Stowarzyszenie Future Forms; źródło: Unsplash

Typografia i drobne decyzje

Wybór fontów systemowych (Times New Roman) oraz rozwiązania takie jak tryb ciemny na ekranach OLED to decyzje projektowe o nieproporcjonalnie dużym wpływie infrastrukturalnym. Chociaż często pozostają niewidoczne dla użytkownika, przy dużej skali przekładają się na realne oszczędności energetyczne. Na ekranach OLED jasne kolory wymagają większego poboru energii, ponieważ każdy piksel musi być aktywnie podświetlony. Badania

pokazują, że przejście od maksymalnej jasności to trybu ciemnego może zmniejszyć zużycie energii nawet o 39–47%, ale i rezygnacja z typowej jasności daje 3–9% oszczędności[14].

Ekologia cyfrowa jako element strategii marki

Opisane praktyki nie są wyłącznie zestawem zaleceń technicznych. Stanowią także narzędzie narracyjne. Marki nie muszą wdrażać wszystkich rozwiązań jednocześnie. Mogą wybierać te, które są spójne z ich tożsamością i konsekwentnie włączać je w swoją opowieść.

Interesującym przypadkiem jest Adaversum[15] Ady Sokół. Projekt łączy organiczną i futurystyczną estetykę z myśleniem o odpowiedzialności oraz symbiotycznej relacji człowieka z technologią. Ekologia cyfrowa nie funkcjonuje tu jako hasło marketingowe ani deklaracja. Jest ramą decyzyjną, która porządkuje sposób projektowania i komunikowania marki. Widoczna na stronie zakładka poświęcona digital ecology nie obiecuje neutralności ani zielonych rozwiązań bez kontekstu. Świadomość staje się tu wyraźnie komunikowaną wartością marki.

Na stronie Ady, obok warstwy dydaktycznej, obecne są również praktyczne zastosowania sugerowanych mikrokroków. Projekt spełnia wszystkie zalecenia opisane wcześniej w artykule, pokazując, że zrównoważone projektowanie nie musi być zachowawcze ani ograniczające. Może stanowić użyteczną ramę dla pracy projektowej i portfolio, opowiadać o marce poprzez konkretne decyzje technologiczne oraz sposób ich komunikowania. Ekologia cyfrowa działa tu nie jako estetyka, lecz jako struktura myślenia.

Innym przykładem krytycznego podejścia do technologii jest Modem i realizowany przez niego cykl *Panels*[16]. To seria rozmów poświęconych relacji człowieka z technologią oraz infrastrukturą platform, osadzona w środowisku Unreal Engine. Ta decyzja projektowa nie jest neutralna. Panels nie próbuje udawać cyfrowej lekkości ani maskować kosztów technologii. Złożona infrastruktura staje się częścią przekazu, a sama forma projektu ujawnia napięcia między tym, co spektakularne, a tym, co kosztowne.

Projekt nie moralizuje ani nie upraszcza problemów. Zamiast tego tworzy przestrzeń dialogu, w której technologia nie jest ani fetyszem, ani wrogiem. Jest systemem wymagającym zrozumienia i krytycznej analizy. W tym sensie Modem funkcjonuje jako uczestnik kulturowej dyskusji, a nie wyłącznie producent treści. Projekt buduje więź z marką poprzez refleksję, co bezpośrednio wpływa na jej wizerunek. Nowoczesność łączy się tu z odpowiedzialnością – futurystyczna estetyka nie służy snuciu czarnych scenariuszy, lecz rozkładaniu technologii na czynniki pierwsze i zadawaniu niewygodnych, ale koniecznych pytań.

Podsumowanie

Zrównoważone projektowanie cyfrowe nie polega na rezygnacji z ambicji ani estetyki. Opiera się na świadomych decyzjach projektowych. Często są one niewielkie i niewidoczne, ale w skali systemu mają realny wpływ środowiskowy. Strony internetowe generują realny ślad węglowy. Praktyki takie jak optymalizacja kodu, wybór hostingu, minimalizm interfejsu czy odpowiedzialne zarządzanie mediami mogą ten ślad znacząco zmniejszyć.

Ekologia cyfrowa coraz częściej wchodzi w skład strategii marki, wzmacniając jej wiarygodność i odpowiedzialność wobec użytkowników oraz środowiska. Projektowanie cyfrowe przestaje być jedynie narzędziem komunikacji, stając się świadomą i krytyczną praktyką projektową.

Przypisy

1. 2022.biennalewarszawa.pl/stozek-swietlny-przyszlosci-2022/ [data dostępu: 17.12.2025].
2. C. Slingerland, *Tech Carbon Footprint: How Much Does Online Activity Contribute to Emissions?*, 19.9.2024, CloudZero, cloudzero.com/blog/tech-carbon-footprint/ [data dostępu: 30.6.2026].
3. Cory Doctorow, *Gównowacenie Tiktoka*, 17.1.2024, Jan Jęcz, jeczjan.substack.com/p/cory-doctorow-gownowacenie-tiktoka [data dostępu: 30.6.2026].
4. A.J.B. Chaney, B.M. Stewart, B.E. Engelhardt, *How Algorithmic Confounding in Recommendation Systems Increases Homogeneity and Decreases Utility*, „Proceedings of the 12th ACM Conference on Recommender Systems", 27.9.2018, s. 224–232, doi.org/10.1145/3240323.3240370 [data dostępu: 30.6.2026].
5. A. Ghai, A. Modgil, *Sustainable and Eco-Conscious UX Design: Promoting Sustainable Behavior and Reducing Digital Waste through User Experience*, „Design+" 2025, vol. 2, no. 2, doi.org/10.36922/dp.5015 [data dostępu: 30.6.2026].
6. *Murzyn JO.□□ɔ | Regenerative Digital Transformations*, Murzyn JO.□□ɔ | Website, dostęp 17 grudnia 2025, https://murzyn.website/ [data dostępu: 17.12.2025].
7. *Joanna Murzyn. E-odpady. Co pozostawiamy po sobie w wirtualnym świecie? | #FutureSkillsZone 2024*, YouTube, youtube.com/watch?v=vFp5FwBYYHw [data dostępu: 30.6.2026].
8. Y. Klinchova [i in.], *Energy Efficiency of the Web Design Based on Website Performance Measurements*, „International Journal on Information Technologies and Security" August 2025, vol. 17, s. 25–36.
9. Green Web Foundation, thegreenwebfoundation.org/ [data dostępu: 2.12.2025].

10. Website Carbon Calculator, websitecarbon.com/ [data dostępu: 17.12.2025].
11. Y. Klinchova [i in.], *Energy Efficiency of the Web Design Based on Website Performance Measurements*, dz. cyt.
12. A. Balcerzak, J. Kwiatkowska, *Balancing Beauty and Usability: A Comprehensive Evaluation of Awwwards-Winning Websites*, „Digital Interaction and Machine Intelligence: Proceedings of MIDI'2024 – 12th Machine Intelligence and Digital Interaction – Conference, December 12, 2024, Warsaw, Poland (Hybrid Formula)", s. 252–262, doi.org/10.1007/978-3-032-05802-7_26 [data dostępu: 30.6.2026].
13. P. Drętkiewicz, *Dlaczego nasze zdjęcia wyglądają tak dziwnie?*, 15.6.2025, Future Forms, future-forms.org/2025/06/15/dlaczego-nasze-zdjecia-wygladaja-tak-dziwnie/ [data dostępu: 30.6.2026].
14. *Shedding Light on Dark Mode to Save Energy*, 25.1.2022, Elmore Family School of Electrical and Computer Engineering – Purdue University, engineering.purdue.edu/ECE/News/2022/shedding-light-on-dark-mode-to-save-energy [data dostępu: 18.12.2025].
15. *Welcome to the Adaversum*, Ada Sokół, adasokol.com/ [data dostępu: 17.12.2025].
16. *Panels Season 02*, MODEM, modemworks.com/research/panels-season-02/ [data dostępu: 17.12.2025].

Bibliografia

1. A. Balcerzak, J. Kwiatkowska, *Balancing Beauty and Usability: A Comprehensive Evaluation of Awwwards-Winning Websites*, „Digital Interaction and Machine Intelligence: Proceedings of MIDI'2024 – 12th Machine Intelligence and Digital Interaction – Conference, December 12, 2024, Warsaw, Poland (Hybrid Formula)", s. 252–262, doi.org/10.1007/978-3-032-05802-7_26 [data dostępu: 30.6.2026].
2. A.J.B. Chaney, B.M. Stewart, B.E. Engelhardt, *How Algorithmic Confounding in Recommendation Systems Increases Homogeneity and Decreases Utility*, „Proceedings of the 12th ACM Conference on Recommender Systems", 27.9.2018, s. 224–232, doi.org/10.1145/3240323.3240370 [data dostępu: 30.6.2026].
3. C. Doctorow, *Gównowacenie Tiktoka*, 17.1.2024, Jan Jęcz, jeczjan.substack.com/p/cory-doctorow-gownowacenie-tiktoka [data dostępu: 30.6.2026].
4. P. Drętkiewicz, *Dlaczego nasze zdjęcia wyglądają tak dziwnie?*, 15.6.2025, Future Forms, future-forms.org/2025/06/15/dlaczego-nasze-zdjecia-wygladaja-tak-dziwnie/ [data dostępu: 30.6.2026].
5. A. Ghai, A. Modgil, *Sustainable and Eco-Conscious UX Design: Promoting Sustainable Behavior and Reducing Digital Waste through User Experience*, *„Design+" 2025*, vol. 2, no. 2, doi.org/10.36922/dp.5015 [data dostępu: 30.6.2026].
6. Green Web Foundation, thegreenwebfoundation.org/ [data dostępu: 2.12.2025].

7. *Joanna Murzyn. E-odpady. Co pozostawiamy po sobie w wirtualnym świecie? | #FutureSkillsZone 2024*, YouTube, youtube.com/watch?v=vFp5FwBYYHw [data dostępu: 30.6.2026].

8. Y. Klinchova [i in.], *Energy Efficiency of the Web Design Based on Website Performance Measurements*, „International Journal on Information Technologies and Security" August 2025, vol. 17, s. 25–36.

9. *Murzyn JO.□□□ | Regenerative Digital Transformations*, Murzyn JO.□□□ | Website, murzyn.website/ [data dostępu: 17.12.2025].

10. *Shedding Light on Dark Mode to Save Energy*, 25.1.2022, Elmore Family School of Electrical and Computer Engineering – Purdue University, engineering.purdue.edu/ECE/News/2022/shedding-light-on-dark-mode-to-save-energy [data dostępu: 18.12.2025].

11. C. Slingerland, *Tech Carbon Footprint: How Much Does Online Activity Contribute to Emissions?*, 19.9.2024, CloudZero, cloudzero.com/blog/tech-carbon-footprint/ [data dostępu: 30.6.2026].

12. *Panels Season 02*, MODEM, modemworks.com/research/panels-season-02/ [data dostępu: 17.12.2025].

13. Website Carbon Calculator, websitecarbon.com/ [data dostępu: 17.12.2025].

14. *Welcome to the Adaversum*, Ada Sokół, adasokol.com/ [data dostępu: 17.12.2025].

Abstrakt

In view of growing environmental awareness and criticism of overproduction and overconsumption, digital design also has to face questions about sustainable development. Although a web page tends to be seen as intangible, its functioning generates real environmental cost connected with data transfer, use of energy by server infrastructure, and design decisions regarding the intensity and time of use. The article analyses ecological web design as a form of critical design, which reveals materiality of technology and its hidden costs. It discusses selected design practices, such as code optimisation, choosing green hosting, minimalism of the interface, as well as strategies which economise on resources and avoid overloading users attention. The author also demonstrates how digital ecology can become an element of strategic thinking about a brand, enhancing its credibility and accountability. Environmentally-friendly web pages are presented as examples of responsible design, in which technology serves both the user and the environment.

Keywords: digital design, sustainable design, UX design, design criticism, responsible design

Artykuł dostępny online:

https://formy.xyz/en/artykul/gestosc-cyfrowa-sustainable-web-design-w-praktyce/

dostęp: 14.08.2026

4 Gęstość cyfrowa. Sustainable web design w praktyce

Abstract EN

Wobec rosnącej świadomości ekologicznej oraz krytyki nadprodukcji i nadkonsumpcji również projektowanie cyfrowe musi mierzyć się z pytaniami o zrównoważony rozwój. Choć strona internetowa bywa postrzegana jako niematerialna, jej funkcjonowanie generuje realne koszty środowiskowe, związane z transferem danych, zużyciem energii przez infrastrukturę serwerową oraz decyzjami projektowymi wpływającymi na intensywność i czas użytkowania. W artykule analizuję ekologiczne projektowanie stron internetowych jako formę designu krytycznego, który ujawnia materialność technologii i jej ukryte koszty. Omawiam wybrane praktyki projektowe, takie jak optymalizacja kodu, wybór zielonego hostingu, minimalizm interfejsu oraz strategie oszczędzające zasoby i nieprzeciążające uwagi użytkownika. Pokazuję również, w jaki sposób ekologia cyfrowa może stać się elementem myślenia strategicznego o marce, wzmacniając jej wiarygodność i odpowiedzialność. Ekologiczne strony internetowe traktuję jako przykład projektowania odpowiedzialnego, w którym technologia służy nie tylko użytkownikowi, lecz także środowisku.