



Studium przypadku

Agri-PV w Reńskim Okręgu Węglowym

Sophia Schneider, Jannis Beutel

Marzec 2024 r.

KOMISJA EUROPEJSKA

Dyrekcja Generalna ds. Energii

Dyrekcja B - Sprawiedliwa transformacja, konsumenci, bezpieczeństwo energetyczne,
efektywność energetyczna i innowacje Dział B.1 - Konsumenci, inicjatywy lokalne, sprawiedliwa
transformacja*EC-ENER-JUST-TRANSITION@ec.europa.eu Komisja**Europejska
B-1049 Bruksela*

ISBN: 978-92-68-23907-0

doi: 10.2833/6065505

MJ-01-25-013-EN-N

Manuskrypt ukończony w październiku

2024 r. Wydanie 1

Niniejszy dokument nie powinien być uznawany za reprezentatywny dla oficjalnego stanowiska Komisji Europejskiej.

Luksemburg: Urząd Publikacji Unii Europejskiej, 2025

© Unia Europejska, 2025 r.



Polityka ponownego wykorzystywania dokumentów Komisji Europejskiej została wdrożona decyzją Komisji 2011/833/UE z dnia 12 grudnia 2011 r. w sprawie ponownego wykorzystywania dokumentów Komisji (Dz.U. L 330 z 14.12.2011, s. 39). O ile nie zaznaczono inaczej, ponowne wykorzystanie niniejszego dokumentu jest dozwolone na podstawie licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0 Międzynarodowe (CC BY 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>). Oznacza to, że ponowne wykorzystanie jest dozwolone pod warunkiem odpowiedniego uznania autorstwa i wskazania wszelkich zmian. Komisja Europejska nie ponosi odpowiedzialności za jakiegokolwiek konsekwencje wynikające z ponownego wykorzystania.

W przypadku jakiegokolwiek wykorzystania lub powielania elementów, które nie są własnością Unii Europejskiej, konieczne może być uzyskanie zgody bezpośrednio odpowiednich podmiotów praw autorskich.

Agri-PV w reńskim regionie węglowym

Laboratorium innowacji Agri Food-Energy-Park (AgriFEe) w niemieckim regionie węglowym Rhenish bada efektywne wykorzystanie agrivoltaiki/ortivoltaiki w połączeniu z różnymi roślinami. Na obszarze testowym o powierzchni około dwóch hektarów, projekt jest przykładem innowacyjnego podejścia regionu węglowego, który strategicznie dąży do zostania liderem w rozwoju zielonych technologii i biogospodarki.

OPIS

Lokalizacja: Morschenich-Alt, Nadrenia Północna-Westfalia, Niemcy

Rodzaj działania: Zakład badawczy Agri-PV

Aktorzy: Badania (Forschungszentrum Jülich, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme), lokalni rolnicy

Warunki finansowania: Finansowanie przez niemieckie Federalne Ministerstwo Edukacji i Badań Naukowych w ramach krajowego programu systemy finansowania dla regionów węglowych



KEYPOINTS



APROACH

- Strategiczne wspieranie innowacji technologicznych w sektorze biogospodarki w celu przejścia lokalnego przemysłu od wykorzystania zasobów kopalnych do zrównoważonych alternatyw.
- Podwójne wykorzystanie gruntów przez laboratorium innowacji w celu zbadania potencjału Agri-PV w ramach procesu zmian strukturalnych w reńskim zagłębiu węglowym



ZARZĄDZANIE AKTYWNE

- Zajmowanie się procedurami zatwierdzenia i opowiadanie się za uproszczeniem procedur wydawania zezwoleń.
- Sukces zbiorów bobu i innych roślin specjalnych
- Automatyczne rejestrowanie danych pomiarowych
- Włączenie doświadczenia do większego projektu w regionie



KONDYTOWANIE ENABLINGU

- Ścisła współpraca i wsparcie ze strony właścicieli gruntów, partnerów badawczych i rolników
- Bycie częścią szerszej sieci biogospodarki
- Wsparcie finansowe z krajowych funduszy wsparcia



KEY CHALLENGES

- Długi proces autoryzacji z powodu braku ram regulacyjnych i braku doświadczenia
- Wysokie koszty budowy
- Społeczna akceptacja zmian w krajobrazie

Wprowadzenie

Dawne regiony węglowe często dysponują infrastrukturą energetyczną nadającą się do wykorzystania, a także dużymi obszarami (renaturalizowanych) gruntów, które mogą być odpowiednie dla projektów związanych z energią odnawialną. W świetle rosnących wyzwań związanych ze zmianami klimatycznymi, transformacją energetyczną i rywalizacją o to, w jaki sposób grunty mogą i powinny być wykorzystywane, podwójne zastosowania, takie jak Agri-PV, stają się coraz bardziej istotne. W regionach przechodzących zmiany strukturalne, takich jak reński okręg węglowy w Niemczech, systemy Agri-PV mogą przyczynić się do zrównoważonego rozwoju i możliwości gospodarczych na wiele sposobów: Mogą dostarczać energię elektryczną z odnawialnych źródeł energii, tworząc nowe łańcuchy wartości dla rolnictwa i ogrodnictwa, a także mogą dostarczać nowych surowców dla przemysłu spożywczego.¹

Zakład badawczy i demonstracyjny Agri-PV w reńskim okręgu węglowym jest częścią jednego z 14 tak zwanych "laboratoriów innowacji" w ramach inicjatywy biogospodarki.

"BioökonomieREVIER" (patrz ramka). Każde z laboratoriów innowacji koncentruje się na programie badawczym, który ma wysoki potencjał komercyjnego zastosowania w regionie i może przyczynić się do transformacji gospodarki opartej na paliwach kopalnych w gospodarkę neutralną dla klimatu. Ustanowienie samej inicjatywy biogospodarki jest zakorzenione w nadrzędnej strategii [Rhenishregionu górniczego](#), która wyznacza *ochronę zasobów*

i agrobiznes jako jeden z pięciu kluczowych obszarów przyszłego rozwoju. Obecnie około 53 900 miejsc pracy w sektorze rolnym i spożywczym oraz około 36 300 miejsc pracy w przemyśle o łącznym obrocie wynoszącym około € 34,4 mld euro jest powiązanych z biogospodarką w reńskim okręgu górniczym.⁽²⁾

14 laboratoriów innowacji w ramach inicjatywy na rzecz biogospodarki

Innowacyjne rolnictwo

AZUR: Od uprawy do aktywnego składnika - tworzenie regionalnej wartości dzięki roślinom leczniczym na przykładzie amiki

APV 2.0: Agrofotowoltaika 2.0 - połączenie produkcji roślinnej i fotowoltaiki

MarginalFieldLab: Laboratorium polowe dla systemów produkcji rolnej na terenach marginalnych

DG-RR: Cyfrowy geosystem reńskiego okręgu górniczego

BrainergyFieldLab: Robotyka rolnicza w Brainergy

Park Jülich

SL_BioDig: Interfejs między biogospodarką a cyfryzacją

Biotechnologia i przemysł tworzyw sztucznych

SenseUp_Prot: Przemysłowa produkcja peptydów terapeutycznych w regionie Nadrenii

PlastiQuant: Zarządzanie (mikro)tworzywami sztucznymi dla biogospodarki o obiegu zamkniętym i żywności wolnej od mikroplastików

ProtLab: Indywidualne produkty i systemy białkowe dla zdrowia roślin i rolnictwa cyfrowego

AutoBioTech: Technologie automatyzacji dla rozwoju przemysłowych bioprocessów dla produktów o wysokiej wartości

Zintegrowana biorafineria

DeMoBio: Zdecentralizowane modułowe kontenery biorafineryjne

UpRePP: Upcyklng pozostałości regionalnych do produkcji chemikaliów platformowych

E-HyBio: Elektrohybrydowe procesy separacji dla niskoemisyjnej biogospodarki

AlgaeSolarBoxes: Opracowanie i budowa dwóch demonstratorów do recyklingu składników odżywczych ze ścieków

1 https://www.bioekonomierevier.de/Innovationslabor_APV_2_0

2 https://www.bioekonomierevier.de/Studienserie_Bioekonomiepotenziale_im_Rheinischen_Revier

Oprócz pogłębiania wiedzy naukowej, głównym celem BiooekonomieREVIER jest pokazanie, poprzez przykładowe praktyki, w jaki sposób ściślejsza integracja i transfer wiedzy z badań do przemysłu może prowadzić do lepszego tworzenia wartości i zrównoważonego rozwoju. Dzięki finansowaniu z Federalnego Ministerstwa Edukacji i Badań Naukowych (BMBF) o łącznej wartości około 72 mln euro, "modelowy region biogospodarki" z ponad 70 projektami otrzyma wsparcie w początkowej pięcioletniej fazie finansowania.

Naukowcy z dwóch różnych instytutów badawczych od 2022 roku prowadzą w Morschenich-Alt niedaleko Jülich testy terenowe technologii Agri-PV o mocy zainstalowanej 300 kWp. Na dwóch hektarach utworzono cztery pola testowe z różnymi systemami Agri-PV, a także trzy dodatkowe pola kontrolne, na których odpowiednie rośliny są uprawiane bez dachu PV. Dzięki tej próbie terenowej zespół projektowy chce dowiedzieć się, jakie rodzaje systemów PV mają sens dla poszczególnych upraw i jak wykorzystać ziemię tak efektywnie, jak to możliwe, aby podwójne zastosowanie było opłacalne.

Naukowcy ściśle współpracują z lokalnymi rolnikami i ogrodnikami.³

³ <https://www.fz-juelich.de/de/forschung/energie/agri-pv>

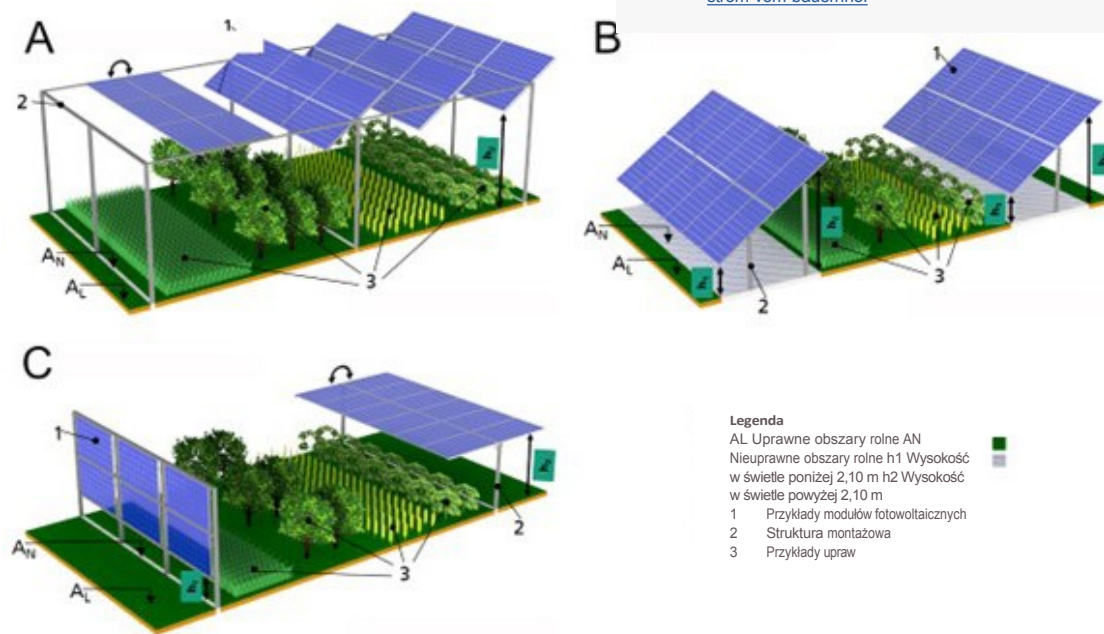
Czym jest Agri-PV?

Termin "Agri-PV" opisuje technologie, które umożliwiają podwójne wykorzystanie gruntów zarówno do produkcji rolnej, jak i wytwarzania energii elektrycznej za pomocą paneli słonecznych. Zwiększona konkurencja o grunty i wzrost ekstremalnych zjawisk pogodowych zwracają coraz większą uwagę na tę technologię. Oprócz magazynowania energii słonecznej, instalacja fotowoltaiczna chroni również rośliny pod spodem. Konstrukcje te zapewniają cień, ochronę przed gradem i mrozem oraz są odporne na warunki atmosferyczne.⁴ Wytwarzanie energii elektrycznej w rolniczych systemach fotowoltaicznych odbywa się w podobny sposób, jak w przypadku naziemnych systemów fotowoltaicznych. Jednakże specyfikacje techniczne i wymagania instalacyjne dla Systemy agro-PV są bardziej złożone ze względu na potrzebę jednoczesnej uprawy wykorzystywanego obszaru.

Niezbędne jest dostosowanie technologii modułów, wysokości i ustawienia systemu, a także podbudowy lub fundamentu, do uprawy za pomocą maszyn rolniczych i potrzeb.

Skuteczne zarządzanie światłem i wodą jest również niezbędne do osiągnięcia optymalnych plonów.

⁴ <https://www.helmholtz-klima.de/aktuelles/agri-photovoltaik-sauber-er-strom-vom-bauernhof>



RYСУNEK: ILUSTRACJA KATEGORII I FORM GRI - PV (A: RYSUNEK INSTALACJI GRI - PV; RYSUNEK B: RYSUNEK INSTALACJI GRI - PV, WARIANT 1; RYSUNEK C: RYSUNEK INSTALACJI GRI - PV, WARIANT 1 I 2). ŹRÓDŁO: [FRAUNHOFER](https://www.fraunhofer-er.de)

Można rozróżnić systemy otwarte i zamknięte. Systemy zamknięte to przede wszystkim szklarnie fotowoltaiczne. Otwarte systemy agrivoltaiczne można podzielić na dwie główne kategorie: montowane na ziemi i wyniesione. W systemach wyniesionych moduły fotowoltaiczne znajdują się na wysokości co najmniej 2,1 metra nad ziemią. W tym przypadku użytkowanie rolnicze odbywa się poniżej modułów fotowoltaicznych, podczas gdy w systemach montowanych na ziemi obszary między modułami fotowoltaicznymi są zazwyczaj uprawiane. Panele fotowoltaiczne mogą być stałe lub regulowane, przy czym regulowane panele pozwalają na eksperymentowanie z optymalną orientacją, aby sprzyjać wytwarzaniu energii i wzrostowi roślin (patrz rysunek).

Małe instalacje mogą wytwarzać energię elektryczną na własny użytek rolników, podczas gdy większe instalacje mogą potencjalnie wytwarzać wystarczającą ilość energii elektrycznej do zasilania sieci ogólnej.

Agri-PV dla byłych regionów węglowych

Obecna opłacalność ekonomiczna parków Agri-PV jest osiągalna tylko w przypadku zastosowania na dużą skalę powyżej 20 hektarów. Dawne regiony węglowe z potrzebami zmiany przeznaczenia gruntów mogą być zainteresowane rozwojem Agri-PV; jednak jakość gleby jest bardzo ważnym czynnikiem dla takiego projektu. Ważne jest również, aby rozważyć, które rośliny będą miały większą wydajność w dłuższej perspektywie. Uprawy doniczkowe i piaszczyste gleby są generalnie kompatybilne z Agri-PV, a gleba można zoptymalizować pod kątem wybranej uprawy i prowadzonej działalności rolniczej. Obecne dobre praktyki sugerują, że **najpierw należy wybrać formę rolnictwa, a następnie dostosować do niej system PV, a nie odwrotnie.**

Kluczowe wyzwania

Na początku projektu badawczego **proces zatwierdzenia** budowy obiektu badawczego był bardzo trudny i długotrwały, ponieważ władze nie były zaznajomione z instalacjami Agri-PV. Obecnie w Niemczech nie ma przepisów dotyczących Agri-PV w przepisach dotyczących użytkowania gruntów, z wyraźnymi ograniczeniami dotyczącymi budynków na obszarach wiejskich. Połączenie rolnictwa i systemów fotowoltaicznych łączy dwa obszary regulacyjne, które w były ze sobą w niewielkim stopniu powiązane. Przepisy na poziomie lokalnym, krajowym i europejskim stanowią przewidywalną przeszkodę również dla innych regionów węglowych w Europie, które chcą zbadać możliwości instalacji Agri-PV.

⁵ <https://www.fz-juelich.de/de/forschung/energie/agri-pv>

Kolejnym wyzwaniem jest to, że władze nie mają niezbędnego doświadczenia do oceny rentowności projektu, tak jak ma to miejsce w przypadku innych projektów związanych z transformacją. Aby podejmować świadome decyzje, polegają na poradach ekspertów.

Kolejną istotną przeszkodą w zwiększeniu skali Agri-PV są **wysokie koszty**. Podczas gdy koszt modułów fotowoltaicznych znacznie spadł, cena stali na wysokie rusztowania i systemy magazynowania energii słonecznej sprawia, że budowa jest kosztownym przedsięwzięciem. Wysokie koszty są również potencjalnie związane z podłączeniem do sieci, w zależności od tego, jak daleko znajduje się następny punkt przyłączenia do sieci.⁶ Według Fraunhofer ISE, wyrównane koszty energii dla (otwartych) systemów agrivoltaicznych wynoszą obecnie szacuje się na 5,2 do 8,7 centów za kilowatogodzinę w południowych Niemczech i 7,1 lub 11,9 centów za kilowatogodzinę w północnych Niemczech. Konkretnie inwestycje zakładane przez badaczy wynoszą od 900 do 1700 euro za kilowat.⁷ Obecnie przeprowadzone oceny sugerują, że tylko duże projekty Agri-PV są ekonomicznie opłacalne (patrz ramka).

Mogą też pojawić się inne wyzwania, takie jak sprzeciw mieszkańców (tzw. **efekt "nie na moim podwórku"**). Zakład badawczy w reńskim zagłębiu węglowym często otrzymuje uwagi od mieszkańców dotyczące jego wyglądu.

Panele fotowoltaiczne są widoczne z daleka i nie mogą być zasłonięte przez otaczające je liście. Zakładanie instalacji fotowoltaicznych powoduje znaczące zmiany w krajobrazie, które mogą wywołać sprzeciw lub opór ze strony lokalnych mieszkańców, jeśli zostanie zastosowany na większą skalę (jak miało to miejsce w przypadku wdrożenia energii wiatrowej opisanego w dokumencie poprzednie [studium przypadku](#) CRIT). Takiego sprzeciwu można uniknąć, zapewniając, że lokalni mieszkańcy odnoszą korzyści z rozwoju OZE.

Warunki dopuszczające

Połączenie badań i praktyki jest niezbędne dla powodzenia transformacji energetycznej i zrównoważonego rolnictwa. Projekt ten charakteryzuje się ścisłą współpracą między naukowcami i zainteresowanymi stronami, w tym rolnikami, ogrodnikami i społecznościami. Takie partnerstwa mają kluczowe znaczenie dla rozwoju systemów dostosowanych do specyficznych warunków regionu. Gwarantuje to, że region jest w pełni przygotowany na transformację i ułatwia jak najszybsze wdrożenie. Po drugie, cenne informacje zwrotne od rolników pozwolą na przyszłą optymalizację rolniczych systemów fotowoltaicznych zgodnie z ich potrzebami i praktykami uprawy.

⁶ https://www.tfz.bayern.de/mam/cms08/rohstoffpflanzen/dateien/231005_p_tfz_leitfaden_agri-pv.pdf

⁷ Szacowane różnice cen opierają się na danych rynkowych dotyczących kosztów inwestycji, konserwacji i parametrów technicznych. Źródło: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/studie-stromgestehungskosten-erneuer-bare-energien.html>, s. 19.

Na początkowych etapach projektu i podczas całego procesu budowy właściciel gruntu uzyskał niezbędne pozwolenia od odpowiednich władz. Biorąc pod uwagę brak Jak wspomniano wcześniej, jego zaangażowanie odegrało kluczową rolę w projekcie. Ponadto bycie częścią szerszej sieci biogospodarki i wykorzystywanie powiązań w ramach sieci między rolnikami, naukowcami i przemysłem sprzyja wzajemnemu uczeniu się i dzieleniu się wiedzą.

Projekt otrzymał wstępne finansowanie z Federalnego Ministerstwa Edukacji i Badań Naukowych (BMBF) na lata 2019-2021 (APV 2.0) oraz dalsze finansowanie na lata 2022-2026 (AgriFEE⁽⁸⁾).



ZAKŁAD BADAWCZO-DEMONSTRACYJNY AGROTECHNIKI W MORSCHENICH - ALT. ŹRÓDŁO: FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH / RALF - UWE LIMBA CH

Osiągnięcia

Dotychczasowe wyniki badań roślin prowadzonych przez cztery lata były pozytywne. Zespół badawczy rozpoczął testy na bardzo wrażliwej roślinie - bobiku. Badania wykazały, że cień ogniw słonecznych nie wpływa znacząco na plony. Instalacja systemu nawadniania miała korzystny wpływ na wzrost roślin. Ponadto badania przyniosły pozytywne wyniki w przypadku roślin leczniczych, takich jak nasturcja.

Co więcej, naukowcy odkryli, że instalacja Agri-PV umożliwia uprawę roślin, które w innym przypadku nie byłyby uprawiane. Nie rozwijają się w , w tym drzewa oliwne, ponieważ roślina skutecznie zatrzymuje opady i zapobiega uszkodzeniom spowodowanym przez mróz w zimowych.

W nadchodzących latach naukowcy będą kontynuować badania mikroklimatu i uzyskają dalszy wgląd w to, jak można zoptymalizować systemy upraw.

8 <https://www.land.nrw/pressemitteilung/start-des-forschungsverbands-modell-region-biooekonomie-im-rheinischen-revier>

Kolejnym kamieniem milowym projektu jest automatyczne rejestrowanie danych pomiarowych. Istnieją dwie w pełni automatyczne sondy akumulatorowe z różnymi czujnikami optycznymi, które wykonują pomiary roślin. Oznacza to, że stan roślin w systemie PV i w obszarze kontrolnym bez modułów PV może być analizowany przez całą dobę w tym samym czasie bez uszkodzenia roślin.⁹

Ponadto naukowcy wspierają większy projekt Agri-PV na tym samym obszarze.¹⁰ Od czerwca 2023 r. RWE buduje elektrownię agrofotowoltaiczną na obrzeżach odkrywkowej kopalni węgla brunatnego Garzweiler na obszarze rekultywacji o powierzchni około siedmiu hektarów. Planowane są tutaj trzy różne projekty Agri-PV. Forschungszentrum Jülich wnosi swoją wiedzę specjalistyczną w dziedzinie produkcji roślinnej i biogospodarki. Nowy projekt korzysta z ich doświadczenia w projekcie badawczym.

Więcej informacji

- ➔ Strona internetowa projektu AgriFE (w języku niemieckim): <https://www.biooekonomierevier.de/Innovationslabor-APV-2-0>
- ➔ Strona internetowa partnera projektu Fraunhofer ISE: <https://www.ise.fraunhofer.de/en/key-topics/integrated-photovoltaics/agrivoltaics>.
- ➔ Instalacja demonstracyjna RWE: <https://www.dla-rwe-plans-innovative-demonstration-plant-for-agri-PVagrivoltaics/rwe.com/en/press/rwe-renewables/2022-12-22->

Kontakty

- ➔ Dr Matthias Meier-Grüll, kierownik laboratorium innowacji "Agricultural Food Energy Campus", Forschungszentrum Jülich GmbH

9 [pand=translationshttps://www.fz-juelich.de/de/forschung/unsere-forschung/energie/agri-pv?ex-fzsettings.nearest-institut](https://www.fz-juelich.de/de/forschung/unsere-forschung/energie/agri-pv?ex-fzsettings.nearest-institut)

10 <https://www.fz-juelich.de/de/aktuelles/news/meldungen/2024/neue-agri-photovoltaikanlage-mit-juelicher-expertise-im-rheinischen-revier-in-betrieb>

KONTAKT Z UE

Osobiście

W całej Unii Europejskiej znajdują się setki ośrodków Europe Direct. Adres ośrodka można znaleźć w Internecie (european-union.europa.eu/contact-eu/meet-us_en).

Przez telefon lub na piśmie

Europe Direct to serwis, który odpowiada na pytania dotyczące Unii Europejskiej. Możesz skontaktować się z tym serwisem:

- pod bezpłatnym numerem telefonu: 00 800 6 7 8 9 10 11 (niektórzy operatorzy mogą pobierać opłaty za te połączenia),
- pod następującym numerem standardowym: +32 22999696,
- za pośrednictwem następującego formularza: european-union.europa.eu/contact-eu/write-us_en

WYSZUKIWANIE INFORMACJI O UE

Online

Informacje o Unii Europejskiej we wszystkich językach urzędowych UE są dostępne na stronie internetowej Europa (european-union.europa.eu).

Publikacje UE


Publikacje UE można przeglądać lub zamawiać na stronie op.europa.eu/en/publications. Wiele egzemplarzy bezpłatnych publikacji można uzyskać, kontaktując się z Europe Direct lub lokalnym centrum dokumentacji (european-union.europa.eu/contact-eu/meet-us_en).

Prawo UE i powiązane dokumenty

Aby uzyskać dostęp do informacji prawnych z UE, w tym całego prawa UE od 1951 r. we wszystkich oficjalnych wersjach językowych, odwiedź stronę EUR-Lex (eur-lex.europa.eu).

Otwarte dane UE

Portal data.europa.eu zapewnia dostęp do otwartych zbiorów danych instytucji, organów i agencji UE. Można je bezpłatnie pobierać i ponownie wykorzystywać, zarówno do celów komercyjnych, jak i niekomercyjnych. Portal zapewnia również dostęp do zbiorów danych z krajów europejskich.



Inicjatywa dla regionów węglowych w okresie transformacji

Inicjatywa na rzecz regionów górniczych w okresie transformacji jest prowadzona przez Komisję Europejską.



[ec.europa.eu/coal-regions-in-](https://ec.europa.eu/coal-regions-in-transition)



transitionsecretariat@coalregions.eu

[@Energy4Europe](https://twitter.com/Energy4Europe)

