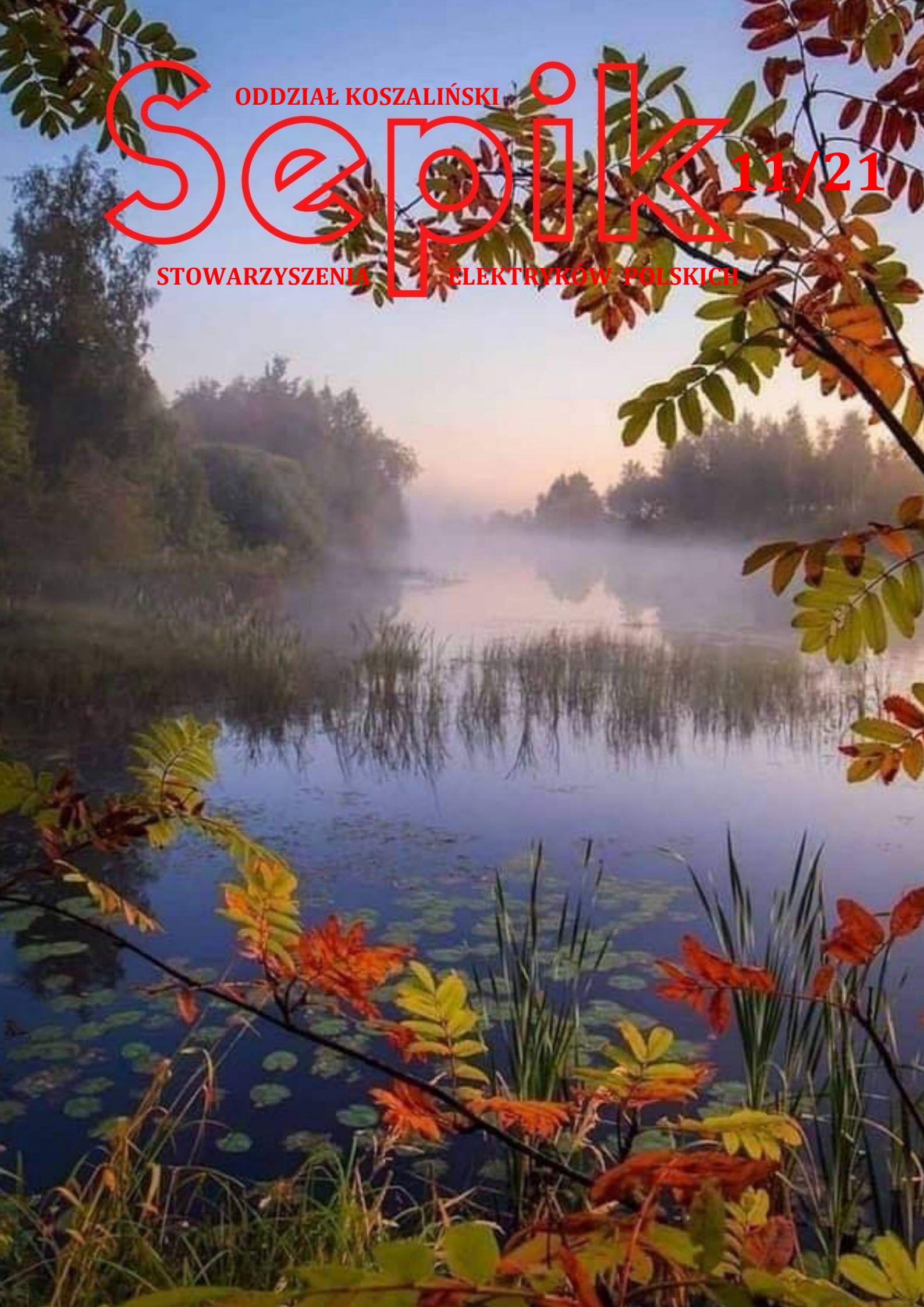


ODDZIAŁ KOSZALIŃSKI

Sepik

11/21

STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH





*Szanowne Koleżanki, Szanowni Koledzy,
Tym razem zeszyt jest dość skąpy, że tak delikatnie to określe. Przyczyna jest dość prozaiczna. W końcu cała jednoosobowa redakcja udała się na urlop, i to po sezonie wypoczynkowym. Nie wypadało tworzyć luki w kilkuletniej już edycji miesięcznika. Uznałem że lepiej będzie wydać skromniejsze wydanie niż zrezygnować w listopadzie. Wiem, że w dwóch kołach odbyły się spotkania szkoleniowo-integracyjne. Zamieszczę informacje o tych zdarzeniach w grudniowym zeszycie. Już teraz zapraszam seniorów na tradycyjne przedświąteczne spotkanie integracyjne. Tym razem odbędzie się ono w innym obiekcie, lecz charakter nie ulegnie zmianie. Wkrótce prześlemy szczegóły spotkania szefom Waszych kół.*

Serdecznie pozdrawiam

Zenon Lenkiewicz

w miesięczniku

5 Energa Operator- nowości

6 EOP- środki unijne

7 Współpraca dystrybutorów

9 Jakość dostarczanej energii

10 Wielkie wyzwania

13 Japonia

14 Wydajne panele

15 Atom w Chinach

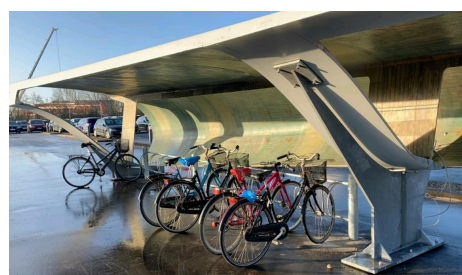
17 Morski park słoneczny

18 Skandynawskie problemy

19 Pomysł na recykling

20 Fuzja jądrowa, kolejny krok

21 Elektryk i jego "pstryk"



Ciekawostki krajowe





Energa Operator -nowości

ENERGA-OPERATOR pozyskała łącznie ponad 225 milionów złotych dofinansowań w ramach programów operacyjnych związanych z perspektywą finansową Unii Europejskiej na lata 2014–2020. Fundusze te wykorzystywane są m.in. do poprawy niezawodności dostaw energii elektrycznej, jak też rozwoju infrastruktury umożliwiającej przyłączanie coraz liczniejszych odnawialnych źródeł energii. Wartość środków wsparcia plasuje ENERGA-OPERATOR w ścisłej czołówce polskich Operatorów Systemów Dystrybucyjnych



ENERGA-OPERATOR uzyskała

wsparcie unijne dla 14 projektów infrastrukturalnych, których nakłady inwestycyjne, wyniosły razem z dofinansowaniem, blisko 285 milionów złotych. Największym z nich, jest projekt Smart Grid. Powstaje kompleksowy system zarządzania siecią średnich napięć znajdującą się na terenie działania ENERGA-OPERATOR. W ramach projektu na słupach sieci średniego napięcia zamontowanych zostanie blisko 1,8 tysiąca sterowanych zdalnie rozłączników wraz z modemami TETRA. Projekt zakłada również m.in. montaż 1148 rozdzielnic wewnętrznych wraz z zestawami telesterowania w stacjach średniego napięcia, a także realizację pierwszego etapu wdrożenia nowego systemu zarządzania siecią elektroenergetyczną SCADA/ ADMS. Jego ukończenie znacząco poprawi niezawodność dostaw energii elektrycznej, a także umożliwi efektywniejsze zarządzanie pracą, coraz częściej przyłączanych do sieci dystrybucyjnych, odnawialnych źródeł energii.





Współpraca dystrybutorów energii elektrycznej

EU.DSO Entity to organizacja formalnie powołana na mocy rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady UE nr 2019/943 z dnia 5 czerwca 2019 w sprawie rynku wewnętrznego energii elektrycznej. Celem organizacji jest zwiększenie wydajności sieci dystrybucji energii elektrycznej w Unii Europejskiej oraz zapewnienie ścisłej współpracy pomiędzy operatorami systemów dystrybucyjnych (OSD) na poziomie międzynarodowym jak również ułatwienie dialogu z operatorami systemów przesyłowych zrzeszonymi w organizacji ENTSO-E. Oficjalne zainaugurowanie działalności EU DSO Entity odbyło się 8 czerwca br., a w radzie dyrektorów zasiadł Pan Grzegorz Dolecki, wiceprezes zarządu ds. Operatora PGE Dystrybucja, który będzie reprezentował głos polskich OSD.

Podmiot OSD UE jest jedynym ośrodkiem reprezentującym OSD w zakresie opracowywania kodeksów sieci i wytycznych. Członkostwo umożliwia aktywny udział w odpowiednim procesie decyzyjnym. OSD UE skupia ponad 900 podmiotów.



ENERGA-OPERATOR współtworzy nowe rozwiązania dla sektora dystrybucji energii elektrycznej zarówno na poziomie krajowym poprzez uczestnictwo w Polskim Towarzystwie Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej oraz będąc członkiem organizacji E.DSO oraz EU-DSO Entity.

Stowarzyszenie E.DSO zrzesza blisko 50 Operatorów zajmujących się dystrybucją energii elektrycznej na terenie Europy. Jednym z jego głównych celów jest rozwój technologii związanych z sieciami inteligentnymi. Organizacja współuczestniczy m.in. w projektach OneNET oraz EU-niversal, dzięki którym wypracowane zostaną rozwiązania zwiększające elastyczność sieci. Elastyczność sieci jest zagadnieniem kluczowym dla powodzenia transformacji energetycznej i optymalnego zagospodarowania energii wytwarzanej przez niesterowalne odnawialne źródła energii. Liderem obu projektów na terenie Polski jest ENERGA-OPERATOR.

Spółki OSD (ang. DSO) skupione w EU DSO będą miały za zadanie opracowywanie kodeksów sieci oraz aktywne uczestnictwo w procesie legislacyjnym, by zrównoważyć i zapewnić bezpieczeństwo pracy sieci dystrybucyjnej. Wyzwania dla OSD wynikają przede wszystkim z prawodawstwa unijnego, ukierunkowanego na realizację celów Europejskiego Zielonego Ładu, w szczególności zaś związanego z przyłączaniem do sieci dynamicznie rozwijających się odnawialnych źródeł energii (OZE).

Decentralizacja systemów energetycznych sprawia, że coraz więcej odnawialnych źródeł wytwórczych przyłączanych jest bezpośrednio do sieci dystrybucyjnych. Proces ten wymagać będzie nie tylko rozbudowy i modernizacji infrastruktury, ale również innowacyjnego podejścia, a także wdrożenia odpowiednich rozwiązań prawnych. Dzielenie się doświadczeniem oraz wypracowywanie spójnego stanowiska w kwestiach regulacyjnych przed instytucjami, takimi jak Komisja Europejska oraz Agencja Unii Europejskiej ds. Współpracy Organów Regulacji Energetyki to najważniejsze cele współpracy europejskich dystrybutorów energii w ramach stowarzyszeń E.DSO i EU-DSO Entity – mówi drhab. Wiesław Jasiński Wiceprezes Zarządu ENERGA-OPERATOR, Członek Rady Dyrektorów stowarzyszenia E.DSO.

Jakość dostarczanej energii elektrycznej w roku 2020

Powszechnie stosowane, nie tylko w Unii Europejskiej, wskaźniki jakości dostarczanej energii elektrycznej przez Operatorów Sieci dotyczą przerw związanych z ciągłością dostaw energii elektrycznej do odbiorców końcowych. Jak wyglądały one w ubiegłym roku u naszego lokalnego Operatora, możemy zobaczyć w poniższej tabeli.

SAIDI	dla przerw nieplanowanych	92,9
	dla przerw nieplanowanych (z przerwami katastrofalnymi)	96,0
	dla przerw planowanych	20,8
SAIFI	dla przerw nieplanowanych	1,71
	dla przerw nieplanowanych (z przerwami katastrofalnymi)	1,71
	dla przerw planowanych	0,14
MAIFI		6,68
Liczba obsługiwanych odbiorców przyjęta do wyznaczenia wskaźników		3181903

Co oznaczają wskaźniki ciągłości dostaw energii elektrycznej:

- SAIDI – wskaźnik przeciętnego systemowego czasu trwania przerwy długiej i bardzo długiej, wyrażony w minutach na odbiorcę na rok, stanowiący sumę iloczynów czasu jej trwania i liczby odbiorców narażonych na skutki tej przerwy w ciągu roku podzieloną przez łączną liczbę obsługiwanych odbiorców
- SAIFI – wskaźnik przeciętnej systemowej częstości przerw długich i bardzo długich, stanowiący liczbę odbiorców narażonych na skutki wszystkich tych przerw w ciągu roku podzieloną przez łączną liczbę obsługiwanych odbiorców
- MAIFI – wskaźnik przeciętnej częstości przerw krótkich, stanowiący liczbę odbiorców narażonych na skutki wszystkich przerw krótkich w ciągu roku podzieloną przez łączną liczbę obsługiwanych odbiorców.

Wskaźniki SAIDI i SAIFI wyznaczane są oddzielnie dla przerw planowanych i nieplanowanych, z uwzględnieniem przerw katastrofalnych oraz bez uwzględnienia tych przerw.

- Przerwy planowane – wynikające z programu prac eksploatacyjnych sieci elektroenergetycznej; czas trwania tej przerwy jest liczony od momentu otwarcia wyłącznika do czasu wznowienia dostarczania energii elektrycznej
- Przerwy nieplanowane – spowodowane wystąpieniem awarii w sieci elektroenergetycznej, przy czym czas trwania tej przerwy jest liczony od momentu uzyskania przez przedsiębiorstwo energetyczne zajmujące się przesyłaniem lub dystrybucją energii elektrycznej informacji o jej wystąpieniu do czasu wznowienia dostarczania energii elektrycznej
- Przerwy krótkie – trwające dłużej niż 1 sekundę i nie dłużej niż 3 minuty
- Przerwy długie – trwające dłużej niż 3 minuty i nie dłużej niż 12 godzin
- Przerwy bardzo długie – trwające dłużej niż 12 godzin i nie dłużej niż 24 godziny
- Katastrofalne – trwające dłużej niż 24 godziny



„Wielkie Wyzwania: Energia”

16 października, na PGE

Narodowym w Warszawie poznaliśmy zwycięzcę konkursu „Wielkie Wyzwania: Energia”. Były to wyjątkowe w skali Polski zawody technologiczne. Rywalizacja, w której udział wzięło 10 zespołów konstruktorskich z całego kraju. W finale pojedynki stoczyły najlepsze prototypy przydomowych elektrowni wiatrowych, a zwycięzca otrzymał nagrodę w wysokości 1 miliona złotych. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju realizuje tę inicjatywę dzięki wsparciu Funduszy Europejskich w ramach Programu Inteligentny Rozwój.

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR) jest agencją wykonawczą Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Od ponad 10 lat Centrum łączy świat nauki i biznesu, tworząc odpowiednie warunki do prowadzenia prac badawczo-rozwojowych. Poprzez współfinansowanie procesów B+R wspiera rodzimych przedsiębiorców, istotnie zmniejszając ich ryzyko biznesowe towarzyszące wdrażaniu przełomowych projektów badawczych. Misją NCBR jest realizacja zadań służących społecznemu i gospodarczemu rozwojowi Polski oraz rozwiązywanie konkretnych cywilizacyjnych problemów jej mieszkańców.



Zainicjowane w 2019 roku przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR) „Wielkie Wyzwanie: Energia” bazuje na unikalnej formule nawiązującej do zawodów typu Grand Challenge zapoczątkowanych przez amerykańską agencję DARPA. Wyróżnia je otwarta formuła i minimum formalności.





Celem dorocznego przedsięwzięcia jest stymulowanie powstawania i rozwijania przełomowych rozwiązań w obszarze małogabarytowych, wydajnych urządzeń energetyki wiatrowej. Dzięki postawieniu wyzwania opracowania takiego urządzenia, zdolnego do efektywnego przekształcania energii wiatru w energię elektryczną oraz jej magazynowania (wymóg fakultatywny) i oddawania w jak najefektywniejszy sposób, NCBR dąży m.in. do ograniczenia smogu oraz zwiększenia wykorzystania odnawialnych źródeł energii. Opracowane technologie zapewnią możliwość dostępu do energii elektrycznej poza siecią, a także przyczynią się do oszczędności w gospodarstwach domowych.

Na wyzwanie odpowiedziało szerokie grono uczestników – w odróżnieniu od grantowych konkursów organizowanych przez NCBR są to osoby fizyczne, wśród nich studenci, zapaleni konstruktorzy czy „garażowi” wynalazcy. W grze pozostało kilkadziesiąt zespołów. Rywalizacja półfinałowa, rozegrała się w piątek, 15 października, na PGE Narodowym. Wyłoniono 10 finalistów.



Jeden z ciekawszych obiektów zgłoszonych na konkurs

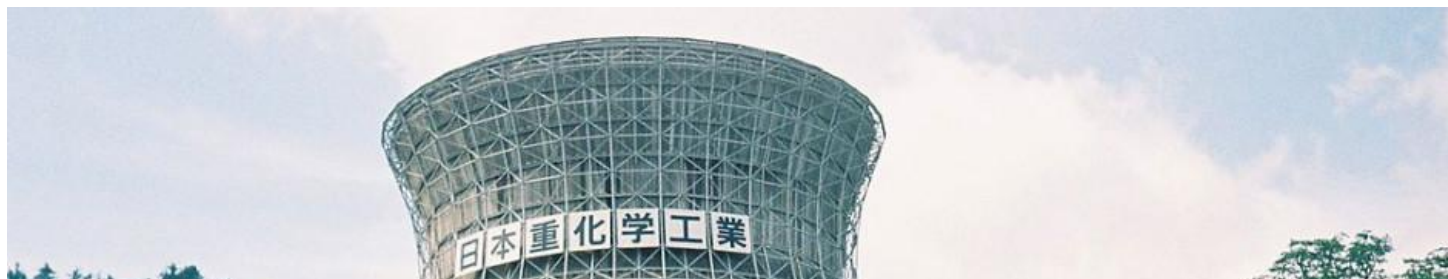
Jeden z zespołów uczestniczących w konkursie zaprezentował turbinę wiatrową własnego pomysłu i konstrukcji. Produkuje ona prąd przy niewielkich prędkościach wiatru, który później można odebrać oraz nie wytwarza hałasu tak jak ogromne turbiny tworzące farmy wiatrowe.



Prototyp może wygenerować od 10 do 15 watów mocy przy prędkości wiatru wynoszącej zaledwie 2,5 m/s. - Tym wirnikiem można odebrać ponad 40% energii wiatru. Turbina typu wolnoobrotowego ma aż dwa metry wysokości, konfuzor zakończony ząbkami, dlatego nazywana jest przez swoich twórców piśzczotliwie „rekinkiem”, przysłone jak w aparacie i wirnik z łopatkami. Każda z tych części pełni bardzo ważną funkcję. Dzięki nim turbina spełnia dwa główne założenia konkursu.

CIEKAWOSTKI ENERGETYCZNE

Ze Świata



JAPONIA



Energia z wnętrza Ziemi

Japonia to kraj wulkaniczny z zasobami energii geotermalnej ocenianymi na jedne z największych na świecie. Geotermia stanowi jednak niewielki procent krajowego mixu energetycznego. Niskie wykorzystanie tego rodzaju zasobów ma różne przyczyny. Około 80 proc. miejsc nadających się do produkcji energii geotermalnej znajduje się bowiem na terenie parków narodowych. W związku z tym ministerstwo środowiska do niedawna blokowało wszelkie próby eksploatacji źródeł geotermalnych na dużą skalę. Sytuacja uległa zmianie dopiero w ostatnich miesiącach. Rząd podjął decyzje o zwiększeniu udziału energii elektrycznej pochodzących z OZE do roku 2030. Nowy próg to 36-38 proc. mixu energetycznego Japonii. Jeszcze w 2019 r. wynosił on jedynie 18 proc. Zaplanowano ogromne środki finansowe na badania i rozwój nowych źródeł geotermalnych. Zwrot w stronę geotermii stanowi poważne wyzwanie nie tyle ze względu na samą eksploatację źródeł, co konieczność ochrony środowiska naturalnego.



wydajne panele słoneczne

Odnawialne źródła energii są lepsze niż paliwa kopalne – ale większość projektowanych obecnie paneli słonecznych opiera się na ograniczonym zasobie jakim jest srebro. Prawie wszystkie dzisiejsze panele fotowoltaiczne są oparte na mono- lub polikrystalicznych ogniwach krzemowych, które wykorzystują srebro do przewodzenia prądu. Problem: pieniądze są drogie (obecnie ponad 650 euro za kilogram). Szacuje się, że globalnie produkcja energii słonecznej odpowiada za 20% całkowitego światowego rocznego przemysłowego zużycia srebra.



Jedna z australijskich firm wpadła na pomysł zastąpienia srebra miedzią. Ta alternatywa nie tylko działa, ale umożliwiła ogniwom słonecznym osiągnięcie nowego światowego rekordu wydajności ponad 25%.

Komercyjne ogniwa zaprojektowane przez australijską firmę zostały niedawno przetestowane w specjalistycznym Hamelin Solar Research Institute w Niemczech. Instytut ten przyznał zespołowi certyfikat nowego światowego rekordu wydajności! Przeprowadzone testy nie tylko dowiodły, że miedź jest niezawodnym metalem alternatywnym, ale że może przenieść tę technologię na nowy poziom: ogniwa miedziane **osiągnęły wydajność 25,54%, nieznacznie przekraczając poprzedni światowy rekord wydajności 25,26%**, utrzymany chińskiej firmy LONGi Solar - wiodącego na świecie producenta monokrystalicznych modułów fotowoltaicznych.

Obecnie energia słoneczna stanowi zaledwie 3% światowej produkcji energii elektrycznej. Zwiększona wydajność oznacza, że możliwe jest wygenerowanie większej mocy, a tym samym większej ilości energii elektrycznej na tym samym obszarze. A dzięki temu nowemu światowemu rekordowi. Firma ta naprawdę ma potencjał, aby zmienić branżę paneli słonecznych, zarówno dla producentów, jak i konsumentów.

Mówi się, że ta propozycja może zmienić reguły gry w branży.

Atom w Chinach



Francja straciła drugie miejsce jako światowy producent energii jądrowej z elektrowni atomowych na rzecz Chin. Nadal prowadzą Stany Zjednoczone. Spadek pozycji Francja tłumaczy wzrostem kosztów po spadku zużycia energii związanym z pandemią. Do tego dochodziło zamknięcie wiosną 2020 roku dwóch niezastąpionych reaktorów w atomowej elektrowni w miejscowości Fessenheim. Produkcja energii jądrowej we Francji w 2020 r. spadła o 11,6% w porównaniu z poprzednim rokiem i „stanowi 67,1% energii elektrycznej kraju, czyli 3,5 punktu procentowego mniej niż w 2019r.

Chiny zwiększyły produkcję energii jądrowej w roku 2020 o 4,4% w porównaniu z 2019 r. Tym samym stały się drugim Światowym producentem detronizując Francję. Stany Zjednoczone nadal prowadzą i dysponują największą flotą jądrową z 93 reaktorami. Jednak raport jest zaniepokojony średnim wiekiem reaktorów (40,7 lat), niektóre mają nawet ponad 50 lat, a przy niewielkiej odnowie tylko jeden reaktor ma mniej niż 10 lat.



Ambitna Wielka Brytania

Konserwatywny rząd Borisa Johnsona ogłosił w poniedziałek, że chce zrezygnować z paliw kopalnych w produkcji energii elektrycznej. Wielka Brytania chce przejść na bezemisyjną energię elektryczną do 2035 r.

Pod koniec września czternaście dużych brytyjskich firm wystosowało pismo do rządu o przyspieszenie rezygnacji z paliw kopalnych w produkcji energii elektrycznej. Gwałtownie rosnące ceny energii w Wielkiej Brytanii podsycają obawy konsumentów o gwałtowne podwyżki w okresie zimowym, ponieważ ceny doprowadziły już do bankructwa kilku małych dostawców energii w ostatnich tygodniach

Wielka Brytania, która jest bardzo uzależniona od gazu do produkcji energii elektrycznej, jest szczególnie dotknięta wzrostem cen w Europie. Ten nowy cel powinien również umożliwić uniknięcie cierpienia z powodu zmienności cen paliw kopalnych.

morski park słoneczny

Wkrótce u wybrzeży Belgii istniejąca farma wiatrowa będzie miała współlokatora w postaci pływającej elektrowni słonecznej. Umieszczona zostanie pomiędzy turbinami. Pierwsze panele będą dostarczać moc 3 MWp. Start-up docelowo wyobraża sobie parki hybrydowe o fenomenalnej mocy 850 MW. Taka konfiguracja powinna mieć pewne zalety techniczne i ekonomiczne. Obie technologie mogą w rzeczywistości współużytkować tę samą infrastrukturę wstrzykiwania w sieci. Morskie turbiny wiatrowe winny zmniejszyć amplitudę fal, a tym samym zapewnić korzystniejsze warunki dla platform słonecznych. Stosunkowo skromna instalacja jako wstęp do znacznie większych parków. Jest to odpowiedź na brak miejsca dla odnawialnych źródeł energii. Od 2019 roku testuje się morskie platformy fotowoltaiczne. Niektóre testy były niejednoznaczne, ale inne wykazały odporność koncepcji na brze. Zakład pilotażowy zacumowany 15 km od holenderskiego wybrzeża wytrzymał przy 13 m zagłębieniach fundamentów wiatr o sile 62 węzłów (prawie 115 km/h). Sygnalizowanym już problemem dla wszystkich pływających farm solarnych są ptaki. Na wodach słodkich są to głównie czaple które pokrywają panele swoimi odchodami które skutecznie hamują dopływ promieni słonecznych i obniżają efektywność produkcji energii. Jak będzie z panelami umieszczonymi na morzu przekonamy się wkrótce.





Skandynawskie problemy

Ceny energii

w skandynawskich krajach były miesiąc temu aż pięciokrotnie wyższe niż rok temu o tej samej porze. Chodzi tu zarówno o ceny dla odbiorców bytowo-komunalnych jak i przemysłowych. Wielu "proroków rynku energii" twierdzi, że skandynawskie kraje stoją u progu pogłębiającego się kryzysu energetycznego. Powodem są kurczące się zasoby wody, a jak wiadomo ona jest podstawowym źródłem wytwarzania energii elektrycznej.

Wahania cen utrzymają się, ponieważ elektrownie jądrowe, węglowe i gazowe są wycofywane z eksploatacji. Skandynawskie kraje już od dawna stawiają na OZE.



Poziom wód w Norwegii jest najniższy o tej porze roku od ponad dekady. Najgorzej jest na południu kraju. Sytuację łagodzą liczne połączenia kablowe z Danią, Niemcami i Wielką Brytanią.



Rowery pod skrzydłem

Źródło: Siemens Gamesa

Duński pomysł na recykling

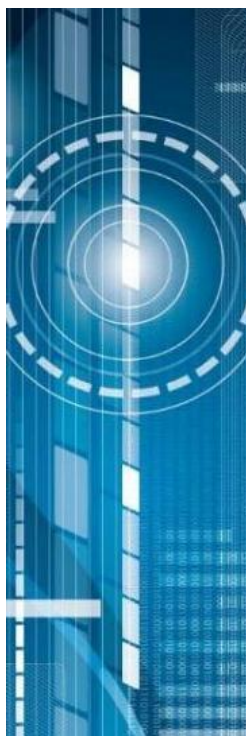


To że w Danii najpopularniejszym środkiem transportu jest rower wiemy chyba wszyscy. Podobnie jest chyba z wiedzą na temat wiodącej roli tego kraju jeżeli chodzi o farmy wiatrowe w Europie. Farmy wiatrowe, tak jak każdy produkt na Ziemi, obiekt we wszechświecie mają swój czas życia. W przypadku turbin wiatrowych jest to około 20 lat. Pojawia się i dynamicznie będzie narastał problem recyklingu turbin. Dania wytwarza prawie połowę energii elektrycznej z turbin wiatrowych. Duńska firma Re-Wind, która specjalizująca się w innowacjach po demontażu farm wiatrowych, zaproponowała ponowne wykorzystanie nieulegających biodegradacji łopat turbin wiatrowych, aby ponownie wkomponować je w krajobraz miejski, w szczególności na parkingach rowerowych. Ta niezwykła koncepcja narodziła się w 2019 roku a inspiratorem jest rząd wspierający ciekawe pomysły.

Fuzja jądrowa

kolejny krok

Synteza jądrowa polega na fuzji dwóch lekkich jąder atomowych, np. jąder wodoru. Jednak jądra są elektrycznie dodatnie, a dwa ładunki tego samego znaku jak wiemy odpychają się. Tylko ekstremalne temperatury, liczone w milionach stopni, mogą przyspieszyć jądra do punktu, w którym przełamią barierę wzniesioną przez siły elektromagnetyczne. Obecnie większość naukowców zgadza się, że najlepszym rozwiązaniem, aby to osiągnąć, jest tokamak, rodzaj magnetycznego pudełka, w którym dwa izotopy wodoru, deuteru i trytu, byłyby zamknięte i utrzymywane w temperaturze około 150 milionów stopni. W tej temperaturze materia ma postać plazmy, niezwykle gorącego i naładowanego elektrycznie gazu. Fuzja jądrowa może stać się źródłem czystej energii i kolejnym milowym krokiem w rozwoju ludzkości.



Ostatnio naukowcy opracowali wysokotemperaturowy magnes nadprzewodzący (HTS), który umożliwił im wytworzenie pola magnetycznego o wartości 20 tesli nigdy wcześniej nie widziany na Ziemi. Użycie tak silnego magnesu ma ograniczać plazmę, która będzie produkowana w sercu tokamaków przyszłości. Urządzenia zaprojektowane do wytwarzania zrównoważonej energii elektrycznej z syntezy jądrowej. Do tego czasu większość tokamaków opierała się na konwencjonalnych elektromagnesach wykonanych z miedzi. Dzięki ostatnim postępom w dziedzinie technologii magnetycznych amerykańscy naukowcy z Massachusetts Institute of Technology, uważają, że możliwe jest zbudowanie kompaktowego reaktora syntezy jądrowej w ciągu zaledwie dziesięciu lat. Aby osiągnąć swoje cele, wykorzystali nowe nadprzewodniki niskotemperaturowe. Jak dotąd żaden reaktor termojądrowy nie był w stanie wyprodukować więcej energii niż zużywa. Jednak w obecnej konfiguracji teoretycznie byłby w stanie wyprodukować trzy razy więcej energii elektrycznej niż ta wykorzystywana do działania. A badacze z MIT zapewniają, że ten efekt można będzie jeszcze podwoić

**elektryk
i jego**

"pstryk"

energetyka







