



AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE



Czy jest jeszcze miejsce dla węgla?

Prof. dr hab. inż. Wojciech Nowak
Centrum Energetyki AGH

V Kongres Innowacji w Energetyce
21 października 2021 r.

Jak ma wyglądać wobec tego transformacja energetyczna ? Jakimi technologiami przeprowadzić transformację ?

Jak ją sfinansować ?

Jak ma wyglądać konstrukcja rynku energii – co będzie wynagradzane, czy moc czy elastyczność ?

Co z sieciami i prosumentami ?

ewolucyjny

czy

rewolucyjny



**Transformacja
powinna mieć
charakter ewolucyjny,
a nie rewolucyjny**

- **Bezpieczeństwo energetyczne powinno być priorytetem**
- **Kraje, które postulują opinie „zbyt zorientowane na środowisko” posiadają duży zasób OZE**
- **Era obywatelskiej, inteligentnej, efektywnej i odnawialnej energii z wiatru, biomasy, słońca to fakt i każdy może sobie z nich zbudować własny miks energetyczny, ale potrzeba czasu !!**

Przyszłość węgla rysuje się w czarnych barwach

- Gaz obecnie wyraźnie zaczyna wypierać węgiel jako paliwo do produkcji energii elektrycznej
- Gaz jest paliwem kopalnym, a niższe emisje nie oznaczają ich braku. Emisja jest niższa niż z węgla – ale jest i powoduje wysokie emisje metanu.
- Gaz może być w przyszłości równie toksycznym aktywem w portfelach inwestycyjnych jak węgiel
- Gaz ze względu na niższą emisyjność od węgla ma odegrać w UE tylko rolę przejściową i stanowić pomost do przejścia do energetyki całkowicie bezemisyjnej
- Metan jest 21 razy bardziej emisyjny niż CO₂ (1 tona emisji metanu odpowiada 21 tonom CO₂)

Tygrysy zwykle są zwierzakami samotnikami

Paliwa kopalne

Energetyka jądrowa

Energia odnawialna



Współistnienie i współdziałanie to droga to sprawiedliwej transformacji



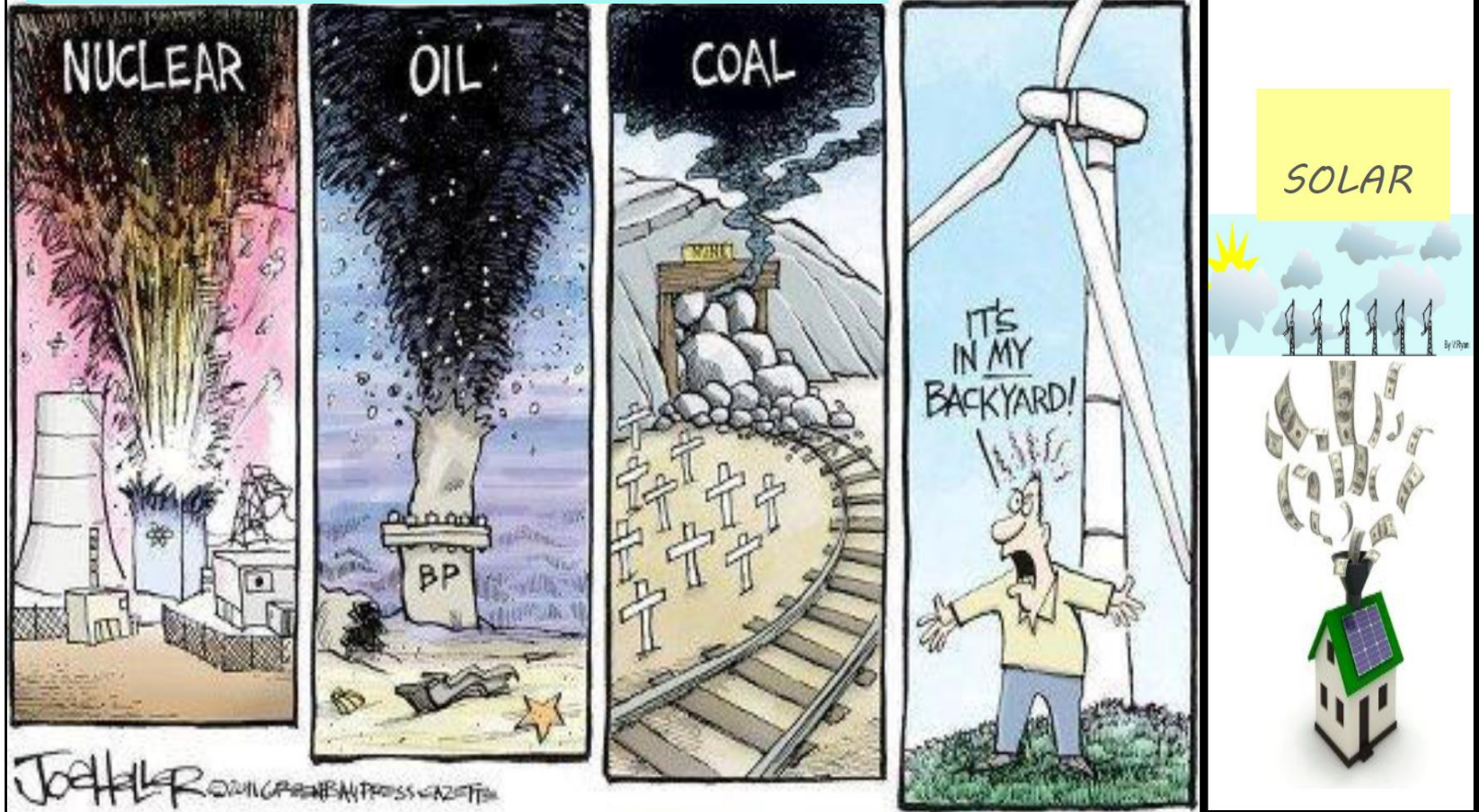
***Energetyka
jądrowa***

***Energia
odnawialna***

Paliwa kopalne

Ale energia jest kwestią kontrowersyjną

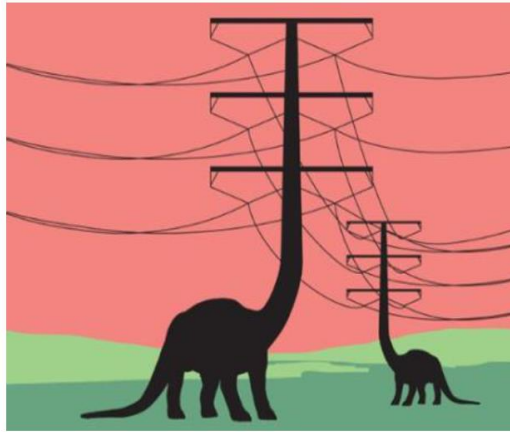
argumenty przeciwko



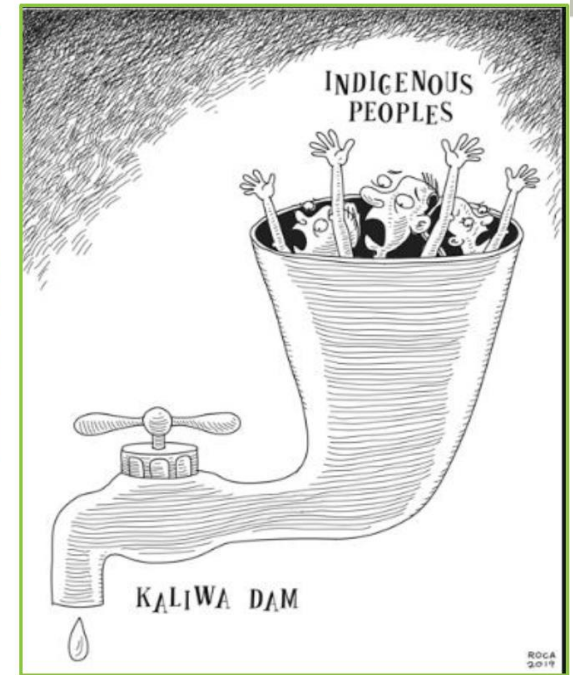
...bez żadnych wyjątków



Gas



Grids



Hydroelectricity

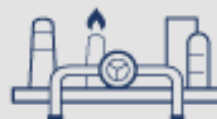


Cobalt / Lithium mining
& child labor



Biofuels &
deforestation

Moc zainstalowana w poszczególnych źródłach energii – takie są fakty



Elektrownie węglowe

31 225 MW
(31.12.2020)

Farmy wiatrowe

7 065 MW
(1.08.2021)

Fotowoltaika (PV)

5 232 MW
(30.06.2021)

Elektrownie gazowe

2 782 MW
(31.12.2020)

Elektrownie przemysłowe

2 645 MW
(31.12.2020)

Elektrownie wodne

2 356 MW
(31.12.2020)



Kryzys energetyczny w Europie: Powrót do węgla

- Europejscy dostawcy usług użyteczności publicznej przygotowują się do przejścia na alternatywne źródła energii
- Jeśli dostawcy energii będą zmuszeni konkurować o ograniczoną ilość dostaw gazu, ceny będą nadal rosły, a koszty "nieuchronnie" będą przenoszone na konsumentów
- Podczas gdy większość może odczytywać "alternatywne źródła energii" jako "odnawialne źródła energii", rynek energii może mieć alternatywną definicję: **węgiel.**
- Mimo że Stany Zjednoczone i wiele krajów na całym świecie zobowiązało się do zmniejszenia emisji dwutlenku węgla w celu spowolnienia zmian klimatu, popyt na węgiel znacznie wzrósł
- Popyt zarówno na węgiel energetyczny, jak i koks przewyższa podaż, podnosząc ceny do poziomów niewidzących się od kilku lat
- Jest to mało prawdopodobne w dłuższej perspektywie jak ten boom potrwa, biorąc pod uwagę wiele czynników, które wywierają presję na spadek branży. **Jednak na razie dobrze jest być w biznesie węglowym.**

Węgiel wraca

Europie tak brakuje gazu ziemnego, że kontynent - zwykle postrzegany jako dziecko plakatu globalnej walki z emisjami - zwraca się do węgla, aby zaspokoić zapotrzebowanie na energię elektryczną, które teraz powróciło do poziomu sprzed pandemii – Raport Bloomberg’a 2021



Nawet przy rekordowych cenach emisji dwutlenku węgla w tym roku, niskie rezerwy gazu oznaczają, że spalanie węgla – najbrudniejszego z paliw kopalnych – ponownie stało się bardziej rozpowszechnione



Rosnące zapotrzebowanie na energię elektryczną utrzymuje węgiel przy życiu

- Odnawialne źródła energii nie rozwijają się wystarczająco szybko
- Wciąż nie ma wystarczającej ilości czystej energii, aby zaspokoić rosnący popyt, więc węgiel powraca.
- Żaden z 63 krajów, które odpowiadają za 87 procent globalnej produkcji energii elektrycznej, nie odnotował "zielonego ożywienia" w pierwszej połowie 2021 roku.
- "Net Zero Road Map" Międzynarodowej Agencji Energetycznej pokazała, że węgiel potrzebuje spadku o 14 procent w ujęciu rok do roku, a kraje rozwinięte powinny przejść w 100 procentach na czystą energię elektryczną do 2035 roku.

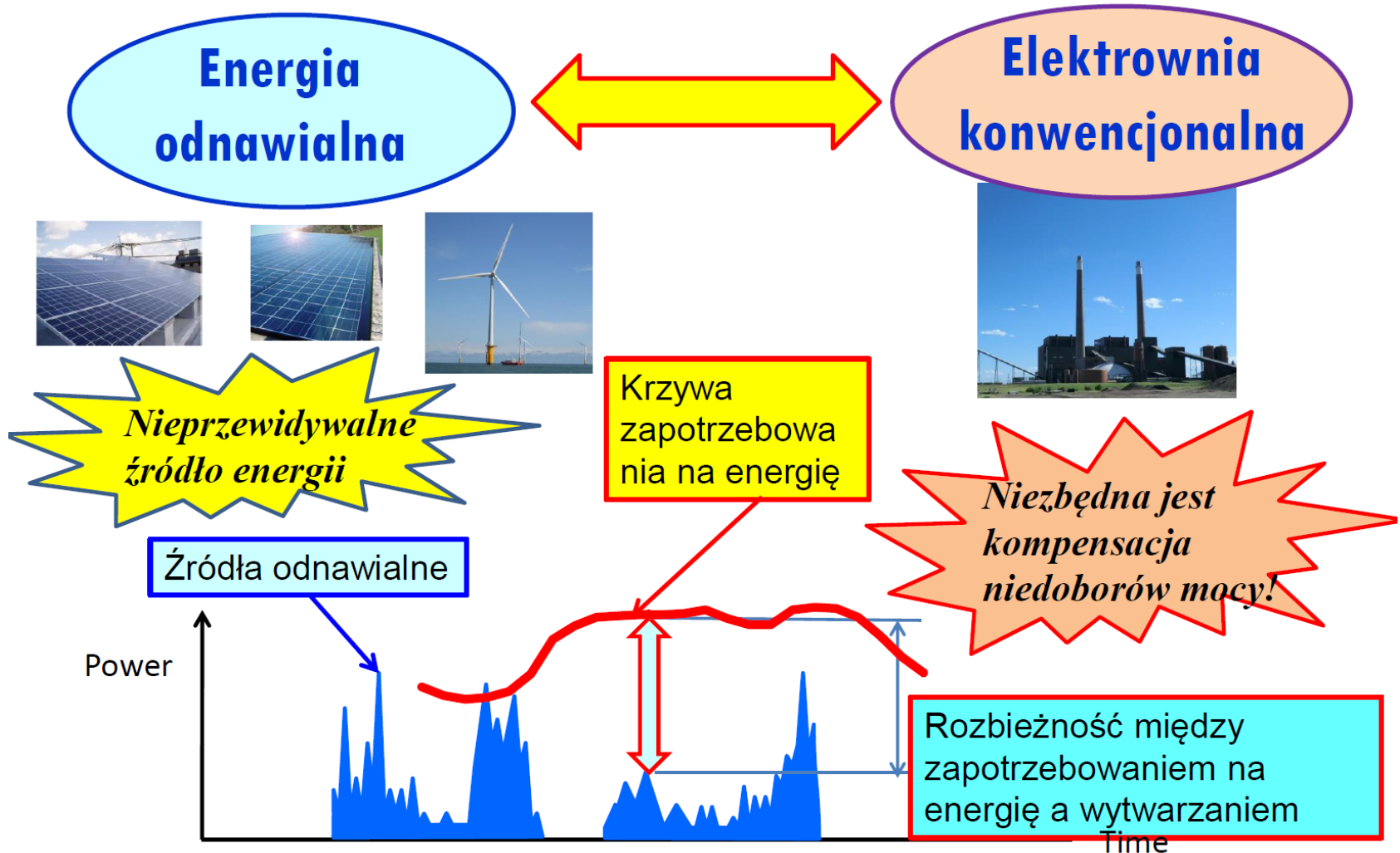
Cele te wydają się odległym marzeniem.



Węgiel osiągnął ceny nie widziane od września 2008 roku.

- Ponieważ ceny gazu w Europie nadal rosły w ciągu ostatnich kilku tygodni, rola i znaczenie węgla wywołały nową falę dyskusji na całym kontynencie.
- Rozłam ideologiczny wtłoczy klin między Unię Europejską, wieloletniego orędownika wycofywania węgla, a interesami korporacji, ponieważ warunki rynkowe sprzyjają przechodzeniu z gazu na węgiel
- Podczas gdy kontrakty terminowe na emisję dwutlenku węgla w ramach EUA ETS z grudnia 2021 r. przekroczyły 60 euro za tonę na początku września i od tego czasu oscylują wokół 62 euro za tonę, wzrost produkcji węgla w kluczowych europejskich elektrowniach, takich jak Niemcy, nie wywołał wzrostu cen emisji dwutlenku węgla, który byłby wystarczająco znaczący, aby zniechęcić do wykorzystania węgla.
- Zamiast tego stagnacja cen emisji dwutlenku węgla sprawiła, że węgiel stał się coraz bardziej opłacalny wśród niekontrolowanych cen gazu – do tej pory, na każdą megawatogodzinę energii, którą wyprodukowałby standardowy niemiecki operator elektrowni, różnica między węglem a gazem jako źródłem energii wynosi już około 40 euro za MWh.

OZE a energetyka konwencjonalna

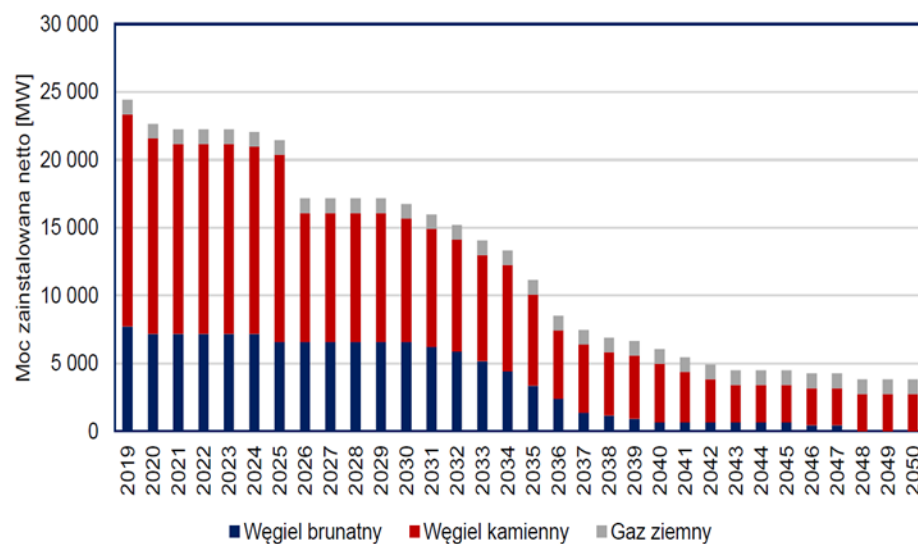
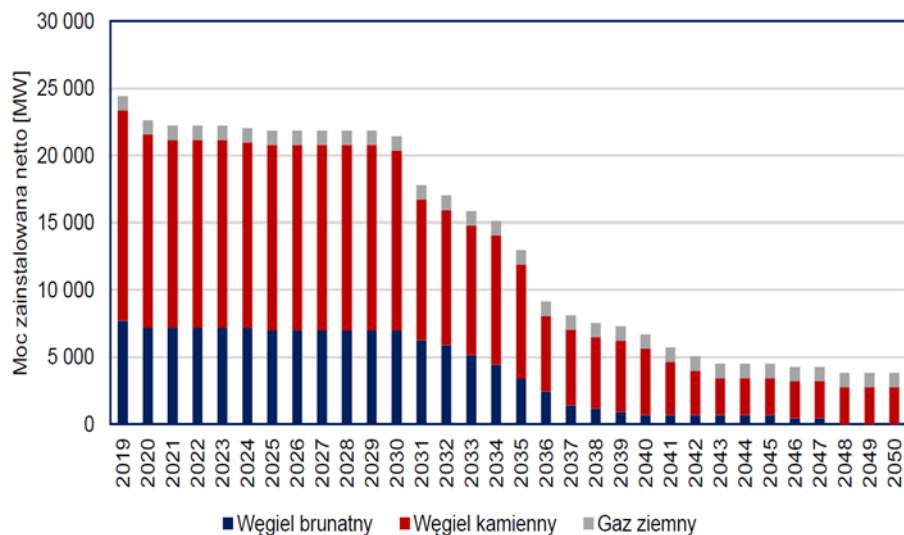


Prognoza zdolności wytwórczych w KSE wg. Raportu PRSP 2020 PSE

Planowane ubytki mocy w systemie do 2040r.

Moc w jednostkach ciepłych w KSE w scenariuszu istnienia mechanizmów mocowych po 01.07.2025

Moc w jednostkach ciepłych w KSE w scenariuszu braku mechanizmów mocowych po 01.07.2025



Jakie stąd płyną wnioski

- W przypadku scenariusza pesymistycznego wielkości wymaganych nowych mocy wytwórczych na koniec 2030 r. wynoszą odpowiednio **10 000 MW**, z założonym odtwarzaniem i rozwojem inwestycji w elektrociepłowniach, oraz ok. 11 000 MW w przypadku braku inwestycji odtworzeniowych w tych źródłach.
- Dla tego scenariusza przekroczenie standardu bezpieczeństwa występuje już w 2024 r. i co do zasady jest niemożliwe do skompensowania za pomocą środków zaradczych.
- Tak jak w scenariuszu optymistycznym, po roku 2030 **niedobór mocy pogłębia się** i konieczne jest oddawanie do eksploatacji kolejnych, nowych mocy wytwórczych.
- Na rok 2035 powinno być to **dodatkowe 5 000 MW**, w stosunku do wyżej wskazanych 10 000 MW albo 11 000 MW, w zależności od zakresu rozwoju mocy w elektrociepłowniach



Koniec energetyki węglowej ?

Jeśli dostosujemy się do europejskiej polityki klimatycznej, to naturalną konsekwencją staje się eliminacja węgla z energetyki - wg. europejskich planów do 2040 (w Polsce pewnie do 2050-2060).

W ciągu 20 (max 30 lat) stanie się więc coś, co do tej pory niewyobrażalnego - zniknie rynek węgla energetycznego

Trzeba pokazać ścieżkę zmian w górnictwie - prosta kreska pomiędzy obecnym poziomem wydobywania, a "zero węgla energetycznego" już w 2050

Zniknie sektor energetyki konwencjonalnej (węglowej)

Wszystkie przyszłe inwestycje to wielkie offshorowe bałtyckie farmy oraz gazowe elektrownie i elektrociepłownie (choć pojawiają się próby wyrzucenia gazu z energetyki)

Czy jest możliwe ?

Ile energii elektrycznej z węgla w 2030 r.?

- 20 TWh - eksport
- 12 TWh - fotowoltaika
- 17 TWh - LFW
- 16 TWh - MFW
- 20 TWh - CHP gaz
- 10 TWh - CCGT gaz
- 7 TWh - biomasa

Razem: 102 TWh

Potrzebne do zbilansowania systemu: 80 TWh

Jakie potrzebne są więc działania

- Na podstawie doświadczeń w budowie bloków węglowych klasy 1000 MW (cykl przygotowanie inwestycji-realizacja: 10-12 lat), zakłada się duże prawdopodobieństwo przesunięcia programu jądrowego o 5-10 lat,
- Należy założyć możliwe przesunięcia realizacji programu morskich farm wiatrowych (prawo pierwszej inwestycji w danej technologii),
- Należy założyć możliwość repoweringu części istniejących lądowych farm wiatrowych,
- Dla zarządzenia powyższymi ryzykami konieczne jest sporządzenia scenariuszy alternatywnych zapewnienia ok 3 GW mocy (ok. 20 TWh produkcji rocznie w okresie 2031-2040),
- Rozważyć należy zwiększony import energii elektrycznej do 30 TWh w w/w okresie przejściowym,
- Założyć **należy utrzymanie starszych bloków węglowych (ok. 5 GW) w rezerwie strategicznej po 2035 r. dla zapewnienia dostaw mocy do systemu**
- Wysoki poziom cen uprawnień do emisji nakazuje ponowne przeanalizowanie **technologii CCSU** zarówno do bloków węglowych jak i projektowanych bloków gazowych
- Z uwagi na nie zakładaną we wcześniejszych dokumentach planistycznych tak dynamiczną ścieżkę wzrostu cen uprawnień do emisji, rozważyć należy **ponownie rolę węgla z CCSU jako paliwa okresu przejściowego**



Węgiel osiągnął ceny nie widziane od września 2008 roku.

Zycie jest bardzo skomplikowane, prawda? Chcemy przestawić transport na elektryczny ze względów środowiskowych, a jednak ryzykujemy wyrządzenie większej szkody niż pożytku, ponieważ musimy wytwarzać energię elektryczną z węgla.

Dlaczego ceny wystrzeliły w górę ?, dlaczego tak trudno jest, pomijając slogany, przejść na czystsza formę energii.?

Dlaczego ceny węgla wzrosły? Głównie dlatego, że Chiny i Indie, po ożywieniu gospodarczym po pandemii, odnotowały gwałtowny wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną.

Tak więc, zielone cele i podwyżki cen, **węgiel jest nadal największym źródłem wytwarzania.**

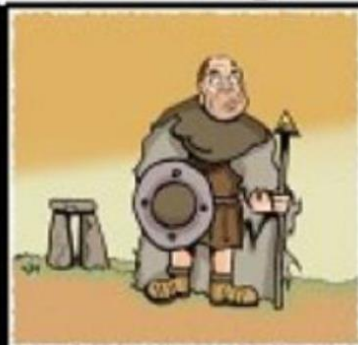
Kiedy stawką jest wzrost gospodarczy, węgiel nadal jest królem – bez względu na to, jakie obietnice zostały złożone w sprawie ograniczenia emisji.

Powrót do epoki elektrowni węglowych i gazowych

Stone Age



Bronze Age



Iron Age



Fossil Fuel Age



Storage Age



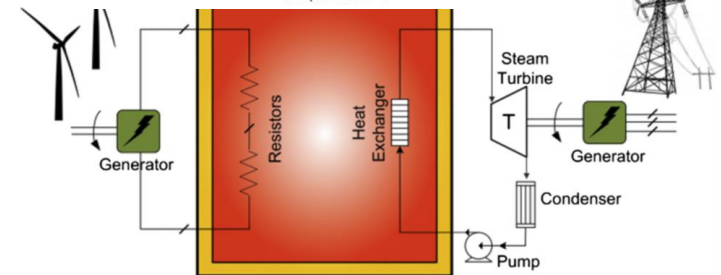
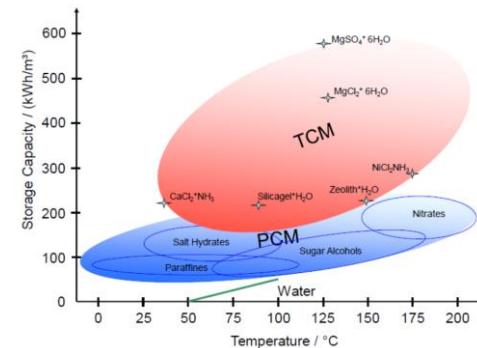
Wysokotemperaturowe magazynowanie energii elektrycznej dla globalnego przejścia z energii kopalnej na odnawialną - przestawienie elektrowni węglowych i gazowych na magazynowanie ciepła

Czy elektrownie węglowe mogą być zasilane za pomocą magazynowanej energii z wiatru i energii słonecznej?

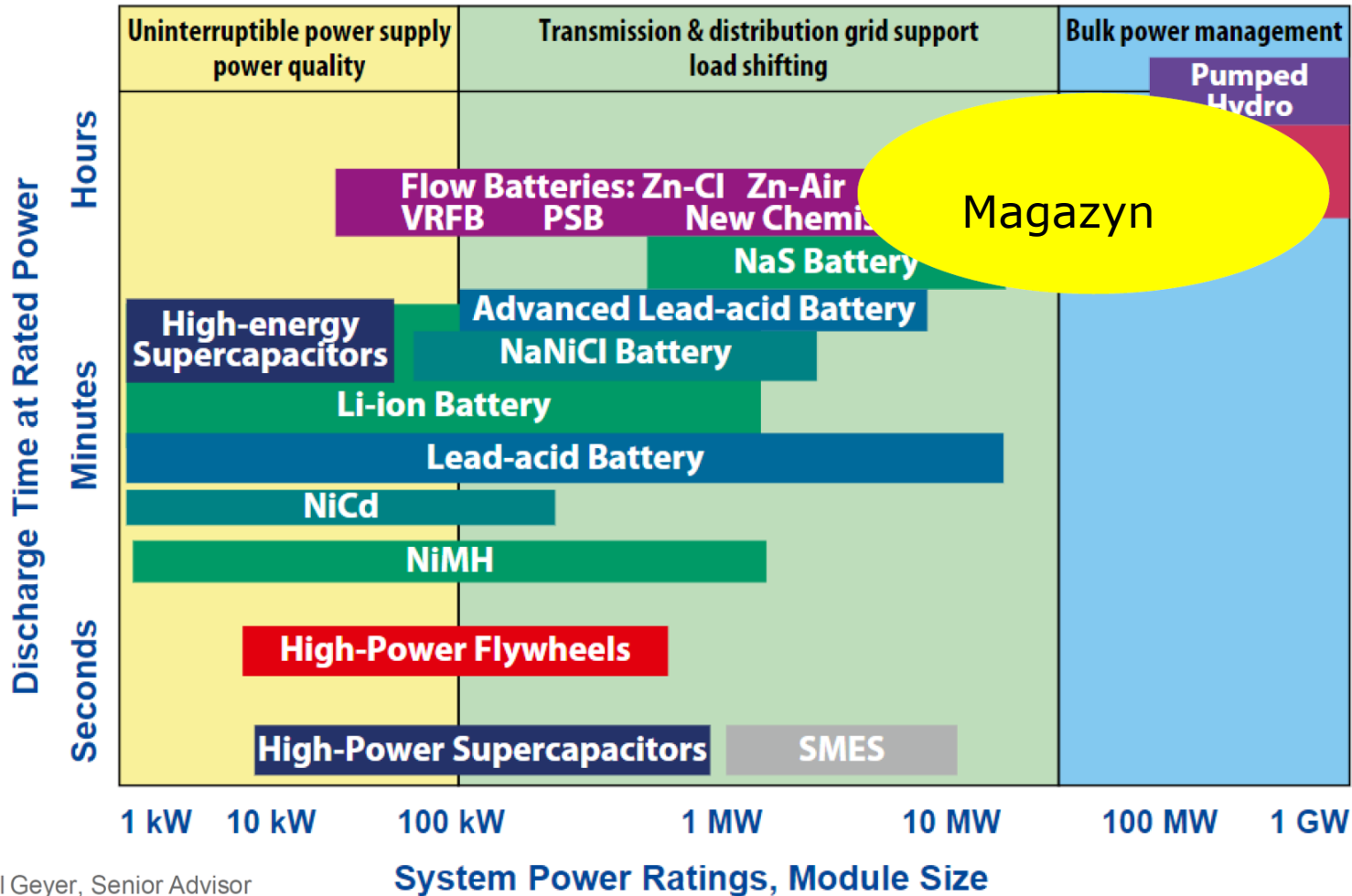
1. węgiel jest najtańszym i dostępnym paliwem nieodnawialnym,
2. są bardzo niezawodne - bardziej niezawodne nawet niż elektrownie zasilane gazem ziemnym, ponieważ mogą one gromadzić paliwo na miejscu,

➤ Jediną złą rzeczą wzbudzającą emocje w przypadku elektrowni węglowych jest fakt, że spalają one węgiel w celu wytworzenia pary wodnej wykorzystywanej do napędzania turbiny parowej.

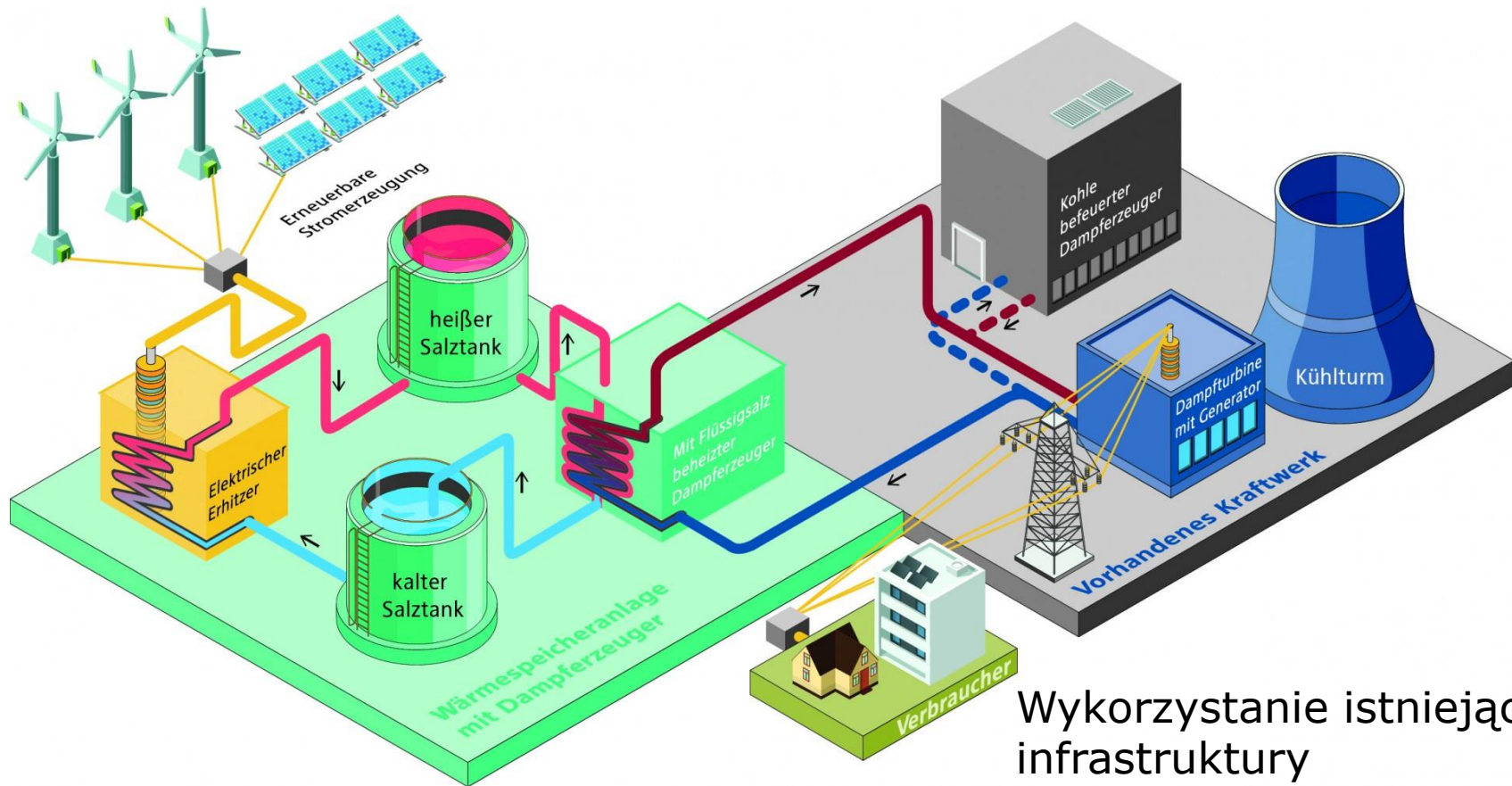
➤ Gdyby ciepło z OZE mogło być dostarczane do elektrowni, mogłyby one nadal dostarczać niezawodną energię elektryczną, a negatywne aspekty spalania węgla zostałyby wyeliminowane



Wysokotemperaturowe magazyny energii

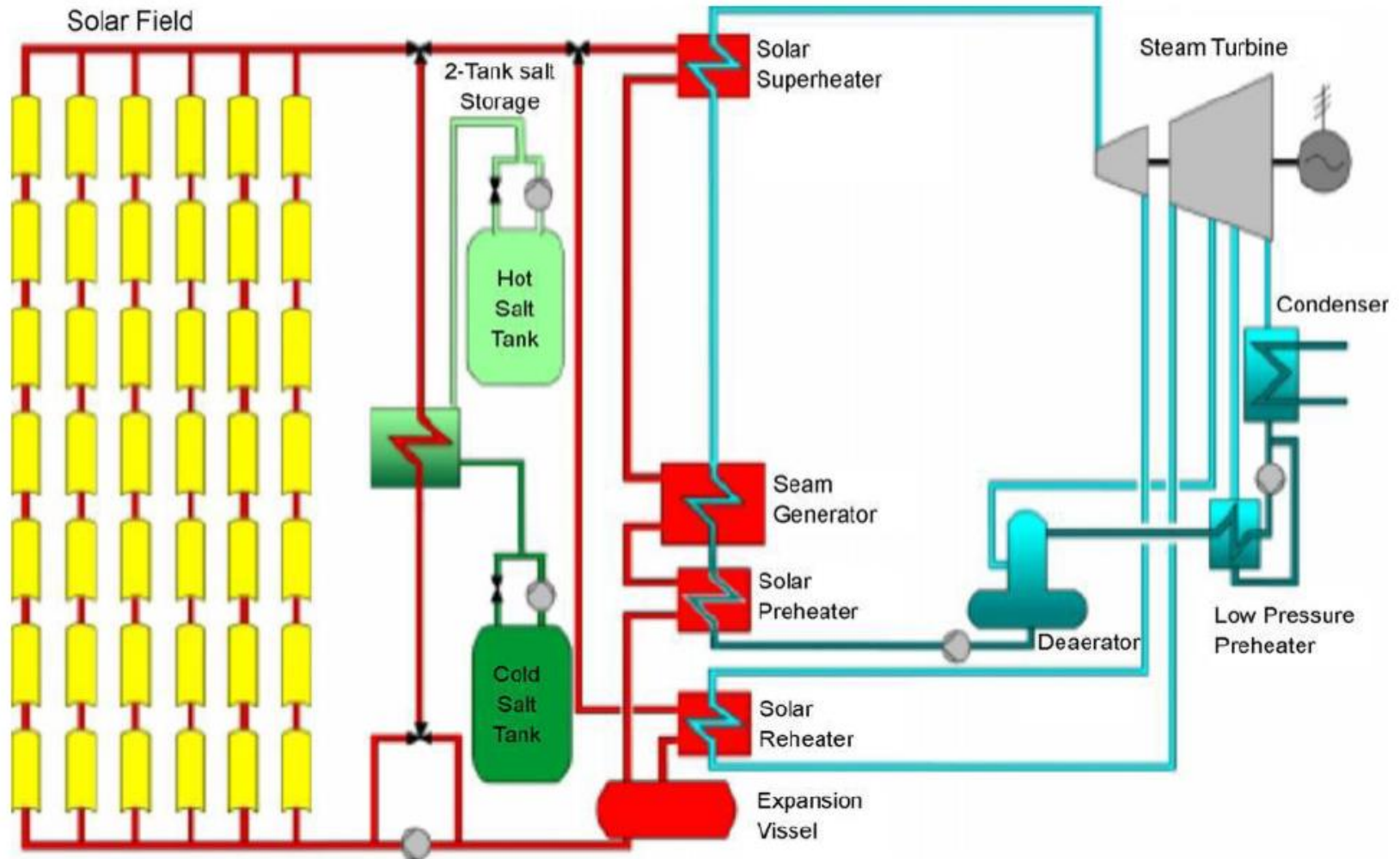


Przekształcenie elektrowni węglowej w "zielone" źródło energii



Wykorzystanie istniejącej infrastruktury
Magazynowanie energii z OZE
Elastyczny system

Wszystkie komponenty są dojrzałymi technologiami; jedynie połączenie technologii jest nowe



Wszystko czego potrzebujesz to

Source: Volcanic S.A.

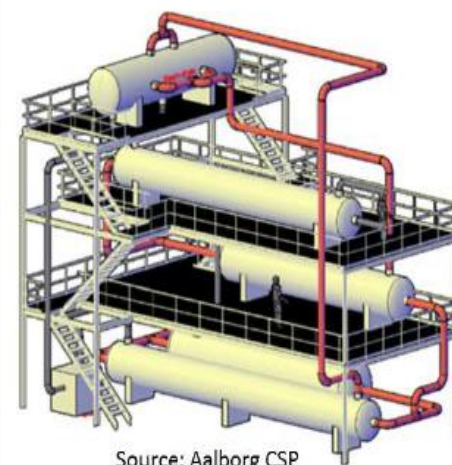


grzałki elektryczne do topienia soli – zasilane energią PV/wiatrową

zbiorniki na stopione sole - gorący i zimny

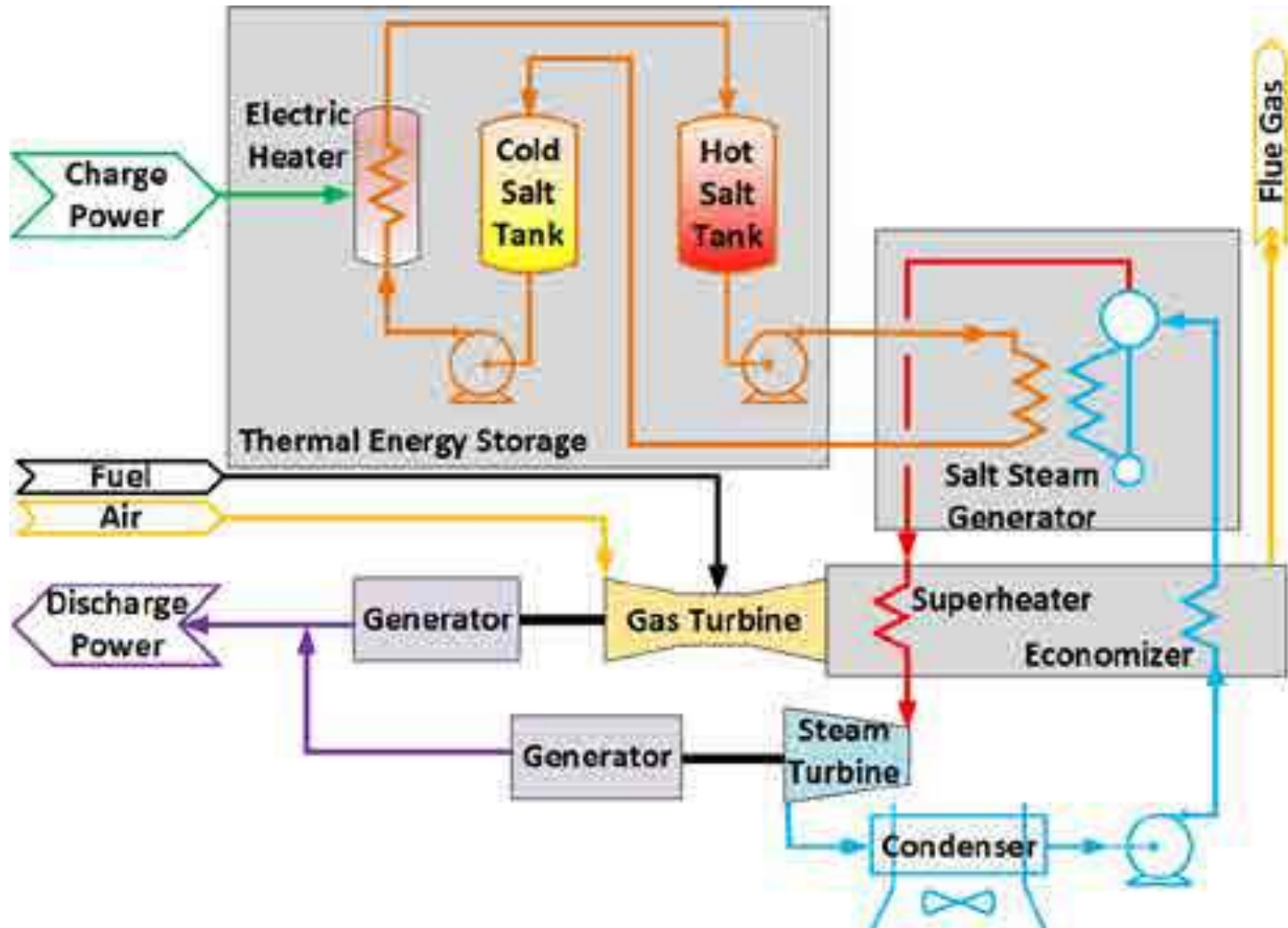


wytwornice pary ze stopioną solą

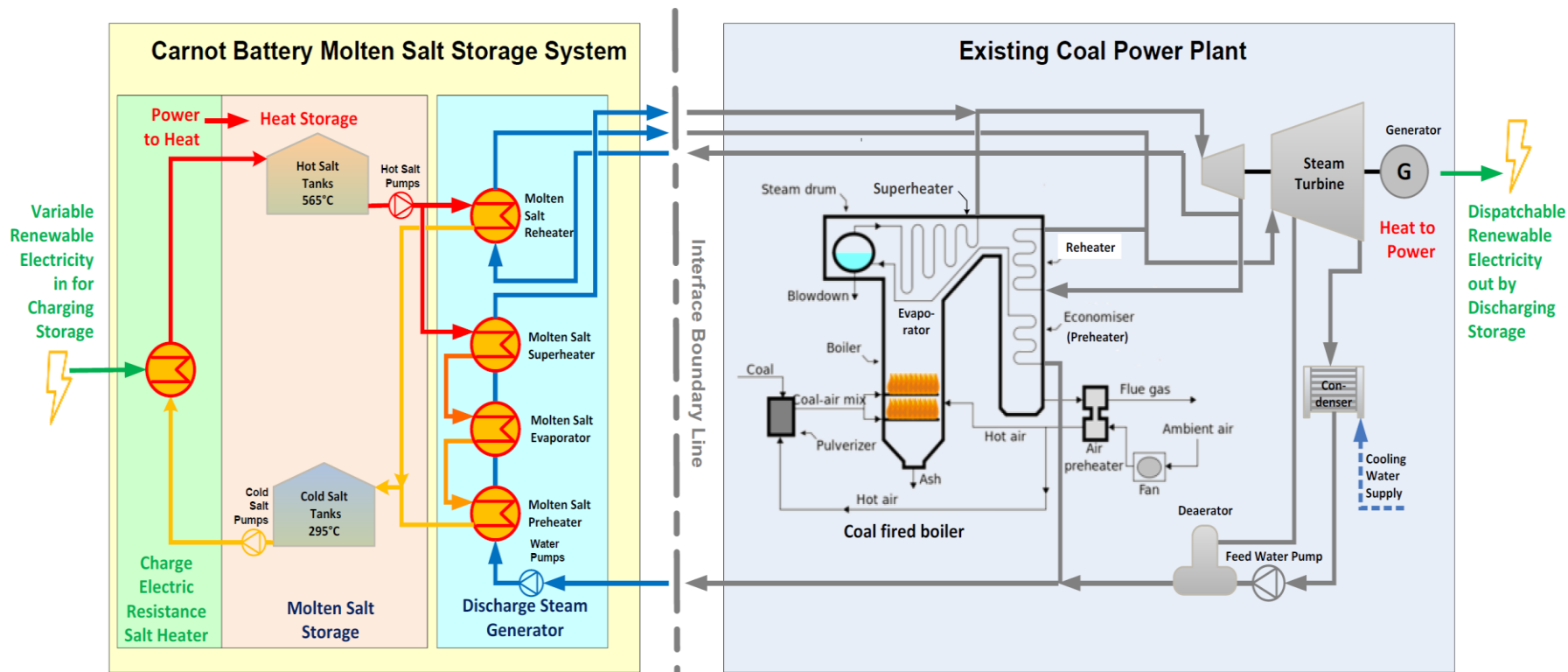


Source: Aalborg CSP

Integracja bloku parowo-gazowego z wysokotemperaturowym magazynem ciepła

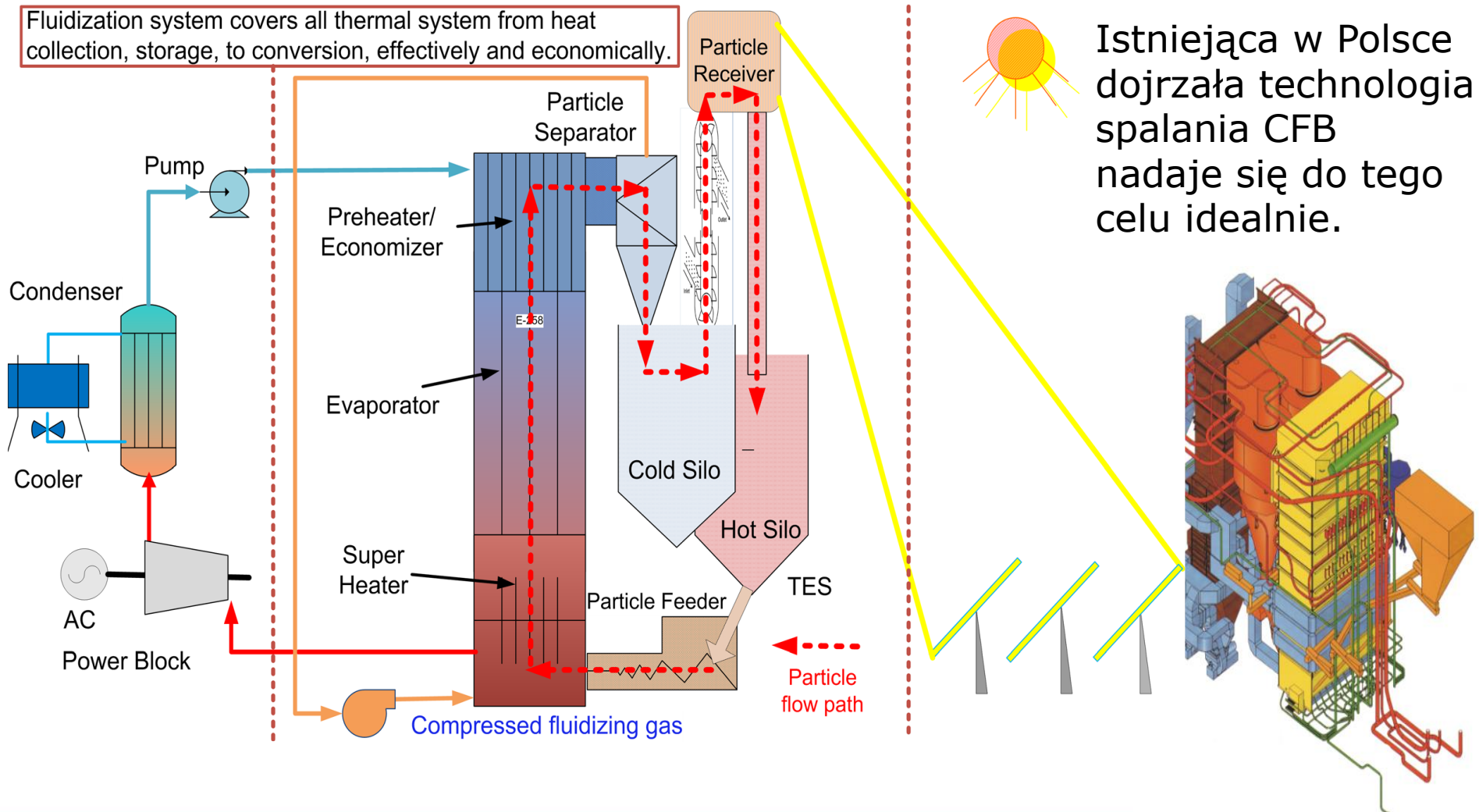


Integracja bloku węglowego z wysokotemperaturowym magazynem ciepła



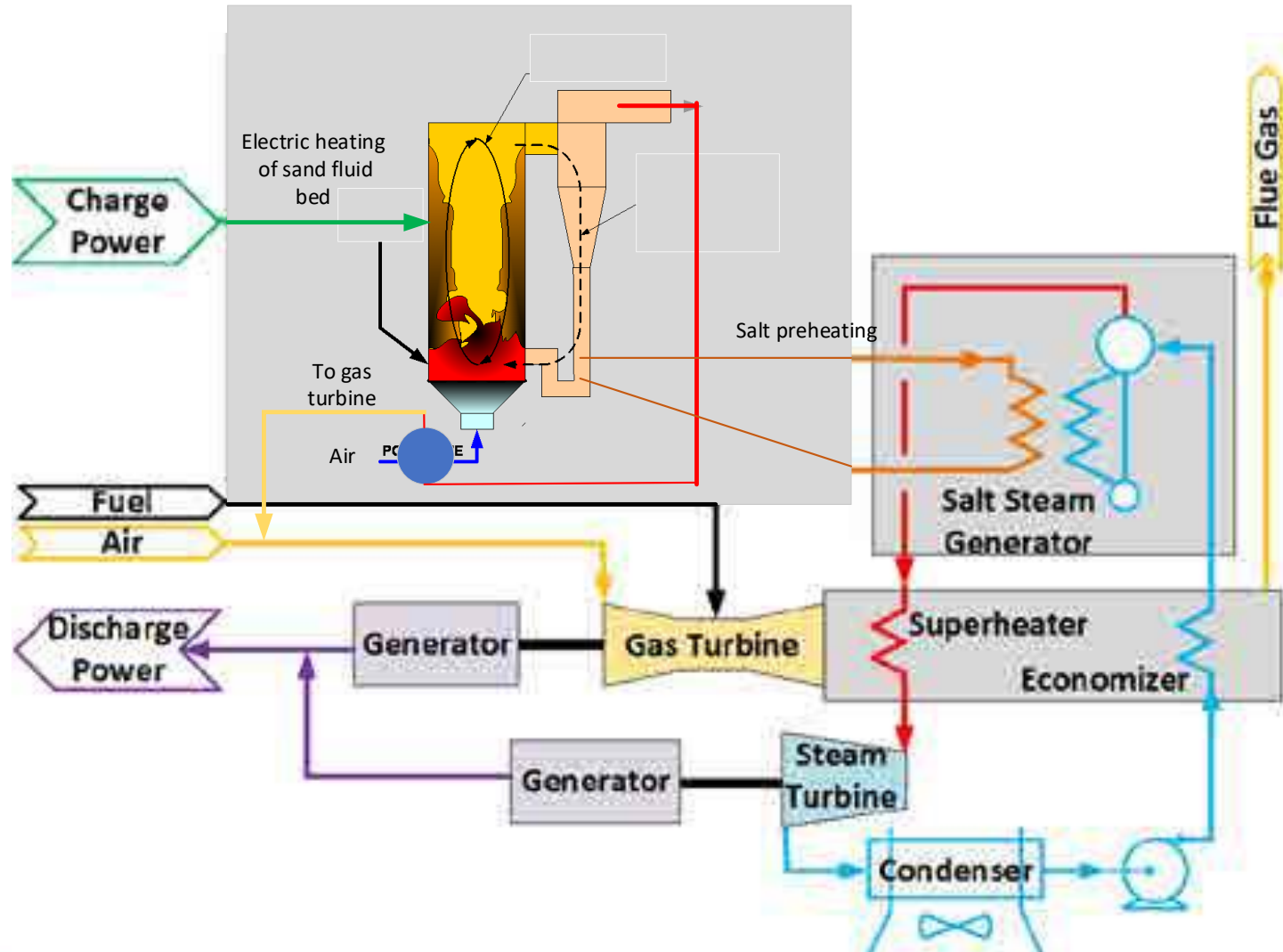
Fluidalne magazyny ciepła w materiałach ziarnistych

Fluidization system covers all thermal system from heat collection, storage, to conversion, effectively and economically.



Istniejąca w Polsce dojrzała technologia spalania CFB nadaje się do tego celu idealnie.

Fluidalne magazyny ciepła w materiałach ziarnistych

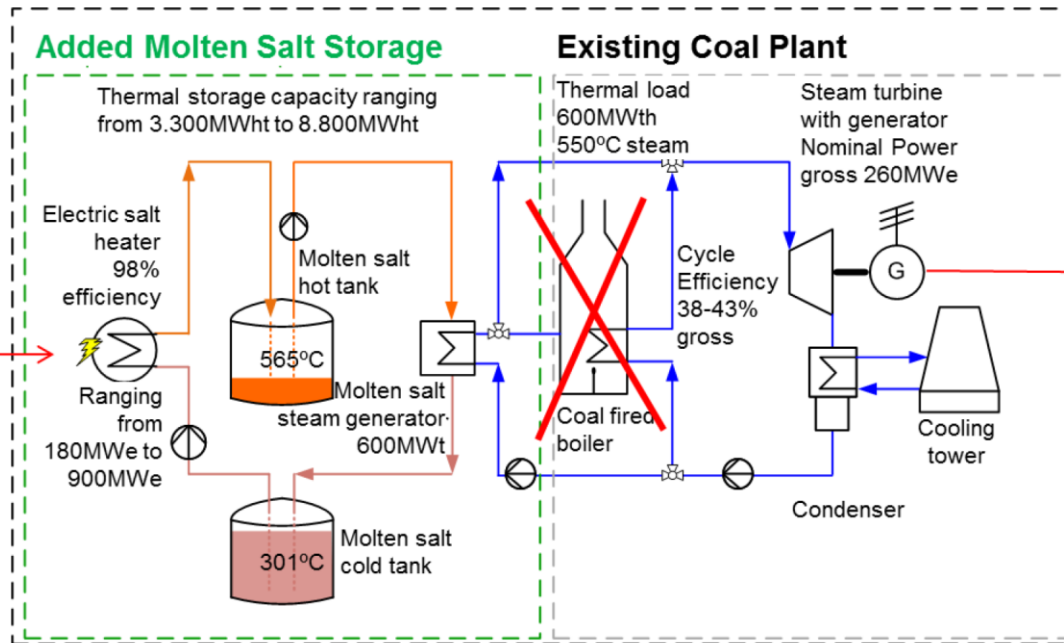


Zmiana przeznaczenia bloków klasy 200+



Input renewable charging power 180MWe to 900MWe with charging period varying from 5 until 19 hours per day

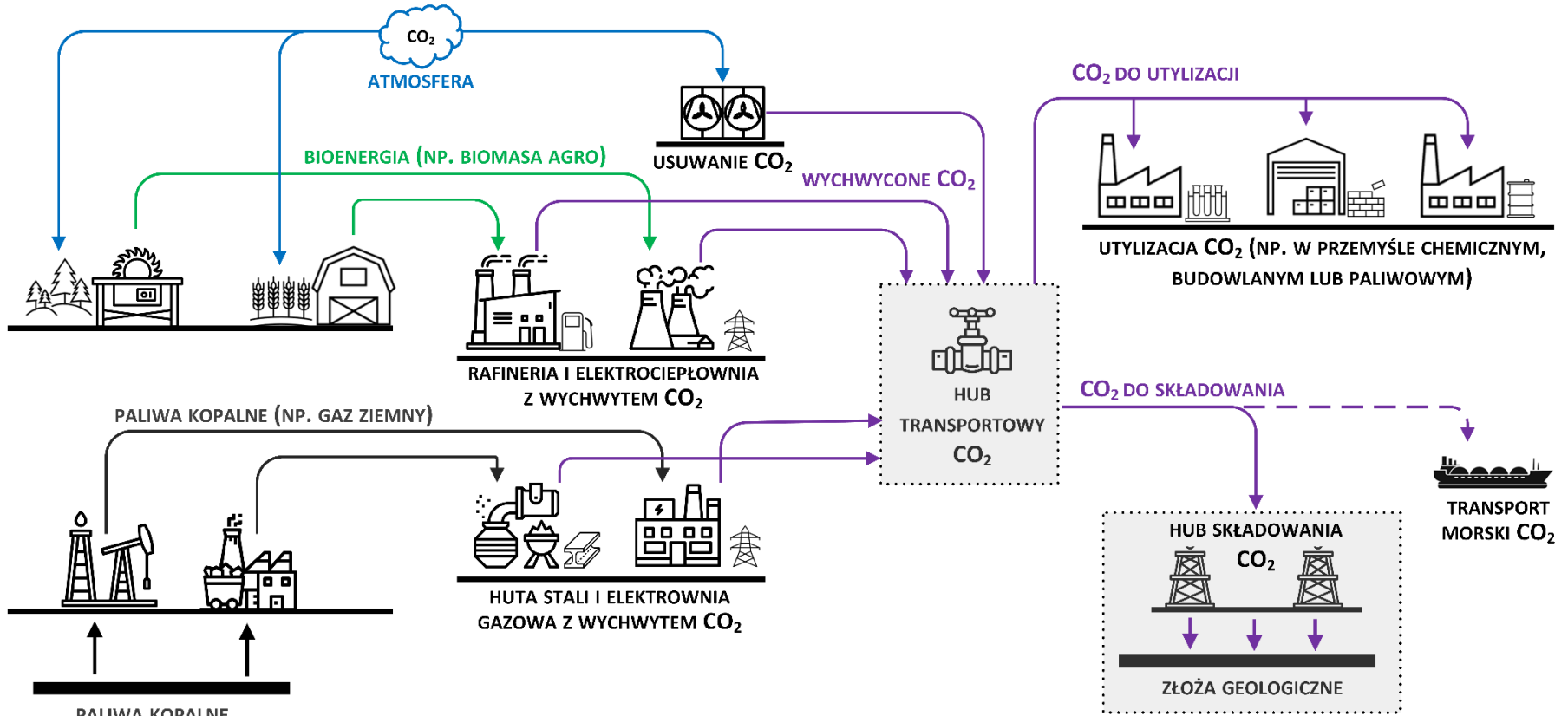
Variable Renewable



250MWe net power discharging 5 to 14 hours per day renewable dispatchable power to grid



Przekrój technologii CCUS



PRZYKŁAD ENERGETYCZNO-PRZEMYSŁOWEGO KLASTRA TECHNOLOGII CCUS



Kontakt:

Centrum Energetyki AGH
30-054 Kraków
Czarnowiejska 36
wnowak@agh.edu.pl

Dziękuję za uwagę !

www.agh.edu.pl