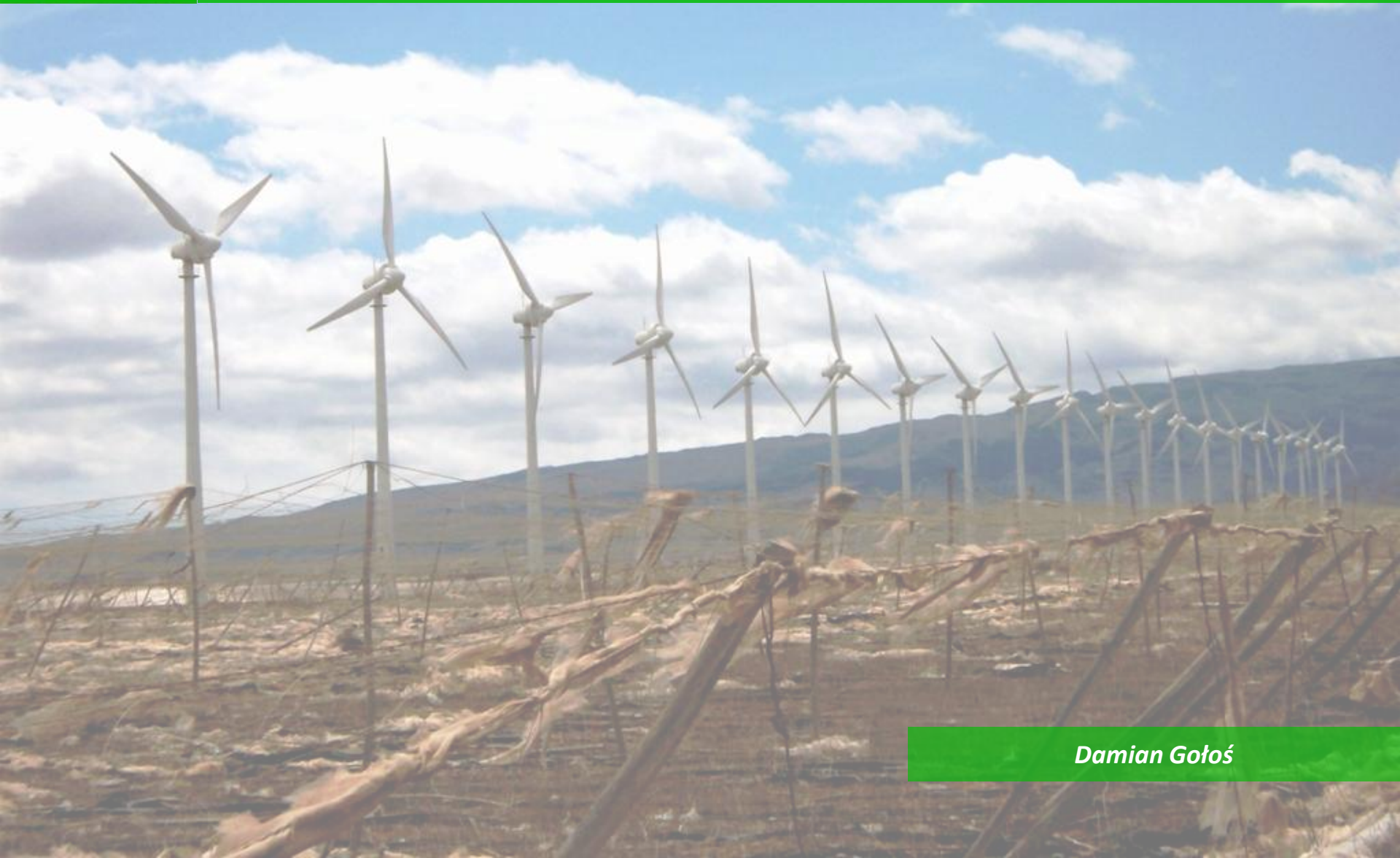


Sposoby magazynowania energii w systemie elektroenergetycznym

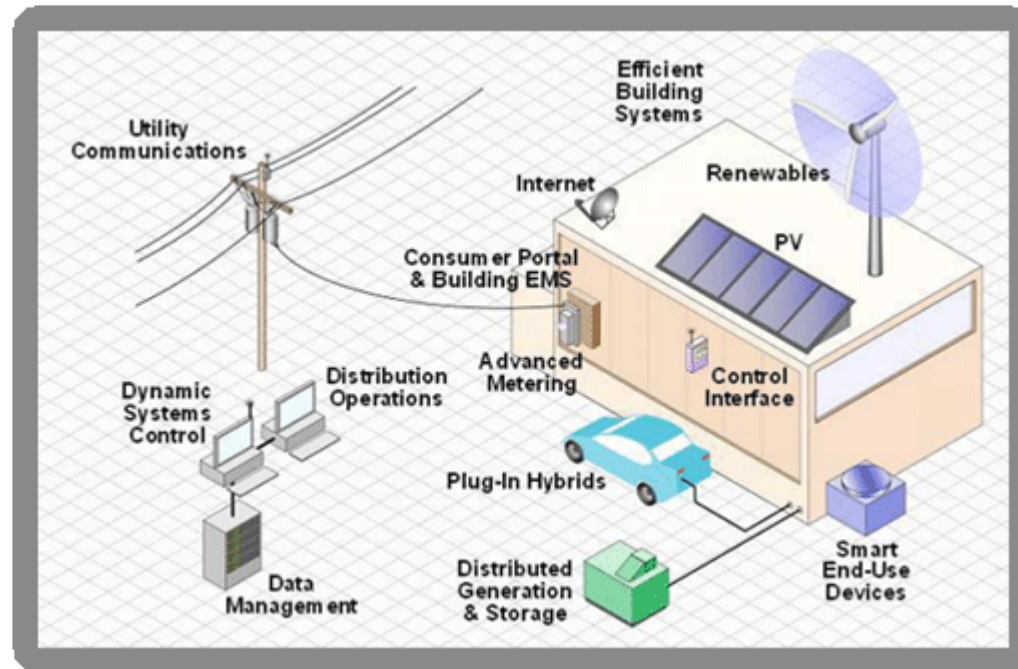


Damian Gołoś

Smart grid



S K N E N

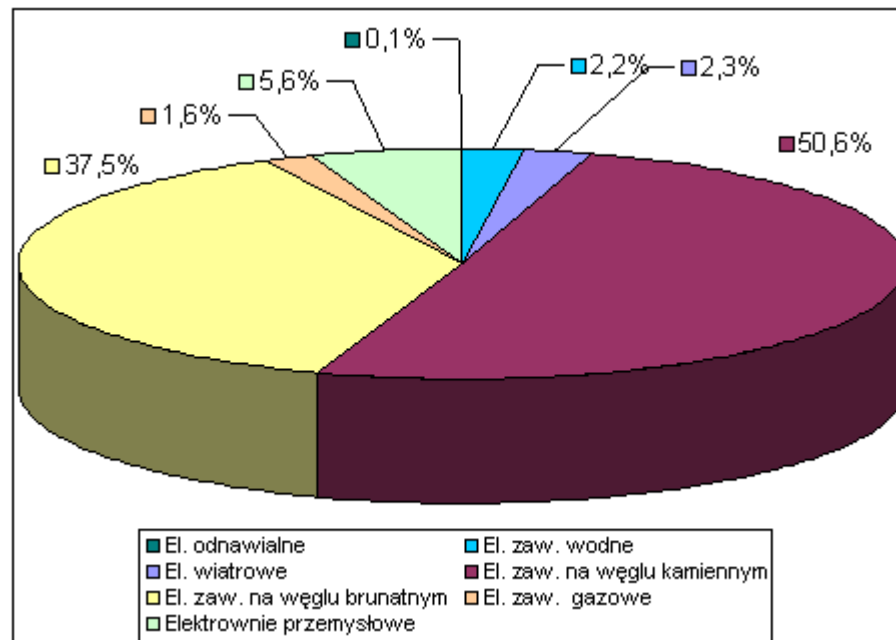


(Źródło: "The University of Iowa")

Procentowy udział w krajowej produkcji energii elektrycznej poszczególnych grup wytwórczych w miesiącu.



SKN EN

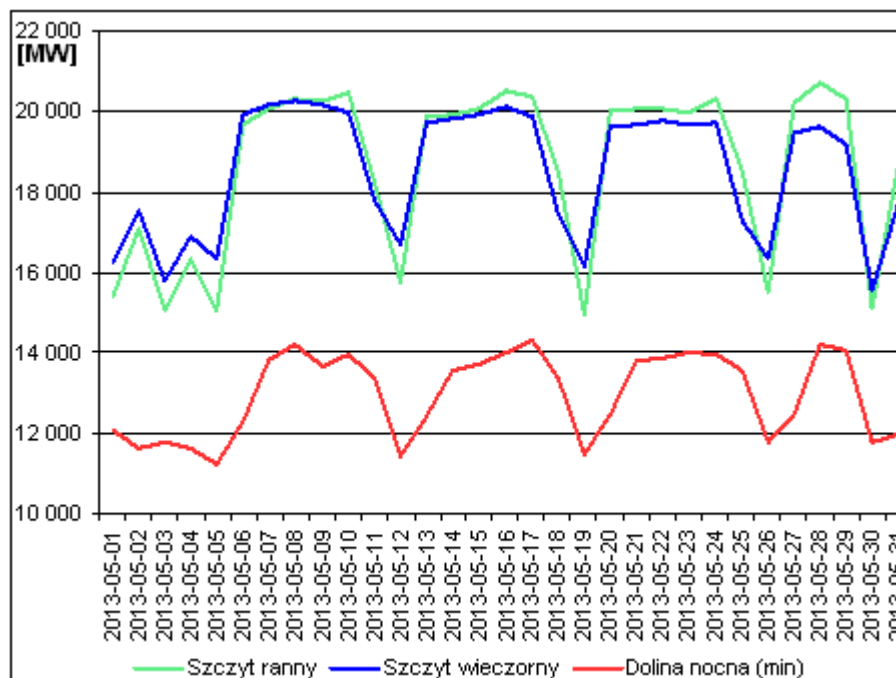


(Źródło: "Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.")

Krajowe zapotrzebowanie na moc w szczycie rannym, wieczornym, oraz w dolinie nocnej dla kolejnych dni miesiąca.



SKN EN

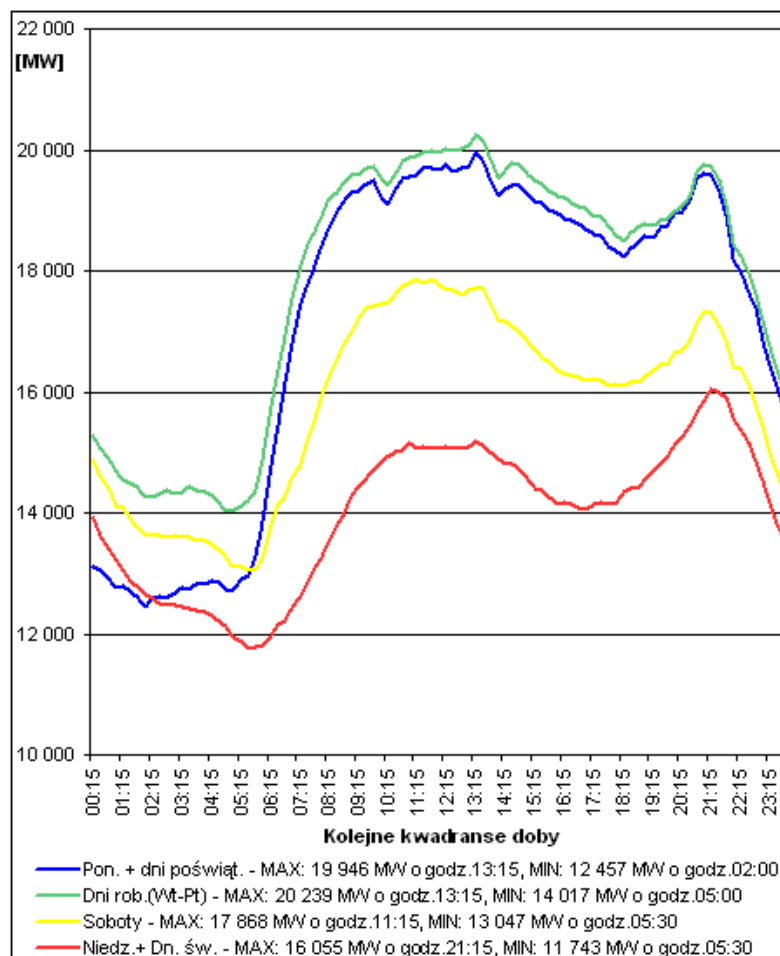


(Źródło: "Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.")

Przebiegi krajowego zapotrzebowania na moc dla poszczególnych typów dni (wartości średnie miesięczne).



SKN EN

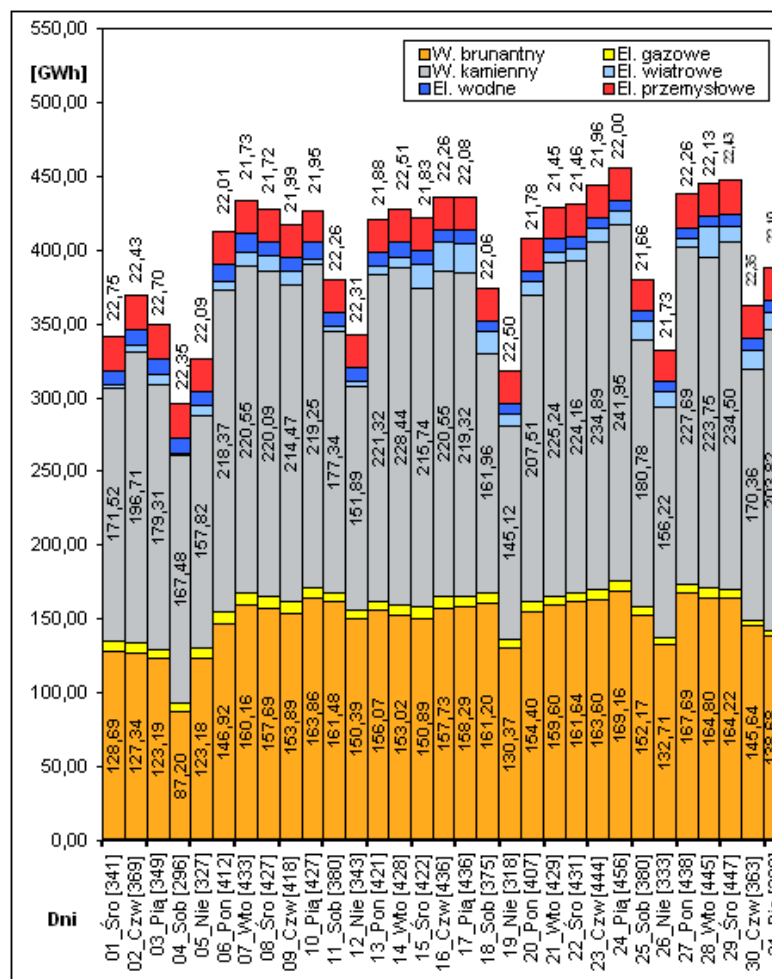


(Źródło: "Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.")

Dobowa produkcja energii elektrycznej w elektrowniach krajowych w miesiącu - wielkości brutto.



SKNEN

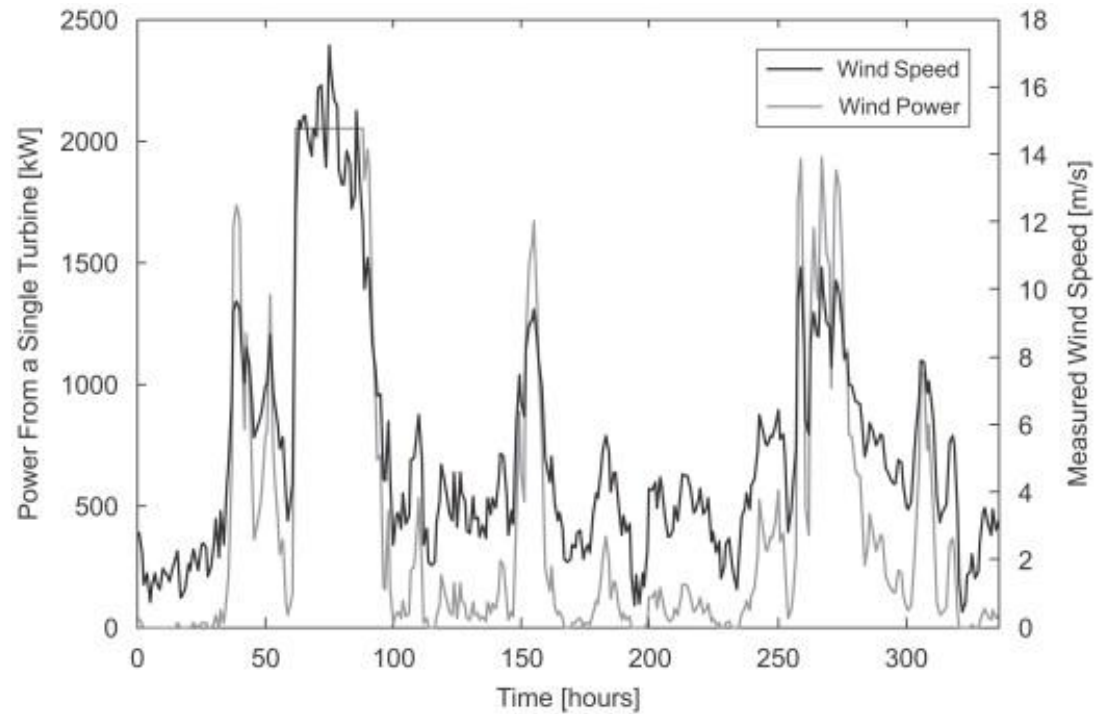


(Źródło: "Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.")

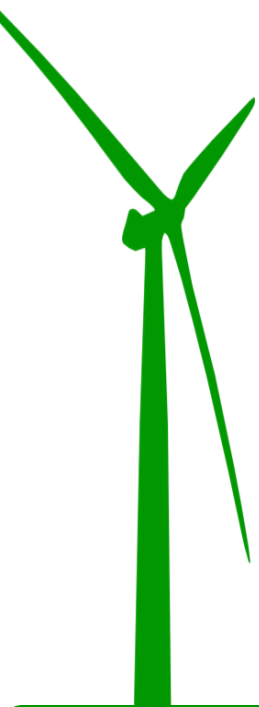
Prędkość wiatru i produkcja energii z turbiny Enercon E70, Vancouver Island, Canada



SKNEN



(Źródło: www.sciencedirect.com)





Chemiczne

- Wodór
- Metanol

Elektrochemiczne

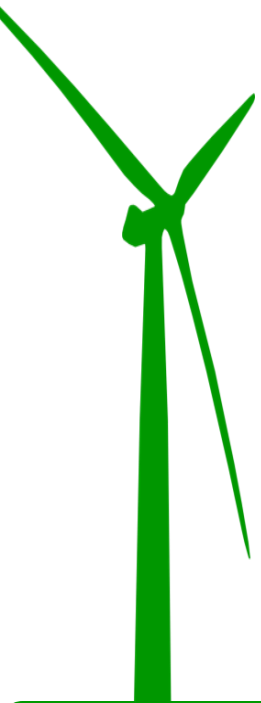
- Akumulatory
- Akumulatory przepływowe

Elektryczne

- Kondensatory
- Superkondensatory
- Nadprzewodzące pojemniki energii (SMES)

Mechaniczne

- Magazyny na sprężone powietrze (CAES)
- Koła zamachowe
- Elektrownie szczytowo-pompowe



Zestawienie cech najczęściej stosowanych urządzeń magazynowania energii



SKNEN

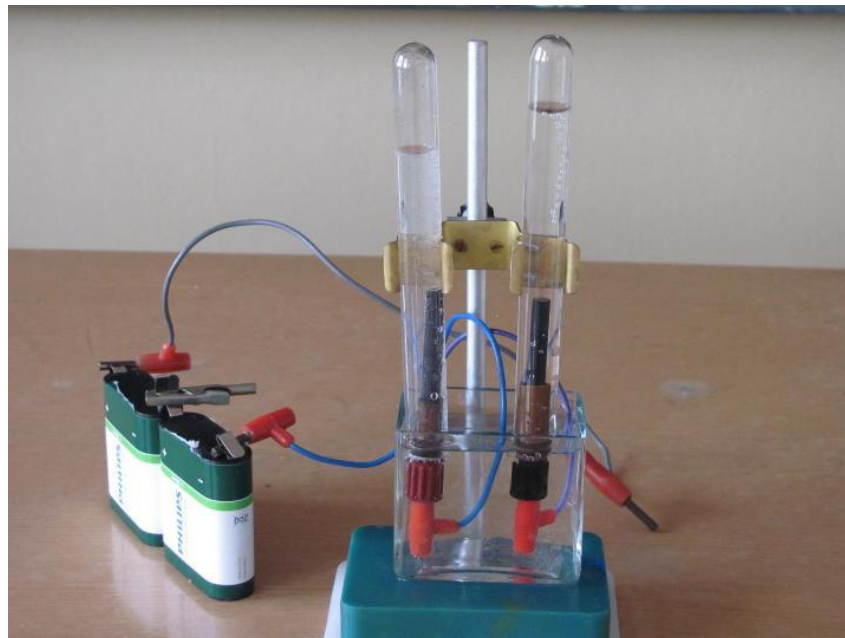
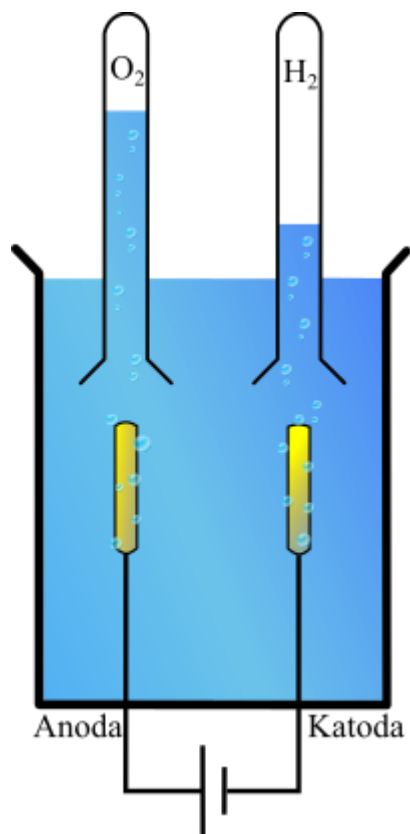
Urządzenie gromadzenia energii	Moc [MW]	Czas rozładowania	Sprawność [%]	Czas życia	Koszt inwestycyjny [USD/kW]
Elektrownia szczytowa na sprężone powietrze + turbina gazowa (CAES) wykorzystujące podziemne zagłębienia	15 - 400	2 - 24 godz.	54 - 88	35 lat	600 - 750
Elektrownia szczytowo-pompowa	250 -> 1000	12 godz.	87	30 lat	2700 - 3300 modernizacja ok. 300
Akumulator litowo-jonowy	5	15 min. do kilku godz.	90 (DC)	15 lat	4000 - 5000
Akumulator kwasowo-ołowiowy	3 - 20	10 sek. do kilku godz.	75 - 80 (DC) 70 - 75 (AC)	4 - 8 lat	1740 - 2580
Akumulator sodowo-siarkowy	35	8 godz.	80 - 85 (DC)	15 lat	1850 - 2150
Akumulator przepływowy VRB	4	4 - 8 godz.	75 - 80 (DC) 63 - 68 (AC)	10 lat	7000 - 8200
Akumulator przepływowy cynkowo-bromowy	0,04 - 0,12	2 - 4 godz.	75 - 80 (DC) 60 - 70 (AC)	20 lat	5100 - 5600
Dyski wirujące dużej mocy	0,75 - 1,65	15 sek. - 15 min.	93	20 lat	3695 - 4313
Akumulatory przepływowe żelazowo-chromowe	<10	2 - 4 godz.	50 - 65	20 lat	200 - 2500
Akumulatory cynkowo-powietrzne	0,02 - 10	3 - 4 godz.	40 - 60	kilka tysięcy cykli	3000 - 5000
Cewki nadprzewodzące	1 - 200	1 sek. - 10 godz.	90	>30 000 cykli	380 - 2000
Kondensatory elektrolityczne	10	od 30 sek.	90	> 500 000 cykli	1500 - 2500

(Źródło: www.energetykacieplna.pl)

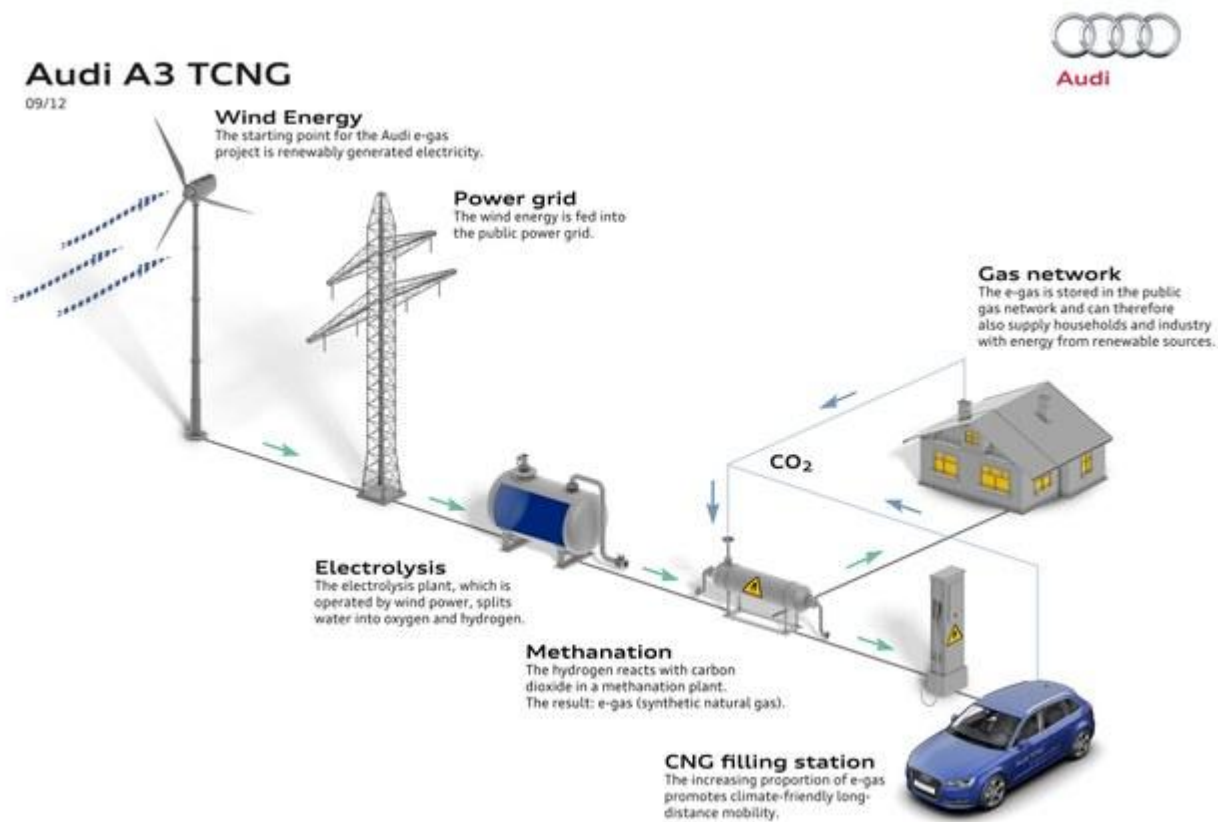
Wodór - elektroliza



SKNEN

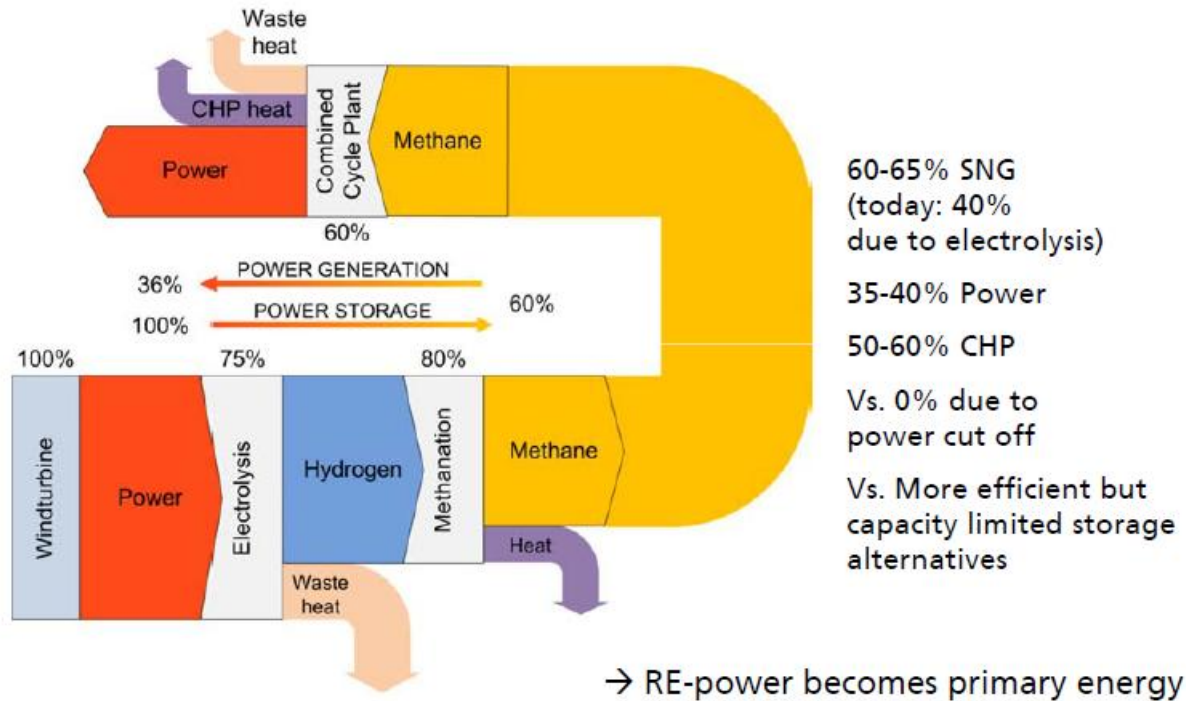


(Źródło: pl.wikipedia.org, www.ceo.org.pl)





Wind gas Efficiency



Source: Sterner, 2009
© Fraunhofer IWES, ZSW, Solarfuel

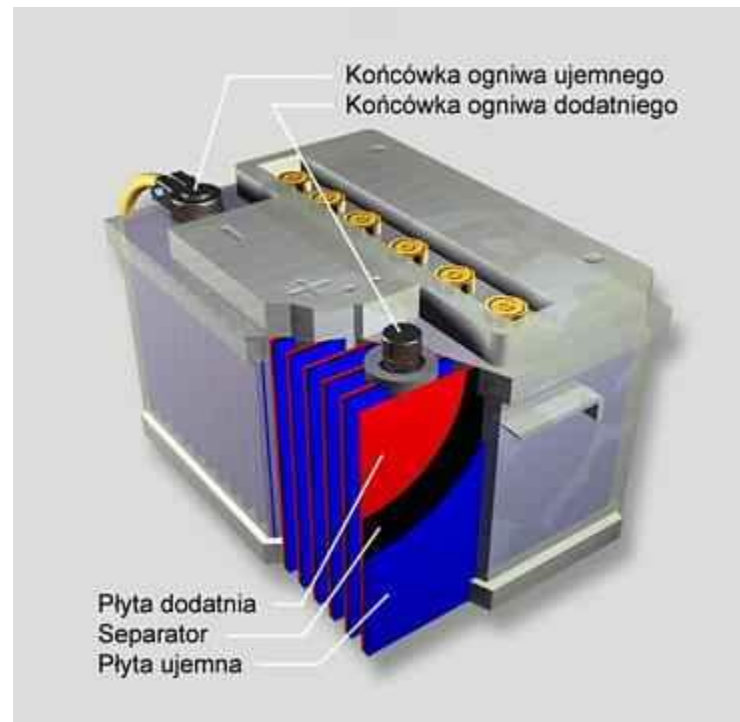


Nr. 16

Akumulator



S K N E N

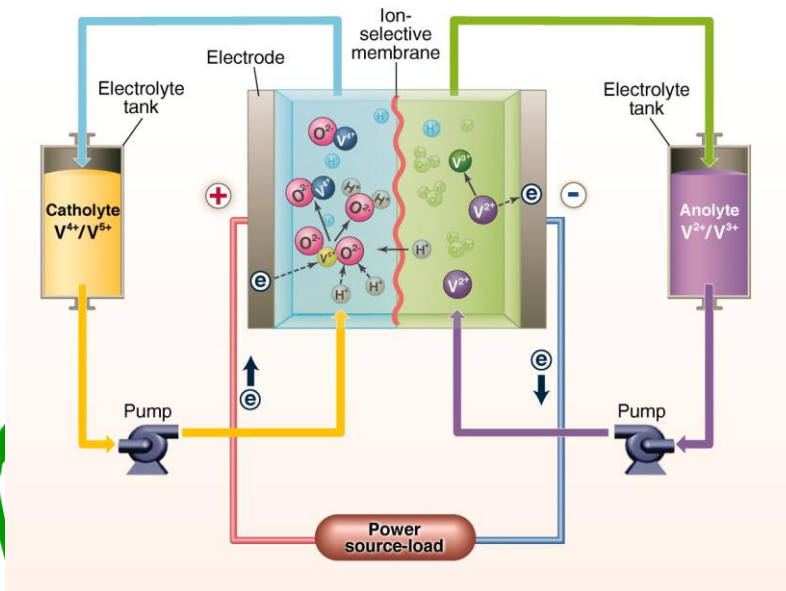


(Źródło: www.sklepcentra.pl)

Akumulator przepływowy



SKN EN

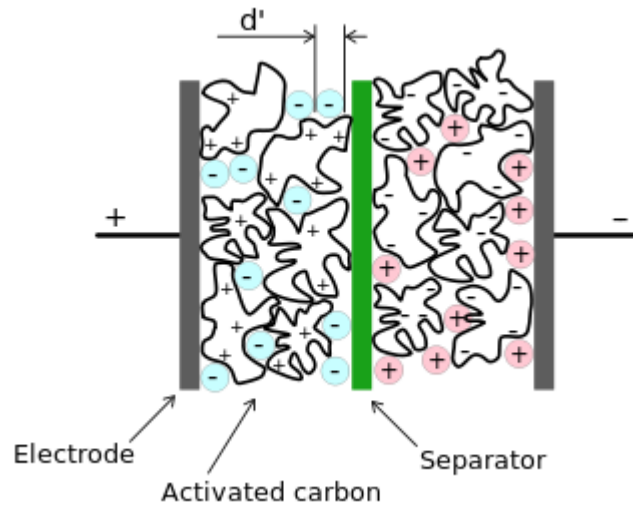


(Źródło: www.sciencemag.org)

Superkondensator

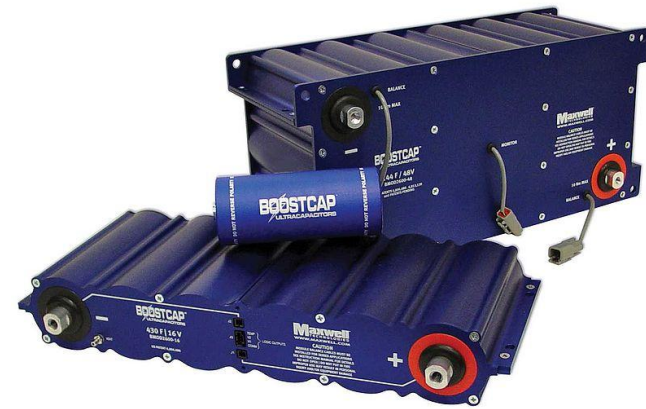


SKNEN



$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{d}$$

$$E = \frac{CU^2}{2}$$

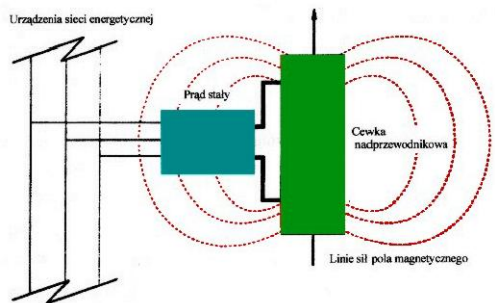


(Źródło: pl.wikipedia.org)

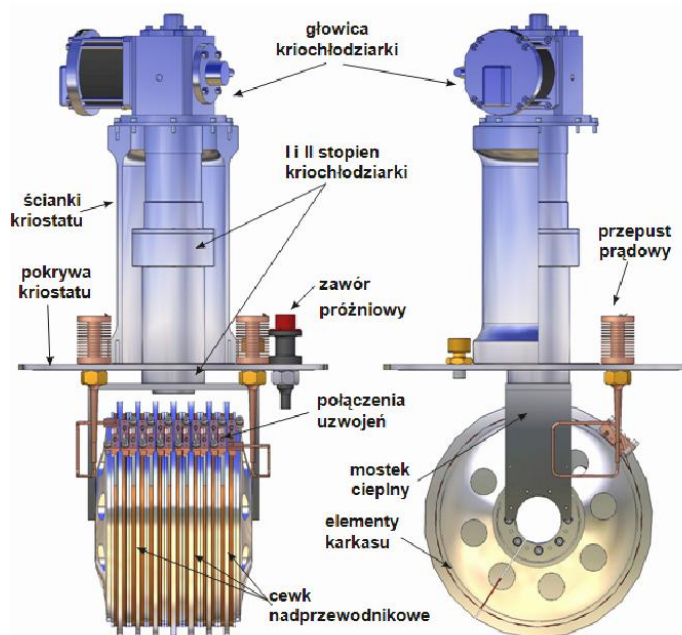
Nadprzewodnikowy zasobnik energii (SMES)



SKNEN



$$E = \frac{1}{2} \int_V \mu H^2 dV$$
$$E = \frac{1}{2} L I^2$$

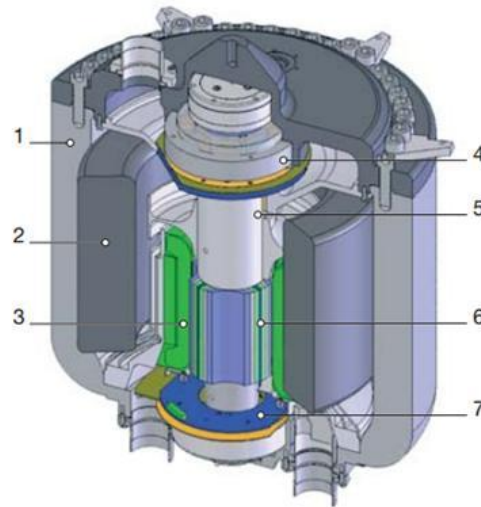


(Źródło: pl.wikipedia.org, www.ceo.org.pl)

Koło zamachowe



SKN EN



- | | |
|--|------------------------------|
| 1. Obudowa | 5. System próżniowy |
| 2. Koło zamachowe z włókna szklanego i węglowego | 6. Wirnik |
| 3. Uzwojenia stojana | 7. Dolne łożysko magnetyczne |
| 4. Górne łożysko magnetyczne | |

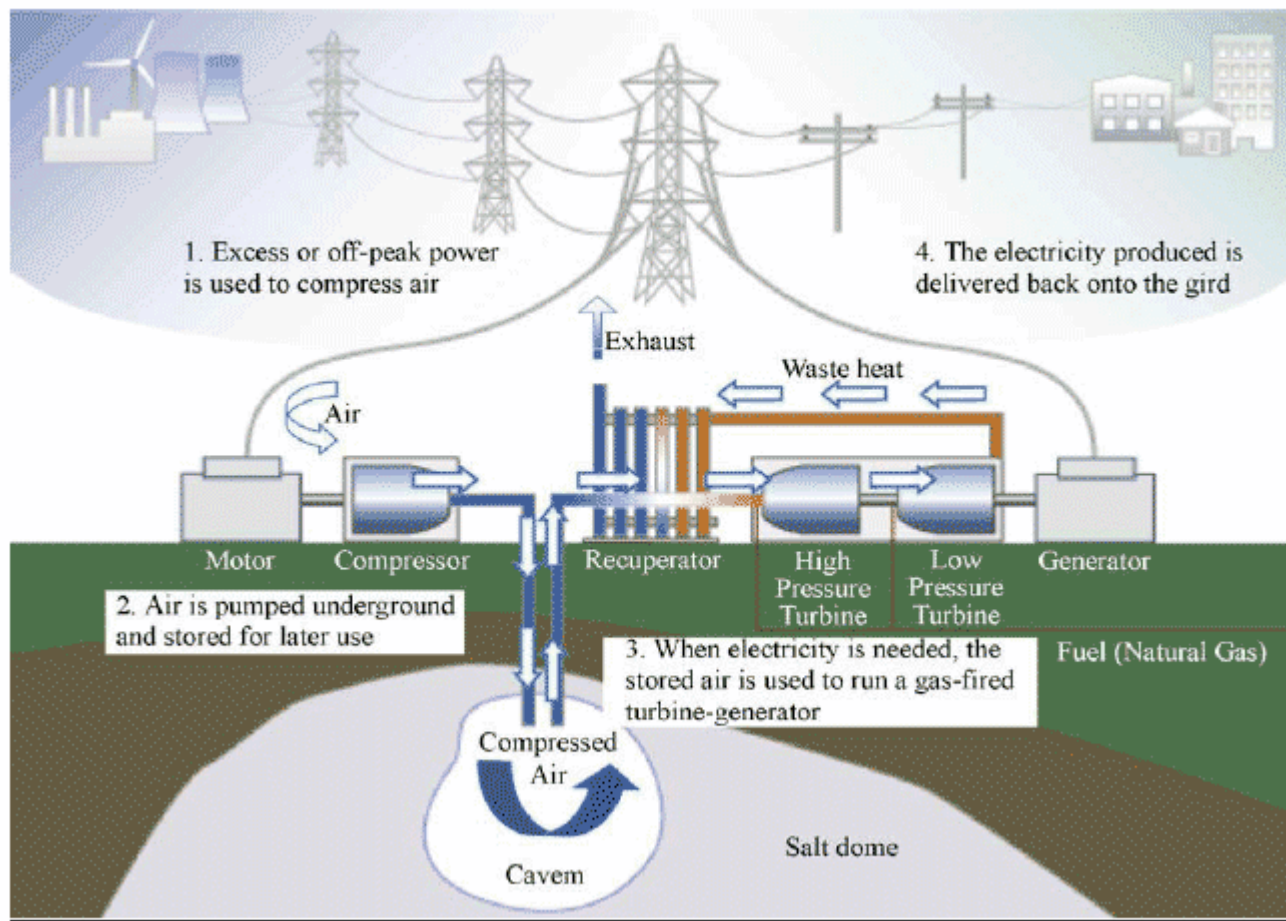


(Źródło: Janowski T., „Nadprzewodnikowe zasobniki energii”, Lublin 2007)

Sprężone powietrze - elektrociepłownia



SKNEN

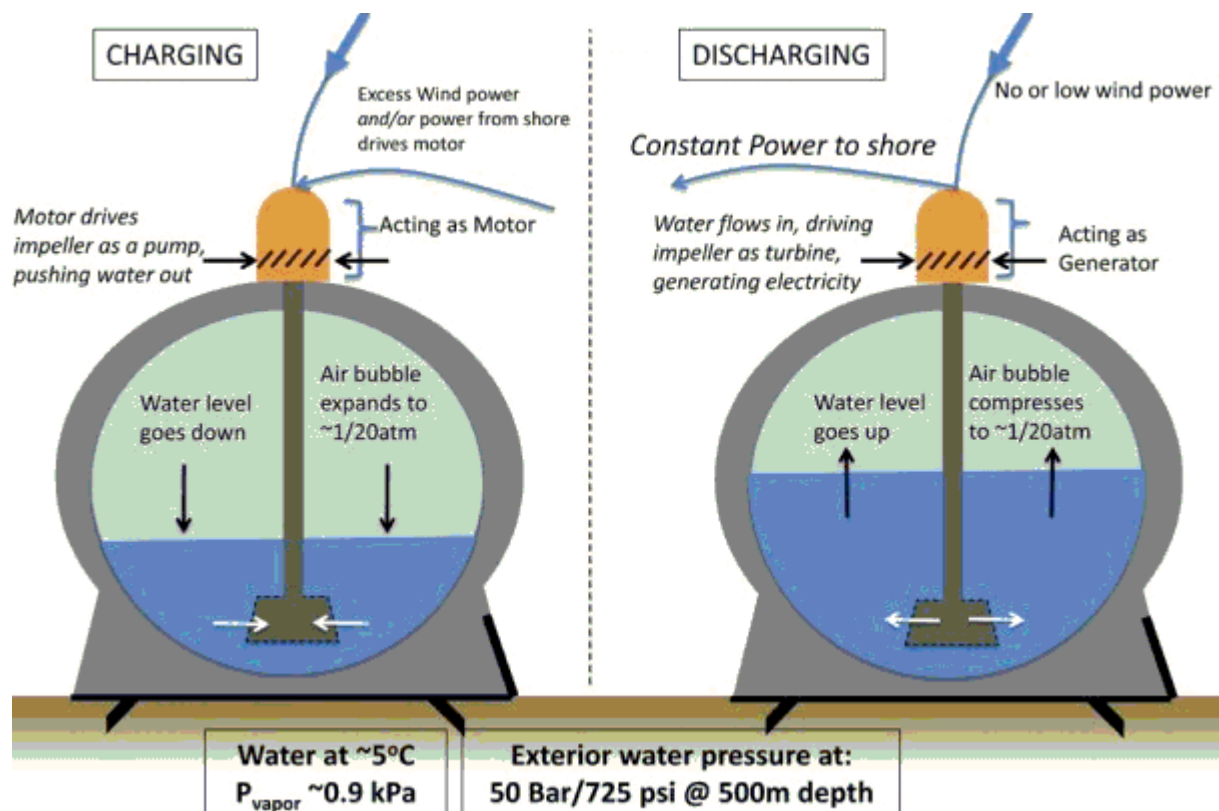


(Źródło: „www.scotland.gov.uk”)

Sprężone powietrze – morska farma wiatrowa



SKNEN



(Źródło: „www.mt.com.pl”)

Sprężone powietrze – morska farma wiatrowa



SKNEN

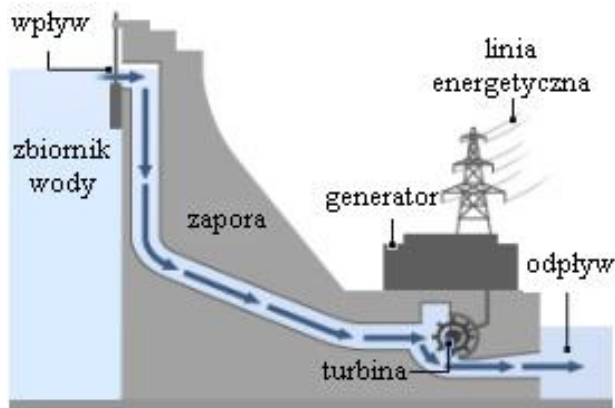


(Źródło: „www.biolubelskie.pl, ”)

Elektrownia szczytowo-pompowa



SKNEN



(Źródło: „www.lotniczapolska.pl”)



SKNEN

Dziękuję za uwagę

