



Politechnika
Śląska



Stowarzyszenie Elektryków
Polskich



Centrum Energetyki
Prosumenckiej

STOWARZYSZENIE



Konwersatorium Inteligentna Energetyka

Energetyka prosumencka na jednolitym rynku energii elektrycznej OZE

Rola prosumentów w transformacji elektroenergetyki Indii w horyzoncie 2050

Tomasz Müller

Gliwice, 24 kwietnia 2018

Perspektywy rozwoju systemów PV w Indiach

mocne strony

- **korzystne warunki klimatyczne do rozwoju źródeł PV (produkcja 1400-1600 kWh/kW_p),**
- przewidywany spadek cen źródeł PV oraz zasobników energii.

szanse

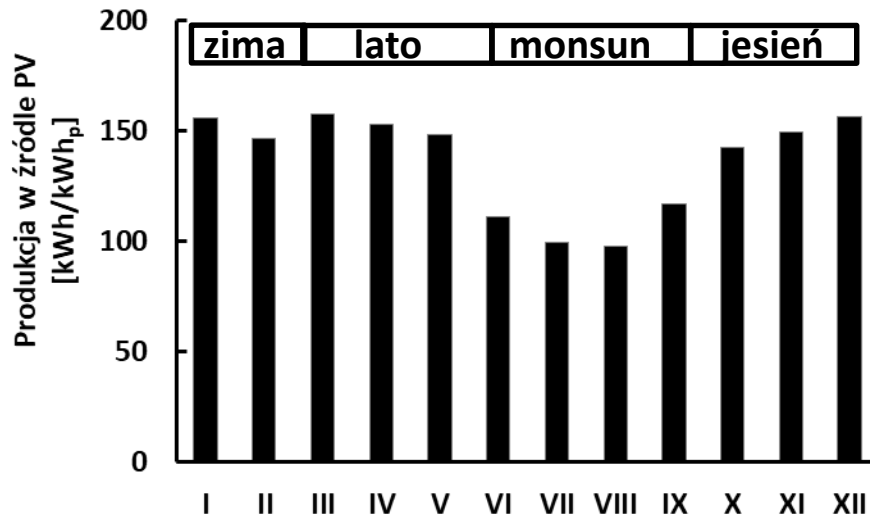
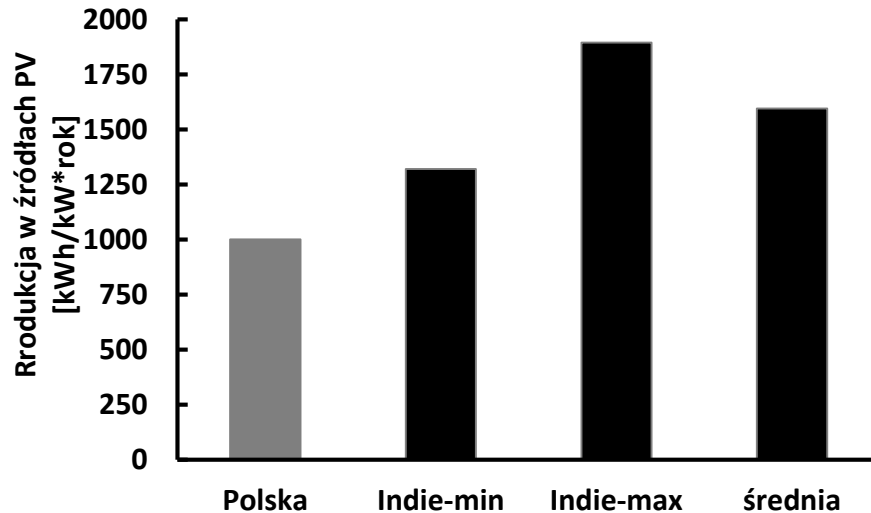
- polityka władz centralnych sprzyjająca rozwojowi źródeł PV (2022-100 GW, 2027 -243 GW) oraz zaawansowanych technologii (światowe centrum usług informatycznych, program Digital India z mocnym naciskiem na edukację),
- **eliminacja ubóstwa i rozwój klasy średniej,**
- słabość energetyki WEK szczególnie na obszarach wiejskich (brak lub niska jakość usług, rozległe awarie sieciowe,
- znaczne koszty społeczne i środowiskowe energetyki WEK,
- obowiązania Indii (COP 2015 Paryż) do redukcji emisyjności gospodarki,
- przewidywany wzrost kosztów energii elektrycznej z sieci,
- **pomyślne prognozy rozwoju gospodarczego.**

słabe strony

- **stosunkowo wysokie koszty kapitałowe inwestycji w systemy PV.**

zagrożenia

- **wysoki poziom ubóstwa, szczególnie na obszarach wiejskich,**
- **rosnące nierówności społeczne,**
- **instalacje dachowe stanowią jedynie 10-12% mocy zainstalowanej w sektorze energetyki słonecznej (w tym instalacje w budynkach mieszkalnych około 2%),**
- **problemy z wdrażaniem mechanizmów net-meteringu.**



Produkcja w instalacjach PV

(Sharma 2011)

- analiza działania systemów PV w 52 miejscach w Indiach.

Wnioski;

- produkcja energii wyższa o około 60% niż w Polsce

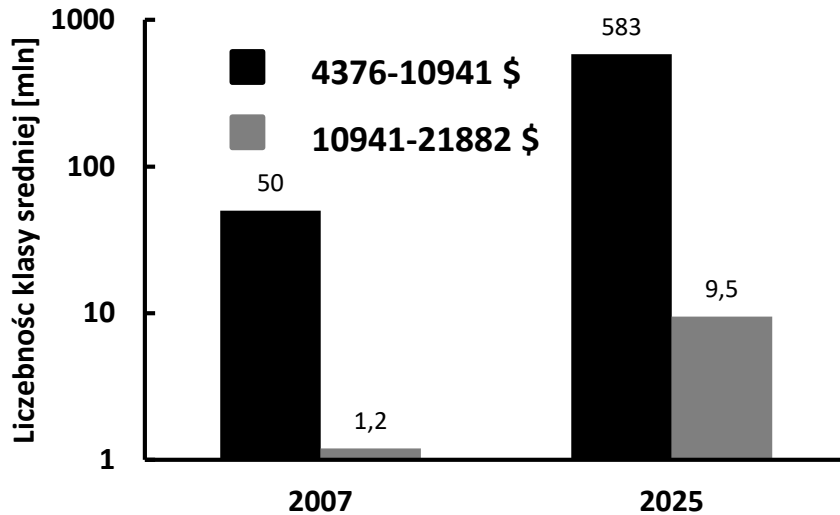
Instalacja 10 MW w Ramagundam

(Kumar & Sudhakar 2015)

- moc 10 MW,
- roczna produkcja 1635 [kWh/kW_p]

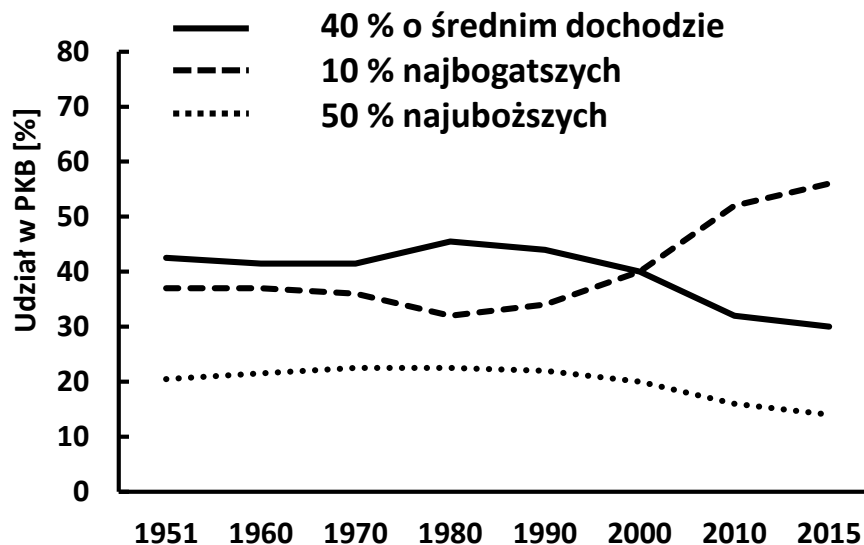
Wnioski;

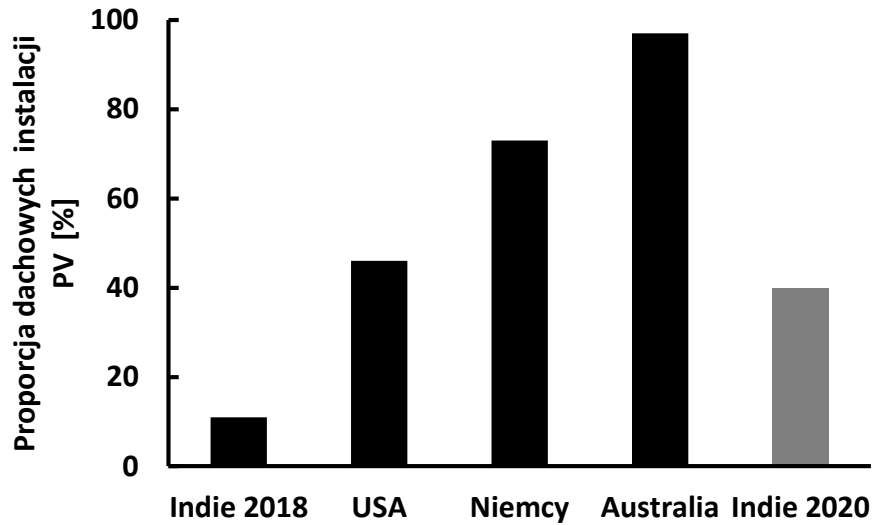
- sezonowa zmienność produkcji mniejsza niż w Polsce



Uwarunkowania

- członkowie nowej klasy średniej rekrutują się z biedniejszej części społeczeństwa, której status materialny uległ poprawie w wyniku rozwoju kraju,
- ze względu na niskie ceny siła nabywcza zarobków jest stosunkowo wysoka (4376 \$ odpowiada około 23 000 \$ w państwach wysokorozwiniętych),
- owoce wzrostu gospodarczego są coraz bardziej nierównomiernie rozdzielane – najbogatsi gromadzą wzrastającą część PKB.





Uwarunkowania

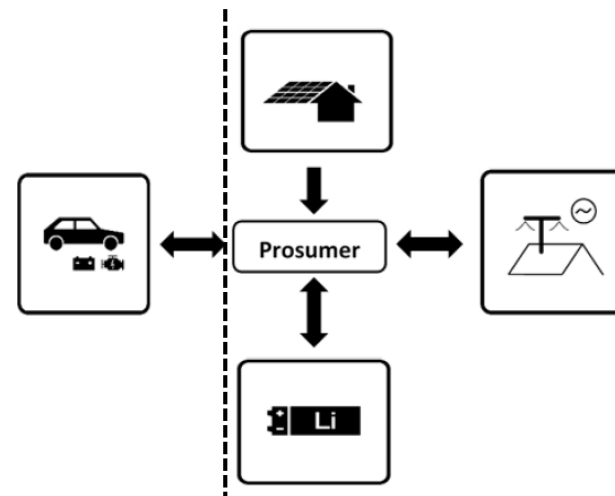
- wdrażanie w oparciu o regulacje Komisji Regulacyjnej (*Central Electricity Regulatory Commission*) wydane w 2013 r.,
- większość (30/36 – XI 2017) stanów umożliwia działanie systemów PV w oparciu o net-metering,
- niejednoznaczność regulacji prawnych – lokalne władze w różny sposób interpretują przepisy,
- bierny opór ze strony dotychczasowych dostawców energii,
- długi czas oczekiwania na przyłączenie (np. 90-100 dni w stanach Haryana and Uttar Pradesh),
- stosunkowo niewielkie doświadczenie montażystów.

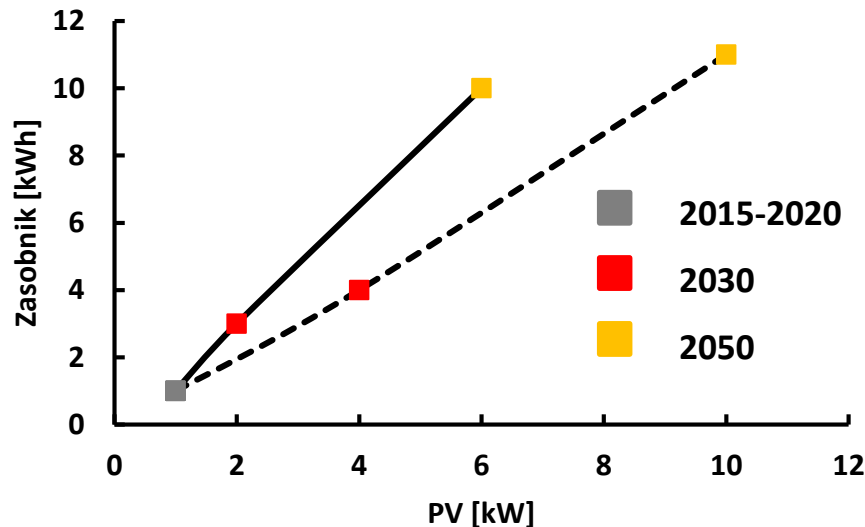
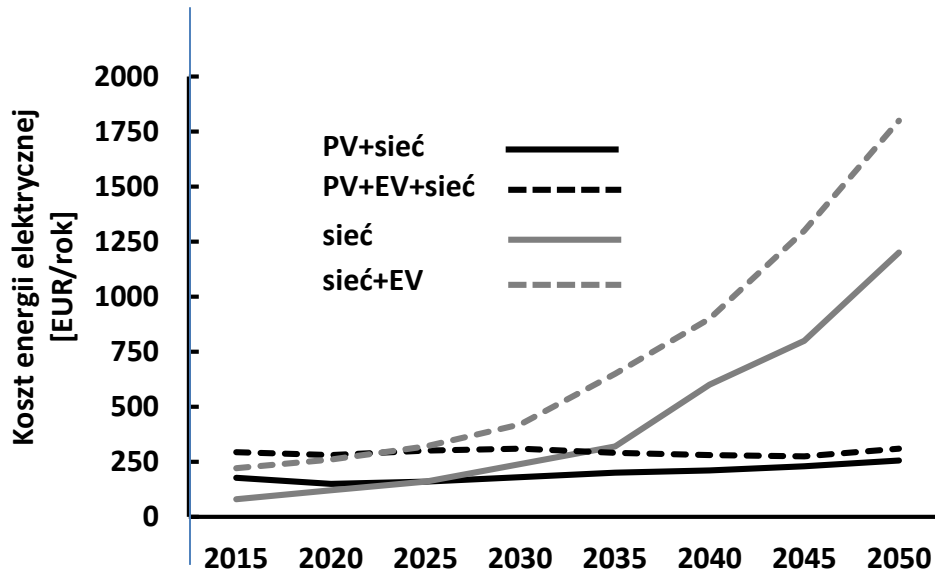
Założenia

- wzrost zapotrzebowania gospodarstwa domowego na energię elektryczną ; 2015 – 1129, 2050-6024 [kWh],
- spadek kosztu zakupu instalacji PV; 2015 – 1360, 2050 – 537 [EUR/kWh],
- spadek kosztu zakupu zasobnika; 2015 – 600, 2050 – 75 [EUR/kWh],
- wzrost kosztu energii elektrycznej z sieci; 2015 - 0,06, 2050 – 0,23 [EUR/kWh],
- sprawność ładowania zasobnika **96%**,
- zapotrzebowanie na energię EV 20 [kWh/100 km],
- użytkowanie EV 10000 [km/rok], 350 podróży,
- żywotność instalacji PV 2015 – **30 lat**, żywotność zasobnika 2015 -**15 lat.**,
- taryfa gwarantowana 0,02 [EUR/kWh],
- proporcja energii wysyłanej do sieci $\geq 0,5$,
- produkcja energii elektrycznej 1641 [kWh/kW_p],
- wzrost PKB o 8% rocznie do 2030 r., potem 6 % rocznie do 2050 r.

Model

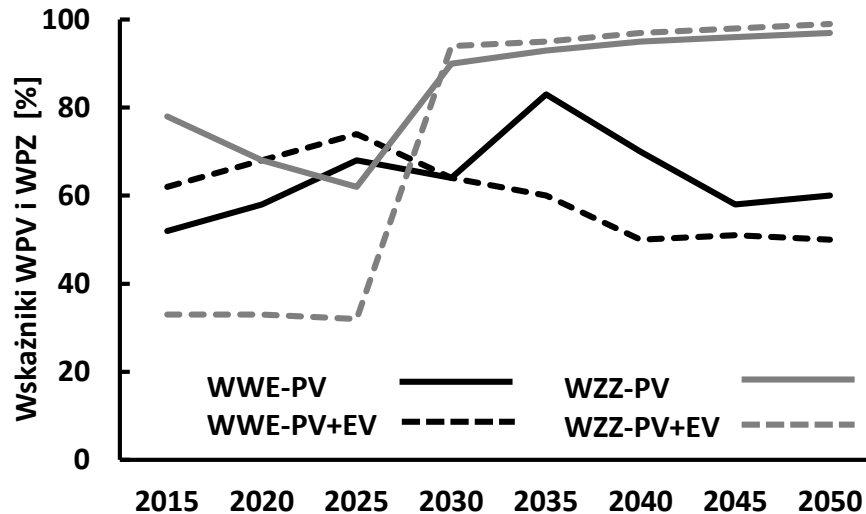
- prosument wyposażony w instalację PV z zasobnikiem i (ewentualnie) pojazd EV,
- model określa optymalną konfigurację instalacji (bez EV i z EV) minimalizującą roczny koszt pokrycia zapotrzebowania na energię.





Wnioski;

- rezygnacja z samodzielnego wytwarzania energii pociąga za sobą istotny wzrost kosztów (dotyczy szczególnie wariantu z EV), zwłaszcza po 2030 r.,
- produkcja i gromadzenie energii umożliwia znaczną redukcję kosztów energii (w wariantcie z EV także transportu), zwłaszcza po 2030 r.
- elektro mobilność jest szczególnie atrakcyjna wtedy gdy towarzyszy jej wykorzystanie technologii PV i zasobników domowych,
- wraz z bogaceniem się społeczeństwa i spadkiem cen technologii EP, wzrasta optymalna wielkość instalacji, zwłaszcza w wariantcie z EV,
- po roku 2030 można oczekiwać gwałtownego przyrostu mocy prosumenckich instalacji PV (niskie ceny PV i zasobników, wysokie ceny energii z sieci, coraz bogatsze społeczeństwo).



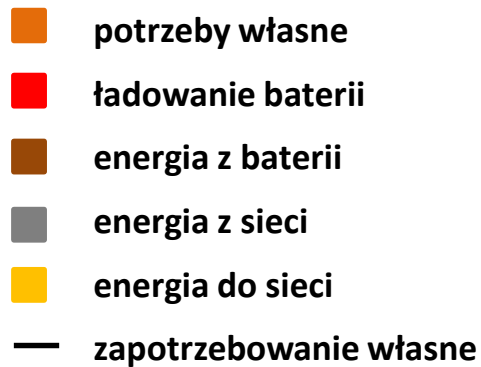
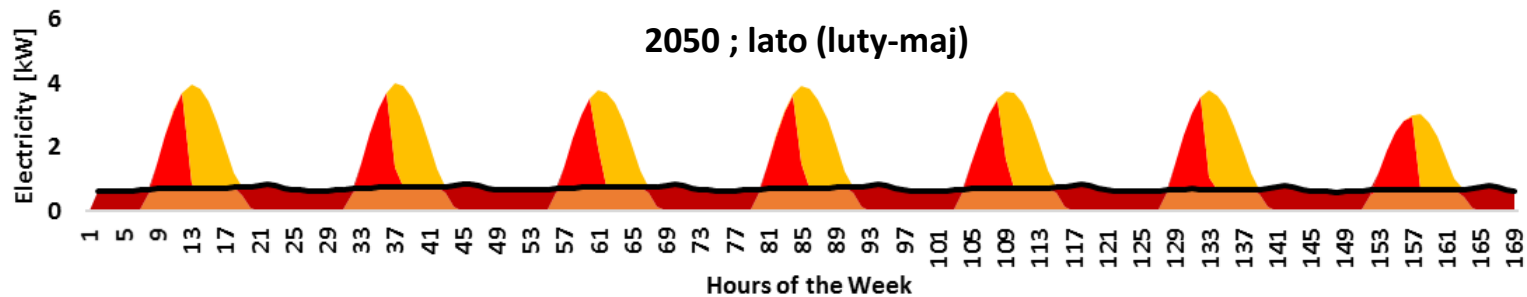
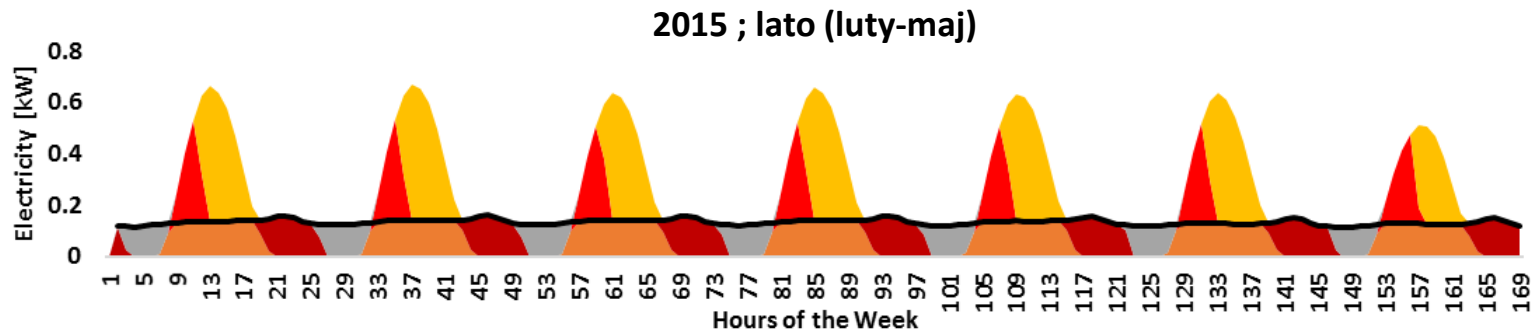
Wskaźniki;

- **WWE** – proporcja wykorzystania energii z PV na potrzeby własne,
- **WZZ** – proporcja wykorzystanej produkcji własnej z PV do zapotrzebowania na energię.

Wnioski;

- począwszy od roku 2030 instalacje prosumenckie w wersji bez EV i z EV, mogą zaspokoić prawie całe zapotrzebowanie prosumenta na energię ($WZZ > 90\%$),
- instalacje prosumenckie mogą przyczynić się do zmniejszenia niedoborów energii w sieci – $50\% < WWE < 80\%$ - zwłaszcza po roku 2030.

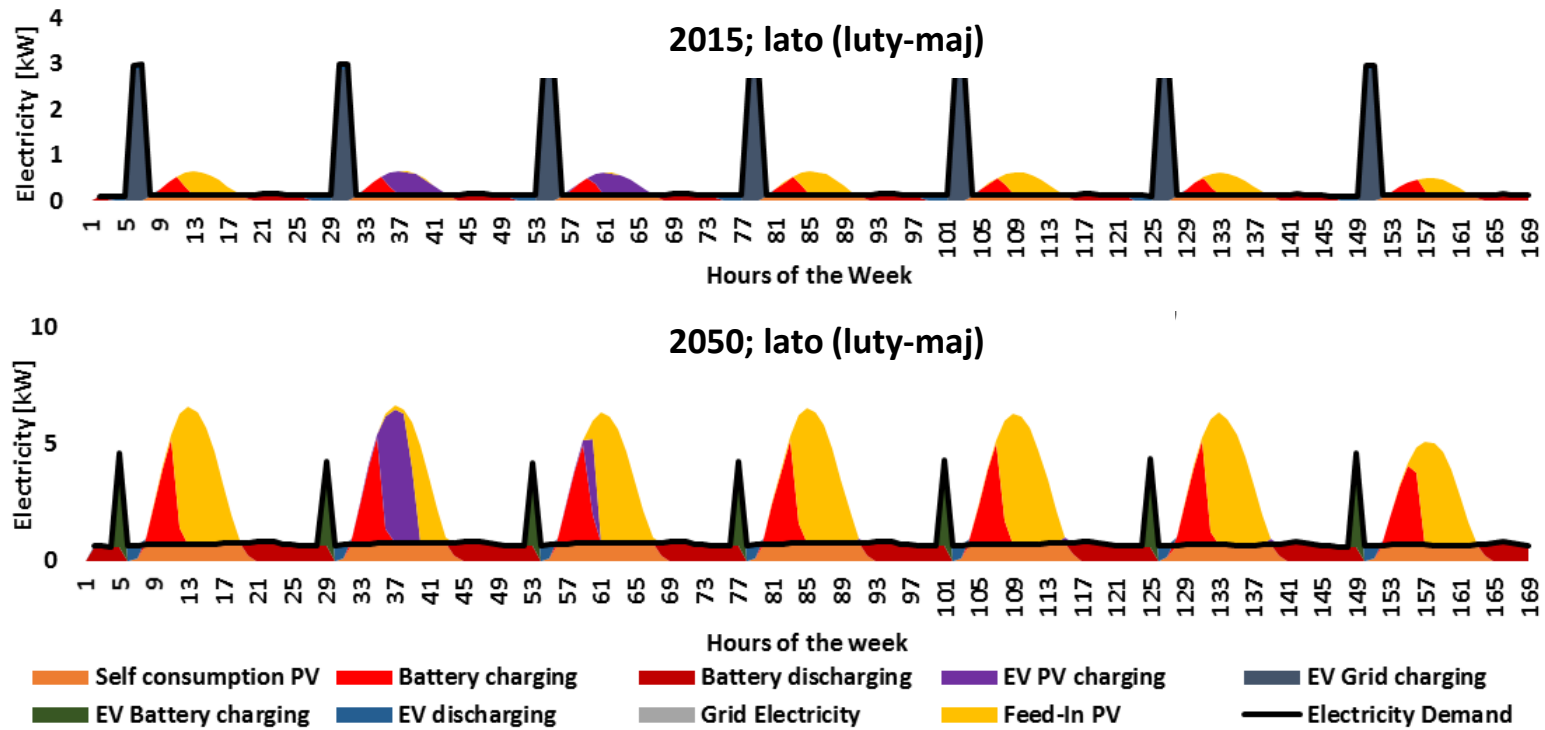
Model Ram i inni 2017 - PV z zasobnikiem; 2015-2050



Wnioski;

- w 2015 i w 2050 zasilanie sieci w godzinach zwiększonego zapotrzebowania,
- w 2050 roku brak poboru energii z sieci.

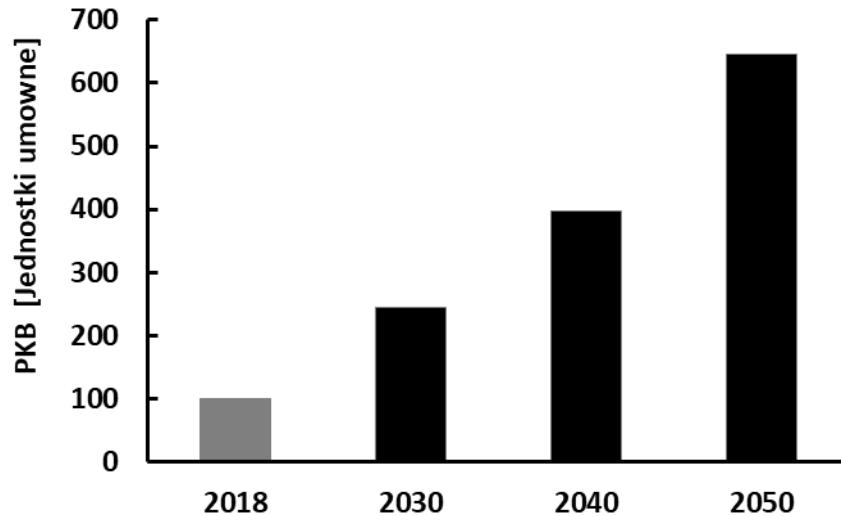
Model Ram i inni 2017 - PV z zasobnikiem i EV; 2015-2050



- potrzeby własne
- ładowanie baterii
- energia z baterii
- energia z sieci
- energia do sieci
- zapotrzebowanie własne
- ładowanie EV z baterii
- energia z EV
- ładowanie EV z PV
- ładowanie EV z sieci

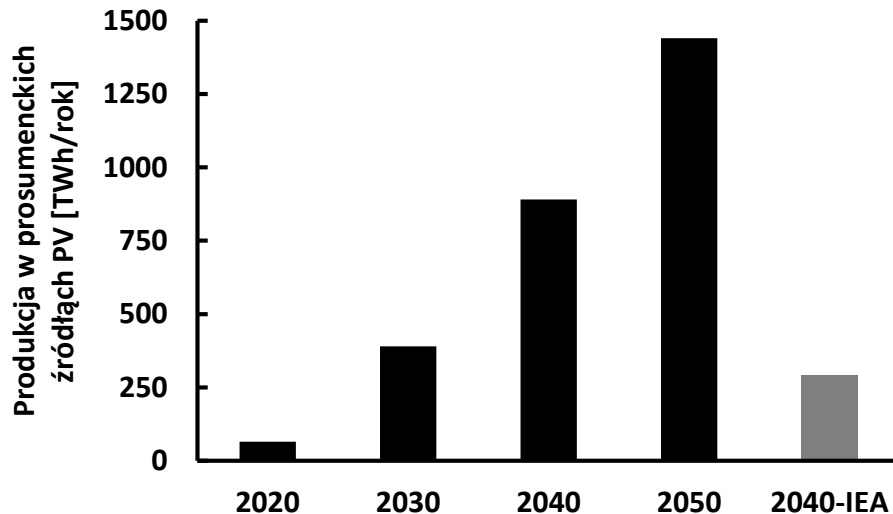
Wnioski;

- w 2015 i w 2050 zasilanie sieci w godzinach zwiększonego zapotrzebowania,
- w 2050 roku brak poboru energii z sieci.



Wnioski;

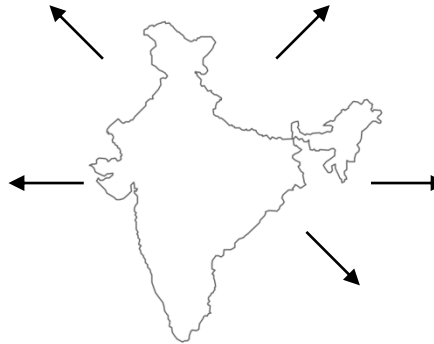
- ludność 2050 1,7 mld,
- wzrost gospodarczy 7,7 % do 2030, 5 % w okresie 2031-2050
- *Gambhir i inni 2014;*



Wnioski;

- w horyzoncie 2050 wzrost produkcji energii w prosumenckich instalacjach PV do poziomu zbliżonego do całkowitej obecnej produkcji energii w Indiach na poziomie 1440 TWh.
- *Gulagi i inni 2017;*

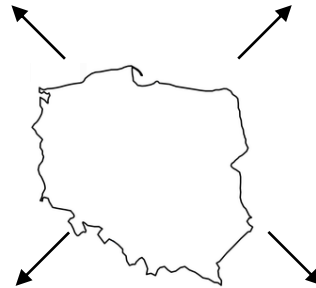
- Indie zaangażowały się w „**największe na świecie przedsięwzięcie w dziedzinie przeobrażenia energetyki**” (Wiedeńskie Forum Energii 2015) obejmujące poza sektorem produkcji energii elektrycznej, także sektor transportu,
- rozwój technologii informatycznych w Indiach (**światowe centrum usług informatycznych**, infrastruktura telekomunikacyjna i internetowa), którego nieodłączną częścią jest wzrost kompetencji informatycznych w społeczeństwie (**Digital India**), stanowi fundament rozwoju energetyki rozproszonej opartej o źródła OZE i technologie cyfrowe. W Indiach **dostrzega się związek** między rozwojem technologii cyfrowych i transformacją energetyki, co **uprawdopodobnia** pomyślną realizację programu przemian energetyki,



- Istotnym elementem polityki klimatyczno-energetycznej Indii są działania na rzecz poprawy **efektywności wykorzystania energii**,
- w horyzoncie 2050 **instalacje PV wyposażone w zasobnik i współpracujące z EV**, mogą stać się istotną częścią nisko (**bez**)emisyjnego sektora elektroenergetyki Indii,
- rozwój sektora PV (w tym sektora prosumenckiego) może odegrać ważną rolę w **zmniejszeniu zasięgu ubóstwa w Indiach** (energia dla gospodarstw domowych, szkół, ośrodków zdrowia i innych).

Odniesienia do energetyki w Polsce

- polska polityka energetyczna jest **w opozycji** do zasad przebudowy energetyki światowej co przekłada się **na wzrastające opóźnienie** technologiczne sektora energii. Kontynuacja tej polityki **blokuje rozwój innowacyjności** w oparciu o lokalne zasoby energetyczne, zwiększy zależność gospodarki od importu nośników energii, w tym węgla kamiennego,
- **brak rzeczywistego wsparcia dla innowacji przełomowych** (a wręcz przeciwnie, wsparcie dla technologii paliw kopalnych – wbrew zasadzie „**Inwestuj wcześniej**” B. Gatesa) eliminuje państwo z kręgu sprzedawców nowych technologii (PV, zasobniki, EV) i skazuje na odgrywanie roli **klientów uzależnionych od globalnego kapitału inwestycyjnego**,



- skutkiem kontynuacji energetyki o paliwa kopalne może być przyczyną **drenażu** wysoko wykwalifikowanej **polskiej kadry inżynierskiej** (min. informatyka, energetyka, automatyka) mającej ograniczone możliwości rozwoju zawodowego w Polsce, do **bogatych państw Zachodu**,
- dynamiczny rozwój prosumenckiej energetyki słonecznej Indii będzie pogłębiał **izolację Polski** promującej energetykę węglową i (ewentualnie) jądrową, zwłaszcza po zamknięciu kopalń węgla kamiennego w Wielkiej Brytanii, Niemczech i w Czechach (do 2025 r.).

Piśmiennictwo;

- BP Statistical Review of World Energy June 2017,
- Bridge to India. November 7 2017. Poor implementation of net-metering policies poses a major challenge for rooftop solar. (dostęp 16 kwietnia 2018),
- Draft National Electricity Plan, Government of India, Ministry of Power, Central Electricity Authority, New Delhi 2016,
- Gambhir, A., Napp, T., Emmott, C. & Anandarajah, G. India's CO₂ emissions pathways to 2050; Energy system, and fossil fuel impacts with and without carbon permit trading. *Energy* 77 (2014) 791-801,
- Gates, B. Energy innovation. 30 November 2015,
- Global Carbon Budget, Global Carbon Project 2013,
- Farrell, D. & Beinhocker, E. May 19 2007. Next big spenders: India's middle class. [Newsweek International](#). (dostęp 19 kwietnia 2018),
- Ferroukhi, R., Nagpal, D., Ommer, V., Garcia-Baños, C., Luo, T., Krishnan, D. & Thanikonda, A. Water use in India's power generation: impact of renewables and improved cooling technologies to 2030. IRENA and WRI 2018,
- Growth of Electricity Sector in India from 1947-2017, Government of India, Ministry of Power, Central Electricity Authority, New Delhi 2017,
- Gulagi, A., Bogdanov, D. & Breyer, C. The demand for storage technologies in energy transition pathways towards 100 % renewable energy for India. *Energy Procedia* 135 (2017) 37-50,
- Halstead, T., Kober, T. & van der Zwaan, B. Understanding the energy-water nexus. September 2014. ECN,
- Human Development Report, United Nations Development Programme 2016,
- India Energy Outlook, International Energy Agency 2015,
- India's Intended Nationally Determined Contribution, UNFCCC 2015,
- India's missing middle class. January 11 2018. [The Economist](#). (dostęp 18 kwietnia 2019),
- Leahy, S. India launches massive push for green power, lighting and cars. May 22, 2017. [National Geographic](#). (dostęp 19 kwietnia 2018 r.).
- Popczyk, J. 2017. Przełom w energetyce. BŻEP. www.klaster3x20.pl,
- Popczyk, J. Mono rynek energii elektrycznej (użytecznej). BŻEP. www.klaster3x20.pl,
- Popczyk, J., Wójcicki, R., Małyszczuk, M. i Kordas, Ł. 2016. E7-Globalna przebudowa energetyki w perspektywie siedmiu krajów/regionów (USA, Chiny, Niemcy, Indie, Japonia, UE i Afryka Subsaharyjska). BŻEP. www.klaster3x20.pl,
- Ram, M., Gulagi, A., Keiner, D. & Breyer, C. Role of solar PV prosumers in enabling the energy transition towards a fully renewables based power system for India. 1st International Conference on Large-Scale Grid Integration of Renewable Energy in India, September 6-8, 2017, New Delhi.

Odniesienia do energetyki w Polsce

Czynnik	Indie	Polska
klimatyczne uwarunkowania rozwoju PV	bardzo korzystne	umiarkowanie korzystne
poziom dochodów społeczeństwa	bardzo niski	dosyć wysoki
perspektywy spadku cen instalacji PV i zasobników	znaczny spadek cen w horyzoncie 2050	znaczny spadek cen w horyzoncie 2050
perspektywy wzrostu cen energii z sieci	znaczny wzrost cen w horyzoncie 2050	wzrost cen w horyzoncie 2050
perspektywy rozwoju gospodarczego w horyzoncie 2050	bardzo dobre	umiarkowanie dobre
zdolność społeczeństwa do przyswajania nowych technologii	bardzo znaczna	znaczna
poparcie władz centralnych dla rozwoju źródeł PV	istotne	bardzo ograniczone