



ŚLĄSKO-MAŁOPOLSKA DOLINA WODOROWA – WODÓR JAKO PODSTAWOWY, PRZYSZŁOŚCIOWY NOŚNIK ENERGII

Adam Smoliński¹, Mirosław Skibski²

¹Główny Instytut Górnictwa

²Stowarzyszenie Śląsko-Małopolska Dolina Wodorowa

Wisła, 15.12.2022 r.



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Plan prezentacji

- ✓ Wodór jako nowoczesny, przyjazny środowisku nośnik energii
- ✓ Elektroliza jako przykład produkcji zielonego wodoru
- ✓ Technologie produkcji i magazynowania wodoru

- ✓ Polska Strategia Wodorowa + Porozumienie sektorowe na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej w Polsce. Czyli jak efektywnie współpracować na rzecz rozwoju wodoru jako paliwa dla energetyki

- ✓ Śląsko-Małopolska Dolina Wodorowa

WODÓR JAKO NOWY, PRZYJAZNY ŚRODOWISKU NOŚNIK ENERGII

Co to jest wodór?

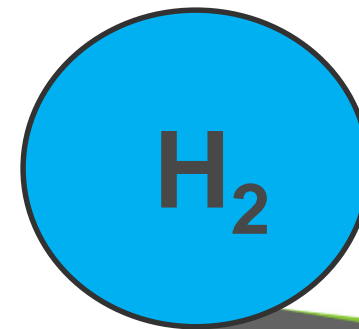
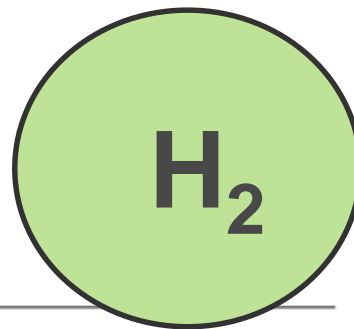
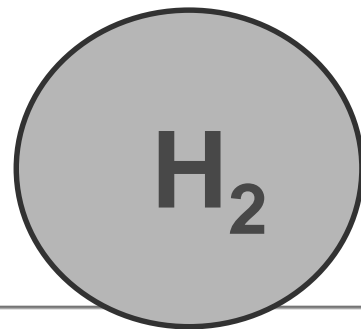
✓ jest paliwem wysokoenergetycznym (33 kWh/kg) → stanowi konkurencję dla technologii akumulatorowych



✓ akumulatory osiągają gęstość energii 250 - 260 Wh/kg → Wodór ma prawie 126x większą gęstość energetyczną na 1 kg.

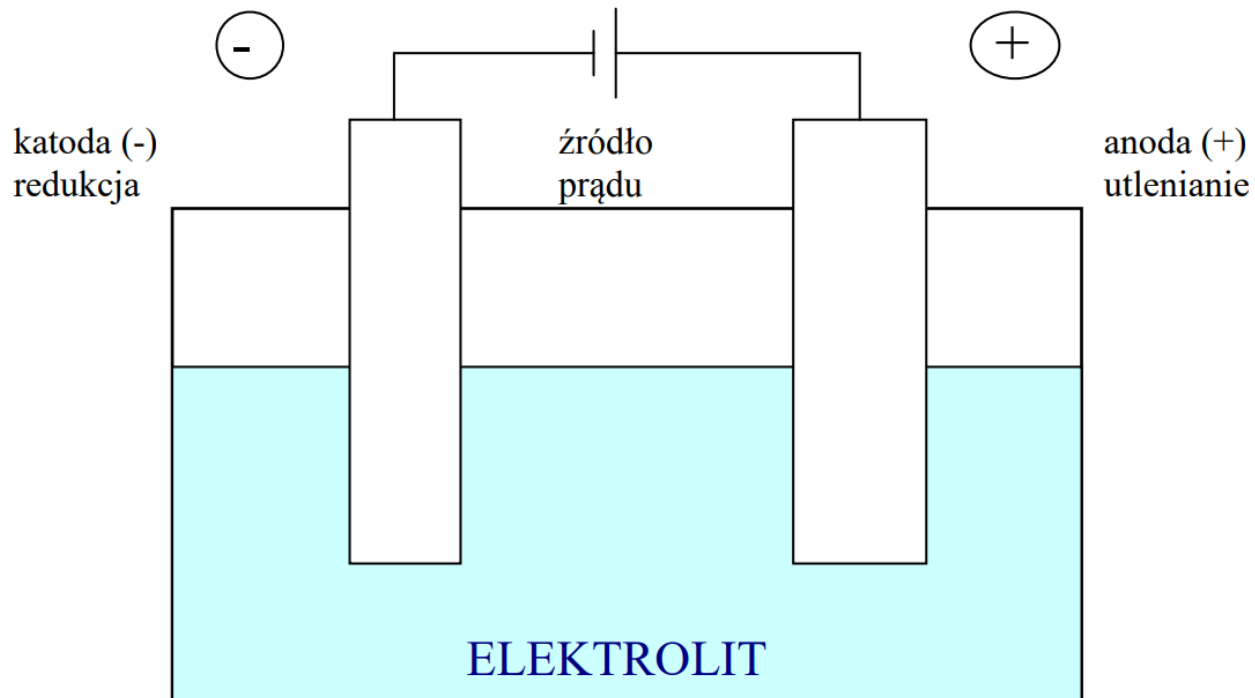
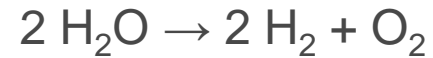
✓ **WADA:** niska objętościowa gęstość energetyczna wodoru (**3kWh/m³** przy 20°C i 1 bar). Zbiornik 156L mieści tylko 6,3 kg wodoru (Hyundai Nexa).

KOLORY WODORU



PRODUKCJA ZIELONEGO WODORU NA DRODZE ELEKTROLIZY

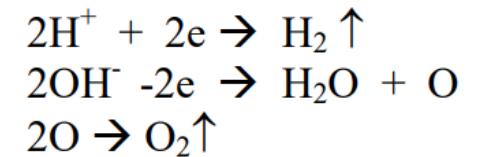
Elektroliza → zespół procesów elektrochemicznych zachodzących na elektrodach pod wpływem przyłożonego z zewnątrz napięcia elektrycznego. Jest to proces odwrotny do procesów zachodzących w ogniwach elektrochemicznych.



ELEKTROLIZA WODY

K (-) proces redukcji

A (+) proces utleniania



ELEKTROLIZA KWASU SOLNEGO

K (-) proces redukcji $2\text{H}^+ + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_2 \downarrow$

A (+) proces utleniania $2\text{Cl}^- - 2\text{e} \rightarrow \text{Cl}_2 \downarrow$

PRODUKCJA ZIELONEGO WODORU NA DRODZE ELEKTROLIZY

3 typy elektrolizerów wykorzystujących:

- ✓ elektrolizę alkaliczną
- ✓ elektrolizę PEM (ang. Proton Exchange Membrane)
- ✓ oraz elektrolizę wysokotemperaturową zachodzącą w ogniwach paliwowych ze stałymi utleniaczami.

Produkcja 1 kg wodoru → 8,92L wody demineralizowanej.

W procesie powstaje również 8kg tlenu.

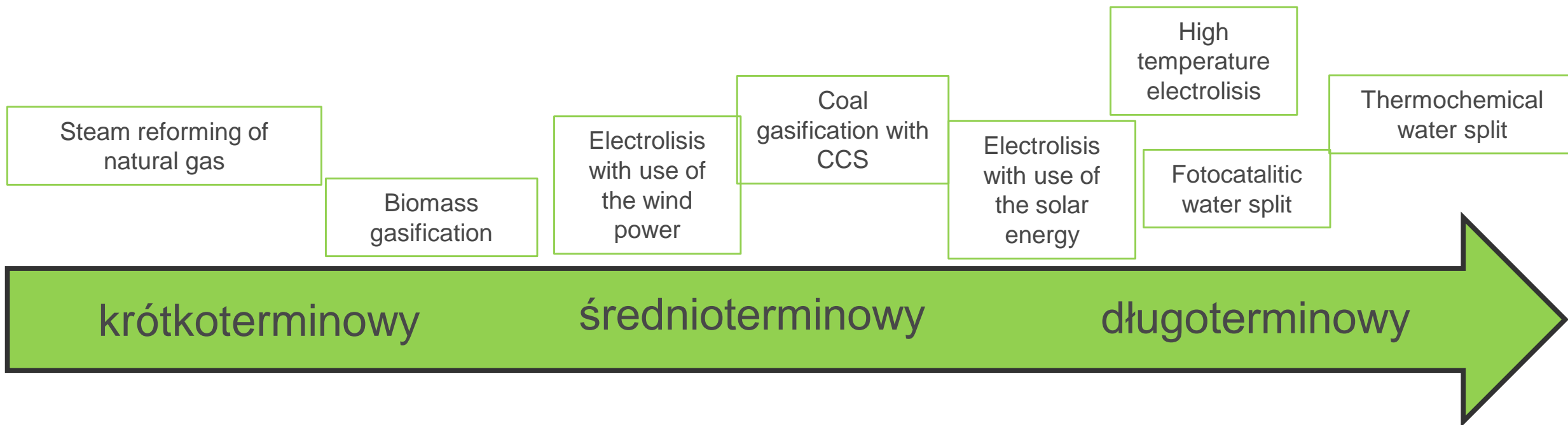
Technologie produkcji wodoru

- Reforming parowy metanu
- Zgazowanie węgla z CCS (→ 33% w roku 2050)
- Zgazowanie biomasy (→ 8% w roku 2050)
- Elektroliza wody (→ 22% w 2050)

węgiel/biomasa/bioodpady
współzgazowanie
– efekt synergii

1 kg H₂ odpowiada ok. 15-20 kWh → samochód elektryczny → ok 4-6 L benzyny → dystans 100km (produkcja 9.3 L wody na 100 km)

Technologie produkcji wodoru



Technologie produkcji wodoru

Koszt produkcji wodoru

Process	Energy source	Feedstock	Capital cost (M\$)	Hydrogen cost (\$/kg)
SMR with CCS	Standard fossil fuels	Natural gas	226.4	2.27
SMR without CCS	Standard fossil fuels	Natural gas	180.7	2.08
CC with CCS	Standard fossil fuels	Coal	545.6	1.63
CG without CCS	Standard fossil fuels	Coal	435.9	1.34
ATR of methane with CCS	Standard fossil fuels	Natural gas	183.8	1.48
Methane pyrolysis	Internally generated steam	Natural gas	–	1.59–1.70
Biomass pyrolysis	Internally generated steam	Woody biomass	53.4–3.1	1.25–2.20
Biomass gasification	Internally generated steam	Woody biomass	149.3–6.4	1.77–2.05
Direct bio-photolysis	Solar	Water + algae	50 \$/m ²	2.13
Indirect bio-photolysis	Solar	Water + algae	135 \$/m ²	1.42
Dark fermentation	–	Organic biomass	–	2.57
Photo-fermentation	Solar	Organic biomass	–	2.83
Solar PV electrolysis	Solar	Water	12–54.5	5.78–23.27
Solar thermal electrolysis	Solar	Water	421–22.1	5.10–10.49
Wind electrolysis	Wind	Water	504.8–499.6	5.89–6.03
Nuclear electrolysis	Nuclear	Water	–	4.15–7.00
Nuclear thermolysis	Nuclear	Water	39.6–2107.6	2.17–2.63
Solar thermolysis	Solar	Water	5.7–16	7.98–8.40
Photo-electrolysis	Solar	Water	–	10.36

Muhammet Kayfeci et al., Solar Hydrogen Production, 2019

Dlaczego wodór?

Unia Europejska

→ Europejski Zielony Ład

→ Strategia w zakresie wodoru na rzecz Europy neutralnej dla klimatu

Polska

→ Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.)

→ Polityka Energetyczna Polski do 2040 r.

→ Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030.

POLITYKA ENERGETYCZNA POLSKI DO 2040 R

ZAŁOŻENIA. STRUKTURA. PROJEKTY- WSKAŹNIKI REALIZACJI

Za globalną miarę realizacji celu PEP2040 przyjęto poniższe wskaźniki.

nie więcej niż 56% węgla w wytwarzaniu energii elektrycznej w 2030 r.

co najmniej 23% OZE w końcowym zużyciu energii brutto w 2030 r.

wdrożenie energetyki jądrowej w 2033 r.

ograniczenie emisji GHG o 30% do 2030 r.
(w stosunku do 1990 r.)

zmniejszenie zużycia energii pierwotnej o 23% do 2030 r.
(w stosunku do prognoz PRIMES z 2007 r.)

Wyzwania jakie niesie wdrożenie gospodarki wodorowej?

W systemie elektroenergetycznym Polski obserwuje się znaczący wzrost udziału odnawialnych i niskoemisyjnych źródeł energii

Wyzwanie:

- stworzenie zintegrowanego międzysektorowo systemu energetycznego
- zapewnienia bilansowania systemu z rosnącym udziałem OZE (m.in. poprzez wykorzystanie technologii wodorowych)
- obniżenie emisyjności w tych segmentach gospodarki, w których dekarbonizacja jest ekonomicznie nieuzasadniona lub niemożliwa w drodze elektryfikacji (wykorzystanie technologii wodorowych)

Polska Strategia Wodorowa

2 listopada 2021 r., Rada Ministrów RP podjęła uchwałę ws. przyjęcia „Polskiej strategii wodorowej do roku 2030 z perspektywą do 2040 r.”

- ✓ **Cel 1** - wdrożenie technologii wodorowych w energetyce
- ✓ **Cel 2** – wykorzystanie wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie
- ✓ **Cel 3** - wsparcie dekarbonizacji przemysłu
- ✓ **Cel 4** - produkcja wodoru w nowych instalacjach
- ✓ **Cel 5** - sprawny i bezpieczny przesył wodoru
- ✓ **Cel 6** - stworzenie stabilnego otoczenia regulacyjnego

Polska Strategia Wodorowa

Wskaźniki osiągnięcia celów „Polskiej strategii wodorowej...” do roku 2025:

- 2 GW mocy instalacji do produkcji wodoru i jego pochodnych z niskoemisyjnych źródeł (w tym w szczególności z wykorzystaniem elektrolizerów)
- 800 – 1000 nowych autobusów wodorowych, w tym wyprodukowanych w Polsce
- minimum 32 stacji tankowania wodoru
- utworzenie w Polsce co najmniej 5 dolin wodorowych

Porozumienie sektorowe na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej – Krok po kroku...

Liście intencyjnym o ustanowieniu partnerstwa na rzecz budowy gospodarki wodorowej i zawarcia sektorowego porozumienia wodorowego z **7 lipca 2020 roku**.

7 grup roboczych:

- Wdrożenie technologii wodorowych w energetyce
- Wykorzystanie wodoru jako paliwa alternatywnego w transporcie
- Wsparcie dekarbonizacji przemysłu (przemysłowe zastosowanie wodoru)
- Produkcja wodoru w nowych instalacjach
- Sprawny i bezpieczny przesył, dystrybucja i magazynowanie wodoru
- Rozwój krajowego łańcucha wartości gospodarki wodorowej
- Edukacja i promocja

Porozumienie sektorowe na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej

4 października 2021r. w Warszawie, z inicjatywy ministra klimatu i środowiska Michała Kurtyki podpisane zostało „Porozumienie sektorowe na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej w Polsce”.

Sygnatariuszami Porozumienia zostało 138 podmiotów, reprezentujących różne sektory gospodarki, nauki, administracji rządowej, samorządowej oraz jednostek otoczenia biznesu.



Porozumienie sektorowe na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej

Porozumienie określa **5 celów strategicznych** obejmujących: local content, badania i rozwój, inwestycje, ludzi oraz współpracę.

Porozumienie zakłada m.in. aktualizację programów kształcenia w celu budowy wyspecjalizowanych kadr w zakresie gospodarki wodorowej, wypracowanie modeli produkcji, magazynowania i dostaw niskoemisyjnego i odnawialnego wodoru oraz współpracę na rzecz reprezentacji interesów Polski w środowisku międzynarodowym w zakresie wdrażania technologii wodorowych.



Jak efektywnie współpracować na rzecz rozwoju gospodarki wodorowej?

Dolina wodorowa

Innowacyjne przedsięwzięcie skupiające w jednym miejscu przedstawicieli nauki, przemysłu oraz administracji, których łączy wola rozwijania i wdrażania w regionie nowych, innowacyjnych rozwiązań związanych z wytwarzaniem, magazynowaniem i dystrybucją wodoru.



Fot. Podpisanie porozumienia w sprawie powołania **śląsko-małopolskiej doliny wodorowej** (31 stycznia 2022r.)

Zarząd Stowarzyszenia:

Prezes Zarządu – Mirosław Skibski

Wiceprezes Zarządu – prof. dr hab. inż. Janusz Kotowicz

Wiceprezes Zarządu – prof. dr hab. inż. Konrad Świerczek

Członek Zarządu – Emilia Makarewicz

Członek Zarządu – Grzegorz Semerjak

Śląsko-Małopolska Dolina Wodorowa

Celem Stowarzyszenia jest wspieranie rozwoju gospodarki wodorowej oraz dążenie do zbudowania gałęzi śląsko-małopolskiego przemysłu wodorowego, w tym opartego o produkcję wodoru w procesie elektrolizy z wykorzystaniem energii produkowanej z instalacji OZE oraz jego wykorzystanie w energetyce, w tym ciepłej, transporcie i infrastrukturze oraz przemyśle.

Stowarzyszenie tworzą członkowie zwyczajni oraz członkowie wspierający.

Członkowie Założyciele



Politechnika
Śląska



AGH

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA
W KRAKOWIE



Politechnika Krakowska
im. Tadeusza Kościuszki



UNIwersytet ŚLĄSKI
W KATOWICACH



Członkowie Wspierający



Akademia WSB



Członkowie Wspierający – wkrótce



Łukasiewicz
Instytut Spawalnictwa



Województwo
Śląskie



REGIONALNA
IZBA GOSPODARCZA
W KATOWICACH



URZĄD MARSZAŁKOWSKI
WOJEWÓDZTWA MAŁOPOLSKIEGO



Łukasiewicz
Instytut Metalurgii Żelaza

Śląsko-Małopolska Dolina Wodorowa - potencjał

Śląsko-Małopolska Dolina Wodorowa obejmuje dwa województwa znajdujące się na południu Polski o łącznej powierzchni 27516 km² co stanowi ponad 10% powierzchni kraju. Obszar zamieszkiwany jest przez blisko 8 mln ludzi, przy największej w kraju gęstości zaludnienia na 1 km². Średnia dla województwa śląskiego wynosi 366 osób na 1 km², dla małopolskiego 225 osób na 1 km², dla całego kraju średnia wynosi 123 osoby na 1 km².

W województwie śląskim zarejestrowanych jest 338.973 firm.

W województwie małopolskim zarejestrowanych jest 303.579 firm.



Śląsko-Małopolska Dolina Wodorowa – główne projekty w regionie

- ✓ Orlen Południe S.A. w Trzebini uruchomił pierwszy w Polsce hub wodorowy oferujący wodór wysokiej czystości do zasilania ogniw paliwowych o zdolności produkcyjnej ponad 350 ton czystego wodoru rocznie.
- ✓ Mobilna stacja tankowania wodoru w Krakowie, wodór dostarczany jest przez Orlen Południe S.A.
- ✓ Autobusy wodorowe w Krakowie oraz planowany zakup autobusów wodorowych w Rybniku
- ✓ Wniosek o 20 autobusów wodorowych i stacja tankowania w Górnośląsko-Zagłębiowskiej Metropolii
- ✓ W Katowicach planowana budowa stacji do tankowania pojazdów wodorem

Śląsko-Małopolska Dolina Wodorowa – działania

- 26 września 2022 r. odbyło się Nadzwyczajne Walne Zebranie Członków
 - uchwalono zasady przyjmowania członków oraz wysokość składek członkowskich
 - dokonano zmiany składu Zarządu
- <https://h2dolina.eu/>
- Uczestnictwo w I spotkaniu Małopolskiej Regionalnej Grupy ds. Rozwoju Technologii Wodorowych w siedzibie Małopolskiego Urzędu Marszałkowskiego w Krakowie w dniu 28 października 2022 r.
- Uczestnictwo w konferencji organizowanej przez Polskie Towarzystwo Ekonomiczne w Katowicach w dniu 24 listopada 2022 r. → uroczyste wręczenie certyfikatów członkowskich następującym podmiotom (Akademia Górnośląska, JSW Nowe Projekty S.A., ORLEN Południe S.A., Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach, Akademia WSB, Instytut Techniki Górniczej KOMAG, Politechnika Krakowska, Instytut Technik Innowacyjnych EMAG, Główny Instytut Górnictwa).

Śląsko-Małopolska Dolina Wodorowa – działania

Symposium dotyczące finansowania innowacyjnych technologii
9 luty 2023, Katowice

Organizator:

Polskie Towarzystwo Ekonomiczne Oddział Katowice

Partnerzy:

ARP S.A.

Katowicka Specjalna Strefa Ekonomiczna

Bank BGK

Śląsko-Małopolska Dolina Wodorowa

Dziękuję za uwagę



Prof. Adam Smoliński
Główny Instytut Górnictwa
Plac Gwarków 1, 40-166 Katowice

smolin@gig.katowice.pl

<https://adamsmolinski.com/>