



Nudging consumers
towards energy efficiency
through behavioural science

ELEKTRICITEIT BUITEN HUIS

Auteurs: Kim Kiekens en Ellen Vandewalle

Datum van publicatie: 2023

Spring-Stof: www.spring-stof.be

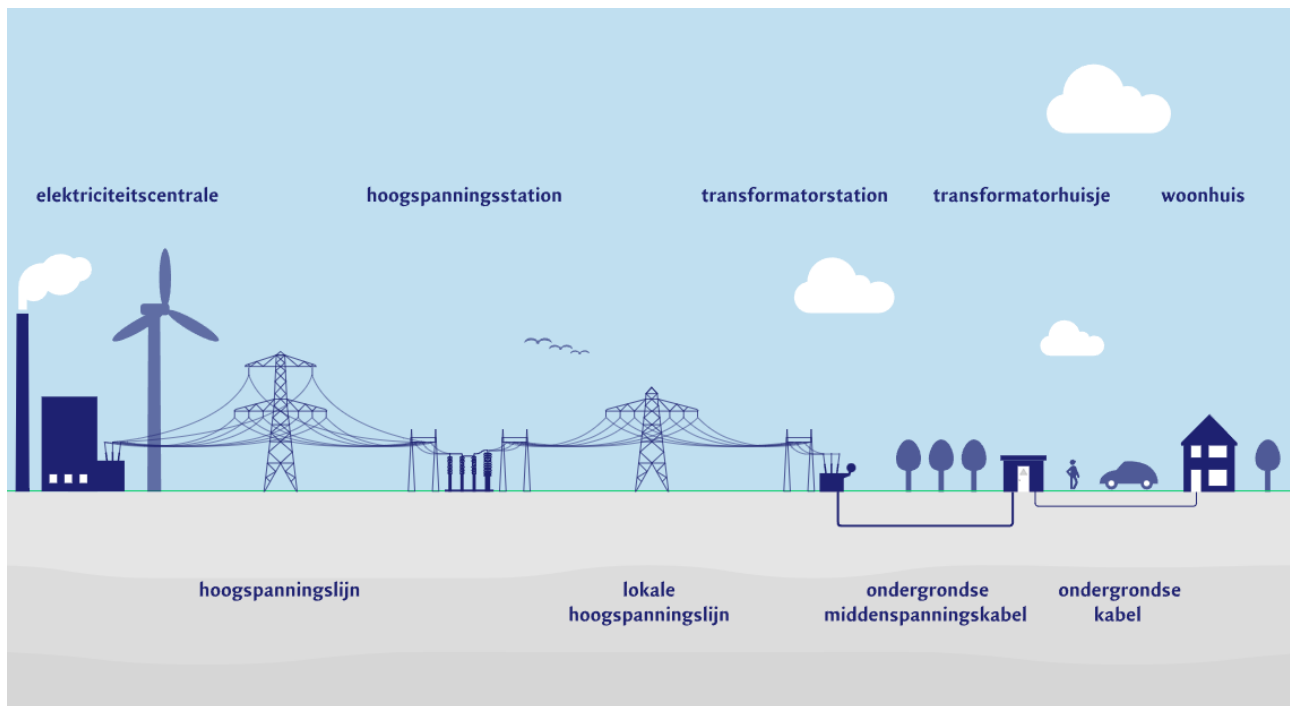


NUDGE has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement no. 957012.

Inhoud

TRANSPORT VAN ELEKTRICITEIT NAAR HUIZEN.....	3
ENERGIEBRONNEN IN BELGIË	6
1. KERNCENTRALES.....	9
2. GASCENTRALES	11
3. ZONNEPANELEN.....	13
4. WINDTURBINES	16
5. VERGELIJKING VAN DE ENERGIEBRONNEN.....	19
6. LOCATIES VAN DE ENERGIEBRONNEN	20
ELEKTRICITEITSVERBRUIK IN DE WERELD	22
BRONNEN	23

TRANSPORT VAN ELEKTRICITEIT NAAR HUIZEN



Figuur 1: Voorstelling van het transport van elektriciteit van een elektriciteitscentrale tot aan een huis [1]

Het transport van elektriciteit vanuit een energiecentrale tot aan huizen en bedrijven wordt in België georganiseerd via drie onderscheiden netten die met elkaar verbonden zijn (zie figuur 1):

- het transmissienetwerk via **hoogspanningslijnen**: vanuit bv. kerncentrales, gascentrales, windmolenparken, enz. wordt elektriciteit vervoerd op hoogspanningsniveau van 70 kilovolt (kV) en meer.
- het lokaal transportnet via **lokale hoogspanningslijnen**: dit is een overgangsnets dat elektriciteit op wat lager hoogspanningsniveau van 36-70 kV vervoert, bv. vanuit windmolenparken, warmtekoppelingsinstallaties, enz. Het bevoorraadt de industriële klanten.
- het distributienet via **ondergrondse kabels**: dit vervoert elektriciteit met een spanning tussen 230 volt (V) en 36 kV. Het brengt stroom tot bij particuliere klanten. Installaties met lagere capaciteit zijn hierop aangesloten, bv. sommige windmolenparken, zonnepanelen bij professionelen en particulieren, enz.

Transformatorhuisjes in woonwijken zetten de middenspanning om naar laagspanning van 230 V. Dit is de spanning die je huis binnenkomt en door apparaten in huis gebruikt kan worden. [1, 2]

Wat zouden voordelen van hoogspanningslijnen zijn?

Kan je ook nadelen bedenken?

Wat zouden voordelen van ondergrondse kabels zijn?

Ken je ook nadelen?

Lees volgend artikel uit VRT nieuws van vrijdag 15 januari 2021 door Bart Segers [3]:



Nederlandse visser riskeert monsterbedrag te moeten betalen voor stukvaren stroomkabel in Noordzee

Een Nederlandse visser riskeert naast een celstraf de financiële strop in de rechtbank van Veurne. Hij heeft de peperdure Nemo-link-stroomkabel in de Noordzee tussen België en het Verenigd Koninkrijk doorgevaren. Er hangt hem nu een schadeclaim van 17 miljoen euro boven het hoofd.

Nog tijdens de werken aan die kabel in 2018 voer de Nederlandse visser erover. De kabel heeft meer dan 600 miljoen euro gekost en dient om elektriciteit te kunnen uitwisselen tussen België en Groot-Brittannië. Het incident gebeurde ter hoogte van Nieuwpoort. Volgens de procureur heeft de visser verschillende waarschuwingen genegeerd en is hij toch in de buurt van de kabel gaan varen. "Uit alle gegevens blijkt dat het gaat om opzettelijke beschadiging."

"Niet met opzet"

De beschuldigde visser is geen onbekende voor de Nederlandse Tuchtraad voor zeevisserij. "Toch deed de man het niet met opzet", zegt zijn advocaat. "Volgens ons blijft het onduidelijk waar die kabel precies lag." De zaak komt voor de rechtbank op 19 maart.

Figuur 2: Artikel VRT-nieuws 15/01/2021 [3]

Hoe transporteert men elektriciteit bij windturbines op zee naar het land?

ENERGIEBRONNEN IN BELGIË

We kunnen op aarde geen bron van elektriciteit terugvinden. Er zijn andere energiebronnen nodig om elektriciteit op te wekken. Er zijn verschillende energiebronnen waarbij de energie omgezet kan worden in elektriciteit. De meest gebruikte energiebronnen in België die elektriciteit opwekken, zijn de volgende [4]:

- Niet-hernieuwbare energiebronnen:
 - o Kernenergie
 - o Gas (fossiele energie)
- Hernieuwbare energiebronnen
 - o Zonne-energie
 - o Windenergie (offshore en onshore)
 - o (Biomassa)
 - o (Waterkrachtenergie)

Wat zijn offshore windturbines? _____

Wat zijn onshore windturbines? _____

Tip: zoek op wat 'shore' betekent: _____

Bekijk hieronder de elektriciteitsmix van 2022 en 2021 in België in figuur 3.

Tip: Kijk goed naar de eenheden in de titel en zoek op wat TWh betekent.



Figuur 3: Elektriciteitsmix in 2022 en 2021 in België [4]

Welke verschillen kan je vaststellen tussen 2022 en 2021?

Hoeveel procent van de energie was in 2022 en in 2021 in België afkomstig van hernieuwbare energiebronnen?

Wat is de procentuele toename of afname van hernieuwbare energiebronnen?

De netto elektriciteitsproductie in België bedroeg in 2021 96,34 TWh.

Het totale elektriciteitsverbruik bedroeg in dat jaar 83,66 TWh. [5]

Bereken hoeveel elektriciteit België in 2021 kon exporteren.

Het aantal private huishoudens in België bedroeg begin 2022 2,89 miljoen [6].

Een doorsnee huishouden verbruikt gemiddeld 3 500 kWh per jaar aan elektriciteit.

Bereken het aandeel van de huishoudens in het totale elektriciteitsverbruik van België.

Het percentage van elektriciteit in België dat opgewekt wordt door hernieuwbare energiebronnen stijgt jaarlijks. In december 2022 bedroeg de elektriciteitsproductie op basis van hernieuwbare energiebronnen 1 717 GWh. [7] Zoek op wat GWh betekent.

Bereken het percentage elektriciteit opgewekt door hernieuwbare energiebronnen indien deze elektriciteitsproductie gedurende 12 maanden dezelfde zou zijn.

Bereken hoeveel dagen we in België kunnen overleven op 'groene elektriciteit'.

'Grey day' is de symbolische dag waarop de hoeveelheid hernieuwbare energie die in één jaar tijd geproduceerd wordt in een land, volledig opgebruikt is, gerekend vanaf 1 januari van dat jaar. Bereken de dag waarop de 'groene elektriciteit' die in België geproduceerd wordt volledig opgebruikt is in België.

Zoek nu op wanneer het dit jaar in België 'Grey day' is: _____
Op deze symbolische dag is niet alleen de elektriciteit geproduceerd door hernieuwbare energiebronnen, maar ook andere hernieuwbare energie in België opgebruikt.

Wat is een energie 'black-out'? Zoek dit op internet op.

Wat is het 'afschakelplan'? Zoek dit op internet op.

We berekenen nu hoeveel elektriciteit de vier belangrijkste energiebronnen van België kunnen opleveren en zoeken op wat de voor- en nadelen van de verschillende energiebronnen zijn. De klas kan hierbij opgesplitst worden in vier groepen zodat elke groep één energiebron bestudeert.

1. Kerncentrales

In figuur 4 kan je een foto van de kerncentrale in Doel zien.



Figuur 4: Foto van kerncentrale Doel [8]

De stoom die uit de koeltorens van de kerncentrale komt, kan je van ver waarnemen. Velen denken dat deze stoom radioactieve straling bevat of giftige dampen verspreidt, maar eigenlijk is het gewoon waterdamp.

Van waar komt die stoom?

De onderdelen van een kerncentrale kan je terugvinden in figuur 5.



De verschillende onderdelen van een kerncentrale van het type PWR (bron: ENGIE Electrabel).

Figuur 5: Onderdelen van een kerncentrale [9]

Doel 4, de reactor die het laatst opgericht werd, heeft een nettovermogen (= energie die nuttig gebruikt wordt) van 1039 megawatt (= ongeveer 1 gigawatt).

Hoeveel elektriciteit (uitgedrukt in megawattuur = 1 megawatt in 1 uur geproduceerd) kan Doel 4 opwekken per jaar?

Een kerncentrale kan niet het hele jaar door actief zijn: het heeft ook bv. jaarlijks onderhoud nodig en er kunnen defecten optreden. Veronderstel dat de reactor 96% van de tijd werkzaam is. Bereken hoeveel elektriciteit in werkelijkheid per jaar opgewekt kan worden met de reactor van Doel 4.

Een deel van de opgewekte energie gaat verloren aan bv. warmte. Bereken het kernvermogen (= totale opgewekte energie) van reactor 4 als je weet dat het rendement ongeveer 35% is.

Bereken hoeveel gezinnen per jaar door deze reactor van elektriciteit voorzien kunnen worden.

Zoek op internet welke voor- en nadelen kerncentrales hebben. Lees de informatie die je vindt kritisch en noteer de voor- en nadelen in onderstaande tabel. Zoek betrouwbare bronnen op en noteer de bronnen onder de tabel.

Voordelen	Nadelen

Voordelen	Nadelen

Geraadpleegde bronnen:

2. Gascentrales

Naast de oude gascentrales werden recent ook nieuwe gascentrales gebouwd om voldoende elektriciteit in België te voorzien indien de kerncentrales niet meer gebruikt zullen worden. In figuur 6 kan je een foto van de gascentrale in Tessenderlo zien.



Figuur 6: Foto van de gascentrale in Tessenderlo [10]

Hoeveel elektriciteit kan een nieuwe gascentrale met een vermogen van 875 megawatt opwekken per jaar?

Een gascentrale kan ook niet het hele jaar door actief zijn, bv. omwille van jaarlijks onderhoud of defecten. Veronderstel dat de gascentrale 90% van de tijd werkzaam is. Bereken hoeveel elektriciteit in werkelijkheid per jaar opgewekt kan worden met deze gascentrale.

Bereken hoeveel gezinnen per jaar door deze gascentrale van elektriciteit voorzien kunnen worden.

Moderne gascentrales bereiken een rendement van ongeveer 60%. Zoek op hoe het komt dat het rendement hoger is dan bij kerncentrales.

Zoek op internet welke voor- en nadelen gascentrales hebben. Lees de informatie die je vindt kritisch en noteer de voor- en nadelen in onderstaande tabel. Zoek betrouwbare bronnen op en noteer de bronnen onder de tabel.

Voordelen	Nadelen

Voordelen	Nadelen

Geraadpleegde bronnen:

3. Zonnepanelen

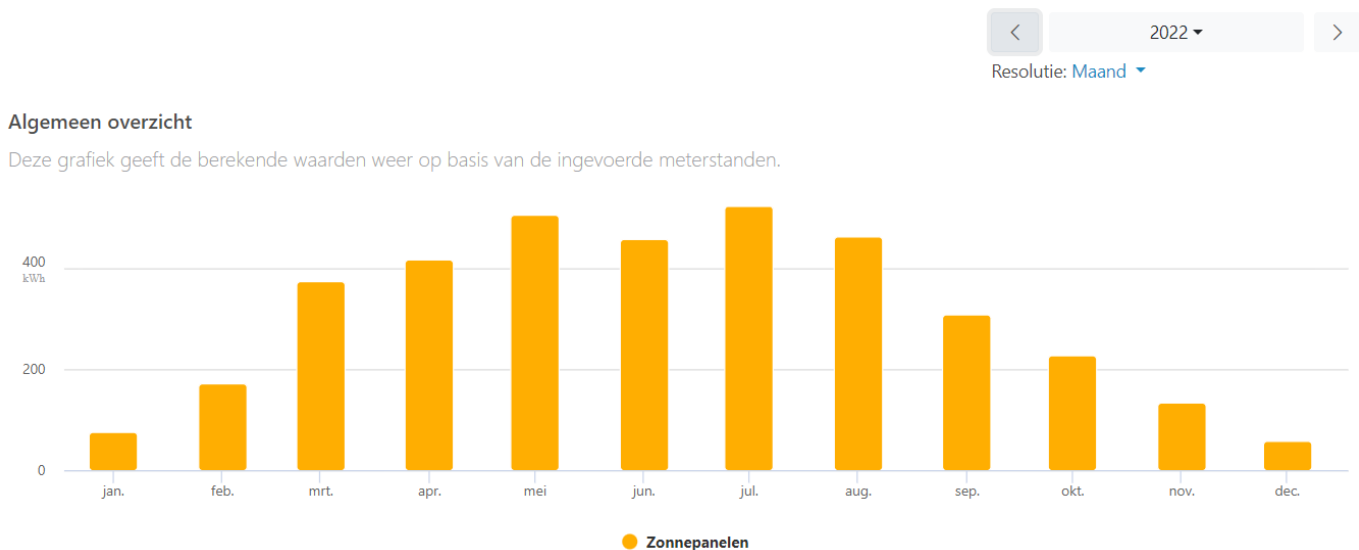
Steeds meer mensen leggen thuis zonnepanelen op hun dak. In oktober 2020 telde Vlaanderen een half miljoen zonnepaneleninstallaties: deze zorgden voor een vermogen van 3595 megawatt. [11]

Het aantal Vlamingen met een thuisbatterij om elektriciteit die opgewekt wordt door de zonnepanelen tijdelijk op te slaan, was tot 2020 nog beperkt: van 19 batterijen in 2019 naar 116 in 2020. Dit aantal neemt sindsdien sterk toe. In 2021 waren er op 8 november al 11 174 thuisbatterijen geïnstalleerd en hebben bijkomend 6 983 Vlamingen een premie voor een thuisbatterij aangevraagd [12]. Een thuisbatterij kan energie voor een paar uren tot dagen opslaan (zie les 'Elektriciteit in huis') [13].



Figuur 7: Foto van zonnepanelen op een dak [14]

Wie zelf zonnepanelen heeft, kan op het dashboard van EnergielD de opbrengst van de zonnepanelen raadplegen. In figuur 8 kan je een voorbeeld van de elektriciteitsproductie van zonnepanelen van een gezin per maand zien.



Figuur 8: Elektriciteitsopbrengst van zonnepanelen van een gezin per maand [15]

Het aantal zonuren is niet elke dag even groot. Gemiddeld zijn er 1400 tot 1700 zonuren per jaar in België [16]. Het zonlicht is niet altijd even sterk aanwezig. Daarom wordt het maximale vermogen dat een zonnepaneel kan leveren uitgedrukt in wattpiek (Wp). Een zonnepaneel heeft bijvoorbeeld een vermogen van 300 wattpiek [17].

Schat hoeveel kilowattuur aan elektriciteit 12 zonnepanelen van 300 wattpiek theoretisch gezien per jaar zouden opwekken.

Dit piekvermogen wordt enkel bereikt in ideale omstandigheden. In de praktijk zal ongeveer 85% van dit piekvermogen tijdens zonnige uren geleverd kunnen worden. Bereken hoeveel elektriciteit deze 12 zonnepanelen in één jaar tijd gemiddeld produceren in werkelijkheid. Komt dit overeen met de hoeveelheid elektriciteit die een gemiddeld gezin verbruikt?

Stel dat je al de Belgische huishoudens van elektriciteit wil voorzien met één energiebron. Hoeveel oppervlakte aan zonnepanelen heb je dan nodig om enkel met zonnepanelen alle Belgische huishoudens van elektriciteit te voorzien? (Tip: één zonnepaneel van 300 wattpiek heeft een grootte van ongeveer 2 m².)

Hoeveel procent is dit van de oppervlakte van België?

Zoek op internet welke voor- en nadelen zonnepanelen hebben. Lees de informatie die je vindt kritisch en noteer de voor- en nadelen in onderstaande tabel. Zoek betrouwbare bronnen op en noteer de bronnen onder de tabel.

Voordelen	Nadelen

Voordelen	Nadelen

Geraadpleegde bronnen:

4. Windturbines

Om over te schakelen op zoveel mogelijk groene energiebronnen, bouwt men in België op verschillende plaatsen ook wind(molen)parken.



Figuur 9: on-shore windpark [18]



Figuur 10: off-shore windpark [19]

Tegenwoordig heeft een standaard windturbine op land een mast van 100 meter hoog en wieken van 55 meter lang (of zelfs nog groter). Deze windturbines hebben een vermogen van 3 megawatt (MW) [20].

Bereken hoeveel megawattuur elektriciteit door deze windturbine opgewekt wordt in één jaar tijd in ideale omstandigheden.

Het waait niet altijd even hard en soms waait het ook niet. Gemiddeld produceert een windturbine op een jaar 23% van dat optimale vermogen.

Bereken hoeveel elektriciteit deze windturbine in één jaar tijd gemiddeld produceert in werkelijkheid.

Bereken nu hoeveel gezinnen door één windturbine van elektriciteit voorzien kunnen worden.

De verhouding tussen het aantal windturbines op zee en op land in Vlaanderen is ongeveer 2/3. De windturbines op zee zijn groter dan op land met vermogens van 6 MW (en meer). Ook het rendement op zee is hoger, gemiddeld ongeveer 38% [21]. Welke windturbines wekken het meeste elektriciteit op in Vlaanderen, de windturbines op zee of op land? Laat zien hoe je dit berekent.

Hoeveel oppervlakte aan windturbines heb je nodig om enkel met windturbines alle Belgische huishoudens van elektriciteit te voorzien? (Tip: Windturbines moeten minimaal vijf maal de diameter van de rotors van elkaar verwijderd zijn.)

Hoeveel procent is dit van de oppervlakte van België?

Zoek op internet welke voor- en nadelen windturbines hebben. Lees de informatie die je vindt kritisch en noteer de voor- en nadelen in onderstaande tabel. Zoek betrouwbare bronnen op en noteer de bronnen onder de tabel.

Voordelen	Nadelen

Geraadpleegde bronnen:

5. Vergelijking van de energiebronnen

Evalueer in de volgende tabel per energiebron beknopt (bv. met +, - of +/-) de vermelde criteria:

	kerncentrales	gascentrales	zonnepanelen	windturbines
Duurzaamheid energiebron				
Veiligheid				
Afval en recyclage van materialen				
Klimaatimpact (CO ₂ -uitstoot, afval ...)				
Flexibiliteit en stabiliteit energievoorziening				
Hoeveelheid elektriciteit opgewekt				
Impact op landschap				
Andere				

6. Locaties van de energiebronnen

Zoek op waar de kerncentrales, gascentrales en windturbines in België geplaatst werden.

Waarom werden deze plaatsen gekozen?

Klasopdracht: Voer een klasdiscussie:

1. Elk groepje verdedigt één energiebron. Beargumenteer met de voor- en nadelen van de energiebronnen.
2. Bepaal samen een plan voor België: hoeveel van elke energiebron zou je voorzien om alle Belgische huishoudens van stroom te voorzien.
3. Waar zou je deze energiebronnen plaatsen? Teken de energiebronnen op de kaart van België (zie figuur 11). Maak onder de kaart zelf een legende.



Figuur 11: Blinde kaart van België

Legende:

Zin in een spel?

- Spel van WWF uit de energiedoos [22]
- Spel 'Hoogspanning' van 999 [23]

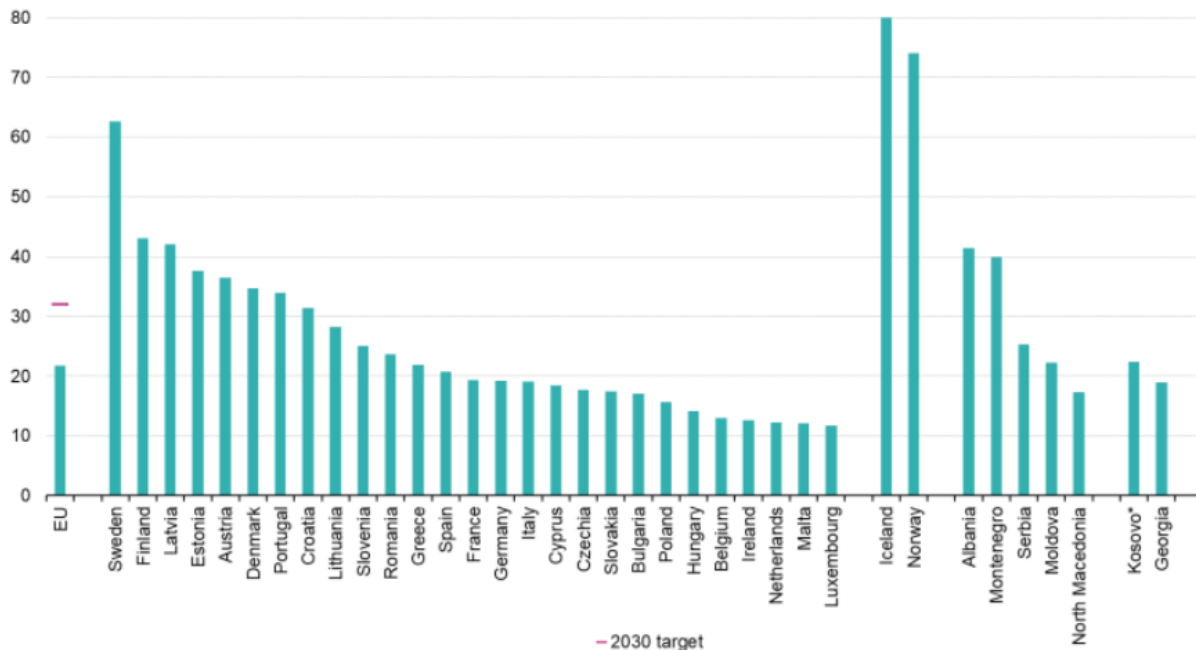
ELEKTRICITEITSVERBRUIK IN DE WERELD

Op volgende website kan je terugvinden hoeveel elektriciteit verbruikt wordt per inwoner:
<https://www.indexmundi.com/g/r.aspx?v=81000&l=nl>.

België staat hier op de 35^{ste} plaats. In welke Europese landen wordt nog meer elektriciteit per inwoner verbruikt? Hoe zou je deze verschillen kunnen verklaren?

Vergelijk het aandeel hernieuwbare energie van België met andere Europese landen in figuur 12. Wat valt je op?

Share of energy from renewable sources, 2021
 (% of gross final energy consumption)



* This designation is without prejudice to positions on status, and is in line with UNSCR 1244/1999 and the ICJ Opinion on the Kosovo declaration of independence.

Source: Eurostat (online data code: nrg_ind_ren)

eurostat

Figuur 12: Aandeel hernieuwbare energie in EU in 2021 en doelstelling voor 2030 [24]

BRONNEN

- [1] <https://www.kennisplatform.nl/uit-welke-onderdelen-bestaat-het-elektriciteitsnetwerk/>
- [2] <https://www.febeq.be/transport-en-distributie-van-elektriciteit>
- [3] Nederlandse visser riskeert monsterbedrag te moeten betalen voor stukvaren stroomkabel in Noordzee | VRT NWS: nieuws
- [4] https://www.elia.be/nl/nieuws/persberichten/2023/01/20230106_energymix2022
- [5] <https://www.febeq.be/statistieken-elektriciteit#>
- [6] <https://www.vlaanderen.be/statistiek-vlaanderen/bevolking/huishoudtypes>
- [7] <https://economie.fgov.be/nl/themas/energie/energie-cijfers/maandelijkse>
- [8] <https://www.pzc.nl/home/kerncentrale-doel-blijft-zorgenkind~a5b48d6c/114462667/>
- [9] <https://www.nucleairforum.be/thema/kerntechnologie-voor-dummies/hoe-werkt-een-kerncentrale?>
- [10] https://www.nieuwsblad.be/cnt/dmf20211103_96924023
- [11] <https://lumiworld.luminus.be/up-to-date/zonnepanelen-en-thuisbatterijen-in-cijfers-de-situatie-in-vlaanderen-in-2020/>
- [12] <https://solarmagazine.nl/smart-storage/i25766/in-2021-al-11-174-thuisbatterijen-geïnstalleerd-in-vlaanderen>
- [13] <https://www.vlaanderen.be/zonnepanelen/thuisbatterij>
- [14] <https://www.consumentenbond.nl/zonnepanelen/zonnepanelen-kopen>
- [15] <https://www.energieid.be>
- [16] <https://www.zonne-energiegids.be/aantal-zonuren-in-vlaanderen/>
- [17] <https://www.zonnepanelen-info.be/hogste-wattpiek-zonnepanelen-2020/>
- [18] <https://www.istockphoto.com/fr/photo/wind-turbines-de-vent-sur-une-ferme-en-galice-espagne-gm471822846-63033439>
- [19] <https://www.publicdomainpictures.net/nl/view-image.php?image=221070&picture=offshore-windturbines>
- [20] <https://klimaatbrigade.be/themas/energie>
- [21] <https://susanova.be/artikels/windparken-leverden-in-2021-groene-stroom-voor-bijna-2-miljoen-belgische-huishoudens>
- [22] <https://wwf.be/nl/scholen/de-energiedoos>
- [23] <https://www.999games.nl/hogspanning-bordspel.html>

[24] https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Renewable_energy_statistics