

**Opbrengst van zonnepanelen in december afhankelijk van de dakhoek (slope) en de stand t.o.v. het zuiden (azimuth).**

Op 19-6-2022 heb ik de notitie geschreven: “Wat is de opbrengst van zonnepanelen in december?” Hierbij werd uitgegaan van informatie die gegeven werd op een website van Essent die momenteel niet meer bestaat. Er werd daar gesteld dat ongeveer 2 % van de jaaropbrengst in december wordt opgewekt. De informatie over de opbrengst in december is tamelijk grof omdat het waarschijnlijk gaat om een gemiddelde dakhoek en een gemiddelde stand t.o.v. het zuiden. Recentelijk heb ik de Engelstalige website van PVGIS Europe gevonden die veel nauwkeurigere informatie geeft omdat de dakhoek (slope), de stand t.o.v. het zuiden (azimuth) en het piekvermogen ingevoerd kunnen worden voor een bepaalde plaats in Europa en de opbrengst dan gegeven wordt voor elke maand van het jaar.

Momenteel geldt de salderingsregeling nog. Dit betekent dat men voor 's zomers geleverde energie net zo veel terug krijgt als men voor 's winters afgenomen energie moet betalen, mits men netto in één jaar niet meer teruglevert dan men afneemt. Maar het ligt voor de hand dat deze salderingsregeling een keer afgeschaft gaat worden omdat het voordeel dat de eigenaren van zonnepanelen hiermee hebben, betaald wordt door degenen die geen zonnepanelen hebben. Als de regeling afgeschaft wordt, dan is de energie die 's zomers geleverd wordt veel minder waard dan de energie die 's winters geleverd wordt. Zonnepanelen op daken moeten dan niet meer gedimensioneerd worden op basis van de maximale jaaropbrengst maar juist op basis van de maximale opbrengst voor die tijd van het jaar dat de eigen behoefte het grootst is. Bij verwarming met een warmtepomp is dat de winterperiode. De opbrengst van zonnepanelen is het laagst in december en daarom wordt deze maand aangehouden in deze notitie. De website van PVGIS Europe heeft als link:

[https://joint-research-centre.ec.europa.eu/photovoltaic-geographical-information-system-pvgis\\_en](https://joint-research-centre.ec.europa.eu/photovoltaic-geographical-information-system-pvgis_en)

Op deze website klik je eerst op het blok “Photovoltaic performance”. Links op het blad dat dan opent, staat een kaartje. Je moet dan op Nederland klikken want anders werkt er niets. Je kunt dan rechts invullen hoeveel kW piek er totaal geïnstalleerd wordt. Stel we nemen 24 zonnepanelen van 1 m breed, 1,65 m hoog en 300 W piek. Dit is het maximum aantal panelen dat gelegd kan worden op één kant van het dak van een huis met een breedte van 6 m, een diepte van 10 m en een dakhoek van 45°. Dit geeft 7200 W piek = 7,2 kW piek. Je kunt ook de dakhoek (slope) en de scheefhoek t.o.v. het zuiden (azimuth) invullen. Als je dan klikt op het blok “Vizualize results” dan krijg je een grafiek met de opbrengst per maand in kWh. Ik heb een beetje zitten spelen met de dakhoek en gekeken bij welke dakhoek de opbrengst in december maximaal is. Dit blijkt een dakhoek van ongeveer 75° te zijn.

Ik heb nu de opbrengst in december bepaald voor vijf verschillende dakhoeken namelijk 75°, 60°, 45°, 30° en 15° en voor zeven verschillende hoeken t.o.v. het zuiden namelijk 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75° en 90°. Een positieve azimuth betekent dat de richting draait naar het westen. Ik heb ook een negatieve azimuth, dus draaiing naar het oosten, geprobeerd maar dat levert nagenoeg hetzelfde resultaat op als bij draaiing naar het westen. Azimuth wordt afgekort tot az. De opbrengst wordt gegeven in een staafdiagram. Door de cursor op de staaf te houden wordt de opbrengst in kWh getoond. De opbrengst in kWh afgerond op 1 kWh wordt gegeven in tabel 1.

Dakhoek	az. = 0°	az. = 15°	az. = 30°	az. = 45°	az. = 60°	az. = 75°	az. = 90°
75°	269 kWh	261 kWh	238 kWh	202 kWh	158 kWh	115 kWh	77 kWh
60°	265 kWh	257 kWh	236 kWh	204 kWh	164 kWh	125 kWh	89 kWh
45°	244 kWh	238 kWh	221 kWh	194 kWh	161 kWh	126 kWh	95 kWh
30°	207 kWh	203 kWh	191 kWh	171 kWh	146 kWh	121 kWh	95 kWh
15°	156 kWh	154 kWh	147 kWh	137 kWh	124 kWh	109 kWh	95 kWh

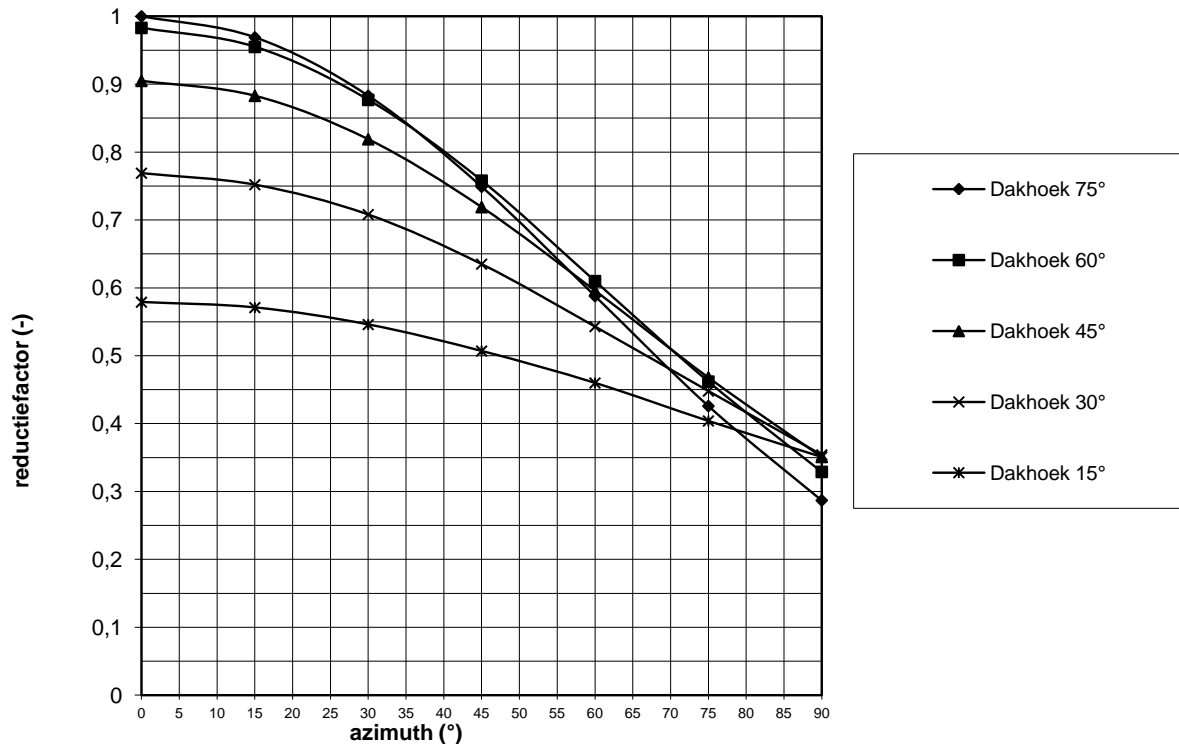
Tabel 1 Opbrengst in december in kWh afhankelijk van de dakhoek en de azimuth voor 7,2 kW piek

Een dakhoek van 45° en azimuth = 0° lijkt okay voor nieuwbouwhuizen. Een opbrengst van 244 kWh komt neer op een gemiddeld vermogen in december van  $244 / (31 * 24) = 0,328 \text{ kW} = 328 \text{ W}$  wat toch niet gek is. In tabel 1 is te zien dat de opbrengst het hoogst is voor een dakhoek van 75° en een azimuth van 0°. Deze opbrengst is 269 kWh. Als we alle berekende waarden delen door 269 dan krijgen we de reductiefactor waarmee de maximale opbrengst gereduceerd wordt als gevolg van een kleinere dakhoek dan 75° en een bepaalde azimuth. De reductiefactoren worden gegeven in tabel 2.

Dakhoek	az. = 0°	az. = 15°	az. = 30°	az. = 45°	az. = 60°	az. = 75°	az. = 90°
75°	1	0,969	0,883	0,749	0,588	0,426	0,287
60°	0,983	0,955	0,877	0,758	0,610	0,462	0,329
45°	0,905	0,883	0,819	0,719	0,596	0,468	0,351
30°	0,769	0,752	0,708	0,635	0,543	0,448	0,354
15°	0,579	0,571	0,546	0,507	0,460	0,404	0,351

Tabel 2 Reductiefactoren in december t.o.v. een dakhoek van 75° en een azimuth van 0°

De gevonden reductiefactoren worden gegeven in figuur 1 als functie van de azimuth.



Figuur 1 Reductiefactor als functie van de dakhoek en de azimuth t.o.v. een paneel met een dakhoek van 75° en een azimuth van 0° voor de maand december

In figuur 1 is te zien dat de daling van de factor nog maar beperkt is voor een azimuth kleiner dan ongeveer 20°. De opbrengst in december voor een dakhoek van 45° en een azimuth van 0° is ook nog maar weinig minder dan voor een dakhoek van 75° en een azimuth van 0°. Met de methode van PVGIS kan berekend worden dat de opbrengst in mei en juni voor een dakhoek van 45° echter aanzienlijk hoger is dan voor een dakhoek van 75°. Een dakhoek van 45° is daarom toch een goede keuze. Een dakhoek van 45° is ook een aardig optimum als het gaat om de hoeveelheid materiaal die nodig is voor het dak en het volume van de ruimte die onder het dak gerealiseerd wordt. Er zijn huizen gebouwd met een dakhoek van 60° voor beide daken wat ik erg mooi vind maar je krijgt daarbij een tamelijk hoog dak. Een dak met een dakhoek van 75° wordt meestal alleen gebruikt voor een asymmetrisch dak waarbij de dakhoek van het andere dak ongeveer 30° is.

Het voordeel van een grote dakhoek is ook dat smeltende sneeuw veel gemakkelijker van het dak zal afglijden dan bij een kleine dakhoek. Bij een grote dakhoek zal men ook minder last van stof en bladeren hebben waardoor panelen met een grote dakhoek minder vaak gereinigd hoeven te worden.

Bij panelen met een grote dakhoek in een zonnepark, zal men een behoorlijke afstand tussen de rijen moeten handhaven om in de winter geen last te hebben van schaduwwerking. De ruimte tussen de rijen kan dan echter gebruikt worden om een gewas te laten groeien waardoor bij een dergelijk zonnepark niet alle grond aan de landbouw onttrokken wordt.