



Nissewaard naar CO₂-neutraal in 2050

Datum : 14 september 2020
Auteur : Frank van Boven
Document: FVB200914V1

Voorwoord

De landelijke overheid legt de gemeenten op om CO₂-neutraal te zijn in 2050. Ook Nissewaard moet hier aan mee doen. Dit rapport beschrijft wat daar voor nodig is en komt met een haalbare routekaart.

De jaarlijkse CO₂-uitstoot Nissewaard 2019

	kg	megaton
Personenauto's	68.000.000	0,068
Gas/olie/hout gestookte installaties	105.315.600	0,105
Elektriciteitsgebruik woningen	71.211.525	0,071
Overige zaken	180.472.875	0,180
Totale CO₂-uitstoot	425.000.000	0,425

De jaarlijkse CO₂-opname Nissewaard 2019

	kg	megaton
Vegetatie	11.172.000	0,011
Totale CO₂-opname	11.172.000	0,011

Routekaart naar CO₂-neutraal in 2050

Nissewaard moet net als alle andere gemeenten de plannen en vorderingen via de regionale aan de landelijke overheid rapporteren. De MRDH (Metropool Regio Rotterdam Den Haag) heeft in een rapport "Procesvoorstel en voorstellen voor maatregelen Actieplan CO₂-reductie 2019 – 2025" d.d. 10 april 2019 berekend dat er in 2025 in de MRDH-regio 230 kiloton (0,23 megaton) CO₂-reductie kan worden gerealiseerd. Er wonen 2,6 miljoen mensen in de MRDH-regio, verantwoordelijk voor 2.600.000 x 5.000 = 13.000.000.000 kg (13 megaton) jaarlijkse CO₂-uitstoot. De MRDH meldt dan ook in het rapport "Zonder steun van het Rijk en verdergaande maatregelen lukt het de MRDH-gemeenten dus niet om het doel van 30% CO₂-reductie in 2025 te halen.". De hoofdreden waarom de MRDH niet verder komt dan 0,23 megaton CO₂-reductie in 2025, is dat er voornamelijk naar personenauto's is gekeken. In Nissewaard is dat 0,068 van de 0,425 of te wel slechts 16% van de totale CO₂-uitstoot. Ook Nissewaard zal via regionale rapportage aan de landelijke overheid moeten melden dat CO₂-neutraal in 2050 niet haalbaar is. Ter onderbouwing kunnen de bovengenoemde uitstootcijfers worden gebruikt en wat we wel kunnen bereiken.

Rekenmethode

Er wordt op basis van de inwoners in Nissewaard gerekend. Als een inwoner, waar dan ook vervuilt, wordt dit meegerekend. De vliegreis naar Bali is dus meegerekend en ook als je elektriciteit van een bruinkoolcentrale in het Roergebied afneemt. Er wordt niet meegerekend als bijvoorbeeld iemand van buiten Nissewaard met zijn auto door Nissewaard rijdt of een (landbouw)product afneemt. Een alternatieve methode, waar niet voor is gekozen, is alleen de vervuiling in Nissewaard berekenen. Dan wordt wel de persoon van buiten Nissewaard, die door Nissewaard rijdt, meegenomen. Afname van elektriciteit van de genoemde bruinkoolcentrale zou dan geen vervuiling veroorzaken, omdat die simpelweg niet hier staat te vervuilen. Ook de Rotterdamse haven, luchthavens en vliegreizen worden dan niet meegerekend, want de vervuiling is niet in Nissewaard.

Personenauto's

Aan personenauto's valt in Nissewaard de minste CO₂-reductie te behalen (0,068 megaton). Het is de minst logische keuze om CO₂-neutraliteit te bewerkstelligen, omdat er de komende decennia nog genoeg benzine en diesel zal zijn en personenauto's niet afhankelijk zijn van de opgaaf dat we van het aardgas af moeten. Een benzine/diesel-auto door elektrische variant vervangen vereist de benodigde elektriciteit, die juist voor woningen, die van het aardgas af moeten, moet worden gebruikt. Los van de vraag of ons energienet deze energie kan leveren, zijn er voor de personenauto's in Nissewaard $40.000 \times 15 \text{ kW} / 18.000 \text{ kWh} = 33$ **windmolens** nodig. Het **equivalent** in zonnepanelen is $40.000 \times 15 \text{ kWh} / 0,6 \text{ kWh} = 1.000.000$ **zonnepanelen** nodig. De benodigde ruimte vinden voor deze windmolens en zonnepanelen is lastig tot onmogelijk.

Op het moment dat de accu's van een elektrische auto met grijze stroom worden geladen, rijdt de elektrische auto op het verbranden van steenkool en hout. Dit geeft 2,5 x meer vervuiling dan dat de auto op benzine rijdt.

Om de accu's van een elektrische auto op te laden zijn er thuisladers en laadpalen nodig. Om een vijfde van de 40.000 auto's in Nissewaard van een laadpaal te voorzien zijn er $40.000 / 5 = 8.000$ laadpalen nodig. Over 30 jaar verspreid is dat $8.000 / 30 = 267$ laadpalen per jaar plaatsen (5 per week).

Er is ook een alternatief om auto's op waterstof te laten rijden. Er is dan geen probleem met laadpalen, want waterstof kan, net als LPG, in een paar minuten aan de pomp worden getankt. Laden van accu's duurt uren.

Gas/olie/hout gestookte installaties

Aan gas/olie/hout gestookte installaties valt er in Nissewaard 0,105 megaton CO₂-reductie te behalen. Het Rijk heeft besloten dat we geen gebruik meer mogen maken van aardgas. Er kan vanaf 2050 in principe niet meer gekookt of gestookt worden op aardgas. Er wordt door de overheid vooral op elektriciteit ingezet (warmtepomp, elektrische vloerverwarming en elektrische boiler, terwijl het gebruik van waterstof een realistischere keuze is, omdat we al een hoogwaardig leidingnetwerk hebben liggen, dat met wat aanpassing bruikbaar is voor waterstof. Zonder waterstof is er een onoplosbaar probleem. In de zomer gebruiken we weinig energie voor verwarming (ca. 4 kWh per dag) en in de winter heel veel (ca. 70 kWh per dag). Het benodigd aantal windmolens om aan deze piekvraag in Nissewaard te voldoen is $38.500 \times 70 \text{ kWh} / 18.000 \text{ kWh} = 150$ **windmolens** nodig. Het elektriciteitsnet zal ook moeten worden aangepast om deze 10-voudige hoeveelheid stroom aan te kunnen. Naast de apparaatkosten om van aardgas op elektriciteit over te schakelen en onbekende kosten elektriciteitsnet verzwaring wordt de rekening voor een huishouden in Nissewaard torenhoog. Het equivalent in zonnepanelen hoeft niet berekend te worden, want zonnepanelen leveren in de wintermaanden nauwelijks energie.

Elektriciteit kan niet voor energieseizoenopslag worden gebruikt, omdat een huishouden dan meer dan 500 power walls zou moeten hebben.

Waterstof kan wel worden gebruikt voor energieseizoenopslag. Als de woningen door **waterstof** worden verwarmd, boilers en koken ook door waterstof wordt verzorgd, dan is het probleem van de genoemde piekvraag opgelost. Er zijn dan $38.500 \times 38 \text{ kWh} / 18.000 \text{ kWh} = 81$ **windmolens en een waterstofproductie-eenheid** nodig.

Als er gebruik gemaakt wordt van 3 aardwarmtecentrales (geothermie), dan kan het genoemde aantal windmolens nog verder worden gereduceerd met 63. Er zijn dan slechts $81 - 63 = 18$ **windmolens, een waterstofproductie-eenheid en 3 aardwarmtecentrales** nodig.

Bedenk ook als het in de winter niet waait, waar haal je dan zonder het gebruik van waterstof en aardwarmte, de $38.500 \times 70 \text{ kWh} / 24 = 112.291 \text{ kWh}$ (per uur) voor Nissewaard, vandaan? Je krijgt dan Californische toestanden, waar wijken af en toe elektriciteit krijgen.

Elektriciteitsgebruik woningen

Aan elektriciteitsgebruik woningen valt er in Nissewaard 0,071 megaton CO₂-reductie te behalen. Ook al zijn zonnepanelen een aanrader, voor de winter zijn windmolens en een **backupcentrale** noodzakelijk. Het benodigd aantal windmolens, om aan deze vraag in Nissewaard te voldoen, is $38.500 \times 8 \text{ kWh} / 18.000 \text{ kWh} = 17$ **windmolens**.

Overige zaken

Aan overige zaken in Nissewaard valt 0,180 megaton CO₂-reductie te behalen. Alle CO₂-uitstoot reduceren zal niet gaan, maar zaken als minder op reis en met name de (verre) vliegvluchten is redelijk eenvoudig te realiseren. Ook al betreft het veelal gebouwen, verlichting en openbaar vervoer, het is vergelijkbaar met de vorige punten. Hoeveel extra windmolens er hier nodig zijn, is lastig te berekenen. Zonnepanelen op daken van (kantoor)panden is altijd goed.

Alles op elektriciteit

Uit alle berekeningen en analyses blijkt dat alles op elektriciteit zetten onmogelijk is. Bekabeling op het elektriciteitsnet moet vertienvoudigen, er zijn voor Nissewaard 300 windmolens nodig en een backupcentrale ter grootte van de halve kerncentrale Borssele. En doodzonde van de energie, die verspilt wordt als het waait en er is geen vraag.

Waterstof, aardwarmte en elektriciteit voor woningen/panden

Uit alle berekeningen en analyses blijkt dat woningen/panden:

- Elektriciteit nodig hebben voor elektronische apparatuur;
- Aardwarmte nodig hebben voor de verwarming en warmwatervoorziening;
- Waterstof nodig hebben om warm water eventueel bij te verwarmen en op te koken;
- Zonnepanelen nodig hebben als het dak het toestaat;

Het bijverwarmingssysteem is bekend van zonnecollectoren als de zonneboiler onvoldoende warm water heeft. Deze kan op waterstof.

In de zomer blijft veel aardwarmte in de bodem, maar in de winter wordt het maximaal gebruikt.

Windmolens en zonnepanelen moeten altijd maximaal hun energie geven en bij overschot wordt er waterstof geproduceerd. De waterstofproductie-eenheid moet dit dus voor beiden doen. De waterstofproductie-eenheid werkt bij energieoverschot regulerend van 0 tot 100%. Bij een tekort aan energie staat de waterstofproductie-eenheid op 0% en springt de backupcentrale bij.

Waterstof, aardwarmte, elektriciteit en auto's niet elektrisch		Alles op elektriciteit	
0	Geen windmolens voor personenauto's. Auto's voorlopig op benzine en diesel houden.	33	Windmolens voor elektrische personenauto's.
18	Windmolens om waterstof te produceren voor woningen en net-stabilisatie. Woningen gebruiken waterstof voor bijverwarmen C.V. en boiler als aardwarmte onvoldoende levert en voor koken.	150	Windmolens voor woningen voor warmtepomp of elektrische vloerverwarming, boiler en koken.
17	Windmolens voor elektriciteitsgebruik woningen (verlichting, koelkast/vriezer en elektronische apparatuur).	17	Windmolens voor elektriciteitsgebruik woningen (verlichting, koelkast/vriezer en elektronische apparatuur)
18	Geschat aantal windmolens voor overige zaken op basis van 50% van de 2 bovengenoemde punten.	100	Geschat aantal windmolens voor overige zaken op basis van 50% van de 3 bovengenoemde punten.
3	Soortgelijke aardwarmtecentrales als in Vierpolders (vergelijkbaar met 63 windmolens).	0	Geen aardwarmtecentrale.
1	Waterstofproductie-eenheid. NOOT: Er wordt geen waterstof geproduceerd als de backupcentrale wordt ingezet.	0	Geen waterstofproductie-eenheid.
1	Backupcentrale voor als er te weinig wind en zon is (kan worden uitbesteed). AVR zal blijven. AVR verstoekt restafval, eventueel snoeihout, maar geen kolen of gas.	1	Backupcentrale al dan niet AVR en biomassa als kolen stoken nog is toegestaan. Gezien de grotere elektriciteitsvraag zal deze $(33+150+17+100) / (0+0+17+18) = 9$ x zo groot moeten zijn als er geen waterstofproductie-eenheid en aardwarmte wordt gebruikt.

Benodigd voor Nissewaard

Plan 1: Waterstof, aardwarmte, elektriciteit en auto's niet elektrisch

Plan 2: Alles op elektriciteit

Benodigde aantallen	Plan 1	Plan 2
Windmolens	53	300
Waterstofproductie-eenheid	1	0
Aardwarmtecentrale	3	0
Backupcentrale(s)	1	1

Backupcentrale voor als het niet of onvoldoende waait in Nissewaard

Plan 1: $35 \times 18 \text{ MWh} / 24 = 26 \text{ MWh}$

Plan 2: $300 \times 18 \text{ MWh} / 24 = 225 \text{ MWh}$

Ter info: Kerncentrale Borssele kan 485 MW per uur leveren en de afvalverbrandingscentrale AVR 70 MW per uur.

NOOT: Bij berekening backupcentrale plan 1 staat 35 windmolens en geen 53, omdat de 18 windmolens voor waterstofproductie bij energietekort aan het net leveren en waterstofproductie dan uit staat.

Zonnepanelen

Zonnepanelen waar mogelijk op daken van woningen en panden. Ze dragen vooral in de zomer bij voor elektriciteit (denk aan airco's) en energieseizoenopslag via de waterstofproductie-eenheid. Geen zonnepaneelparken, omdat zonnepanelen simpelweg te weinig energie leveren om daar kostbare landbouwgrond of natuur aan op te offeren en het is onnodig. Eventueel op de dijken, maar onderzoek dan wel wat het effect is op de grond van de dijk.

Gevaar en risico's

Windmolens zijn het gevaarlijkst. Ze lekken zwavelhexafluoride (SF6). Een SF6-molecuul veroorzaakt 23.000 meer broeikaseffect dan een CO2-molecuul en blijft duizenden jaren actief. Het is gebruikelijk om een windmolen na 10 jaar te slopen of te vervangen. Dus als je een windmolenpark aan het bouwen bent, kun je na 10 jaar al weer bij de eerste windmolen beginnen.

Een waterstofproductie-eenheid is niet gevaarlijk, vervuult niet en maakt geen lawaai. Er is alleen oppervlakte bij een hoogspanningskabel voor nodig.

Een aardwarmtecentrale is eveneens ongevaarlijk, vervuult niet, maakt geen lawaai. Er is ongeveer een oppervlakte van een voetbalveld nodig.

Windmolens op zee

Door samen te werken met Rotterdam en windmolenparken op zee, met betrekking tot aardwarmte, restwarmte en waterstofproductie, kunnen de 53 voor Nissewaard geplande windmolens op zee geplaatst worden. De gemeente moet dit regelmatig in onderhandelingen uitspreken. Overlast van windmolens bij woningen is tergend. Nissewaard moet mooi blijven!

Routekaart naar nagenoeg CO2-neutraal Nissewaard in 2050 (behorend bij plan 1)

Voor de CO2-opname meer bomen plaatsen.

Uitstoot gecompenseerd met opname in 2019 bedraagt $0,425 - 0,011 = 0,414$ megaton CO2.

De haalbare uitstoot gecompenseerd met opname in 2050 bedraagt $0,151 - 0,012 = 0,139$ megaton CO2.

De haalbare CO2-reductie bedraagt $0,414 - 0,139 = 0,275$ megaton CO2.

Procentuele CO2-reductie bedraagt $0,275 / 0,414 * 100 = 66\%$

De jaarlijkse CO2-uitstoot Nissewaard 2019 naar 2050

	Gewenste reductie	2019 megaton	2050 megaton
Personenauto's	10%	0,068	0,061
Gas/olie/hout gestookte installaties	100%	0,105	0,000
Elektriciteitsgebruik woningen	100%	0,071	0,000
Overige zaken	50%	0,180	0,090
Totale CO2-uitstoot		0,425	0,151

De jaarlijkse CO2-opname Nissewaard 2019 naar 2050

	Gewenste vermeerdering	2019 megaton	2050 megaton
Vegetatie	10%	0,011	0,012
Totale CO2-opname		0,011	0,012

Routekaart naar nagenoeg CO2-neutraal Nissewaard in 2050 (behorend bij plan 2)

Deze berekening is niet gemaakt, omdat het moeilijk is in te schatten hoe vaak er gebruik gemaakt zal worden van de 9x grotere backupcentrale. Dat plan 2 waarschijnlijk 9x meer vervuiling geeft dan plan 1 is aannemelijk. Ook worden in plan 2 de windmolens uitgezet als het elektriciteitsnet vol zit.

De vraag of het elektriciteitsnet het wel aan kan, is nog niet beantwoord. Dit onderzoek loopt nog.

DETAILS VAN BEREKENINGEN

Jaarlijkse CO₂-uitstoot in Nissewaard

Op basis van 5.000 kg per persoon per jaar is met 85.000 inwoners de jaarlijkse CO₂-uitstoot in Nissewaard **425.000.000 kg (0,425 megaton)**. De genoemde 5.000 kg omvat wonen, reizen en consumeren. Zaken als industrie en landbouw zijn er in verwerkt, omdat de consument producten en diensten afneemt. Er mag volgens sommige onderzoekers ook met 9.000 kg CO₂ per persoon per jaar gerekend worden. Een vliegvakantie naar Bali kost bijvoorbeeld 4.000 kg extra CO₂-uitstoot per persoon.

Jaarlijkse CO₂-opname door vegetatie in Nissewaard

Nissewaard heeft een oppervlakte van 8.379 hectare, waarvan 7.358 hectare land en 1.021 hectare water. Op de satellietfoto is te zien dat meer dan 50% van Nissewaard groen is (bossen, akkers en groenstroken).

Het groene oppervlak in Nissewaard is ongeveer $83.790.000 \text{ m}^2 / 2 = 41.895.000 \text{ m}^2$.

Het bladoppervlak van een gemiddelde boom (20 m hoog) wordt op 75 m² ingeschat.

Het groenoppervlak in aantal bomen uitgedrukt is $41.895.000 \text{ m}^2 / 75 \text{ m}^2 = 558.600$ (rekenvoorbeeld bomen).

Een gemiddelde boom kan 20 kg CO₂ per jaar opnemen.

In Nissewaard neemt het groen dan ongeveer $558.600 \times 20 \text{ kg} = \mathbf{11.172.000 \text{ kg (0,011 megaton) CO}_2$ per jaar op. De oceanen nemen ongeveer 90.000 megaton CO₂ op.

Jaarlijkse CO₂-uitstoot in Nissewaard door personenauto's

Op basis van 115 gram CO₂ per kilometer en 15.000 km stoot een gemiddelde auto per jaar 1.700 kg CO₂ uit. Ter vergelijking een mens produceert 240 kg CO₂ per jaar door uit te ademen. Nissewaard heeft ongeveer 40.000 personen auto's geregistreerd staan. Bedrijfsauto's en motoren worden in de volgende berekening niet mee genomen. De uitstoot veroorzaakt door deze Nissewaard auto's is dan $40.000 \times 1.700 \text{ kg} = \mathbf{68.000.000 \text{ kg (0,068 megaton) CO}_2$ per jaar.

Jaarlijkse CO₂-uitstoot in Nissewaard door gas/olie/hout gestookte installaties

Nissewaard telt 38.500 huishoudens. Een C.V. stoot ongeveer 2.000 kg CO₂ uit per jaar en voor de warmwatervoorziening komt daar nog zo'n 700 kg CO₂ per jaar bij. Het aantal huishoudens dat al gebruik maakt van warmtepomp, elektrische vloerverwarming en elektrische boiler, wordt voor deze berekening op 1000 geschat, zodat de jaarlijkse CO₂-uitstoot voor gas/olie in Nissewaard geschat wordt op $(38.500 - 1.000) \times (2.000 \text{ kg} + 700 \text{ kg}) = 101.250.000 \text{ kg}$.

Een houtstookinstallatie gebruikt ca. 660 kg hout per jaar en stoot $660 \text{ kg} \times 1,6 = 1.056 \text{ kg CO}_2$ per jaar uit.

In Nederland zijn ca. 1 miljoen (open)haarden/houtkachels en 50.000 pelletkachels. Ongeveer 1 op de 10 huishoudens heeft zo'n installatie. Voor Nissewaard zou dit betekenen ongeveer 3.850 hout gestookte installaties met een jaarlijkse CO₂ uitstoot van $3.850 \times 1.056 \text{ kg} = 4.065.600 \text{ kg}$.

De totale uitstoot van de Nissewaard huishoudens is dan $101.250.000 \text{ kg} + 4.065.600 \text{ kg} = \mathbf{105.315.600 \text{ kg (0,105 megaton) CO}_2$ per jaar.

Jaarlijkse CO₂-uitstoot in Nissewaard door elektriciteitsgebruik woningen

Nissewaard telt 38.500 huishoudens. Een gemiddeld huishouden verbruikt 3.000 kWh (kilowattuur) per jaar (gemiddeld 8 kWh per dag). De huishoudens in Nissewaard gebruiken naar schatting $38.500 \times 3.000 \text{ kWh} = 115.500.000 \text{ kWh}$ per jaar.

5% van de Nederlandse elektriciteit wordt verzorgd door wind- en zonne-energie en 95% wordt dus grijs opgewekt, in volgorde van grootste vervuilers, door bruinkool, biomassa en gas elektriciteitscentrales.

De emissiefactor van deze grijze stroom is moeilijk te bepalen en wordt gesteld op 0,649 kg CO₂ per kWh.

De uitstoot in Nissewaard door elektriciteitsgebruik woningen is dan $115.500.000 \text{ kWh} \times 0,95 \times 0,649 \text{ kg/kWh} = \mathbf{71.211.525 \text{ kg (0,071 megaton) CO}_2$ per jaar.

Jaarlijkse CO2-uitstoot in Nissewaard door overige zaken

De overige CO2-uitstoot is lastig te berekenen, het bestaat onder andere uit consumptie, dienstverlening, productie, sport en andere faciliteiten, horeca, openbaar vervoer en vakanties, die worden gebruikt door de inwoners van Nissewaard. De berekening wordt gemaakt door de totale uitstoot op basis van 5.000 kg CO2 per persoon per jaar minus de jaarlijkse uitstoot personenauto's, verwarmingsinstallaties en elektriciteitsgebruik woning. $425.000.000 \text{ kg} - 68.000.000 \text{ kg} - 105.315.600 \text{ kg} - 71.211.525 \text{ kg} =$ **180.472.875 kg (0,180 megaton)** CO2 per jaar. Een inschatting is, dat de verre vliegvakanties verantwoordelijk zijn voor de grootste CO2-uitstoot. Of deze uitstoot nu bij Nissewaard hoort, is discutabel, maar het moet ergens worden verrekend. Aanname dat 1 op de 10 inwoners van Nissewaard verantwoordelijk is voor de CO2-uitstoot van een verre vliegvakantie. Een vliegvakantie van 2 weken Bali veroorzaakt 4.000 kg CO2 uitstoot per persoon. Alleen de CO2-uitstoot van verre vliegvakanties, veroorzaakt door inwoners van Nissewaard, wordt ingeschat op $85.000 / 10 \times 4.000 \text{ kg} = 34.000.000 \text{ kg}$ (0,034 megaton) CO2 per jaar.

Aardgas naar kWh

1 m³ aardgas komt ongeveer overeen met 10 kWh. Uiteraard maakt het type ketel uit. Een gemiddeld huishouden gebruikt 1.400 m³ aardgas per jaar. Dit komt overeen met $1.400 \text{ m}^3 \times 10 \text{ kWh/m}^3 = 14.000$ kWh per jaar (gemiddeld 38 kWh per dag).

Windmolens

In het rekenvoorbeeld wordt het 3 MWh type genomen. De 3 bladen zijn 60 meter lang, de rotor zit op 120 meter hoogte en als wiek bovenin staat, dan is dat 180 meter hoog. Het maximale vermogen is 3 megawatt per uur, maar dat wordt zelden gehaald. Het waait niet altijd keihard en ook staat de windmolen niet altijd aan. Per dag maximaal $24 \times 3 \text{ MWh} = 72 \text{ MWh}$. Voor het rekenvoorbeeld wordt 25% van het topvermogen genomen als **18 MWh gemiddeld per dag**. Een windmolen kost ca. 1.000.000 miljoen Euro per MWh capaciteits type. Het rekenvoorbeeld gebruikt het 3 MWh type (3.000.000 Euro). Houd er ook rekening mee dat het gebruikelijk is windmolens na 10 jaar te slopen of vervangen. Simpel gezegd je bent al 10 jaar bezig om een windmolenpark te bouwen en je mag de eerstgeplaatste al weer vervangen/verwijderen.

Zonnepanelen

Een zonnepaneelinstallatie van 20 zonnepanelen levert afhankelijk van de zon ongeveer 4.380 kWh per jaar, gemiddeld 12 kWh per dag. Gemiddeld 0,6 kWh per dag per paneel. Een enkel zonnepaneel kosten gemiddeld 400 Euro (dit is inclusief inverter en installatiekosten). Een installatie van 10 panelen kost ongeveer 4.000 Euro en een installatie van 20 panelen 8.000 Euro.

Aardwarmte (geothermie)

De aardwarmtecentrale Vierpolders heeft een productieput op 2.200 meter diepte, waar water met een temperatuur tussen de 80 en 85 °C wordt opgepompt. Het warme water gaat door een warmte wisselaar en wordt terug gepompt in de injectieput. Productieput en injectieput liggen bijna 2 km uit elkaar, dit wordt door tegenovergestelde schuinboringen gerealiseerd. Door deze ondergrondse 2 km stroomt het water van injectieput naar productieput en neemt aardwarmte op. Vergelijkbaar vermogen is ca. 16 megawatt per uur (**384 MWh per dag**). Eén aardwarmtecentrale staat gelijk aan een **equivalent van 384 MWh / 18 MWh = 21 windmolens**. Een windmolen wordt na 10 jaar afgebroken en een aardwarmte centrale kan in theorie miljoenen jaren worden gebruikt.

In Nissewaard gebruikt een huishouden gemiddelde 14.000 kWh per jaar en gemiddeld 38 kWh per dag.

Gemiddeld kunnen er 384 MWh / 38 kWh = **10.105 huishoudens met één aardwarmtecentrale** van warmte worden voorzien. Met 3 aardwarmtecentrales is dat 30.315 huishoudens. Echter is in de winter de warmtevraag erg hoog, namelijk 70 kWh. **3 aardwarmtecentrales kunnen met deze piek (3 x 384 MWh) / 70 kWh = 16.457 huishoudens in de winter van warmte voorzien.**

Door gebruik te maken van een hotfill-naverwarmingssysteem, zoals bij zonneboilers wordt gebruikt, kan ook in de winter aan de warmtevraag worden voldaan.

Er is in Nissewaard plek voor 3 en mogelijk 4 aardwarmtecentrales. De opgave om dat te berekenen is: Hoeveel keer passen 2 aaneengesloten cirkels van ieder 2 km diameter op de kaart van Nissewaard, zonder dat ze elkaar raken en binnen de gemeentegrenzen blijven. De putten liggen in het midden van de cirkels en de centrale in de buurt van het snijvlak van de 2 cirkels. Een centrale moet ook in de buurt van woningen en panden liggen, omdat deze warm water via een buizenstelsel aanlevert.

De kosten van aardwarmte lijken vooralsnog hoger dan aardgas en elektriciteit. De EU verleent onder andere innovatie subsidies.

Auteursrecht

Dit document mag auteursrechtelijk worden gebruikt onder bronvermelding FVB200914V1 van Frank van Boven.