ing. Adriaan Kragten, Sint-Oedenrode, 4-11-2024, herzien 20-11-2026

Ideeën over een vrijstaand huis met een appartement op zolder

1 Inleiding

Het idee over dit huis is openbaar gemaakt op mijn website: www.kdwindturbines.nl onder het menu “no wind energy”. Het idee mag door iedereen gratis gebruikt worden. Over huizen die geschikt zijn voor dubbele bewoning werden eerder al diverse andere notities geschreven die ook beschikbaar zijn op mijn website.

Er wordt vanuit gegaan dat het gehele huis een koopwoning is en dat de eigenaar het appartement op zolder verhuurt. Van de huuropbrengst is dan een belangrijk deel van de financiering te betalen. Ik verwacht dat er daarom veel belangstelling voor dit type huis zal zijn.

Het deel van het huis dat de eigenaar bewoont, wordt het hoofdhuis genoemd. Het appartement dat verhuurd kan worden, wordt het huurhuis genoemd. Het is echter niet verplicht om het appartement te verhuren. Het huis heeft twee voordeuren waardoor beide woningen van elkaar gescheiden zijn. Elk huis heeft een eigen huisnummer. Als men een gewoon huis voor dubbele bewoning wil gebruiken dan is meestal een ingrijpende dure verbouwing nodig. Als een huis echter zo ontworpen wordt dat het al direct voor dubbele bewoning geschikt is, dan zijn de meerkosten maar gering.

2 Beschrijving van het gehele huis (zie figuur 1)

Het huis is 6 m breed en 11 m diep. Links naast het huis ligt een 3 m brede en 8,5 m diepe garage met een plat dak. De achterkant van de garage valt samen met de achterkant van het huis waardoor de garage aan de voorkant 2,5 m terugvalt en de oprit dus 2,5 m dieper is dan de voortuin. Men kan eventueel ook het spiegelbeeld van het huis gebruiken met de garage aan de rechterkant.

Het appartement ligt op de zolder. Een probleem hierbij is dat er een afzonderlijke trap naar de zolder moet lopen. Deze trap geeft dus op de begane grond en de 1e verdieping een verkleining van het vloeroppervlak. Als de voordeur van het appartement in de voorgevel gekozen zou worden dan wordt hierdoor de voorkamer van het hoofdhuis 1 m smaller. Een rechte trap die in één keer omhoog loopt is ook gevaarlijk. Daarom werd ervoor gekozen dat beide voordeuren aan de linker zijkant liggen en dat de trap naar de zolder uit twee stukken bestaat die een hoek van 90° met elkaar maken.

De voorste voordeur is van het appartement. De achterste voordeur is van het hoofdhuis. De deur van het appartement gaat naar buiten open en achter deze deur ligt een klein halletje en een rechte trap die uitkomt op een vierkante overloop op de eerste verdieping. Deze trap veroorzaakt aan de bovenkant een afschuining van de woonkamer van het hoofdhuis maar dit effect is zo beperkt dat het geen invloed heeft op de ramen die aan de voorkant van het hoofdhuis kunnen worden aangebracht. De vierkante overloop ligt precies op het hart van het huis. Vanaf deze overloop loopt er een tweede trap naar de zolder in de lengterichting van het huis. De voordeur naar het hoofdhuis gaat naar binnen open zoals dat gebruikelijk is.

In eerste instantie werd een dakhoek van 45° met de horizon gekozen maar de zolder werd dan te klein om daar nog een acceptabel appartement van te maken. Er werd daarom voor een symmetrisch dak met een dakhoek van 55° gekozen. De nokhoek is daardoor 70°. Het dak begint op een hoogte van 5,6 m waardoor de vloer van de zolder op de zijmuren kan liggen. Het voordeel van een dakhoek van 55° is ook dat de opbrengst van zonnepanelen in de winter hoger is dan voor een dakhoek van 45°. Aangenomen wordt dat het dak en de buitenmuren 0,3 m dik zijn, dat de vloeren 0,2 m dik zijn en dat de binnenmuren en het plafond van de zolder 0,1 m dik zijn. De vertrekken hebben een inwendige hoogte van 2,6 m. De totale hoogte van het huis wordt ongeveer 10,2 m.

Het huis is zo gepositioneerd dat de garagekant van het dak ongeveer naar het zuiden gericht is. Op dit dak kunnen 30 zonnepanelen van 1,1 * 1,75 m met 430 W piek aangebracht worden. Deuren worden wel maar ramen worden niet aangegeven. In een later stadium zullen door een architect gedetailleerde tekeningen gemaakt moeten worden waarin de ramen wel aangegeven worden.

De achtertuin is toegankelijk via de garage of via de zijtuin. De garage en de tuinen horen bij het hoofdhuis maar men kan de huurder van het appartement ook toegang geven. Op de oprit is plaats voor twee auto's die wel achter elkaar moeten staan. Als men een deel van de voortuin opoffert, dan kunnen auto's ook naast elkaar staan.

3 Beschrijving van het hoofdhuis (zie figuur 1)

De naar de straat gerichte gevel wordt de voorkant van het huis genoemd. Een vooraanzicht van het huis net achter de voorgevel wordt gegeven links onder in figuur 1. Een bovenaanzicht van de begane grond wordt gegeven links boven in figuur 1. Een bovenaanzicht van de 1e verdieping wordt gegeven rechts onder in figuur 1. Een bovenaanzicht van de zolder wordt gegeven rechts boven in figuur 1.

De voordeur van het hoofdhuis zit dus aan de linker zijkant. De voordeur komt uit op een vierkante hal. Boven de voordeur zit een raampje om wat daglicht in de hal te geven. Aan de achterkant van de hal zit links achter de trap naar de 1e verdieping. Deze trap heeft aan de bovenkant een 90° bocht naar rechts. De hoogte van de traptrede is 0,2 m. De traphoek is 52,4° wat tamelijk vlak is. Onder deze trap zit een vaste kast. Aan de achterkant van de hal zit rechts achter een deur naar het toilet. Aan de voorkant van de hal zit de meterkast.

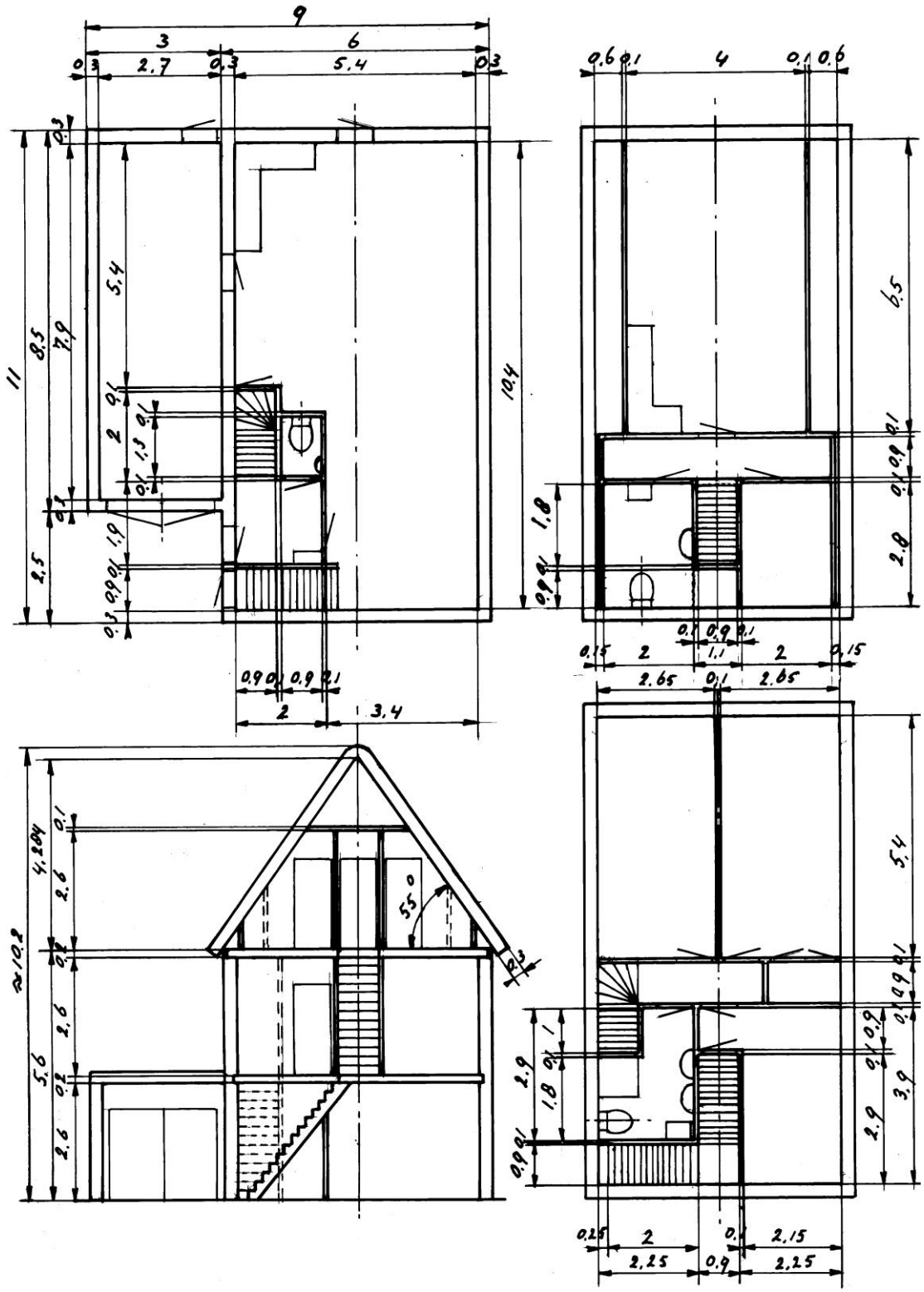
Aan de rechterkant van de hal zit een deur die uitkomt op de woonkamer met open keuken. De woonkamer is aan de voorkant 3,4 m breed en aan de achterkant 5,4 m breed. Het keukenblok ligt aan de linker achterkant. De woonkamer heeft aan de achterkant een deur naar de achtertuin. Aan de linkerkant is er een deur naar de garage. De woonkamer heeft vloerverwarming die verzorgd wordt door een warmtepomp. De 1e verdieping is onverwarmd maar er is een infrarood lamp in de douche.

De garage heeft spouwmuren en een geïsoleerd plat dak. Hierdoor is de garage eventueel ook als slaapkamer of kantoor te gebruiken. De garage is inwendig 7,9 m diep en 2,7 m breed. De garage heeft aan de voorkant twee draaideuren die totaal 2,4 m breed zijn. De garage heeft ook een deur naar de achtertuin.

De trap naar de 1e verdieping eindigt boven bij een langwerpige overloop. Deze overloop heeft aan de linker voorkant een deur naar de badkamer en aan de rechter voorkant een deur naar de kleine slaapkamer. Deze kleine slaapkamer heeft een ingebouwde kast onder de trap naar de zolder. De overloop heeft aan de achterkant twee deuren die naar slaapkamers leiden die beiden even groot zijn. De rechter slaapkamer heeft echter een grote ingebouwde kast.

4 Beschrijving van het appartement (zie figuur 1)

De voorste voordeur deur geeft toegang tot het appartement. Achter de deur ligt een klein halletje dat uitkomt op een rechte trap naar de 1e verdieping. Boven de voordeur zit een raampje. Aan het eind van de trap ligt een vierkante overloop. Men maakt op deze overloop een bocht van 90° naar links. Dan ligt er een 2e rechte trap die uitkomt op een 2e overloop op de zolder. Boven de voordeur zit een raampje. Ter plaatse van de vierkante overloop zit er ook een raampje in de voorgevel. De 2e overloop heeft aan de linker voorkant een deur naar de badkamer met douche en toilet. De douche ligt boven de vierkante overloop op de 1e verdieping. Aan de rechter voorkant ligt een deur naar de slaapkamer. De badkamer en de slaapkamer hebben aan de dakkant muurtjes die zo hoog zijn dat beide vertrekken 2 m breed zijn. De 2e overloop heeft aan de voorkant een deur naar de woonkamer. De muurtjes in de woonkamer zijn zo hoog dat de woonkamer 4 m breed is. Tegen de linker muur staat een L-vormig keukenblok. Achter de muurtjes is er eventueel nog wat bergruimte. De zolder heeft een niet begaanbaar plafond op een hoogte van 2,6 m. Het appartement heeft vloerverwarming in de woonkamer en een infrarood lamp in de douche. De kosten van de vloerverwarming zijn inbegrepen bij de huur. Het appartement heeft wel een eigen kWh-meter, een eigen watermeter en een eigen internetaansluiting.



Figuur 1 Vrijstaand huis met appartement op zolder

Het hoofdhuis heeft een grote garage maar het appartement heeft geen aparte schuur. Hiervoor zijn diverse oplossingen mogelijk. Elk appartement heeft een trapgat boven de trap naar de 1e verdieping dat naar boven doorloopt tot aan de vloer van de zolder. Aan de zoldervloer zou een elektrische lier opgehangen kunnen worden waarmee één of twee fietsen in het trapgat opgehesen kunnen worden. Men zou ook een 2 m brede en 8,5 m diep schuur kunnen maken links naast de garage. De huizen uit het plan met acht huizen op mijn grond die op 11 m brede percelen staan, zijn dan niet meer echt vrijstaand maar dat lijkt me niet erg. De achtertuin is dan ook niet meer toegankelijk vanaf de voorkant maar dat is niet erg als er een achterom gemaakt wordt.

5 Controle van het warmteverlies van het huis

Op het dak van het huis dat naar het zuiden gericht is, is plaats voor 30 zonnepanelen van 1,1 * 1,75 m met 430 W piek. Als de huizen dicht bij elkaar staan, dan komt de onderste rij in de winter echter in de schaduw van het aanliggende huis. Daarom wordt aangenomen dat er 20 zonnepanelen gebruikt worden. De zonnepanelen zijn net gekoppeld. Voorlopig wordt aangenomen dat deze zonnepanelen in staat zijn om het merendeel van de energie te leveren die nodig is voor het aandrijven van de warmtepomp in de winter. De warmtepomp levert warm water dat gebruikt wordt voor vloerverwarming. Voorlopig wordt er vanuit gegaan dat de hoofdwoning en het appartement op zolder alleen vloerverwarming hebben in de huiskamer en de open keuken. De slaapkamers, de halletjes, de overlopen, de toiletten en de garage hebben dus geen vloerverwarming. De badkamers hebben een verwarmingslamp omdat die maar kort gebruikt worden. De buitenmuren van het huis zijn echter zeer goed geïsoleerd waardoor het warmteverlies naar buiten maar beperkt is. Er is wel intern warmteverlies naar de vertrekken die geen vloerverwarming hebben omdat de tussenmuren maar dun zijn. Daardoor zullen deze vertrekken maar iets kouder worden dan de verwarmde vertrekken en dat lijkt mij toelaatbaar.

Het aantal zonnepanelen is alleen voldoende als de opbrengst van de 20 zonnepanelen in de buurt komt van het vermogen dat nodig is om de warmtepomp in de winter aan te drijven. Er treedt warmteverlies op naar de buitenlucht en naar de lucht in de kruipruimte. Eerst wordt het warmteverlies naar de buitenlucht berekend.

De zijmuren zijn 5,6 m hoog en inwendig 10,4 m lang. Het totale zijdelingse oppervlak is dus 2 * 5,6 * 10,4 = 116,5 m^2. De voor- en de achtergevel bestaan uit een rechthoekig stuk en een driehoekig stuk. Het rechthoekige stuk heeft een inwendige breedte van 5,4 m en een hoogte van 5,6 m en dus een oppervlak van 30,24 m^2. Het driehoekige stuk heeft een breedte van 6 m en een hoogte van 4,28 m en dus een oppervlak van 0,5 * 6 * 4,28 = 12,84 m^2. Het totale oppervlak van de twee gevels is dus 2 * (30,24 + 12,84) = 86,2 m^2. Een dak heeft inwendig een schuine hoogte van 5,23 m en inwendig een lengte van 10,4 m. De twee kanten van het dak hebben samen een oppervlak van 2 * 5,23 * 10,4 = 108,8 m^2. De garage maakt dat het buitenoppervlak van de linker zijmuur kleiner wordt maar de garage is onverwarmd en dit effect wordt verwaarloosd. Het totale buitenoppervlak is dus 116,5 + 86,2 + 108,8 = 311,5 m^2.

De warmtestroom Q_w (W) van het huis kan berekend worden m.b.v. formules die in Wikipedia gegeven worden onder de kop ”U-waarde”. Er geldt dat:

$$Q_w = A * \Delta T / R_w \quad (W) \qquad (1)$$

A is het totale buitenoppervlak. ΔT is het temperatuurverschil tussen binnen en buiten in °C of °K. R_w is de warmteweerstand in m^2.°K/W. De warmteweerstand is de som van de warmteweerstanden van de delen waar de muur uit bestaat, vermeerderd met een kleine waarde voor de grenslaag aan de binnen en de buitenkant van de muur. Aangenomen wordt dat het huis voorzien wordt van zeer goede dubbele beglazing en dat een gemiddelde warmteweerstand voor alle buitenvlakken van 4 m^2.°K/W gehaald wordt. Aangenomen wordt dat de gemiddelde kamertemperatuur op de begane grond, de 1^e verdieping en de zolder 19 °C is. Aangenomen wordt dat de gemiddelde buitentemperatuur in de winter 0 °C is. Het temperatuurverschil ΔT is dan 19 °C. Invulling van deze waarden in formule 5 geeft dan dat Q_w = 311,5 * 19 / 4 = 1480 W.

Er zal ook warmteverlies door de vloer van de begane grond optreden en met name door dat deel van de vloer waar vloerverwarming ligt. Het warmteverlies door het deel van de vloer waar geen vloerverwarming ligt wordt verwaarloosd. De vloer is voorzien van een kruipruimte en zeer goede isolatie onder de vloeren met een R_w van 4 m^2. °K/W. Aangenomen wordt dat de temperatuur van de vloer 28 °C is en dat de temperatuur van de lucht in de kruipruimte 13 °C is. Dus ΔT = 15 °C. Het oppervlak van het deel van de vloer waar vloerverwarming is aangebracht is ongeveer 48 m^2. Invulling van deze waarden in formule 1 geeft dat Q_w = 180 W. De totale warmtestroom is dus 1480 + 180 = 1660 W.

Aangenomen wordt dat het huis voorzien is van geforceerde ventilatie met terugwinning van de retourwarmte en dat hier ook nog eens 140 W verloren gaat. Het totale warmteverlies is dan ongeveer 1800 W. Als het systeem voorzien is van een warmtepomp met een COP-waarde van 4, dan is voor dit warmteverlies een elektrisch vermogen van 1800 / 4 = 450 W nodig.

Aangenomen wordt dat er op elk huis 20 zonnepanelen van 430 W piek liggen. Het totale piekvermogen is dus 8600 W piek = 8,6 kW piek. De opbrengst van deze zonnepanelen hangt af van de oriëntatie van het dak t.o.v. het zuiden en van de maand. In tabel 1 van mijn notitie: “Opbrengst van zonnepanelen op het zuiden afhankelijk van de dakhoek en de maand” wordt voor elke maand de opbrengst in kWh gegeven voor vijf verschillende dakhoeken en voor een piekvermogen van 10 kW. In deze notitie is te zien dat het voor de wintermaanden gunstig is dat een tamelijk grote dakhoek van 55° gekozen is.

In mijn voormalige notitie: “Ideeën over realisatie van acht bouwpercelen in Boskant” wordt op elk perceel het beschreven vrijstaande huis met een appartement op zolder geplaatst. Deze huizen zijn zo geplaatst dat de linkerkant van het dak een hoek van ongeveer 23° maakt met het zuiden. Voor deze huizen wordt nu de opbrengst per maand bepaald voor 8,6 kW piek. De berekeningen werden uitgevoerd met behulp van de website van PVGIS Europe die als link heeft:
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. Je kunt ook de dakhoek ofte wel de hellingshoek (slope) en de scheefhoek t.o.v. het zuiden (azimuth) invullen. Als je dan klikt op het blok “Vizualize results” dan krijg je een staafdiagram met de opbrengst per maand in kWh. Als je de cursor op de staaf houdt, dan wordt de opbrengst in kWh gegeven. De opbrengst werd afgelezen voor elke maand en afgerond op 1 kWh. De opbrengst wordt gegeven in de 2e kolom van tabel 1.

maand	**Opbrengst kWh**	**Opbrengst Wh**	**Aantal uren per maand**	**Gemiddeld vermogen (W)**
januari	338	338000	744	454
februari	472	472000	672	762
maart	792	792000	744	1065
april	1015	1015000	720	1410
mei	1033	1033000	744	1388
juni	1005	1005000	720	1396
juli	984	984000	744	1323
augustus	932	932000	744	1253
september	828	828000	720	1150
oktober	614	614000	744	825
november	389	389000	720	540
december	280	280000	744	376

Tabel 1 Opbrengst in KWh en gemiddeld vermogen in W van 20 zonnepanelen van 430 W piek met een dakhoek van 55° en een scheefhoek t.o.v. het zuiden van 23°

In de 2e kolom van tabel 1 is te zien dat de maand december de ongunstigste maand is met een opbrengst van slechts 280 kWh. Ook januari is ongunstig met een opbrengst van 338 kWh. Het gemiddelde vermogen in W kan bepaald worden door de opbrengst in Wh te delen door het aantal uren in de maand. Voor maart werd aangenomen dat deze maand 28 dagen heeft. De andere maanden hebben 30 of 31 dagen. Het resultaat van de berekening wordt gegeven in de 5e kolom van tabel 1.

In de tabel 1 is te zien dat het gemiddelde vermogen in december maar 376 W is, dus nog minder dan het piekvermogen van één zonnepaneel. In december kunnen 20 zonnepanelen van 340 W piek niet eens het benodigde vermogen van de warmtepomp leveren. Omdat er behalve de warmtepomp ook nog andere apparaten zijn die elektriciteit verbruiken, zal in december zeker energie ingekocht moeten worden. November en januari zijn ook nog ongunstig. Het vermogen dat in februari opgewekt wordt is 762 W. Het benodigde vermogen voor het aandrijven van de warmtepomp is 450 W en we houden dus in februari al 312 W over voor andere elektrische apparatuur.

Het is wel zo dat als het in februari hard vriest, dat dan de gemiddelde buitentemperatuur lager is dan 0 °C en dat daardoor het temperatuurverschil groter wordt waardoor het warmteverlies ook groter wordt. Maar als het vriest, schijnt de zon vaak en wordt de opbrengst van de zonnepanelen weer hoger. In februari kan er op bepaalde koude mistige dagen toch energie ingekocht moeten worden. Voor de andere maanden wordt de berekening veel gunstiger omdat de gemiddelde buitentemperatuur hoger wordt dan 0 °C en omdat de zonnepanelen dan ook veel meer opleveren.

De salderingsregeling wordt waarschijnlijk in 2025 geheel opgeheven waardoor men daarna veel minder voor een geleverde kWh terug krijgt dan men voor een afgenomen kWh moet betalen. Het is dus belangrijk dat de zaak zo aangestuurd wordt dat er maximaal energie aan de warmtepomp wordt toegevoerd en minimaal energie aan het net terug geleverd wordt. De uitgevoerde berekeningen zijn tamelijk grof en het gaat om gemiddelde vermogens. Een goed geïsoleerd huis heeft niet alleen weinig warmteverlies maar het heeft, vanwege de vloerverwarming, ook een grote warmtecapaciteit. Het huis kan daarom de dagelijkse fluctuaties van de energie die uit de zonnepanelen komt opvangen zonder dat dit tot grote temperatuursveranderingen in het huis leidt. Maar als er in de winter langdurig weinig zon is dan kan het toch voorkomen dat er behoorlijk wat energie aan het net onttrokken moet worden. Het lijkt mij nodig om de berekeningen nog een keer nauwkeuriger door een specialist te laten uitvoeren als het huis uitgetekend is.

Een nadeel van zonnepanelen is dat de opbrengst maximaal is in de zomer midden op de dag terwijl de behoefte aan energie maximaal is in de winter wanneer het donker is en de zonnepanelen dus helemaal niets opleveren. Dagelijkse fluctuaties kunnen opgevangen worden met een accu maar een extreem grote accu is nodig om het overschot in de zomer voor de winter op te slaan. Een windturbine heeft de grootste opbrengst in de winter omdat het dan het hardst waait en hij kan ook ’s nachts een opbrengst hebben. De opbrengst van een windturbine sluit daarom veel beter aan bij de vraag, vooral als er elektrisch verwarmd wordt. Ik raad niet aan om elk huis zijn eigen windturbine te geven maar één windturbine met een rotordiameter van 10 m en een torenhoogte van 24 m zal in de winter voor acht huizen toch een behoorlijke aanvulling geven op de opbrengst van de zonnepanelen.

Stel we gebruiken de VIRYA-10 windturbine die beschreven wordt in het openbare rapport KD 715. Dit rapport is te bekijken op mijn website onder het menu KD-reports. De P_{el}-V kromme van deze windturbine wordt gegeven in figuur 7 of KD 715. Het gebruik van deze windturbine in combinatie met de acht vrijstaande huizen uit deze notitie wordt beschreven in hoofdstuk 7 van KD 715. Als de aanname over de windsnelheid juist is, dan is deze windturbine in staat om in december de energie voor de warmtepompen van alle acht huizen te leveren. De opbrengst van de zonnepanelen kan dan gebruikt worden voor de overige elektrische apparaten.

Ik ben werktuigbouwkundig constructeur en geen architect. De in figuur 1 gegeven tekeningen zijn alleen bedoeld om een indruk te geven van een huis dat geschikt is voor bewoning door twee gezinnen en niet om het huis werkelijk mee te bouwen. Een architect zal het huis verder moeten detailleren en moeten nagaan of de door mij gekozen indeling van de vertrekken en trappen in overeenstemming is met de bouwvoorschriften.