ing. Adriaan Kragten, Sint-Oedenrode 14-7-2025, herzien 23-7-2025

Ideeën over een bouwvergunningvrij bijgebouw met vijftien zonnepanelen

1 Inleiding

Er is in Nederland een gigantische woningnood wat als gevolg heeft dat de huur- en de koopprijzen van huizen zeer hoog geworden zijn. Eén van de oorzaken hiervan is dat het voor een particulier zeer lastig is om een bouwvergunning te verkrijgen om op eigen grond te kunnen bouwen. Onder bepaalde condities is het echter wel mogelijk om zonder bouwvergunning een bijgebouw te plaatsen. Hierover wordt informatie gegeven op o.a. de website: www.bouwadviesshop.nl. Op de home page van deze website scroll je helemaal omlaag en je klikt dan onderaan bij Verbouwen op Bijgebouw en dan op "Wanneer heb je een vergunning voor een bijgebouw nodig?" of "Hoe groot mag een bijgebouw zijn?". Ook al heb je geen vergunning nodig, dan nog moet het huis voldoen aan het bouwbesluit wat wil zeggen dat een bouwtekening en constructieberekeningen nodig zijn.

Het bijgebouw mag niet gebruikt worden voor permanente bewoning maar het mag de functie van een garage, schuur of tuinhuisje hebben. Ik ben er niet zeker van of het gebruikt mag worden voor tijdelijke bewoning zoals het geval is bij een vakantiewoning of een mantelzorgwoning en ik neem daarom voorlopig aan dat het niet verboden is om in de woning een badkamer met toilet, douche en wastafel en in de woonkamer een aanrecht met keukenkastjes aan te brengen.

Nieuwe woonhuizen krijgen momenteel geen gasaansluiting meer en moeten daarom 's winters elektrisch verwarmd worden. Dit kan met een warmtepomp en vloerverwarming, met een airco of met een infrarood lamp. Een airco kan verwarmen en koelen en heeft ook een warmtepomp waardoor de opbrengst voor een bepaald elektrisch vermogen veel hoger is dan die van een infrarood lamp. Om niet alle benodigde energie te moeten inkopen, worden zonnepanelen op het huis of in de achtertuin geplaatst. Het idee is nu om een goedkoop bijgebouw te ontwerpen dat behalve dat het geschikt is als vakantiewoning, ook de optimale afmetingen heeft voor de plaatsing van zonnepanelen. De opbrengst van de zonnepanelen wordt niet alleen gebruikt voor de verwarming van het bijgebouw maar ook voor de verwarming van het hoofdgebouw en daarom is een behoorlijk aantal panelen nodig. Er wordt vanuit gegaan dat het bijgebouw zodanig gepositioneerd kan worden dat de voorgevel ongeveer naar het zuiden gericht is.

Over de opbrengst van zonnepanelen heb ik diverse notities geschreven die te vinden zijn op mijn website onderaan het menu KD-reports. De invloed van de dakhoek en de maand wordt getoond in figuur 1 van de notitie: "Opbrengst van zonnepanelen op het zuiden afhankelijk van de dakhoek (slope) en de maand". In deze figuur is te zien dat de opbrengst in december het laagst is voor alle dakhoeken en dat een behoorlijk grote dakhoek vereist is om in de winter een nog enigszins acceptabele opbrengst te krijgen. Als de salderingsregeling vervalt in 2027 dan is s' zomers opgewekte energie haast niets meer waard als het teruggeleverd wordt aan het net. Bij elektrische verwarming is de behoefte juist het hoogst in de winter wanneer de energie duur is. Dit houdt in dat de dakhoek zo groot mogelijk gekozen moet worden.

De opbrengst van zonnepanelen kan vergroot worden door dubbelzijdige panelen toe te passen die tegen een wit vlak geplaatst worden. Een deel van het op de voorkant van het paneel vallende licht gaat door het paneel heen, reflecteert dan op het witte vlak en verlicht dan de achterkant van het paneel. Ik weet niet hoeveel de opbrengst hierdoor groter wordt dan de opbrengst van enkelzijdige panelen maar dubbelzijdige panelen worden steeds gangbaarder en zijn haast niet meer duurder dan enkelzijdige panelen. Meer hierover is te vinden op Wikipedia Bifacial solar cells en op blz. 4 van mijn notitie: "Opbrengst van zonnepanelen met een dakhoek van 75°, 80°, 85° en 90° in december en juni afhankelijk van de stand t.o.v. het zuiden (azimuth)".

Het beschreven bijgebouw is bedoeld om een indruk te geven van een gebouw dat aan de genoemde doelstellingen voldoet. Er is niet gecontroleerd of de indeling door de gemeente geaccepteerd wordt en of het voldoet aan het bouwbesluit. Er zullen zeker nog gedetailleerde bouwtekeningen en sterkteberekeningen gemaakt moeten worden.

2 Beschrijving van het bijgebouw (zie figuur 1 en 2)

In mijn notitie: “Ideeën over een bouwvergunningvrij bijgebouw met twintig zonnepanelen” van 12-7-2025 worden tien dubbelzijdige zonnepanelen toegepast op de wit geschilderde voorgevel en tien dubbelzijdige zonnepanelen op het witte naar het zuiden gerichte deel van het dak. Dit dak heeft een dakhoek van 15°. Deze optie heeft de volgende nadelen.

1 Het is niet mooi als de gehele voorgevel bedekt is met zonnepanelen.
2 Als de gehele voorgevel bedekt is met zonnepanelen dan kunnen daar geen ramen zitten.
3 Omdat deze panelen tamelijk laag zitten, is er kans dat zij snel in de schaduw van andere bebouwing of beplanting komen.
4 Er is ook meer kans dat zij beschadigd worden dan voor panelen op het dak.
5 Bij het gebruik van dubbelzijdige panelen moet de muur wit geschilderd worden.
6 Omdat de opbrengst van de tien panelen op de muur sterk verschilt van de opbrengst van de tien panelen op het dak, zijn waarschijnlijk twee inverters nodig.
7 Bij een dakhoek van 15° is geen apart plafond nodig maar je kijkt dan wel tegen de balken van het dak en je hoort regendruppels waarschijnlijk duidelijk op het dak vallen.

In deze nieuwe notitie wordt een alternatief bekeken waarbij de lengte en de breedte van het gebouw en de indeling van de vertrekken gelijk blijft maar waarbij een wit zadeldak toegepast wordt met een dakhoek van 45°. Op de naar het zuiden gerichte deel van het dak worden vijftien dubbelzijdige zonnepanelen geplaatst. Bij een zadeldak mag de nok van het dak niet hoger zijn dan 5 m en bij die hoogte moet het hart van het huis minimaal 4,25 m vanaf de perceelgrens liggen. Er wordt nu wel een plafond aangebracht.

Het aantal toegepaste zonnepanelen is zo groot dat aansluiting op het net via een 3-fasen inverter nodig is. Gekozen wordt voor vijftien panelen van 1,1 m * 1,75 m en 430 W piek. Het piekvermogen geldt voor één kant. Er zijn dubbelzijdige panelen waarvan het gecombineerd rendement bijna 100 % is wat betekent dat de opbrengst bijna even hoog is als de opbrengst van twee vrij opgestelde enkelzijdige panelen die met de achterkant tegen elkaar gezet worden. Plaatsing van een dubbelzijdig paneel tegen een wit vlak is wel veel ongunstiger dan een vrije opstelling.

Het gebouw krijgt een breedte van 9 m en een diepte van 4,5 m. Het totale bestreken oppervlak is 40,5 m^2. De muren zijn van gemetselde stenen met een breedte van ongeveer 0,1 m. Aan de binnenkant van de muren zit een isolatielaag met een harde toplaag zodat de totale dikte van de muur 0,2 m wordt. De voor- en de achtermuur zijn 2,6 m hoog.

De zonnepanelen worden geplaatst in drie rijen van vijf met de lange zijde horizontaal. De totale breedte van een rij wordt dan 8,75 m en de totale schuine hoogte van drie rijen wordt dan 3,3 m. De zonnepanelen liggen symmetrisch t.o.v. het hart van de voorkant wat inhoudt dat de zijkant van de buitenste panelen 0,125 m van de zijkant van de zijmuren van het huis ligt. De onderkant van de panelen valt samen met de onderkant van het dak. De voordeur voor het getekende ontwerp zit aan de rechter zijgevel maar men kan ook het spiegelbeeld bouwen met een voordeur aan de linker zijgevel.

Het dak bestaat uit achttien sandwichpanelen met een steenwolvulling met elke een lengte van 3,5 m. Er zijn diverse fabricaten en leveranciers van sandwichpanelen maar voorlopig werd gekozen voor het fabricaat Joris Ide omdat hierbij zeer veel keus is uit het gekozen profiel, het materiaal van de vulling, de totale dikte van het paneel en de kleur. Voorlopig wordt gekozen voor het type JI Vulcasteel Roof met een dikte van de steenwolvulling van 100 mm. Dit profiel heeft aan de bovenkant ribbels elke 0,25 m. Info over deze panelen wordt gevonden via: www.joriside.com – Onze producten – Sandwichpanelen – JI Vulcasteel Roof. Als men onderaan de pagina van dit type paneel bij Downloads klikt op Technische fiche dan krijgt men gedetailleerd informatie over de belastbaarheid afhankelijk van de dikte en de afstand tussen de liggers waar het paneel op gemonteerd wordt. Als men onderaan klikt op Tekeningen JI Vulcasteel Roof dan kan men in de download voor de gekozen dikte een pdf tekening aanklikken waarop men kan zien hoe het profiel er precies uitziet en dat het gemonteerd wordt met lange schroeven en kappen op de ribbels. Als men na Onze producten klikt op Toebehoren dan krijgt men info over allerhande producten bedoeld voor de afwerking.

De inwendige maten van het huis hangen af van de dikte van de buitenmuren. Bij een totale dikte van de buitenmuren van 0,2 m zijn de inwendige afmetingen van het huis 0,4 m kleiner dan de uitwendige afmetingen. Er wordt van uitgegaan dat de binnenmuren een dikte hebben van 0,1 m.

De sandwichpanelen die voor het dak gebruikt worden hebben een werkende breedte van 1000 mm = 1 m en een werkelijke breedte van 1079 mm = 1,079 m. Als negen panelen naast elkaar gelegd worden dan wordt de totale breedte dus 9,079 m. Omdat het gebouw 9 m breed is betekent dit dat het dak aan de linker- en de rechterkant nog ongeveer 40 mm buiten de muren uitsteekt. De achttien panelen liggen op vier houten gordings en één houten nokbalk en deze balken moeten dus aan weerszijden ook 40 mm buiten de muren uitsteken. De totale lengte van de balken wordt hiermee 9,08 m. Balken van deze lengte zijn waarschijnlijk moeilijk te verkrijgen maar men kan ook een naad aanbrengen die precies op het hart van de muur valt tussen de woonkamer en de slaapkamer. De steek van de balken is ongeveer 1,3 m. De belastbaarheid van de sandwichpanelen met een dikte van 100 mm is dan ongeveer 3,42 kN/m^2 wat toch erg hoog is.

De lengte van de panelen is 3,5 m. Een paneel steekt dan over een schuine lengte van ongeveer 0,32 m uit buiten de muur. Een dakgoot lijkt niet nodig als er een tuin aan de voorkant en de achterkant ligt. De nok wordt afgedicht met steenwol en een plaat met randen die 45° omgezet zijn. Er moet nog uitgezocht worden hoe de randen van het dak het best afgewerkt kunnen worden. Er moet ook nog uitgezocht worden hoe de zonnepanelen het best aan het dak bevestigd kunnen worden.

Omdat het dak een dakhoek van 45° heeft, is nu wel een plafond nodig. Voorlopig wordt ervoor gekozen om hier negen sandwichpanelen type JI Vulcasteel Roof voor te gebruiken maar nu met een dikte van de steenwolvulling van 0,05 m. De overspanning is het grootst voor de woonkamer. De binnenmaat tussen de stenen van de muur is 4,3 m. Aangenomen wordt dat de panelen een lengte hebben van 4,4 m. De stalen ribbels aan de bovenkant moeten afgeschuind worden onder 45° want anders komen de hoeken tegen de dakpanelen aan. De platen liggen gewoon los op de stenen van de muren. De belastbaarheid wordt maar gegeven tot een overspanning van 2,2 m en is daarvoor 1,56 kN/m^2. Bij een puntlast in het midden neemt het buigend moment evenredig toe met de lengte en de belastbaarheid neemt dan omgekeerd evenredig af met de lengte. Bij een overspanning van 4,3 m is de belastbaarheid dan 1,56 * 2,2 / 4,3 = 0,8 kN/m^2. Dit is niet veel en het is daarom niet zinnig om het plafond boven de woonkamer begaanbaar te maken. Daarbij komt ook nog dat de doorbuiging in het midden evenredig is met de derde macht van de lengte en het plafond zou dan bij belasting ver doorbuigen. Het plafond wordt belast door het eigen gewicht van de panelen maar de belasting en doorbuiging die hierdoor ontstaat, is maar gering.

De overspanning tussen de stenen achtermuur van de slaapkamer en de badkamer en de muur tussen deze kamers en de hal is 3,1 m. Dit geeft een belastbaarheid van 1,56 * 2,2 / 3,1 = 1,11 kN/m^2. Dit is nog redelijk. De doorbuiging is ook aanzienlijk minder dan bij de woonkamer. Daarom is het zinnig om de zolder boven de slaapkamer en de badkamer wel toegankelijk te maken. Dit kan met een luik boven de hal. De zolder heeft een 0,8 m breed en 0,8 m hoog raampje in de rechter zijgevel. Als men deze zolder betreedt, dan moet men tussen de ribbels stappen die bovenop de panelen zitten maar als men alleen op de zolder komt om wat overbodige spullen op te slaan dan lijkt mij dat geen bezwaar. Als deze panelen ook wit zijn dan heeft men meteen een wit plafond. De plafondpanelen moeten geplaatst worden voordat de dakpanelen geplaatst worden.

De voordeur ligt aan de rechter zijkant. De voordeur heeft een raam aan de bovenkant. De voordeur komt uit op een hal die 4,4 m breed en 1 m diep is. Het oppervlak van de hal is 4,4 m^2. De hal heeft aan de linkerkant de meterkast en een kapstok.

Aan de rechterkant van deze hal ligt eerst de deur naar de badkamer die 1,8 m breed en 3 m diep is. Het oppervlak van de badkamer is 5,4 m^2. De badkamer heeft een douche, een toilet en een wastafel. Naast de douche is plaats voor een wasmachine. Tegenover de wastafel is plaats voor een kastje. De badkamer heeft een klein 0,6 m breed raampje aan de achterkant naast de douche.

De tweede deur aan de rechterkant van de hal komt uit op de slaapkamer die 2,5 m breed en 3 m diep is. Het oppervlak van de slaapkamer is 7,5 m^2. Er is plaats voor een tweepersoonsbed en een linnenkast. Men kan eventueel ook links en rechts eenpersoons stapelbedden plaatsen zodat er vier personen kunnen slapen als het huis als vakantiewoning gebruikt wordt. De slaapkamer heeft een 1,2 m breed vierkant raam aan de achterkant.

Aan de achterkant van de hal ligt de deur naar de woonkamer die 4,1 m breed en 4,1 m diep is. Het oppervlak van de woonkamer is 16,8 m^2. Aan de rechterkant ligt het 1,8 m brede aanrecht met daaronder drie ingebouwde keukenkastjes en daarboven één los keukenkastje. De woonkamer heeft een groot 2,4 m breed raam in de linker zijgevel, een klein vierkant 1,2 m breed raam boven het aanrecht in de achtergevel en een 1,6 m breed raam in de voorgevel. Het totale nuttige oppervlak van alle vertrekken samen is 34,1 m^2 wat toch niet gek is. De buitenmuren en de muur tussen de woonkamer en de slaapkamer lopen door tot aan de sandwichpanelen van het dak maar zijn net iets lager zodat de panelen alleen dragen op de balken. De muur tussen de badkamer en de slaapkamer loopt door tot aan het plafond. De kier tussen de buitenmuren wordt afgekit.

De isolatie van de zijmuren loopt door totaan de nok van het dak. De afstand tussen de linker zijmuur en de muur tussen de woonkamer en de slaapkamer is daardoor 4,1 m. Voor het plafond boven de woonkamer zijn daardoor vier hele platen nodig en een 0,1 m breed stuk van een vijfde plaat. De afstand tussen de rechter zijmuur en de muur tussen de woonkamer en de slaapkamer is 4,4 m. Voor het plafond boven deze kamers zijn daardoor vier hele platen en een 0,4 m breed stuk van een vijfde plaat nodig. Men heeft dus totaal negen platen nodig maar één plaat moet in stukken geknipt worden

Als men bij Tekeningen de pdf tekening van de gekozen plaatdikte aanklikt, dan krijgt men een tekening waarop de ribbel waaronder steenwolvulling zit, aan de linkerkant zit. Onder de ribbel aan de rechterkant zit geen steenwol en deze ribbel valt over de meest linkse ribbel van de volgende plaat. Aan de onderkant zit links een rand en rechts een groef die in elkaar vallen.

De plaat die tegen de linker zijmuur komt, heeft de ribbel waaronder steenwol zit, aan de linkerkant. De rand die aan de onderkant zit, wordt in de isolatie van de muur gedrukt zodat de plaat aan de linkerkant strak aansluit op de muurisolatie. Boven de woonkamer is aan de rechterkant dan nog een 0,1 m breed stuk nodig met een ribbel waar steenwolvulling onder zit aan de linkerkant.

De plaat die tegen de rechter zijmuur komt, heeft de ribbel waaronder steenwol zit, aan de rechterkant. De rand die aan de onderkant zit, wordt in de isolatie van de muur gedrukt zodat de plaat aan de rechterkant strak aansluit op de muurisolatie. Boven de slaapkamer is aan de linkerkant dan nog een 0,4 m breed stuk nodig met een waaronder steenwol zit aan de rechterkant. Dit 0,4 m brede stuk kan weggelaten worden boven de hal maar het gat wat hierdoor ontstaat, is erg smal als men de ribbel waaronder geen steenwol zit, van de aanliggende plaat laat zitten. Er moet daarom van de aanliggende plaat nog een zodanig stuk afgeknipt worden dat deze plaat boven de hal vier ribbels heeft. De plaat is daar dan 3 * 0,25 + 0,08 = 0,83 m breed en het gat wordt daardoor 0,4 + 0,17 = 0,57 m breed en 1 m diep. Dit zou voldoende moeten zijn om doorheen te kruipen en spullen op de zolder te zetten als er een ladder in de hal gezet wordt. Voor het plaatsen van de ladder moet wel de deur van de hal naar de woonkamer open gezet worden. Het gat wordt normaal afgesloten met een luik.

Bij de sandwichpanelen van het dak moet ook rekening gehouden worden met de kant van het paneel waarvan onder de ribbel steenwolvulling zit. Als men deze kant voor beide kanten van het dak bij de linker zijmuur kiest, dan zit de kant van het paneel waarvan onder de ribbel geen steenwolvulling zit, bij de rechter zijmuur. De platen worden voor alle vijf ribbels aan de eronder liggende balk bevestigd. Er zijn dus totaal vijftien schroeven per plaat. Onder de buitenste ribbel bij de rechter muur zal een stevige vulling van bijvoorbeeld Roofmate aangebracht moeten worden om te voorkomen dat deze ribbel omlaag gedrukt wordt als de schroef aangedraaid wordt.

Een rechter zijaanzicht net achter de zijgevel wordt gegeven in figuur 1. Een vooraanzicht en een bovenaanzicht van de begane grond worden gegeven in figuur 2.

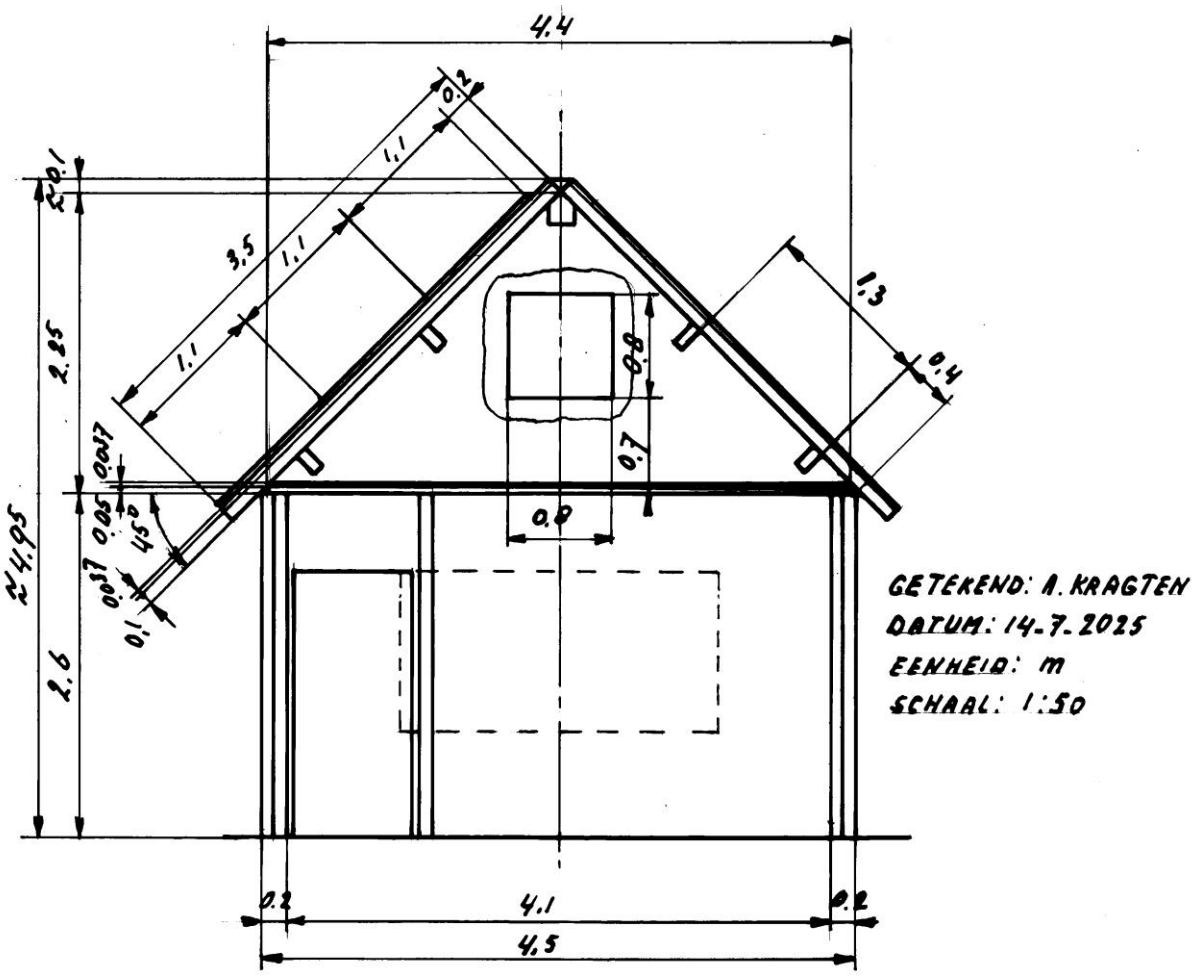
De optie met 20 zonnepanelen is goedkoper omdat een kleiner dak en geen plafond wordt toegepast. Hij is echter duurder omdat meer zonnepanelen worden toegepast en omdat waarschijnlijk twee inverters nodig zijn. De opbrengst van de zonnepanelen is wel hoger, vooral in de winter. De optie met 15 zonnepanelen vind ik veel mooier omdat er geen zonnepanelen op de voorgevel zitten en omdat de dakhoek 45° is. Er is een extra raam voor de woonkamer in de voorgevel. Ook heeft deze optie een begaanbare zolder boven de slaapkamer en de badkamer. Ik geef aan deze optie daarom de voorkeur.

Als men de opbrengst van de zonnepanelen in de winter te laag vindt, dan zou men toch ook nog zonnepanelen met een dakhoek van 90° op de voorgevel kunnen leggen. Er is aan die kant van het dak dan wel een dakgoot nodig omdat opspattend water de panelen snel vies zou maken. Er blijft dan niet meer genoeg hoogte over om twee panelen met de korte zijde boven elkaar te plaatsen. Stel dat er links van het raam twee en rechts van het raam vier panelen geplaatst worden met de lange zijde rechtop. Als de onderkant van de panelen 0,45 m vanaf de fundering ligt, dan ligt de bovenkant van de panelen op een hoogte van 2,2 m en dus 0,2 m hoger dan de bovenkant van het raam.

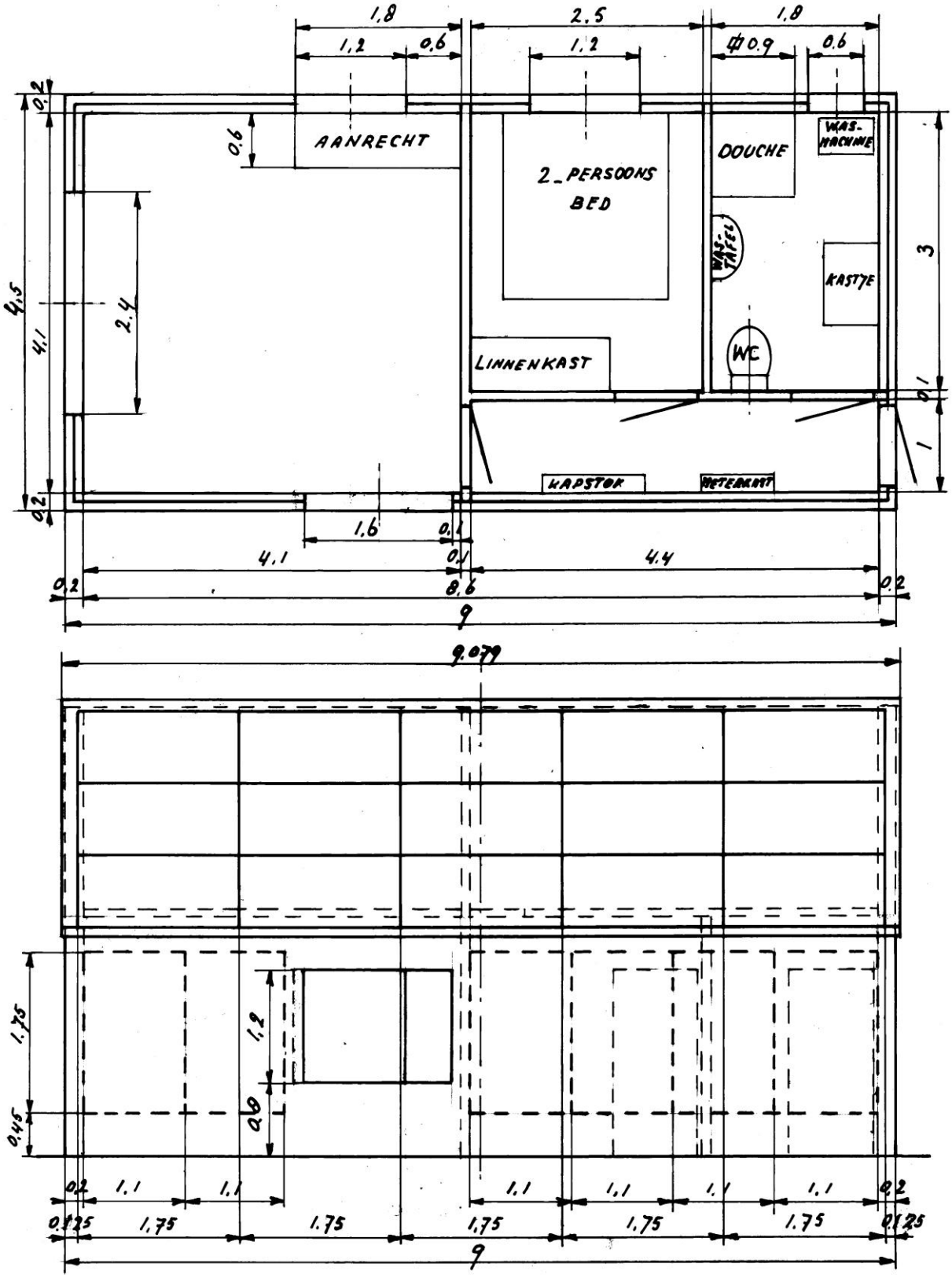
Voor de in figuur 2 getekende positie van het raam kan berekend worden dat de beschikbare ruimte links van het raam 2,6 m is en rechts van het raam 4,8 m is. Twee panelen zijn samen 2,2 m breed en vier panelen zijn samen 4,4 m breed. Stel dat de panelen 0,2 m vanaf de zijmuren gelegd worden. Links van het raam blijft dan 0,2 m over en rechts van het raam blijft dan ook 0,2 m over. Dit ziet er toch heel aardig uit. De zes zonnepanelen op de voorgevel worden gestippeld weergegeven in figuur 2.

De opbrengst van de achterkant van de panelen is het hoogst als de muur onder de panelen wit geverfd wordt. Men kan de gehele voormuur wit verven maar daardoor verandert de aanblik van het huis. Het wit verven van alleen het deel van de muur onder de panelen is lastig en men kan de wat lagere opbrengst bij een niet wit geverfde muur ook gewoon accepteren.

De opbrengst van zonnepanelen is het hoogst in december voor een dakhoek van 75° maar voor een dakhoek van 90° is hij maar weinig lager. Er is nu wel een groot verschil in de opbrengst en de opgewekte spanning tussen de vijftien panelen op het dak en de zes panelen op de voorgevel. Het kan zijn dat hierdoor twee inverters nodig zijn maar of dat werkelijk nodig is, moet nog nagegaan worden.



Figuur 1 Rechter zijaanzicht



Figuur 2 Vooraanzicht (onder) en bovenaanzicht begane grond (boven)

3 Berekeningen uitgevoerd aan de zonnepanelen

Op de naar het zuiden gerichte kant van het dak zitten vijftien zonnepanelen. De panelen zijn 1,75 m breed, 1,1 m hoog en hebben een vermogen van 430 W piek. Dit piekvermogen geldt voor de voorkant van het paneel. De achterkant ontvangt licht dat dwars door het paneel heen dringt en dat reflecteert via het witte dak. Voor de berekeningen wordt ervan uitgegaan dat er alleen panelen op het dak zitten.

Ik heb niet kunnen vinden hoeveel licht de achterkant ontvangt. Voorlopig wordt er daarom van uitgegaan dat de opbrengst van de achterkant 20 % is van die van de voorkant. Het totale piekvermogen van één paneel wordt dan 1,2 * 430 = 516 W. Het totale piekvermogen van vijftien panelen wordt dan 15 * 516 = 7740 W = 7,74 kW.

Berekeningen aan zonnepanelen die op het zuiden staan werden uitgevoerd in mijn notitie: “Opbrengst van zonnepanelen op het zuiden afhankelijk van de dakhoek (slope) en de maand”. In deze notitie werden de berekeningen uitgevoerd voor dakhoeken van 15°, 30°, 45°, 60°, 75° en 90°. De berekeningen werden uitgevoerd voor 10 kW piek. De opbrengst in december is het hoogst voor een dakhoek van 75° maar voor een dakhoek van 45° is hij in december maar een factor 0,91 lager dan voor een dakhoek van 75°. De opbrengst in juni is het hoogst voor een dakhoek van 15° maar voor een dakhoek van 45° is hij in juni ook maar een factor 0,91 lager dan voor een dakhoek van 15°. Een dakhoek van 45° is daarom een acceptabele keuze. Als de salderingsregeling in 2027 is komen te vervallen dan is de ’s zomers opgewekte energie haast niets waard als je terug wilt leveren aan het net. In de zomer moet je het opgewekte vermogen dus eigenlijk zelf gebruiken wat het beste kan als je een grote stationaire accu of een elektrische auto hebt.

De opbrengst wordt nu eerst voor december, dan voor maart en dan voor juni berekend en hierbij wordt er vanuit gegaan dat de panelen precies op het zuiden staan. De in de notitie gegeven vermogens moeten dus vermenigvuldigd worden met een factor 7,74 / 10 = 0,774. De opbrengst van zonnepanelen is het laagst in december en december valt in de winter wanneer de warmtebehoefte groot is. Er wordt vanuit gegaan dat beide woningen voorzien zijn van een airco met warmtepomp in de woonkamer. De woningen worden dus elektrisch verwarmd of gekoeld.

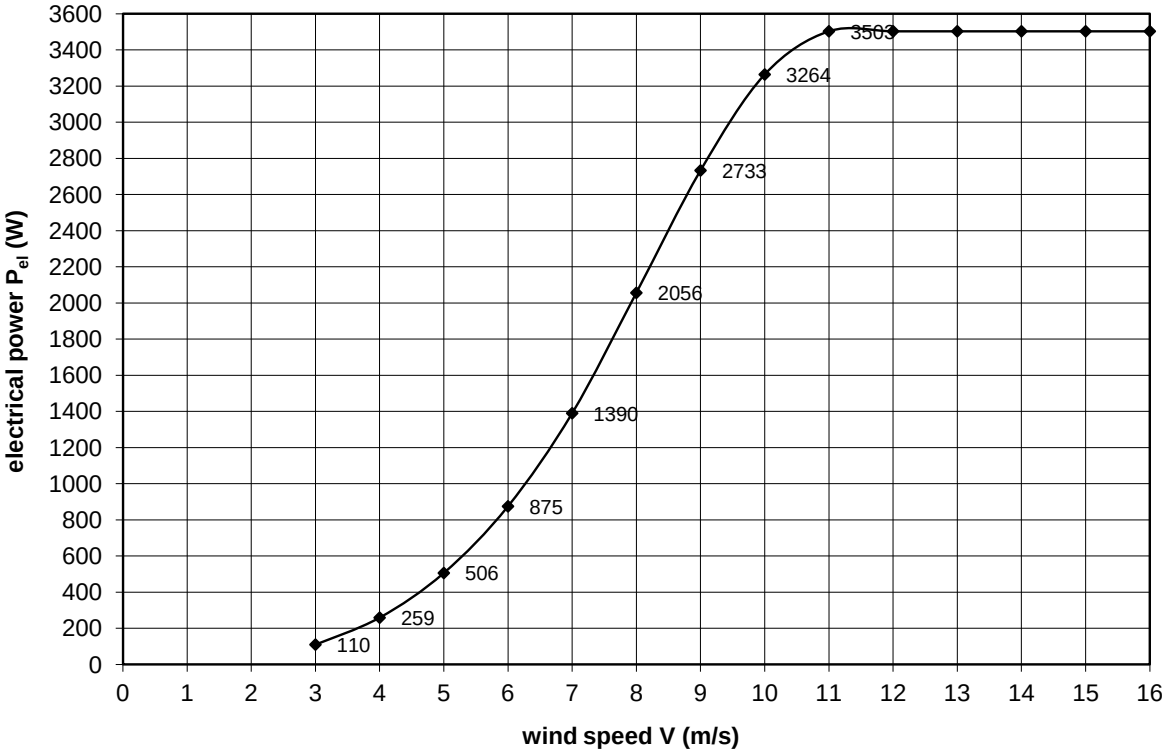
In tabel 2 van de notitie is af te lezen dat voor 10 kW piek het geleverde gemiddelde vermogen in december 434 W is voor een dakhoek van 45°. Voor 7,74 kW piek is het geleverde gemiddelde vermogen dan 0,774 * 434 = 336 W. Als een warmtepomp gebruikt wordt met een COP-waarde van 4, dan wordt in december dus gemiddeld 4 * 336 = 1344 W aan warmte opgewekt. Er is weinig kans dat de vakantiewoning in december gebruikt wordt en dit vermogen is dan dus geheel beschikbaar voor de verwarming van het hoofdgebouw. Of dit genoeg is hangt af van het temperatuursverschil tussen binnen en buiten en van de isolatie. Het warmteverlies van het hoofdgebouw in de winter moet nog berekend worden en ik vermoed dat er in december nog wel een bepaald tekort zal zijn waardoor er in december energie ingekocht zal moeten worden. Maar in maart is de situatie al een stuk gunstiger.

In tabel 2 van de notitie is af te lezen dat voor 10 kW piek het geleverde gemiddelde vermogen in maart 1254 W is voor een dakhoek van 45°. Voor 7,74 kW piek is het geleverde gemiddelde vermogen dan 0,774 * 1254 = 971 W. Als een warmtepomp gebruikt wordt met een COP-waarde van 4, dan wordt in maart dus gemiddeld 4 * 971 = 3884 W aan warmte opgewekt. Dit is bijna drie keer zo veel als in december. Maar in maart is het meestal lang niet zo koud als in december en niet al het opgewekte vermogen zal dan voor verwarming nodig zijn zodat er meer over blijft voor andere elektrische apparatuur.

In tabel 2 van de notitie is af te lezen dat voor 10 kW piek het geleverde gemiddelde vermogen in juni 1595 W is voor een dakhoek van 45°. Voor 7,74 kW piek is het geleverd gemiddelde vermogen dus 0,774 * 1595 = 1235 W. In juni is er geen verwarming nodig en het gehele vermogen kan dus zelf gebruikt worden, opgeslagen worden in een losse accu of in de accu van een elektrische auto of gedeeltelijk teruggeleverd worden aan het net op het ogenblik dat de terugleververergoeding acceptabel is. Omdat in beide huizen airco’s gebruikt worden kan het vermogen in de zomer ook gebruik worden voor koeling.

4 Toevoeging van een VIRYA-5B3 windturbine

De opbrengst van de vijftien zonnepanelen in december is maar beperkt. Stel nu eens dat we een VIRYA-5B3 windturbine toevoegen. De ontwerpberekeningen van deze windturbine worden gegeven in het openbare rapport KD 710. De P_{el}-V kromme wordt gegeven in figuur 8 van KD 710 en deze figuur werd gekopieerd als figuur 3.



Figuur 3 P_{el}-V kromme VIRYA-5B3 windturbine

De P_{el}-V kromme geeft de elektrische opbrengst als functie van de momentane windsnelheid op de hoogte van de rotoras. De VIRYA-5B3 heeft een torenhoogte van 12 m. Voor Nederland bestaat een windkaart waar de gemiddelde jaarlijkse windsnelheid gegeven wordt voor een hoogte van 10 m voor open terrein. Stel nu eens dat we uitgaan van mijn woonplaats Boskant Meierijstad. Hiervoor is jaarlijkse gemiddelde windsnelheid ongeveer 4 m/s. De gemiddelde windsnelheid in december is wat hoger dan de jaarlijkse gemiddelde windsnelheid en stel dat deze 4,5 m/s is op 12 m hoogte. Omdat de energie in de wind toeneemt met de derde macht van de windsnelheid, is het vermogen voor een bepaalde gemiddelde windsnelheid hoger dan het vermogen voor dezelfde constante windsnelheid.

Stel dat de P_{el}-V kromme hierdoor voor december afgelezen mag worden voor een windsnelheid van 5 m/s. In december is het gemiddelde vermogen dan 506 W. Dit is een factor 506 / 336 = 1,506 hoger dan de opbrengst van de zonnepanelen. Het gezamenlijke vermogen van de windturbine en de zonnepanelen is 506 + 336 = 842 W. Het totale oppervlak van de zonnepanelen is 15 * 1,75 * 1,1 = 28,875 m^2 en het vermogen is dus 336 / 28,875 = 11,64 W / m^2. Het bestreken rotoroppervlak van de windturbine is $\pi/4 * 5^2$ = 19,635 m^2 en het vermogen is dus 506 / 19,635 = 25,77 W / m^2. Dit is een factor 25,77 / 11,64 = 2,21 hoger dan dat van de zonnepanelen.

Stel dat de P_{el}-V kromme voor juni afgelezen mag worden voor een windsnelheid van 4 m/s. In juni is het gemiddelde vermogen dan 259 W. Dit is een factor 259 / 1235 = 0,210 lager dan de opbrengst van de zonnepanelen. Het gezamenlijke vermogen van de windturbine en de zonnepanelen is 259 + 1235 = 1494 W. Het totale oppervlak van de zonnepanelen is 28,875 m^2 en het vermogen is dus 1235 / 28,875 = 42,77 W / m^2. Het bestreken rotoroppervlak van de windturbine is 19,635 m^2 en het vermogen is dus 259 / 19,635 = 13,19 W / m^2. Dit is een factor 13,19 / 42,77 = 0,31 lager dan dat van de zonnepanelen. De bijdrage van de windturbine is dus vooral belangrijk in de winter wanneer de benodigde energie voor verwarming hoog is en de opgewekte energie daardoor veel waard is.