

2020

# Tiny House



Lieke Middag en Ilse Ekkelkamp  
CSG Reggesteyn | NV6B | R. Rauhé |  
Natuurkunde  
14-2-2020

## Inhoudsopgave

Samenvatting.....	2
Voorwoord.....	2
Inleiding .....	2
Methode .....	4
Resultaten.....	5
Energie opwekken .....	5
Binnenklimaat.....	7
Isolatie .....	7
Luchtdicht .....	11
Verwarming .....	11
Ventilatie.....	12
Waterverbruik.....	13
Energieverbruik.....	16
Energieopslag.....	21
Ontwerp.....	23
Conclusie & discussie .....	27
Wat kan je zelf doen? .....	28
Toekomst .....	28
Reflectie .....	29
Literatuurlijst .....	29
Bijlagen .....	39
Bijlage 1: Interview met Herro de Roest.....	39
Bijlage 2: Interview met Harry Olthof.....	42
Bijlage 3: Interview met Jan-Willem van der Male .....	45
Bijlage 4: Logboek .....	46
Bijlage 5: Ontwerp .....	52

## Samenvatting

Een groot probleem dat op dit moment wereldwijd speelt is klimaatverandering. Regeringen van verschillende landen zullen nu en in de toekomst moeten samenwerken om deze klimaatverandering tegen te gaan. Er speelt echter nog een probleem, wat in de huizenmarkt ligt. Het aantal starters is aan het groeien, wat betekent dat er meer behoefte is aan betaalbare huizen voor één of twee personen. Om deze beide problemen op te kunnen lossen zullen er duurzame en kleinere huizen gebouwd moeten worden. Een Tiny House is hiervoor geschikt.

Het doel van dit onderzoek is om te achterhalen hoe een Tiny House voor twee personen duurzaam kan zijn. Hiervoor is de volgende onderzoeksvraag opgesteld: Hoe ziet een duurzaam Tiny House voor twee personen eruit als er vooral gefocust wordt op de techniek van het Tiny House? Onder techniek wordt hier verstaan welke producten worden gebruikt en hoe bepaalde systemen werken.

Om een antwoord op deze onderzoeksvraag te kunnen geven zijn vijf verschillende gebieden van duurzaamheid onderzocht: het binnenklimaat, het energieverbruik, het waterverbruik, de manieren van energie opslaan en de manieren van energie opwekken. Verder zijn er drie interviews afgenomen. Uit dit onderzoek is voortgekomen dat PVT warmtepomppanelen de beste manier zijn om energie op te wekken. Verder is Isobooster het beste isolatiemateriaal. Bovendien kan het energie- en waterverbruik beperkt worden door alleen apparaten en sanitair te kiezen die echt noodzakelijk en energie- of waterbesparend zijn. Tot slot is nog uit het onderzoek voortgekomen dat de Tesla Powerwall het beste is om energie op te slaan.

Op basis hiervan wordt aanbevolen om een Tiny House op bovenstaande manier te verduurzamen. Eventueel vervolgonderzoek zou zich kunnen richten op de prijzen van alle duurzame maatregelen.

## Voorwoord

Wij willen graag gebruik maken van dit voorwoord om een aantal mensen te bedanken. Eerst onze begeleider, Remco Rauhé, die ons goed heeft begeleid bij het maken van dit profielwerkstuk. Daarnaast willen wij ook Rik Ekkelkamp bedanken voor het beschikbaar stellen van de middelen om tot een goed ontwerp te komen. Bovendien willen wij Herro de Roest, Harry Olthof, Jan-Willem van der Male en de medewerkers van de bedrijven Triple Solar en Brink Climate Systems bedanken voor het bereid zijn om onze vragen te beantwoorden. Tenslotte willen wij de medewerkers van CSG Reggesteyn, onze families en onze vrienden bedanken voor de steun, motivatie en begeleiding bij dit profielwerkstuk. Wij hopen dat iedereen dit werkstuk met plezier en interesse zal lezen.

## Inleiding

Ongeveer 20 jaar geleden begon de Tiny House Movement in Amerika. Toen werd Jay Shafer bekend met zijn Tiny House op wielen. Velen raakten geïnteresseerd in deze manier van leven en wilden er meer over weten. Na de orkaan Katrina in 2005 en de instorting van de economie in 2008 zijn veel mensen hun huizen verloren en het werd steeds lastiger voor starters om een betaalbare woning te vinden. Dit was de aanleiding voor velen om een Tiny House te bouwen. De beweging werd langzaam groter en kwam uiteindelijk ook in Europa. Shafer introduceerde het Tiny House op wielen, maar dit is niet de enige vorm van een Tiny House. Er zijn namelijk ook vaststaande Tiny Houses, die nog wel met enkele andere netwerken verbonden zijn, zoals het waternetwerk of het riool. Er zijn veel verschillende vormen, maar de maximale oppervlakte van een Tiny House blijft altijd hetzelfde. Deze varieert tussen de 15 m<sup>2</sup> en 50 m<sup>2</sup>. Origineel was deze oppervlakte niet meer dan 15 m<sup>2</sup>. De bedoeling van een Tiny House is om eenvoudiger en bewuster te leven en een kleinere ecologische voetafdruk achter te laten. Dat laatste is ook het verschil tussen een Tiny House en andere kleine woonvormen: een Tiny House is gericht op duurzaamheid.

Niet iedereen vindt een Tiny House geschikt om in te wonen. Sommigen vinden het niet geschikt dat een Tiny House weinig ruimte heeft en minder comfortabel is om in te wonen. Een Tiny House is het beste voor een één- of tweepersoonshuishouden, maar in een wat groter Tiny House, dat ongeveer een oppervlak van 50 m<sup>2</sup> heeft, zou een gezin met weinig kinderen ook kunnen wonen. Een ander nadeel is dat er bij een Tiny House op wielen rekening moet worden gehouden met het gewicht, omdat daar een maximum aan verbonden zit. Er zijn echter ook veel voordelen van een Tiny House. De belangrijkste voordelen van een Tiny House zijn dat het veel minder geld kost, er een kleinere ecologische voetafdruk wordt achtergelaten en men bewuster gaat leven. [26, 74, 95, 96, 103, 138, 139, 149, 150, 158]

Onderzoek naar Tiny Houses is erg van belang. Er is de laatste 150 jaar sprake van een versterkt broeikas-effect. Dit houdt in dat warmte langer wordt vastgehouden in de atmosfeer van de aarde. Door dit versterkte broeikas-effect treedt er klimaatverandering op. Het gevolg hiervan is dat de gemiddelde temperatuur op aarde aan het stijgen is, wat zorgt voor ernstige gevolgen. Zo zijn ecosystemen aan het veranderen, onder andere door het uitsterven van soorten, en is het ijs op aarde aan het smelten. Dat laatste zorgt voor een stijging van de zeespiegel met overstromingen als gevolg. Dit geeft al aan hoe belangrijk het is om duurzaam te leven, maar het is niet de enige reden. Tegenwoordig zijn er veel meer mensen die alleen of met z'n tweeën willen leven. Deze personen zijn op zoek naar een kleiner en betaalbaarder huis. Veel huizen zijn echter gemaakt voor (grotere) gezinnen en zijn dus groter en duurder. Om dit probleem in de huizenmarkt op te lossen is een Tiny House nodig. Deze nemen namelijk niet veel ruimte in, zijn goedkoper en nog belangrijker: ze kunnen gemakkelijk energieneutraal worden gemaakt. Als Tiny Houses op grote schaal gebouwd zullen worden, los je dus (grotendeels) het probleem in de huizenmarkt op en wordt klimaatverandering teruggedrongen. [30, 68, 98]

Wij hebben voor dit onderwerp gekozen, omdat wij beide geïnteresseerd zijn in duurzaamheid. Bovendien hebben wij veel contact met mensen die in de bouwsector werken, wat zeer geschikt bleek te zijn om dit profielwerkstuk tot stand te brengen. Verder is één van ons aan het overwegen om een studie te kiezen die binnen de bouwsector valt. De laatste reden waarom wij voor dit onderwerp hebben gekozen is dat wij beide het vak Natuurkunde hebben, wat goed aansluit op het onderwerp en onze interesses.

De vraag die we aan de hand van dit onderzoek en dit verslag hebben beantwoord, is als volgt: Hoe ziet een duurzaam Tiny House voor twee personen eruit als er vooral gefocust wordt op de techniek van het Tiny House? Onder techniek wordt hier verstaan welke producten worden gebruikt en hoe bepaalde systemen werken. Wij hebben bij ons onderzoek naar het Tiny House gekeken naar vijf verschillende gebieden: het binnenklimaat, het waterverbruik, het energieverbruik, de energieopslag en het opwekken van energie. Bij ons onderzoek hebben we niet gekeken naar de kosten van alle apparaten en materialen, aangezien dit elders een beperking voor het onderzoek zou vormen. Onze focus heeft vooral gelegen op het energieverbruik en het opwekken van energie. Daarom hebben we ervoor gekozen om niet alle voorzieningen van de overheid uit te sluiten. Onder deze voorzieningen valt een aansluiting op het waternetwerk en het riool. Om tot een goed eindresultaat te komen, hebben we verschillende deelvragen opgesteld:

- Wat is een Tiny House?
- Wat zijn de voor- en nadelen van een Tiny House?
- Welke soorten duurzame energie zijn er?
- Wat zijn de voor- en nadelen van de verschillende soorten duurzame energie?
- Hoe kun je energie het beste opwekken?
- Wat is het beste isolatiemateriaal?
- Wat is een goede manier om je huis te verwarmen?
- Hoe kan je het watergebruik beperken?

- Wat is het waterverbruik in liter per jaar van een 2-persoonshuishouden in een Tiny House?
- Wat is het energieverbruik in kilowattuur per jaar van een 2-persoonshuishouden in een Tiny House?
- Hoe kun je energie het beste opslaan?

We hebben eerst gekeken naar de beste manier van energie opwekken. Vervolgens hebben we ons gericht op het binnenklimaat en het waterverbruik. Tot slot hebben wij gekeken naar het energieverbruik en hoe je energie het beste op kan slaan. We hebben drie verschillende personen geïnterviewd om tot meer informatie te komen. Om te bepalen wat de beste oplossingen waren, hebben we verschillende waardes met elkaar vergeleken en aannames moeten maken.

Dit profielwerkstuk is uit de volgende onderdelen opgebouwd: een uitgebreide beschrijving van onze methode, de resultaten van ons onderzoek, de conclusie en discussie, de reflectie, de literatuurlijst en de bijlagen.

## Methode

Wij hebben eerst contact opgenomen Herro de Roest en Harry Olthof. We hebben gekozen om interviews af te nemen, omdat dit de meest effectieve manier was om de informatie te verkrijgen die nodig was. Het eerste interview was met Herro de Roest en het tweede interview met Harry Olthof. Een tijd na deze interviews hebben we contact opgenomen met Jan-Willem van der Male, onze derde geïnterviewde.

Om te bepalen op welke manier we onze energie op gaan wekken hebben we eerst op een rijtje gezet welke soorten duurzame energie er zijn. Vervolgens hebben we gekeken op welke manier je hier elektriciteit uit op kan wekken. Met behulp van de voor- en nadelen van elke soort hebben we bepaald welke vorm wij gaan gebruiken voor het Tiny House. Daarnaast hebben we bekeken hoe we het beste aan warmte kunnen komen en of dit ook te combineren valt. Als laatste hebben wij een systeem uitgekozen en daar een korte beschrijving van gegeven.

Voor het binnenklimaat zijn we begonnen met het uitzoeken van een geschikt isolatiemateriaal. We hebben hierbij verschillende soorten isolatiemateriaal met elkaar vergeleken en gekeken welke het beste bij ons Tiny House past. Daarna hebben we gekeken naar manieren om het huis lucht dicht af te sluiten om te eindigen met het uitzoeken van een goed verwarmingssysteem en ventilatiesysteem.

Zodra dit onderdeel klaar was, zijn we begonnen aan het onderdeel 'water'. Dit onderdeel hebben wij op dezelfde manier aangepakt als het onderdeel 'energieverbruik', maar we hebben de verschillende waterverbruikers aan de hand van andere gegevens vergeleken.

Wij hebben het onderdeel 'energieverbruik' als volgt aangepakt: eerst hebben wij gekeken naar welke huishoudelijke apparaten ons echt noodzakelijk leken. Verder hebben we op internet verschillende soorten van elk van de noodzakelijke, huishoudelijke apparaten opgezocht, die voldoen aan de eisen die wij hebben gesteld. Vervolgens hebben we de verschillende soorten per apparaat vergeleken op basis van bepaalde gegevens, zoals energieverbruik en grootte.

Voor het onderdeel energieopslag hebben wij als eerst gekeken naar hoeveel elektriciteit we op willen slaan. Daarna hebben wij uitgezocht wat er allemaal voor nodig is om elektriciteit op te kunnen slaan en waarmee we dit het beste kunnen doen.

Tot slot hebben we tijdens het onderzoek verschillende aannames moeten maken om berekeningen en vergelijkingen uit te kunnen voeren. Belangrijke aannames waren het stellen van een onbepert

budget, het bepalen van hoe lang de bewoners van een Tiny House weg zijn (8 uur per dag van maandag tot en met vrijdag) en het bepalen van welke gebieden onderzocht moeten worden.

## Resultaten

*In dit onderdeel worden de vijf verschillende gebieden aan de orde gesteld: energie opwekken, het binnenklimaat, het waterverbruik, het energieverbruik en de energieopslag. Bovendien wordt aan het einde van dit onderdeel het ontwerp getoond.*

### Energie opwekken

*Om te beginnen met het ontwerpen van ons Tiny House is het van belang dat we weten hoe we aan energie komen. Aangezien wij voor ons huisje geen gebruik gaan maken van de elektriciteit- en gasvoorzieningen is het van belang dat we onze eigen energie op gaan wekken. In dit hoofdstuk vindt je welke soorten duurzame energie er zijn en welke wij gaan gebruiken voor ons Tiny House.*

Om te beginnen zijn er verschillende soorten energie, grijze en groene energie. Grijze energie wordt verkregen uit fossiele brandstoffen. Het grote nadeel van deze energie is dat het erg slecht is voor het milieu. Omdat wij een duurzaam Tiny House willen ontwerpen gaan wij gebruik maken van groene energie, die ook wel duurzame energie wordt genoemd. Duurzame energie is energie waar je voor onbeperkte tijd over kan beschikken, waarbij het leefmilieu en de mogelijkheden voor toekomstige generaties niet worden benadeeld. Er zijn twee soorten energie nodig voor het Tiny House: warmte en elektriciteit. Deze worden beide op verschillende manieren opgewekt. Om te kijken welke vorm wij het beste kunnen gebruiken is het handig om eerst op een rijtje te zetten welke soorten duurzame energie er zijn waar je elektriciteit en warmte uit kan halen. [42, 46,]

De vier voorkomende duurzame energie vormen waar je elektriciteit mee op kan wekken zijn: zonne-energie, windenergie, energie uit water en geothermische energie. Elke vorm van duurzame energie heeft zijn eigen manier om er elektriciteit mee op te wekken. De energie die elk van deze soorten vasthoudt wordt gebruikt om elektriciteit op te wekken. [12, 42, 46, 156]

Om te beginnen met zonne-energie. Zonne-energie maakt gebruik van het zonlicht om energie om te zetten in elektriciteit. Met zonnepanelen wordt het zonlicht omgezet in elektriciteit via PV-cellen. Bij een zonnetoren wordt lucht opgewarmd door de warmte van de zon. Deze lucht stijgt in de toren omhoog langs een windturbine, de winturbine zet weer een generator aan waardoor er stroom opgewekt wordt. Als laatste heb je nog foto-elektrochemische cellen. Deze cellen kunnen zonlicht direct gebruiken om water te ontleden in waterstof en zuurstof. Als je vervolgens deze twee stoffen met elkaar laat reageren, komt er elektriciteit vrij.

Een groot voordeel van zonne-energie is dat het overal ter wereld toe te passen is. Ook is de zon een goede bron om je water op te warmen en om je huis te verwarmen. Het nadeel is dat het geen constante bron is. Zo is er bijvoorbeeld 's nachts geen zon en in de winter schijnt de zon maar een paar uur. [47, 54, 67, 146, 167]

Ten tweede kan er energie gewonnen worden uit de wind. Een windturbine wordt gebruikt om met behulp van de kracht van de wind een elektrische generator aan te drijven en zo elektriciteit op te wekken. Dit wordt bijvoorbeeld gedaan bij een windmolen, waar de wind de wieken rond laat draaien om op die manier de elektrische generator aan te drijven.

Een voordeel van windenergie is dat er relatief weinig wind voor nodig is om energie op te wekken. Een nadeel is dat het niet altijd waait en een windmolen neemt veel ruimte in beslag. Daarnaast maken ze ook nog geluid wat overlast kan veroorzaken. [145, 161]

Daarbij heb je ook nog elektriciteit uit water. Bij waterkracht wordt er elektriciteit opgewekt uit de beweging van water langs een turbine. Dit kan door hoogteverschil, waarbij een stuwdam of

natuurlijke waterval wordt gebruikt. Ook kan dit door het verschil in getijden, waar het verschil in waterhoogte via turbines in elektrische energie wordt omgezet. En als laatste kan dit door gebruik te maken van de golven van zee, waarbij er energie wordt gewonnen uit de snel wisselende waterhoogte op zee. Naast het gebruik van de beweging van water wordt ook het verschil in zoutconcentratie tussen zeewater en zoetwater. Hier wordt gebruikt gemaakt van osmose waar het water van het zoete water via een membraam naar het zoute water gaat. Dit membraam komt onder druk te staan en die druk kan gebruikt worden om een turbine aan te drijven en op die manier elektriciteit op te wekken. Als laatste heb je nog de vorm die gebruikt maakt van het natuurlijke temperatuurverschil in de oceaan om elektriciteit te genereren.

Een voordeel van elektriciteit uit water is dat het erg betrouwbaar is en constant. Het water stroomt altijd. Echter een nadeel van elektriciteit uit water is dat je beschikking moet hebben over stromend water of een zee. [19, 58, 59, 63, 118]

Als laatste heb je ook nog thermische energie. Bij thermische energie wordt gebruikt gemaakt van de warmte van de aarde. Hier wordt er water of een andere vloeistof in de aardbodem gepompt, deze wordt daar zo warm dat het omgezet wordt in damp. Deze damp drijft over een turbine de stroomgenerator aan en wekt zo elektriciteit op.

Het voordeel van thermische energie is dat het overal beschikbaar is. Je hoeft maar een gat in de grond te boren en je kan erbij. Ook is het onafhankelijk van het weer en dus altijd beschikbaar. Een nadeel van thermische energie is dat er risico's zijn op aardbevingen en op verontreiniging van grondwater. [5, 6, 57]

Wij kiezen ervoor om onze elektriciteit op te wekken met zonnepanelen. Dit omdat we geen ruimte hebben voor een windmolen en geen water in de buurt hebben. Daarnaast kiezen we niet voor thermische energie omdat je daarvoor diep de grond in moet boren en die pomp relatief veel ruimte in beslag neemt.

Daarnaast moeten we ook ons huis verwarmen. Hier zijn ook verschillende duurzame oplossingen voor. Zo kan je gebruik maken van aardwarmte om je huis en water te verwarmen, van de zon met behulp van zonnecollectoren of je zou alles elektrisch kunnen doen.

Er zijn ook verschillende systemen die het opwekken van warmte en elektriciteit combineren. Omdat er in een Tiny House niet veel ruimte is, kiezen wij voor zo'n gecombineerd systeem. Omdat we onze elektriciteit op willen wekken met zonne-energie zijn wij uitgekomen bij pvt-panelen. Dit zijn zonnepanelen die zowel elektriciteit als warmte geven. We hebben gekeken naar verschillende pvt-systemen en zijn toen uitgekomen bij het pvt-systeem van Triple Solar. [69, 122, 123, 148]

Het Triple Solar-systeem maakt het mogelijk om het Tiny House op duurzame wijze van warmte, warm tapwater en elektriciteit te voorzien. Daarnaast kan dit systeem ook als er geen zon is energie opwekken. Dit kan doordat het paneel behalve uit zon- en daglicht ook heel goed warmte kan winnen uit de buitenlucht. Hierdoor kan, in combinatie met een warmtepomp, ook 's nachts gratis warmte, voor warm water en het verwarmen van het huis, uit het paneel onttrokken worden. Daarnaast zorgt het water wat de warmte verplaatst naar de warmtepomp, dat het paneel niet te warm wordt. Hierdoor krijg je een hoger rendement, waardoor je dus meer aan je panelen hebt. [75, 148]

Het Triple Solar systeem bestaat uit PVT warmtepomp panelen en een brine/water warmtepomp. De voorkant van de panelen bestaat uit fotovoltaïsche cellen die zonlicht omzetten in elektriciteit. De achterkant is een warmte wisselaar. Die zorgt, samen met de warmtepomp, voor verwarming en warm water. Door koperen leidingen van de warmtewisselaar aan de achterzijde van het warmtepomppaneel stroomt een koelvloeistof, glycol. Glycol neemt de omgevingswarmte op en

geleidt die naar de warmtepomp. In de warmtepomp geeft de glycol de warmte weer af aan het water wat opgeslagen wordt in een boiler. In het hoofdstuk binnenklimaat gaan we verder in op hoe de woning verwarmd wordt. [75]

## Binnenklimaat

*In dit hoofdstuk bekijken we verschillende aspecten die komen kijken bij een geschikt binnenklimaat, zoals goede isolatie, verwarming en ventilatie.*

### Isolatie

Voor een huis is isolatie erg belangrijk, vooral als je een energiezuinig huis wilt hebben. Met isolatie zorg je dat de temperatuur in huis relatief gelijk blijft. Het grote voordeel hiervan is dat je minder hoeft te verwarmen of te koelen. Een ander voordeel van isolatie is dat het geluid dempend is, het wordt stiller in huis. Dit zorgt voor een stijging van het wooncomfort. Zo heb je minder last van bijvoorbeeld langsrijdende auto's, grasmaaiende burens of het feestje wat een paar huizen verderop gegeven wordt. Daarnaast is een goede isolatie ook belangrijk voor een goede gezondheid. Als je woning niet goed geïsoleerd bestaat de kans dat de warme binnenlucht gaat condenseren. Dit levert vocht in de wanden op, waardoor er schimmels en huisstofmijten ontstaan. Deze beestjes zorgen voor stoffen in de lucht waar mensen allergisch voor kunnen zijn of worden, wat kan leiden tot benauwdheid, astma, eczeem, jeuk en verkoudheidsklachten. [43, 77]

Er zijn verschillende soorten isolatiemateriaal. Je kunt ze grofweg in 3 categorieën verdelen: hard en zacht isolatiemateriaal en isolatiemateriaal gebaseerd op stilstaande lucht en reflectie. Sommige isolatiematerialen hebben een reflecterende laag. Deze laag vermindert warmteverlies door de reflectie van warmte op de warme zijde en zorgt dat de koele zijde niet veel warmte uitstraalt en de kou terug gereflecteerd wordt. [43]

Om uit te zoeken wat het beste isolatiemateriaal is voor een Tiny House zijn er een paar dingen belangrijk. Ten eerste mag het isolatiemateriaal niet te dik zijn. Aangezien je beperkte ruimte hebt wil je niet met muren van een meter dik zitten. Daarnaast wil je een zo hoog mogelijke isolatie waarde hebben. De isolatiewaarde wordt bepaald aan de hand van de dikte van het materiaal en het isolerend vermogen, de lambda waarde. Het derde punt is daarom ook een zo'n laag mogelijke lambda waarde. De lambda waarde geeft aan hoe goed een materiaal de warmte geleid, deze wil je dus zo laag mogelijk hebben. [43, 77]

Voor elke vorm van isolatie hebben we het meest toegepaste merk gebruikt. Aangezien we voor ons Tiny House geen dik pak isolatie in de muren willen hebben, hebben we voor elke soort de waarden bij 100mm bekeken.

Allereerst de zachte isolatiematerialen:

1. Vlasisolatie: Isovlas PN bouwisolatie [61]
2. Steenwol met reflectie: Rockwool Rockfit premium silver [125]
3. Steenwol zonder reflectie: Rockwool rockfit premium [124]
4. Glaswol met reflectie: Isover Multimax 30 ultra [104]
5. Glaswol zonder reflectie: Isover Mupan plus [105]
6. Stro: tarwestro [129]
7. Schuimisolatie: Icyenne H2Foam lite plus [64]

Soort	1	2	3	4	5	6	7
Lambda waarde (W/mk)	0,035	0,033	0,033	0,030	0,033	0,049	0,0355
Isolatiewaarde (m <sup>2</sup> K/W)	2,86	3,6	3	3,33*	3,03*	2,04*	2,82*
Reflectie	nee	ja	nee	ja**	nee	nee	nee
Bijzonderheden	ecologisch	x	x	x	x	ecologisch	sputbaar

Tabel 1: vergelijking harde isolatiematerialen

\* berekend aan de hand van de lambda waarde ( $d/\lambda$ )

\*\*Doordat er geen isolatiewaarde bekend was is er in de waarde geen rekening gehouden met reflecterende eigenschappen.

De harde materialen + gebaseerd op folie en stilstaande lucht.

1. EPS: EPS platen [51]
2. Pir: Pir platen [119]
3. Isolatiefolie: Iso booster T2 [28]

Soort	1	2	3
Lambda waarde (W/mk)	0,036	0,022	x*
Isolatiewaarde(m <sup>2</sup> K/W)	2,75	4,54	5,9
Reflectie	nee	ja	ja
Bijzonderheden	x	x	gebaseerd op lucht, geluidsisolatiewaarde van 20,4 dB

Tabel 2: vergelijking zachte isolatiematerialen

\* Doordat isolatiefolie gebaseerd is op reflectie is er geen lambda waarde bekend

Bij materiaal zonder reflectie gaat het erom dat het zo "moeilijk mogelijk" is voor de warmte om door het materiaal te gaan. De lucht wordt ingesloten tussen de vezels en moleculen waardoor het niet kan circuleren en dus ook geen extra warmte kan afgeven. Deze vorm van isolatiemateriaal wordt ook wel absorberend isolatiemateriaal genoemd. Reflecterend isolatiemateriaal straalt de warmte als infrarood straling direct terug en zorgt voor een droge luchtlaag bij je muur. Wij zijn meer fan van terug stralen, omdat je zo een aangename warmte en luchtkwaliteit krijgt. Wij kiezen daarom voor een isolatiemateriaal met reflectie. [78, 80, 135]



Figuur 1: verschil absorberend en reflecterend isolatiemateriaal

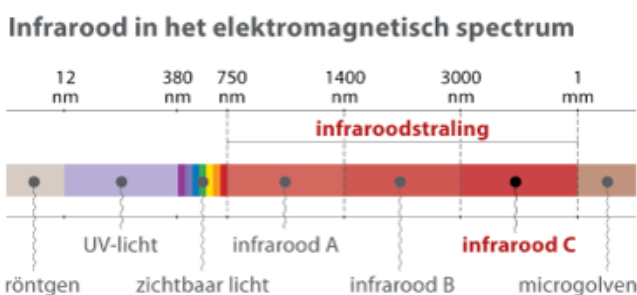
In het geval van de zachte isolatiematerialen vallen de isolatiematerialen vlas, glaswol zonder reflectie, steenwol zonder reflectie, stro en schuimisolatie af, omdat ze geen reflectie hebben. Verder willen we een zo'n laag mogelijke lambda waarde en een zo'n hoog mogelijke isolatiewaarde. De lambda en isolatiewaarde van glaswol met reflectie zijn in beide gevallen de beste, zie tabel 1. Als we dus gebruik zouden maken van een zacht isolatiemateriaal zouden we gaan voor de glaswol met reflectie.

Als we dan kijken naar de harde isolatiematerialen valt als eerste EPS weg, omdat deze geen reflectie heeft. Aangezien er van het isolatiefolie geen lambda waarde bekend is, kijken we alleen naar de isolatiewaarde, omdat deze ook het belangrijkste is. Uit tabel 2 blijkt dan dat de isolatiewaarde van isolatiefolie aanzienlijk hoger is dan de isolatiewaarde van PIR. Hieruit volgt dat voor de harde en folie isolatiematerialen het isolatiefolie het beste uit de test komt.

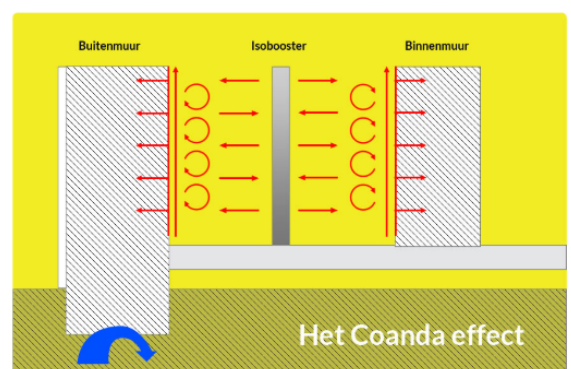
Als we dan vervolgens de gegevens van glaswol met reflectie en isolatiefolie vergelijken komt eruit dat in ons geval isolatiefolie het beste isolatiemateriaal is. Aangezien isolatiefolie ook geschikt is om daken en vloeren mee te isoleren gaan we dit materiaal ook gebruiken als dak- en vloerisolatie, zodat er overal het zelfde principe gebruikt wordt, die een hoog isolerend vermogen heeft.

Het principe achter het isolatie folie wat wij gebruiken, IsoBOOSTER, is gebaseerd op droge lucht en het reflecterende vermogen van aluminium. Het folie weerkaatst warmte, de infrarode straling. Infrarode straling is een band in het elektromagnetische spectrum die ligt tussen zichtbaar licht en microgolven, denk aan de magnetron. In tegenstelling tot andere energiegolven, wordt thermische infrarood straling niet door de lucht geabsorbeerd, maar doorgelaten. De straling blijft intact totdat het door een object of oppervlak wordt geabsorbeerd. Er gaat dus geen energie verloren (de straling zwakt niet af). [78]

Daarnaast brengt de warmtereflectie watermoleculen in trilling en zorgt voor verdamping. Warme, vochtige lucht beweegt zich via oppervlaktes naar boven, het Coanda-effect. Dit zorgt voor een herhaling van dit effect door een continue luchtstroom. Warme vochtige lucht stijgt op terwijl de droge lucht blijft hangen doordat het zwaarder is. Vocht is een goede warmte geleider, droge lucht is dus een goede isolator, die tot twee keer minder warmte doorgeeft. Ook je muur blijft droger, waardoor het beter isoleert. [78]



Figuur 2: elektromagnetisch spectrum



Figuur 3: het coanda effect

Aangezien het huis niet alleen uit muren bestaat moeten we ook kijken naar ramen en deuren.

Via de ramen verlies je veel warmte, daarom is het goed om glas te hebben dat zo weinig mogelijk warmte doorlaat. Er zijn verschillende soorten glas; enkel, dubbel en trippel. Daarnaast zijn er nog verschillende bewerkingen van het glas. Om stralingswarmte tegen te gaan wordt er tegenwoordig een HR-coating op aangebracht. Dit is een dun metaallaagje die nauwelijks waarneembaar is en het

zichtbare licht voor het grootste deel doorlaat. Hoe beter dit metaallaagje werkt, hoe beter de isolatiewaarde.

Naast de HR-coating is de isolatiewaarde afhankelijk van de spouwbreedte, de ruimte tussen de 2 glaslagen. Ook de stof waarmee de spouw opgevuld is heeft een effect op de isolatiewaarden. Om het verschil in werking en isolatievermogen aan te duiden wordt het *HR*, *HR+*, *HR++* of *Tripple HR++* glas genoemd. [35, 36, 37, 72]

De isolatiewaarde van glas wordt aangeduid in de U-waarde. Deze waarde geeft aan hoeveel warmte er per vierkante meter en per graad temperatuurverschil tussen beide zijden wordt doorgelaten. Hoe lager de U-waarde, hoe beter de isolatie. [36]

In de tabel hieronder worden de verschillende soorten glastypes met hun isolatiewaarde weergegeven.

Spouw (mm)	Spouwvulling	Low-E Coating	U-waarde (W/m2.K)	Benaming
15-15	Argon gas	Ja	0,7	Tripple HR++
16	Argon gas	Ja	1.1	HR++
15	Argon gas	Ja	1.1	HR++
14	Argon gas	Ja	1.2	HR++
12	Argon gas	Ja	1.3	HR+
10	Argon gas	Ja	1.4	HR+
9	Argon gas	Ja	1.6	HR+
8	Argon gas	Ja	1.7	HR
6	Argon gas	Ja	2.0	HR
16	Lucht	Nee	2.7	Normaal isolatieglas
15	Lucht	Nee	2.7	Normaal isolatieglas
14	Lucht	Nee	2.8	Normaal isolatieglas
12	Lucht	Nee	2.9	Normaal isolatieglas
10	Lucht	Nee	3.0	Normaal isolatieglas
9	Lucht	Nee	3.0	Normaal isolatieglas
8	Lucht	Nee	3.1	Normaal isolatieglas
6	Lucht	Nee	3.3	Normaal isolatieglas

Tabel 3: vergelijking glassoorten

We willen de U-waarde zo laag mogelijk, als je dan in tabel 3 kijkt zie je dat het best isolerende glas triple glas is. Deze zullen wij daarom ook gebruiken voor ons Tiny House.

Naast ramen en muren heb je ook nog kozijnen en deuren nodig. Je zou er niet zo snel aan denken maar je verliest ook warmte via de kozijnen en dichte deuren. Daarom is het van belang dat je ook zorgt dat ook deze een zo'n laag mogelijke U-waarden hebben. [43, 79]

Aangezien we triple glas hebben is het van belang dat je kozijnen hier bij aansluiten. Het is dan van belang dat we kozijnen hebben met een dubbele kierdichting. Aan de deuren zitten geen speciale eisen, naast het feit dat ze moeten isoleren. De best isolerende kozijnen en deuren zijn van kunststof of aluminium met een isolerende laag ertussen. Echter zit er weinig verschil in de isolatiewaarden van deze kozijnen en deuren en is het dus een kwestie van smaak welke je het mooiste vindt. Omdat wij niet diep in gaan op het ontwerp, hebben wij ervoor gekozen geen specifieke deuren en kozijnen uit te zoeken. [43, 79]

## Luchtdicht

Naast goede isolatie is het belangrijk dat je je huis luchtdicht maakt. Dit betekent dat er geen warme lucht kan ontsnappen op plekken waar je het niet door hebt. De luchtdichtheid gemeten door de luchtdoorlatendheid. De luchtdoorlatendheid is de luchtvolumestroom die ontstaat via de kieren en naden die zich in de schil van een huis bevinden, bij een drukverschil van 10 Pascal. Deze wil je dus zo klein mogelijk hebben. [43, 83, 90]

Door tijdens het bouwproces alle naden, kieren en doorvoeren van leidingen al zoveel mogelijk af te dichten met geschikt tape, vulmiddel of folie, maak je al een goede start voor een luchtdichte woning. Zwakke plekken in een luchtdicht huis zijn het dak, de vloer en de plekken waar ramen en deuren aansluiten. [90]

Om te zorgen dat je dak luchtdicht wordt kan je naast het plaatsen van goede isolatie het afwerken met een zogenaamde klimaatfolie. Dit is een folie die de lucht tegenhoudt en een vochtregulerende, ademende werking heeft. Deze plaats je aan de buitenkant en aan de binnenkant, dus onder je panelen en onder je plafond bekleding. Dit voorkomt vocht problemen en maakt het dak luchtdicht. Daarnaast is het bij het plaatsen van het isolatiemateriaal van belang dat je kieren en naden direct dicht met behulp van bijvoorbeeld Purschuim. [90]

Bij de vloer komen de meeste luchtlekken voor bij openingen in de vloer die dienen als doorgang voor het leidingwerk, zoals de waterleiding. Deze gaten zijn goed te dichten met behulp van Purschuim of speciale afdichtmiddelen, zoals een rubberen rand of een speciaal schuim. Dit plaats je rondom het gat waar de leiding door de vloer komen waardoor het luchtdicht afgesloten wordt. [90]

De kieren bij ramen en deuren zijn altijd lastig. Een goede oplossing is om bij het plaatsen van de kozijnen een band van kunststofschuim te plaatsen. Deze band wordt licht gedrukt en zet weer uit totdat hij niet verder kan. Hierdoor worden de naden gedicht en maak je ook deze zwakke plekken luchtdicht. [90]

Om te kijken of je huis goed luchtdicht is kan je een 'blower door' test toepassen. Bij deze test wordt een ventilator in het deurgat geplaatst waarmee eerst een overdruk en vervolgens een onderdruk wordt gecreëerd. Het verschil in druk wordt met een drukmeter gemeten en aan de hand van een berekening wordt de 'N50 waarde' vastgesteld. De waarde N50 is de hoeveelheid luchtvolume die per uur wordt vernieuwd bij een drukverschil van 50 pascal. Dit wordt ook luchtvernieuwingscijfer of lekdebiet genoemd, teruggebracht naar het binnen volume van het gebouw. Hoe lager deze waarde hoe energiezuiniger de woning is. [90, 147]

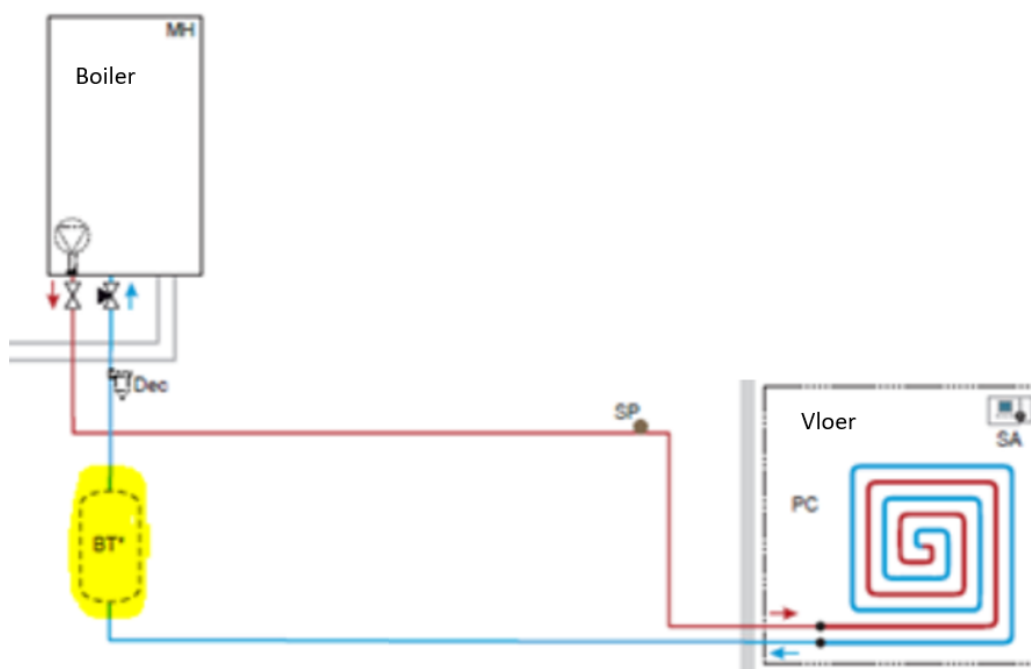
## Verwarming

Om je huis goed op temperatuur te houden is het noodzakelijk om een verwarming in je woning te hebben. Nu heb je verschillende soorten verwarmingssystemen. In oudere huizen zie dat dit vaak gebeurt met gas. Gas is alleen niet duurzaam en daarom niet geschikt om in ons Tiny House te gebruiken. In andere Tiny Houses zijn houtkachels erg populair, dit omdat het een goedkopere optie is en ook een gezellige sfeer geeft. Echter willen wij geen gebruik maken van biobrandstof omdat aangetoond is dat dit toch niet zo milieuvriendelijk is als er in eerste instantie werd gedacht. Er blijven dan nog twee opties over voor de verwarming van ons huis: met een warmtepomp of met een elektrisch systeem. Aangezien wij gebruik maken van het PVT-systeem van Triple Solar voor de elektriciteit en het warme water, is het handig om de warmtepomp van het systeem ook te gebruiken voor het verwarmen van de woning. [43, 148]

Je huis verwarmen met een warmtepomp kan op twee manieren: met behulp van radiatoren en/of met vloerverwarming. Aangezien het een Tiny House is, is er niet veel ruimte voor radiatoren. Die

zouden maar in de weg hangen. Daarom kiezen we voor het Tiny House om te verwarmen met vloerverwarming. Normaal gesproken is een warmtepomp erg traag. Dit komt omdat er een groot volume verwarmd moet worden en het temperatuur verschil tussen de verwarming en de lucht erg klein is. Echter is het luchtvolume in het Tiny House niet erg groot. Een andere reden dat het systeem traag kan zijn is dat de verwarming te diep in de fundering ligt. Er zijn dan veel lagen die eerst verwarmd moeten worden voordat de lucht pas verwarmt wordt. Bij het Tiny House is dit echter makkelijk te verhelpen door de vloerverwarming bovenop de isolatie en vlak onder de vloer te installeren. [43]

De warmtepomp is aangesloten op een boilervat. In dit boilervat wordt warm water opgeslagen voor het douchen en ander gebruik van warm water. In dit boilervat wordt via een warmtewisselaar het water van de vloerverwarming verwarmt tot ongeveer 30 graden Celsius. Dit water wordt via een buizenstel onder de vloer gepompt. Tijdens dit proces wordt de warmte van het water afgegeven aan de vloer die vervolgens weer de ruimte verwarmd. Het water wordt vervolgens weer naar de boiler geleid waar het proces opnieuw begint. [43, 75, 148]



Figuur 4: vloerverwarming

## Ventilatie

Naast de temperatuur wil je ook de luchtkwaliteit behouden, daarvoor is ventilatie erg belangrijk. Een goede lucht dichte isolatie zorgt er voor dat de temperatuur gelijk blijft, maar het houdt ook de lucht vast. Hierdoor kan er geen vieze lucht het huis uit en schone lucht het huis is. Als je problemen hebt met je neus, longen of luchtwegen krijg je er meer last van als er vieze lucht in een huis is dan wanneer er schone lucht in een huis is. [162]

Je kan je huis ventileren door een raampje open te zetten, alleen gaat er op deze manier ook veel warmte verloren. Daarom hebben wij gekeken naar een ventilatiesysteem die dit warmteverlies zo veel mogelijk tegen gaat.

Een ventilatiesysteem dat warmte terug kan winnen heet WTW-ventilatie. WTW staat voor warmteterugwinning. In een WTW systeem worden de toe- en afvoerlucht door een warmte terugwin unit geleid. De afvoerlucht geeft in de unit via de warmtewisselaar warmte af aan de toevoerlucht, waardoor je het warmteverlies zo veel mogelijk tegen gaat. [162]

Er zijn verschillende WTW-systemen op de markt. Om te kijken welke het beste bij het Tiny House past hebben we er verschillende vergeleken.

1. Brink Flair 300 [25]
2. Zehnder Stork ComfoAir Q350 [164]
3. Vasco D60 [142]
4. Itho WTW-unit 200 [163]

Soort	1	2	3	4
Ventilatiecapaciteit (m <sup>3</sup> /h)	300	350	60	200
Afmetingen HxBxD (mm)	650x750x560	850x725x570	590x415x153,25	916x597x286
Opgenomen vermogen (W)	119	130	9,6	108
Temperatuurrendement(%)	93,7	90	86.3	89,9

Tabel 4: vergelijking ventilatiesystemen

Voor ons is het belangrijkste dat het systeem dat we kiezen genoeg ventileert en een hoog rendement heeft. Als we dan kijken naar de verschillende ventilatie systemen, valt als eerste nummer 3 af. Als we dan verder kijken naar het terugwinningsrendement komt daar de Brink Flair 300 uit als beste ventilatie.

De Brink Flair heeft naast een hoog rendement ook een zeer laag geluidsniveau. Het systeem is ook makkelijk te bedienen doordat het voorzien is van een smartphone connectiviteit. Hierdoor kan je met je telefoon je ventilatie aanpassen. [25]

## Waterverbruik

*In dit hoofdstuk gaan we kijken naar het verwachte waterverbruik van ons Tiny House. Daarnaast bekijken we enkele oplossingen om dit waterverbruik te verminderen.*

Het waterverbruik is erg afhankelijk van het aantal bewoners en de leefstijl van deze bewoners, maar om het waterverbruik zo laag mogelijk te houden, zal er sowieso waterbesparend sanitair in het Tiny House komen.

De verschillende soorten sanitair die noodzakelijk zijn, zijn een douche, toilet en kraan. Bovendien is er (warm) water nodig voor de vloerverwarming. Een wasmachine komt niet voor in deze lijst, omdat de kleding ook gewassen kan worden in een wasserette. Wij hebben ervoor gekozen om een douche, toilet en kraan in de badkamer te plaatsen. Daarnaast zal nog een kraan in de keuken nodig zijn voor onder andere het koken. Het elektriciteitsverbruik van de warmtepomp voor de vloerverwarming is niet afhankelijk van de plaats, omdat altijd hetzelfde oppervlakte verwarmd zal moeten worden. Dit geldt niet voor de badkamer, want het elektriciteitsverbruik van de warmtepomp neemt toe naarmate de afstand tot de badkamer groter wordt. Dit komt, omdat de warmtepomp dan harder zal moeten pompen om het (warme) water naar de badkamer te krijgen. Verder gaat daarbij warmte verloren. Daarom hebben wij bij de indeling ervoor gekozen om de warmtepomp zo dicht mogelijk bij de badkamer te plaatsen. Op deze manier zal de pomp minder hard hoeven pompen om het warme water naar de badkamer te verplaatsen.

### Neveldouche

Een neveldouche is een vorm van een waterbesparende douche. Bij een neveldouche wordt het water geatomiseerd tot zeer kleine druppels van kleiner dan 10 micron, wat overeenkomt met 0,01 millimeter. Hierdoor zal het waterverbruik drastisch dalen, terwijl de douche toch even effectief blijft. [32]

Er zijn op dit moment nog niet veel bedrijven die neveldouches hebben ontworpen en aangeboden, maar een veel voorkomend merk van neveldouches is Nebia. Dit merk is op verschillende websites genoemd en aangeraden, dus ook wij zullen kiezen voor een neveldouche van dit merk. Met de neveldouche van Nebia wordt bijna 70% water bespaard. Een douche van 8 minuten zal 6 US gallons in plaats van 20 US gallons verbruiken. Eén US gallon komt overeen met ongeveer 3,79 liter. Een douche van 8 minuten zal dus  $6 \times 3,785... \approx 22,7$  liter in plaats van  $20 \times 3,75... \approx 75,7$  liter verbruiken. [107, 108]

Wij hebben aangenomen dat de twee personen die in ons Tiny House zullen wonen elke dag beide 10 minuten douchen. Eén persoon verbruikt per dag  $(22,712... / 8) \times 10 = 28,390...$  liter water om te douchen, als gebruik wordt gemaakt van bovengenoemde neveldouche. Voor twee personen is het verbruik per dag  $28,390... \times 2 = 56,781...$  liter. Dit komt overeen met  $56,781... \times 365 \approx 20.725$  liter per jaar.

### Kranen

Om het waterverbruik nog verder terug te dringen, wordt de volgende toepassing gebruikt: het water wat gebruikt is om de kraan in de badkamer te laten stromen, wordt naar de spoelbak van het toilet gebracht. Zo wordt twee keer hetzelfde water gebruikt. [100]

De uitvinding van het atomiseren van water is niet alleen toepasbaar op douches, maar ook op kranen. Zulke kranen zouden nevelkranen genoemd kunnen worden. Zoals ook bij de neveldouche het geval is, zijn er weinig merken van nevelkranen. Het merk dat het meest werd genoemd, is Altered. [152, 153] Kranen van dit merk gebruiken dezelfde techniek als de neveldouche en hebben daarmee een veel lager waterverbruik. Veel kranen van dit merk verbruiken minder dan één liter per minuut. Altered heeft de volgende drie 'nevelkranen':

1. Altered Dual Flow Pro [134]
2. Altered Nozzle Dual Flow [13]
3. Altered Nozzle Dome [12]

Het waterverbruik per liter van deze kranen is weergegeven in onderstaande tabel:

Soort	1	2	3
Waterverbruik (L/min)	0,21 -1,1	0,22 – 1,8	0,4

Tabel 4: vergelijking kranen

Wij hebben bij bovenstaande vergelijking alleen gekeken naar het waterverbruik, omdat dit de belangrijkste factor is. Een andere factor die enigszins bepalend is, is de grootte. Wij hebben deze echter niet meegenomen in de vergelijking, omdat de grootte van een kraan zo klein is, dat deze altijd in een Tiny House zal passen.

De Altered Dual Flow Pro heeft een verbruik van 0,21 liter per minuut, wanneer deze in de zogenaamde 'mist mode' staat. In deze stand wordt van het water nevel gemaakt, net zoals bij de douche gebeurt. In de 'spray mode', oftewel de normale stand, wordt er maximaal 1,1 liter water per minuut verbruikt door de Altered Dual Flow Pro.

De Altered Nozzle Dual Flow heeft een verbruik van 0,22 liter per minuut in de mist mode en 1,8 liter per minuut in de spray mode.

De Altered Nozzle Dome heeft maar één stand, namelijk de mist mode. In deze stand verbruikt deze kraan 0,4 liter per minuut.

De Altered Nozzle Dome lijkt het minst geschikt van bovenstaande kranen, omdat deze slechts één stand heeft, namelijk de mist mode. Een kraan met alleen mist mode is wel geschikt voor handen wassen, maar glazen of pannen vullen werkt hier niet goed mee, omdat dit heel langzaam gaat.

Bovendien hebben wij niet gekozen voor een vaatwasser in ons Tiny House, dus zal er met de hand moeten worden afgewassen. Het vullen van de gootsteen werkt niet goed met de mist mode. De Altered Nozzle Dual Flow heeft wel twee standen, maar deze is vergeleken met de Altered Dual Flow Pro minder goed, omdat het waterverbruik per minuut van de Altered Nozzle Dual Flow hoger is dan van de Altered Dual Flow Pro. Aan de hand van deze vergelijking is te zien dat de Altered Dual Flow Pro de meest geschikte kraan is.

Het gemiddeld waterverbruik van koken, drinken, afwassen en overige activiteiten, waaronder schoonmaken, is respectievelijk 0,8, 2,0, 3,0 en 3,0 liter. Hierbij is de 2,0 liter per persoon. In totaal wordt er dus 4,0 liter water per dag gedronken. Het water wat hiervoor nodig is, wordt verkregen door de kraan op de spray mode te zetten. Voor al het overige wordt de mist mode gebruikt om water te besparen. Verder wordt alleen water gebruikt voor handen wassen, wat wij niet onder overige activiteiten rekenen. Gemiddeld duurt handen wassen zo'n 30 seconden. Wij gaan hierbij ervan uit dat elke persoon na elk toilet bezoek en voor en na het koken de handen wast. In totaal zal dus zeven keer per persoon per dag de handen worden gewassen, waarvan vijf keer in de badkamer. [152, 153]

Om het totale waterverbruik van de kranen uit te rekenen, moet eerst worden berekend hoeveel minuten per jaar de kranen aanstaan. Alleen het waterverbruik van handen wassen is nog niet bekend. Als ervan wordt uitgegaan dat er per dag  $7 \times 2 = 14$  keer de handen worden gewassen, betekent dat er in één jaar  $14 \times 365 = 5110$  keer de handen worden gewassen. Dit komt overeen met  $(5110 \times 30) / 60 = 2555$  minuten. Dit komt vervolgens weer overeen met  $0,21 \times 2555 = 536,55$  liter water voor het handen wassen. Het totale waterverbruik van de kranen komt dus uit op  $536,55 + (0,8 \times 365) + (4,0 \times 365) + (3,0 \times 365) + (3,0 \times 365) = 4478,55$  liter per jaar.

### **Toilet**

Om het waterverbruik van het toilet te kunnen berekenen, hebben we eerst een aanname gedaan over hoe vaak één persoon per dag naar het toilet gaat. Wij hebben aangenomen dat één persoon gemiddeld per dag vijf keer naar het toilet gaat.

Tegenwoordig hebben veel toiletten twee knoppen, een grote en een kleine knop. Zulke toiletten worden ook wel dual-flush toiletten genoemd. Als het toilet wordt doorgespoeld door de grote knop in te drukken, wordt er gemiddeld 6 liter verbruikt. Met de kleine knop is dit 3 liter. Een dual-flush systeem lijkt zeer geschikt, maar er is nog een betere optie: een toilet met onderdruk. [151, 155]

Een toilet met onderdruk wordt ook wel een vacuümtoilet genoemd. Deze soort toiletten is bijvoorbeeld te vinden in vliegtuigen. Wanneer er wordt doorgespoeld, wordt er een sterk vacuüm gecreëerd wat al het afval uit het toilet zuigt. Dit gebeurt door middel van lucht en zorgt voor een waterverbruik van slechts 1,2 liter per spoelbeurt. Als ervan wordt uitgegaan dat één persoon vijf keer per dag naar het toilet gaat, dan komen we op een waterverbruik van  $5 \times 2 \times 1,2 \times 365 = 4380$  liter per jaar. [155]

Wij hebben gekozen voor een systeem waarbij het gebruikte water uit de wasbak in de badkamer naar de spoelbak van het toilet wordt geleid. Aan de hand van de aannames die wij bij de kranen hebben gemaakt, is te berekenen hoeveel keer de handen worden gewassen in de badkamer. Dit komt overeen met  $5 \times 2 \times 365 = 3650$  keer. Dat is dan  $(3650 \times 30) / 60 = 1825$  minuten voor het handen wassen. Dit komt overeen met  $0,21 \times 1825 = 383,25$  liter per jaar. Wij hebben voor het toilet 4380 liter per jaar nodig. Door de kraan is wordt dit waterverbruik lager, namelijk  $4380 - 383,25 = 3996,75$  liter per jaar.

### **Totaal waterverbruik**

Het totale waterverbruik komt op de volgende waarde: waterverbruik douche + waterverbruik toilet + waterverbruik kranen =  $20.725,12... + 3996,75 + 4478,55 \approx 29200$  liter per jaar.

## Energieverbruik

In dit hoofdstuk gaan we kijken welke apparaten we het beste kunnen gebruiken en wat het totale energieverbruik van ons Tiny House gaat zijn. Aan het einde is een berekening met hoeveel Triple Solar PVT panelen we nodig hebben om genoeg energie op te wekken.

Om tot een goed onderzoek te komen, hebben wij besloten om maximaal 8 soorten van een bepaald apparaat te vergelijken, omdat het ondoenlijk is om alle geschikte soorten apparaten met elkaar te vergelijken.

Wij hebben gekeken naar de huishoudelijke 'apparaten' waarvan wij denken dat ze nodig zijn in een huis. We zijn op de volgende lijst gekomen:

- Koelkast
- Verlichting
- Inductiekookplaat met ingebouwde afzuiging
- Warmtepomp
- Douche
- Toilet

Wij hebben bij het opstellen van deze lijst opgesteld aan de hand van de volgende aannames:

- De bewoners gebruiken geen elektrische auto. Ze reizen alle afstanden met de fiets en/of het openbaar vervoer
- Een inductiekookplaat kan ook zonder ingebouwde afzuiging. Wij hebben hier echter niet voor gekozen, omdat er een onbeperkt budget is en er zo geen aparte afzuigkap aangeschaft hoeft te worden.

### Koelkast

De koelkast moet aan de volgende eisen voldoen:

- Een beperkte grootte, omdat er maar 2 bewoners zijn.
- Er moet geen vriesgedeelte of aparte vriezer bij zijn.
- Minimaal het energielabel A++.
- De koelkast moet ingebouwd zijn. Op deze manier kan zelf de hoogte worden bepaald waarop de koelkast wordt geplaatst.

Aan de hand van deze eisen zijn wij tot de volgende soorten koelkasten gekomen:

1. Inbouw koelkast zonder vriesvak EKS350-8RVA+ 2 [73]
2. Siemens KI18RV60 inbouw koelkast met energieklasse A++ en deur op deur montage [128]
3. BOSCH KIR18V60 inbouw koelkast [21]
4. BOSCH KIR24V60 inbouw koelkast [22]

Soort	1	2	3	4
Energieverbruik (kWh/jaar)	91,25	96	96	103
Energielabel	A++	A++	A++	A++
Grootte (hoogte x breedte x diepte) (mm)	870 x 540 x 540	880 x 560 x 550	874 x 541 x 542	1221 x 541 x 542
Diepte met 90° open deur (mm)	1080*	1110*	1140	1140
Inhoud (L)	130	150	150	221

Tabel 5: vergelijking koelkasten

\*Deze waarde is uitgerekend: diepte + breedte

Koelkast nummer 4 lijkt het minst geschikt, omdat deze te groot is voor een 2-persoonshuishouden en daarmee een groot energieverbruik heeft. Deze valt daarom ook af. Het verschil tussen koelkast nummer 2 en 3 is alleen van toepassing op de grootte en is ook nog eens erg klein. Er kan worden aangenomen dat koelkast nummer 2 en 3 dezelfde eigenschappen hebben. Als deze twee koelkasten worden vergeleken met koelkast nummer 1, lijkt koelkast nummer 1 het beste. Deze heeft namelijk bij alle eigenschappen een lagere waarde, behalve bij het energielabel. Dit is het beste en daarom wordt er voor koelkast nummer 1 gekozen.

### Verlichting

Wij gaan bij de verlichting ervan uit dat we twee lampen nodig hebben, omdat we aannemen dat we op maar één of twee plekken gaan verlichten. Om een kamer goed te kunnen verlichten is 800 lumen nodig. Deze waarde zullen wij dan ook aanhouden. De volgende aanname die wij zullen gebruiken is dat de verlichting 4 uur per dag aan zal staan. Op jaarbasis is dat dus  $4 \times 365 = 1460$  uur.

Lampen van het merk Philipse Hue zijn zeer geschikt voor het beperken van het energieverbruik. Verlichting van dit merk kan namelijk gedimd worden en dat bespaart energie. Wij hebben van dit merk vier verschillende lampen uitgezocht en vergeleken:

1. 2-pack E27 [2]
2. 2-pack GU10 [3]
3. 1-pack GU10 [1]
4. Draadloze dimmerset E27 [35]

De vergelijking van deze verschillende soorten lampen ziet er dan als volgt uit:

Soort	1	2	3	4
Energieverbruik (kWh/jaar)*	13,14	7,592	7,592	13,14
Energielabel	A+	A+	A+	A+
Lichtsterkte (lumen)	806	400	400	806
Maximale werkvermogen (Watt)	9	5,2	5,2	9

Tabel 6: vergelijking verlichting

\*Deze waarde is berekend: maximale werkvermogen x 60 x 60 x 4 x 365

Aan bovenstaande vergelijking is te zien dat soort 2 en 4 het minst geschikt zijn. Deze hebben namelijk niet de juiste lichtsterkte. Soort 1 en 4 hebben dezelfde eigenschappen en zijn dus gelijk aan elkaar. Toch kiezen wij voor soort 1, omdat deze geen aparte schakelaar nodig heeft, maar kan worden gekoppeld via een app op de telefoon.

### Inductiekookplaat met ingebouwde afzuiging

Wij hebben de volgende eisen gesteld:

- Minimaal 3 pitten
- Beschikt over een ingebouwde afzuigkap
- Minimaal energielabel A. Het bleek erg lastig te zijn om inductiekookplaten te vinden met energielabel A++, dus om goed te kunnen vergelijken, is gekozen voor het energielabel A.

Aan de hand van deze eisen zijn wij tot de volgende soorten inductiekookplaten gekomen:

1. Full House Down Air System fornuis + afzuiging [55]
2. BOSCH PVS845F11E [24]
3. Siemens EX877LX33E InductionAir kookplaat restant model met geïntegreerde afzuiging en Flexzones [127]
4. AEG kookplaat met afzuiging IDE84242IB [9]
5. WHIRLPOOL WVH92K [159]
6. AKI586ZT ETNA Kookplaat Met Afzuiging [10]
7. Bosch Inductiekookplaat met geïntegreerde dampkap PXX875D34E [20]
8. GALILEO-Dp INDUCTIEKOOKPLAAT MET AFZUIGING + Domaplasma [56]

Soort	1	2	3	4	5	6	7	8
Energieverbruik (kWh/jaar)	x	53,5***	x	x	50***	x	x	x
Energie label	A+	A	A	A+	A	A	A	A+++
Grootte (breedte x hoogte x diepte) (mm)*	770x300 x520	795x198 x517	812x205 x520	805x210 x490	830x210 x515	810x160 x500	780x198 x490	830x410 x520
Vermogen pitten (W)**	6600	5600	13200	x	x	9250	8800	8400
Aansluitwaarde (kW)	x	6,9	7,4	7,4	x	7,57	7,4	7,4

Tabel 8: vergelijking kookplaten

\*De hoogte staat voor de ruimte die totaal nodig is (dus niet alleen de hoogte die je ziet)

\*\*Niet in de boosterfunctie

\*\*\*Waarschijnlijk van alleen de afzuiging, want dit is een best lage waarde

Er wordt bij het energieverbruik van het gemiddelde uitgegaan, omdat er geen goede waarden gevonden konden worden voor de soorten specifiek. Bovendien zijn er ook geen waarden te vinden op internet die kunnen helpen bij het berekenen van het energieverbruik. Het gemiddelde bestaat uit het gemiddelde energieverbruik van een inductiekookplaat, wat 175 kWh/jaar is, en uit het gemiddelde energieverbruik van een afzuigkap, wat 15 kWh/jaar is. Aan de hand van deze gemiddeldes nemen we aan dat bovenstaande inductiekookplaten 190 kWh/jaar verbruiken. [70, 130] Als dit wordt aangenomen, komt de volgende vergelijking tot stand:

De inductiekookplaten met energielabel A vallen af, omdat deze het minst zuinig zijn. Dan blijven nummer 1, 4 en 8 over. De aansluitwaarde van nummer 1 is niet bekend, maar deze zal waarschijnlijk rond de 7000 W liggen, omdat dat ook voor de andere inductiekookplaten geldt. Nummer 4 valt vervolgens af, omdat hiervan het vermogen van de pitten niet bekend is. Deze waarde kan niet geschat of berekend worden. Nummer 8 heeft een groter vermogen van de pitten en is een stuk energiezuiniger vergeleken met nummer 1. Daarom wordt gekozen voor nummer 8 als inductiekookplaat.

## Warmtepomp

Wij hebben voor PVT panelen gekozen van het bedrijf/merk Triple Solar. Deze werkt nauw samen met NIBE, die de warmtepompen voor het PVT systeem levert. Daarom kiezen wij voor een warmtepomp van dit bedrijf, zodat we zeker weten dat het systeem goed werkt. Er zijn vier verschillende soorten die geschikt zijn voor het PVT systeem:

1. NIBE F1255 [112]
2. NIBE F1155 [110]
3. NIBE F1245 [111]
4. NIBE F1145 [109]

De vergelijking van deze vier soorten is dan als volgt:

Soort	1	2	3	4
Energieverbruik (kWh/y)	1642/2875	1697/2875	1675/3027	2138/3027
Energie label	A-A+++	A-A+++	A-A++	A-A+++
Grootte (hxbxd) mm	1800x600x620	1500x600x620	1800x600x620	1500x600x620
Vermogen	5,5/ 6 kW	5,5 kW	5,0 kW	5,0 kW
Boiler inhoud (ingebouwd)	180l	200-1000l	180l (ingebouwd)	200-1000

Tabel 7: vergelijking warmtepompen

Het energieverbruik van een warmtepomp hangt erg ervan af hoe hoog de temperatuur in het huis moet zijn, hoe lang de warmtepomp aanstaat, enzovoort. Om toch een goede berekening uit te voeren gaan wij wel uit van de gegeven waarde, omdat er anders geen goede waarde uitkomt.

Het totale waterverbruik per dag is gelijk aan  $(20.725,12... + 3996,75 + 4478,55) / 365 \approx 80$  liter. Dit is zowel koud als warm water. Het aantal liters warme water die de douche en kranen nodig hebben zal nog lager liggen dan 80. Wij maken echter wel gebruik van vloerverwarming. We zullen dus meer warm water dan koud water nodig hebben. Toch hebben we aan een boilervat van 180 liter genoeg. Een Tiny House heeft namelijk een klein oppervlakte en het minimale waterverbruik ligt al lager dan 80 liter per dag. Dit betekent dat soort 2 en 4 uit bovenstaande tabel afvallen. Vervolgens is te zien dat soort 1 minder energie verbruikt dan soort 3 en bovendien een hoger vermogen heeft. Daarom wordt voor. Daarom wordt voor soort 1 gekozen. Daarnaast wordt voor soort 1 gekozen, omdat dit de F1255-6 is. Volgens de site van Triple Solar kan deze (het beste) met de warmtepomppanelen gecombineerd worden.

## Douche

De douche verbruikt niet alleen water, maar ook energie. Het water van de douche moet namelijk nog verwarmd worden tot de goede temperatuur. Voor een neveldouche hoort deze temperatuur 60 °C te zijn, omdat de warmte snel verloren gaat. De warmtepomp kan echter het water maar verwarmen tot 55 °C. Dit betekent dat het water nog 5 °C moet worden verwarmd. Om één milliliter water één graad Celsius te verwarmen, is één calorie nodig. Dat betekent dat voor het verwarmen van het water voor de douche  $(20725,12... \times 1000) \times 5 = 103.625.647,56...$  calorieën per jaar nodig zijn. Eén calorie komt overeen met ongeveer 4,2 Joule. Er is per jaar dan  $103.625.647,56... \times 4,18... = 433.569.709,42...$  Joule nodig. Vervolgens moet het gegeven gebruikt worden dat één kilowattuur overeen komt met 3.600.000 Joule. Er is per jaar dus  $433.569.709,42... / 3.600.000 \approx 120$  kWh aan energie nodig voor de douche. [27]

## Toilet

Ook het toilet waarvoor wij hebben gekozen verbruikt energie, maar dit is maar slechts 5 Watt per spoelbeurt. Als wij de aanname gebruiken dat er per persoon vijf keer per dag wordt doorgespoeld dan komen we op een energieverbruik van  $(5 \times 2 \times 5 \times 365) / 1000 = 18,25$  kWh per jaar uit.

## Kranen

Wij gaan ervan uit dat onze kranen geen energie nodig hebben, omdat het water al voldoende is opgewarmd (tot 55 graden Celsius). Bovendien is voor het laten stromen van het water geen energie nodig, alleen druk.

## Totaal energieverbruik

Aan de hand van bovenstaande vergelijkingen en berekeningen (of gemiddeldes) is het totale energieverbruik per jaar te berekenen:

Totaal verbruik per jaar in kWh = koelkast + verlichting + inductiekookplaat + warmtepomp + douche + wc + extra\* =  $91,25 + 13,14 + 190 + 1642 + 120,43... + 18,25 + 103,75... \approx 2179$  kWh per jaar

\*We tellen bij het totale energieverbruik ook nog 5% erbij op, om rekening te houden met het opladen van een telefoon, laptop, enzovoort.

## PVT paneel

Model	eenheid	M2 360 200	M2 300 165
Oriëntatie		Landscape	Landscape
Oppervlak (ca.)	m <sup>2</sup>	2,00	1,67
Maatvoering	mm	1985 x 995 x 65	1668 x 995 x 65
Gewicht	kg	32	27
Type PV paneel		Monokristallijn	
Nominaal vermogen		360	300
Warmeoverdracht: U waarde	W/m <sup>2</sup> K		62
Bronvermogen	W/m <sup>2</sup>		300

Tabel 9 specificaties PVT-paneel

In bovenstaande tabel zijn de specificaties van twee soorten PVT warmtepomppanelen te vinden. Om uit te kunnen rekenen hoeveel panelen we nodig zijn, is het nominaal vermogen van belang. Het nominaal vermogen staat voor de hoeveelheid energie in Wattpiek die per uur geleverd kan worden. 1 Wattpiek komt gemiddeld met 0,89 kWh per jaar overeen. [67, 114, 122, 148]

Wij kiezen voor het M2 360 200 paneel, omdat deze het hoogste nominale vermogen heeft. Aan de hand van bovenstaand gemiddelde kan worden uitgerekend hoeveel energie één paneel kan leveren:  $360 \times 0,89 = 320,4$  kWh per jaar. Wij hebben uitgerekend dat we per jaar ongeveer 2179 kWh nodig hebben. We hebben dus  $2178,82... / 320,4 \approx 7$  panelen nodig. Om rekening te houden met een onverwachte verhoogde vraag naar elektriciteit zullen er 8 panelen worden geplaatst.

We gaan ervanuit dat de hoeveelheid panelen die er nodig zijn voor elektriciteit, ook genoeg zijn voor de hoeveelheid warmte die we nodig zijn. Er is geen getal te vinden voor hoeveel warmte het paneel opwekt. Dit komt doordat er constant warmte uit de lucht wordt onttrokken, alleen de ene keer meer als de andere. Het ligt heel erg aan de vraag, de buitentemperatuur en hoe het systeem geplaatst is.

Het dak is 10,728 m lang. De panelen zijn 1,985 meter lang. Er kunnen dus  $10,728 / 1,985 \approx 5$  panelen naast elkaar liggen. Het dak is 3,477 meter breed; de panelen zijn 0,995 meter breed. Er passen dus  $3,477 / 0,995 \approx 3$  panelen boven elkaar. Totaal passen er dus per dakzijde  $5 \times 3 = 15$  panelen op. Plaats je op beide zijden van het dak, dan passen er maximaal  $2 \times 15 = 30$  panelen op het dak van het Tiny House. De panelen die wij nodig zijn passen dus prima allemaal op de zuidkant van het dak.

## Energieopslag

*In dit hoofdstuk bekijken we op welke manier we de overige elektriciteit die we opwekken het beste op kunnen slaan.*

Het energie gebruik stopt niet als de zon onder is. Nu heeft ons Tiny House wel PVT-panelen en wekken ze ook stroom op als de zon onder is, is dit lang niet zo veel als overdag. En dat terwijl 's avonds de meeste energie nodig is. Om toch genoeg elektriciteit 's avonds en in de winter wanneer de dagen kort zijn te hebben, is een goede energieopslag belangrijk. [148]

Om de opgewekte zonne-energie op te slaan heb je verschillende dingen nodig. Zo heb je accu's nodig, er moet een omvormer en een acculader komen zodat apparaten op 220 volt gewoon hun werk kunnen doen, wisselstroomverdeling en zonnelaadcontrole. Je zou al deze dingen los kunnen aanschaffen maar het is handiger om dit in 1 systeem te hebben. [31, 143, 160]

EasySolar is een systeem dat een zonne-laadcontroller, een omvormer/lader en wisselstroomverdeling in één behuizing combineert. Dit systeem is weer te koppelen aan een accu waardoor je ook stroom op kan slaan. Doordat dit systeem alles combineert is het makkelijk in gebruik en komen er weinig fouten voor. Dit is dan ook de reden waarom wij voor dit systeem kiezen om onze opgewekte elektriciteit ook echt te kunnen opslaan en gebruiken. [29, 82]

De benodigde energieopslag is van belang bij het uitzoeken van een geschikte accu. Om te bepalen hoeveel energieopslag wij nodig zijn hebben we gekeken naar hoeveel energie er gemiddeld per dag in het huis wordt gebruikt.  $2179 / 365 = 5,97$  kWh per dag. In het geval dat het systeem uitvalt en er geen directe reparatie mogelijk is willen wij met onze accu('s) minimaal 2 dagen zonder de zonnepanelen kunnen. Met dit gegeven kan je uitrekenen hoeveel opslagcapaciteit je nodig bent.  $5,97 \times 2 = 11,94$  kWh aan opslagcapaciteit.

Om te kijken of dit een realistisch gegeven is hebben we onze waarde vergeleken met de opslagcapaciteit van ander Tiny Houses.

Huis	Tiny Tim [74]	Marjolein in het klein [82]	Tiny Tack House [131]	Northern nomad [85]	Minimaliste [165]
<b>Energieopslag</b>	24 kWh	4 kWh	12,48kWh*	22kWh	19,2kWh**
<b>Bewoners</b>	2	1	2	2	2
<b>Verwarming</b>	PVT panelen i.c.m. warmtepomp	Houtkachel	Elektrisch	-	Elektrisch

Tabel 8: energieopslag van verschillende Tiny Houses

\* berekend met Uxl;  $48V \times 260Ah = 12480Wh = 12,48kWh$

\*\* berekend met Uxl;  $48V \times 400Ah = 19200 = 19,2kWh$

Hier is te zien dat een opslag van ongeveer 12 kWh een prima waarde is als opslagcapaciteit voor elektriciteit, al is het wel aan de lage kant. Echter is ons energieverbruik laag genoeg en veranderen de weersomstandigheden in Nederland relatief weinig in vergelijking met andere landen.

Momenteel zijn er alleen nog maar accu's op de markt met een maximaal opslag vermogen van 14kWh. Toch worden er wel thuisaccu's met een grotere capaciteit aangeboden. Dit zijn gecombineerde accu's. Als je de accu's parallel aan elkaar schakelt krijg je een grotere opslag capaciteit. Het is echter wel belangrijk dat je identieke accu's gebruikt. Dit zijn accu's van hetzelfde merk van gelijke capaciteit en voltage en met dezelfde productiedatum. De productiedatum mag 6 maanden tussen zitten maar liever niet. Daarnaast is het handig om identieke kabels van dezelfde lengte tussen de geschakelde accu's te plaatsen. Deze maatregelen hebben een positief effect op de levensduur van de accu's. [7]

Er zijn verschillende fabrikanten van een thuisaccu. De meest bekende is Tesla, maar ook Samsung, victron energy, Iron Edison, JLM en Mercedes Benz bieden thuisaccu's aan. [160]

Om te kijken welk merk en soort wij het beste kunnen gebruiken, kijken we naar het vermogen en de afmetingen. We gaan ervanuit dat ze allemaal gekoppeld kunnen worden voor een groter vermogen.

1. Tesla Powerwall 2 [133]
2. Samsung - R1-M048 [53]
3. Victron energy [121]
4. Iron Edison IE48V200 [76]
5. JLM Thuisaccu [132]
6. Mercedes Benz thuisaccu [97]

Soort	1	2	3	4	5	6
Opslag*(kWh)	13,5	4,8	5,120	10,24	20,8	24
Formaat (mm) LxBxD	1150 x 753 x 147	446 x 440 x 158	317x631 x208	889x406x 318	710x1670x 210	1180x 290x144
Spanning (V)	-	48V	25,6V	48V	52V	48V

Tabel 9:vergelijking accu's

\*per apart aangeboden accu

Als je kijkt in tabel 11, dan vallen accu's 2 en 3 direct af. Dit omdat het opslag vermogen zo klein is dat er meer dan 2 accu's aan elkaar gekoppeld moeten worden. Als je dan het formaat vergelijkt van de aan elkaar gekoppelde accu's met de ander, nemen deze te veel ruimte in beslag. Vervolgens vallen accu's 5 en 6 weg, omdat het opslag een stuk groter is dan dat wij nodig hebben.

Wij kiezen voor de Tesla Powerwall, omdat deze als een totaal pakket met een opslagvermogen van 13,5 kWh wordt geleverd. Dit zorgt ervoor dat we ruimte besparen en geen onnodige risico's nemen door accu's aan elkaar te koppelen.

## Ontwerp

Met behulp van de dingen die we hebben uitgezocht, hebben wij een ontwerp gemaakt voor ons Tiny House. We hebben hierbij niet specifiek gekeken naar hoe alles eruit gaat zien, maar meer naar hoe we dit zo goed mogelijk kunnen indelen. Onze interesse ligt namelijk niet bij de binnenhuis architectuur maar meer bij de techniek.

Om tot ons ontwerp te komen hebben we eerst gekeken naar bestaande huisjes. Wat vinden wij leuk en wat laten we liever aan anderen over. Zo kwamen wij erachter dat we het leuk vinden om een wat traditioneler huisje te ontwerpen, in plaats van een heel modern huisje. Daarnaast vinden we het gebruik van grote ramen erg mooi en deze laten we dus weer terug komen in ons eigen ontwerp.

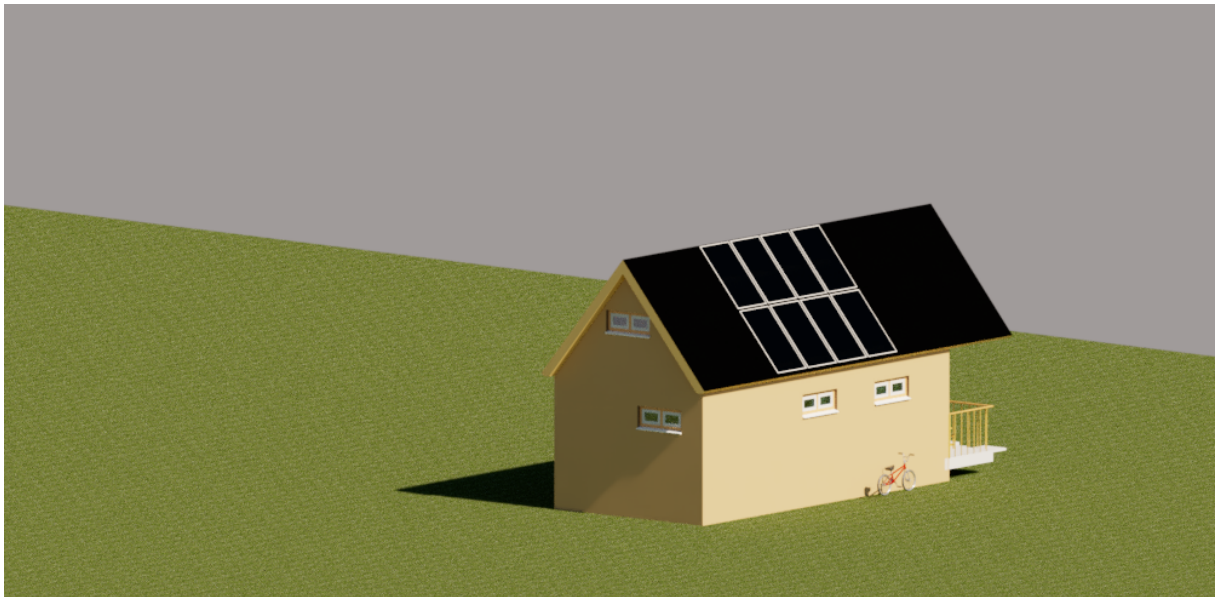
Bij het maken van de tekeningen hebben wij hulp gekregen van Rik Ekkelkamp. Samen met hem hebben we ons huisje getekend in het tekenprogramma Revit van Autodesk.



*Figuur 5: Noordoost aanzicht*

Allereerst hebben we de maten bepaald van hoe groot we het huisje ongeveer wilden hebben. We zijn uitgegaan van een oppervlakte van ongeveer 30 m<sup>2</sup>. Hierbij hebben wij gekeken naar wat wij een mooie breedte en lengte van het huisje vinden.

Daarna hebben wij gekeken wat er voor bepaalde systemen nodig is om goed te functioneren. Zo is het voor de pvt-panelen het best om gepositioneerd te zijn op het zuiden met een hoek van 30 tot 45 graden. Om deze reden is de hoek van het dak 35 graden en zijn de panelen geplaatst op de zuidkant.



*Figuur 6; zuidwest aanzicht*

Daarnaast heeft de zon een grote invloed op de binnenhuistemperatuur. Omdat wij niet te veel direct zonlicht naar binnen willen hebben, hebben wij ervoor gekozen om maar 2 kleine raampjes aan de zuidkant te plaatsen. We hebben ervoor gekozen om de westkant van het huis te laten bestaan uit glas. Dit zorgt voor een grote lichtinval en een lekker ochtend zonnetje om mee wakker te worden. Naast de muur van glas aan de westkant hebben we ook aan de noordkant grote ramen geplaatst, omdat daar de zon ook niet rechtstreeks op staat. Door het vele gebruik van glas wordt de ruimte optisch groter, waardoor je niet snel een bekneld, opgesloten gevoel krijgt. Een ander voordeel van het vele glas is dat je overdag veel minder lampen nodig bent, het licht komt dan namelijk naar binnen via de ramen i.p.v. van een lamp. Aan de west kant hebben wij de douche zitten. Het is niet praktisch om een groot raam in de douche te plaatsen in verband met privacy. Daarom hebben we bij de douche een klein raampje dicht bij het plafond. Verder zit aan de westkant van het huis de techniek ruimte. Deze ruimte hoeft niet verlicht te worden en is niet iets wat je wilt zien als je van buiten naar binnen kijkt. Daarom heeft deze kamer geen raam. Echter is ook het bed aan de westkant van het huis geplaatst. Het leek ons een leuk idee dat wanneer je in bed ligt, naar de sterren kan kijken of de zon op kan zien komen. Dit is de reden dat er bij het slaap gedeelte wel een groot raam is geplaatst. Verder zijn er aan de noordkant van het dak nog twee dakramen voor extra licht inval.

Aan de oostkant van het huisje is nog een veranda geplaatst. Hier kan je op lange zomer avonden nog heerlijk genieten van de buitenlucht, maar ook als het regent kan je toch buiten zitten zonder nat te worden.

De binnenkant van het huisje hebben we als eerst opgedeeld in de badkamer en het woongedeelte. We hebben bij verschillende andere huisje gezien dat ze het slaapgedeelte op een vide hebben geplaatst. Dit vonden wij een slim idee en hebben deze dan ook toegepast. We hebben de vide boven de badkamer geplaatst, omdat het niet nodig is om in de badkamer een hoog open plafond te hebben. Omdat we ook de techniek ergens kwijt moesten, hebben we een apart hok naast de badkamer gemaakt als techniekruimte.



*Figuur 7; binnenkant met kijken naar vide*

In de badkamer moesten verschillende dingen komen: een douche, een wc, een wastafel en een eventueel een kast. Achter de plaatsing van de inrichting zit geen reden. Er is gekeken naar hoe past alles het beste in de ruimte die beschikbaar is. De techniekruimte is zo ingedeeld dat alles erin past en er geen onnodig lange kabels en buizen nodig zijn.

Bij het woongedeelte zat wat meer denkwerk achter. Zo wouden wij graag een tafel bij het raam om aan te werken en te eten. Daarnaast moest er genoeg opslag ruimte zijn, een keuken, een bank en een trap om bij het bed te komen. Om zo veel mogelijk gebruik te maken van de ruimte hebben we een trap die tegelijkertijd ook een kast is. Onder de treden zitten verschillende kastjes en lades om spullen in op te bergen. De bovenkant van de kast zijn de treden van de trap. Je kan dus via de kast naar het bed lopen. Omdat we aan de noordkant grote ramen hebben, is hier de tafel met stoelengeplaatst. Aan de zuidkant van de woning was nog ruimte vrij voor de keuken. We hebben de keuken tegen de muur geplaatst, met de kraan onder het raam. Hierdoor kan je tijdens het afwassen naar buiten kijken. De koelkast is verwerkt in de kastjes onder de keuken. Als laatste is er nog een bank. Deze bank is in de noordoost hoek geplaatst, onder het dakraam. Hierdoor kan je aan alle kanten naar buiten kijken en heb je genoeg licht om bij te lezen, werken of relaxen.



*Figuur 8; van binnen naar buiten kijkpunt*

## Conclusie & discussie

Wij zijn tot de conclusie gekomen dat we de energie het beste op kunnen wekken met behulp van zonne-energie. We hebben gekozen voor het systeem van Triple Solar, omdat dit systeem zowel elektriciteit als warmte op kan wekken. Daarnaast kan dit systeem ook warmte uit de buitenlucht onttrekken waardoor er ook 's nachts warmte opgewekt wordt. Hierdoor is er een kleiner opslagvermogen nodig wat weer ruimte bespaart in het Tiny House.

Uit ons onderzoek is gebleken dat wij het beste voor IsoBOOSTER als isolatiemateriaal kunnen kiezen. Dit volgt uit het gegeven dat IsoBOOSTER de hoogste isolatiewaarde heeft bij een minimale dikte. Daarnaast zijn wij tot de conclusie gekomen dat Tripple glas met een HR coating de meest geschikte ramen zijn voor het Tiny House, omdat deze de laagste U-waarde hebben. Als kozijnen zijn er kozijnen nodig met een dubbele kierdichting die gemaakt zijn van kunststof of aluminium met een isolerende laag ertussen. Voor de deuren geldt hetzelfde als kozijnen, ze moeten gemaakt zijn van kunststof of aluminium met een isolerende laag ertussen. Om het Tiny House luchtdicht te maken is het nodig dat alle naden en kieren gedicht worden. Dit kan gedaan worden met behulp van verschillende materialen, waarvan Porschuim de meest veelzijdige en meest gebruikte. Om het Tiny House te verwarmen wordt gebruikt gemaakt van vloerverwarming die gekoppeld is aan het Triple Solar systeem. Op deze manier wordt het systeem optimaal gebruikt en heb je geen dubbele systemen. Daarnaast is het ook nog super energie zuinig en zorgt voor een kleiner energieverbruik. Als ventilatie zijn wij uitgekomen bij het WTW-ventilatie systeem Brink Flair 300. Dit systeem heeft een hoog warmterugwinningsrendement en heeft een relatief klein volume en is daardoor het meest geschikt voor het Tiny House.

Op het gebied van water zijn wij tot de conclusie gekomen dat een neveldouche van Nebia, een nevelkraan van Altered en een toilet met onderdruk de beste oplossingen zijn om het waterverbruik laag mogelijk te houden. Er is geen specifiek merk te noemen dat het beste toilet met onderdruk heeft. De andere twee merken, Nebia en Altered, zijn de beste voor de douche en kraan, omdat deze op verschillende sites zijn aanbevolen. Het waterverbruik komt op ongeveer 29200 liter per jaar, wat te zien is aan de verschillende berekeningen die zijn gemaakt.

Voor het energieverbruik zijn wij tot de conclusie gekomen dat de energieverbruikers de koelkast, verlichting, inductiekookplaat, warmtepomp, douche en toilet zijn. De beste koelkast is de 'inbouw koelkast zonder vriesvak EKS350-8RVA+ 2', omdat deze het laagste energieverbruik heeft. Het beste merk van verlichting is Philips Hue, omdat verlichting van dit merk gedimd kan worden. De 2-pack E27 is de beste verlichting, omdat deze het laagste energieverbruik heeft en gemakkelijk met een app gekoppeld kan worden. De beste inductiekookplaat is de 'GALILEO-Dp INDUCTIEKOOKPLAAT MET AFZUIGING + Domaplasma', omdat deze het energiezuinigst is en tegelijkertijd wel het hoogste vermogen heeft. De beste warmtepomp is de NIBE F1255-6, omdat deze het laagste energieverbruik heeft en bovendien geadviseerd wordt door het bedrijf Triple Solar zelf. Als bij al deze apparaten het energieverbruik van de douche en het toilet ook nog wordt geteld, komt het totale energieverbruik op ongeveer 2179 kWh per jaar uit, wat te zien is aan de verschillende berekeningen die zijn gemaakt.

Voor het omvormen en opslaan van elektriciteit hebben wij ervoor gekozen om een EasySolar systeem te gebruiken. Dit omdat dit systeem een zonne-laadcontroller, een omvormer/lader en wisselstroomverdeling in één behuizing combineert. Dit zorgt ervoor dat er ruimte bespaart wordt en er een kleinere kans op systeem falen is. Wij hebben aan de hand van het energieverbruik berekend dat we ongeveer 12 kWh aan elektriciteit op moeten slaan. Om deze hoeveelheid elektriciteit op te kunnen slaan, hebben we gekozen voor een Tesla Powerwall. Deze accu kan de goede hoeveelheid energie opslaan en is daarnaast erg compact.

Onze antwoord op de hoofdvraag is een combinatie van alles bovenstaande genoemde oplossingen. Onze resultaten zijn te verklaren aan de hand van de informatie uit de verschillende bronnen. Voor dit onderzoek kon geen hypothese worden opgesteld, daarom kan ook niet worden besproken in hoeverre de conclusies anders zijn dan onze verwachtingen.

We hebben gekeken of er nog waardes te vinden waren over het praktische energieverbruik in vergelijking met het theoretische energieverbruik van de huishoudelijke apparaten, maar we hebben hierover niks kunnen vinden. We nemen aan dat het verschil geen invloed zou hebben op ons uiteindelijke ontwerp.

### Wat kan je zelf doen?

De resultaten die uit ons onderzoek zijn gekomen, zijn afhankelijk van de levensstijl van de bewoners van het Tiny House. Er zijn enkele dingen die iedere bewoner zou kunnen ondernemen om het energie- en waterverbruik te verlagen. Deze maatregelen kunnen niet alleen voor een Tiny House gebruikt worden, maar ze werken ook voor grotere gebouwen. Ten eerste zou de temperatuur lager kunnen worden gezet. Wij zijn in ons onderzoek uitgegaan van een temperatuur van 20 °C. Als men echter tevreden is met een temperatuur van 18 °C, dan is het verstandig om deze temperatuur ook in te stellen. Zo gaat het energieverbruik omlaag. Ten tweede zou men ook nog minder tijd kunnen besteden op een telefoon en/of laptop, waardoor deze apparaten minder vaak aan de lader hoeven. Op deze manier wordt het energieverbruik ook verlaagd. Daarnaast kan het energieverbruik ook lager worden door lichten niet onnodig aan te laten staan. De lichten zullen dan alleen aan worden gezet, als het echt nodig is. De meest effectieve maatregel om het waterverbruik te beperken is om minder lang te douchen. Wij hebben aangenomen dat elke bewoner van het door ons ontworpen Tiny House 10 minuten lang doucht. Dit kan ook teruggebracht worden tot bijvoorbeeld 5 minuten.

### Toekomst

Wij hebben het Tiny House ontworpen aan de hand van de technieken die op dit moment beschikbaar zijn. In de toekomst zullen waarschijnlijk nieuwe en verbeterde technieken op de markt komen, die het energie- en waterverbruik nog meer beperken en daarmee huizen nog duurzamer maken. Op dit moment worden er al veel technieken getest en onderzocht. Eén daarvan is het zonnepaneel van grafeen. Deze zonnepanelen halen niet alleen energie uit het zonlicht, maar ook uit regen. Ze zijn bedekt met grafeen, een soort van koolstof met een laag van een dikte van één atoom. Als er water op de panelen valt, binden de elektronen van grafeen zich aan positief geladen ionen. Het zout wat in regenwater zit, splitst in ionen. Dit maakt grafeen en natuurlijk water een goede combinatie om energie op te wekken. Het water blijft vervolgens 'plakken' aan het grafeen, waardoor er een extra laag ontstaat boven op de laag grafeen. Het energieverval tussen deze twee lagen is zo sterk, dat het energie opwekt. Deze techniek is nog in ontwikkeling en er wordt verwacht dat de panelen over enkele jaren beschikbaar zullen zijn op de markt. Een andere optie met betrekking tot zonnepanelen is het gebruik van zonnepanelen als dakbedekking. Er hoeven dus niet veel tot geen andere materialen gebruikt te worden, terwijl er toch een goed dak ontstaat. Tegelijkertijd wordt er energie opgewekt door de panelen. Zonnepanelen als dakbedekking is vooral een goede optie als er in een gebouw een grote vraag naar energie is. In andere gevallen, wanneer minder energie nodig is, zou een deel van het dak met groen bedekt kunnen worden. Er zou dan berekend moeten worden hoeveel zonnepanelen er nodig zijn om te voldoen aan de energievraag in een bepaald gebouw en vervolgens moet dan berekend worden hoeveel oppervlakte van het dak met groen bedekt kan worden. Een groen dak stimuleert koeling van het gebouw. Dit is gunstig, want het koelen van een gebouw vraagt veel energie. Met een groen dak gaat het energieverbruik dus omlaag.

Als het idee van een Tiny House in de toekomst erg populair wordt en er steeds meer worden gebouwd, is het een goed idee om een Tiny House park te maken. Zo'n park lijkt dan op een vakantiepark, maar je woont er wel het hele jaar door. Een groot voordeel van een Tiny House park is

dat er gezamenlijk energie opgewekt kan worden. Een windmolen laten plaatsen lijkt op deze manier veel aantrekkelijker. De energie die samen wordt opgewekt kan verdeeld worden over de huizen, waarbij rekening wordt gehouden met de energiebehoefte van elk van de huizen. Het ene huishouden heeft namelijk meer energie nodig dan het andere. Mocht het toch voorkomen dat het ene huishouden meer energie nodig blijkt te hebben en een ander huishouden niet, dan kan de energie gemakkelijk worden verplaatst. Nog een voordeel van een Tiny House park is dat een wasserette gedeeld kan worden. Elk huisje heeft dan niet afzonderlijk een wasmachine, maar er is één ruimte waarin meerdere wasmachines staan. Hiervan kunnen de bewoners van het park gebruik maken.

Tot slot is er een heel handig systeem dat 'Smart Grid' heet. In de toekomst zullen er energiepieken ontstaan, bijvoorbeeld wanneer iedereen 's avonds de lichten aan wil hebben. Smart Grid vertelt op dat moment of het verstandig is om andere huishoudelijke apparaten aan te zetten of niet. Als iedereen dit systeem op de juiste manier zal gebruiken, zullen er niet dergelijke energiepieken ontstaan.

## Reflectie

Wij hebben met dit onderzoek voldoende antwoord gekregen op onze onderzoeksvraag, want we hebben alle informatie gevonden die we nodig hadden. De planning is niet verlopen zoals verwacht. In de laatste paar weken voor de deadline hebben we namelijk het meeste werk gedaan, terwijl het werk eigenlijk gelijk verdeeld zou moeten worden over alle tijd die we beschikbaar hadden. De volgende keer moet de planning dus beter verlopen om een nog beter onderzoek op te stellen. Als we meer tijd zouden hebben gehad, zouden we dieper op bepaalde onderwerpen in zijn gegaan. Er zou bijvoorbeeld verder uitgezocht kunnen worden welke materialen nodig zijn om een bepaald systeem, zoals vloerverwarming, te installeren en hoe dat dan gedaan kan worden. Ook zou kunnen worden gekeken naar hoe het elektriciteitsnetwerk van een Tiny House eruit zou kunnen zien. Verder zou kunnen worden gekeken naar hoe de constructie van het Tiny House precies in elkaar zit door onder andere te kijken naar welke materialen er precies gebruikt worden. In het algemeen zou de techniek van een Tiny House nog beter onderzocht kunnen worden. Tot slot zou er gekeken kunnen worden naar een budget voor een Tiny House, omdat dit natuurlijk een grote rol speelt in het dagelijks leven. De rest van het onderzoek is wel volgens plan verlopen en we zijn daar zeer tevreden over.

Wij hebben van dit onderzoek geleerd welke oplossingen er zijn om een duurzaam of energieneutraal huis te bouwen, wat een Tiny House is en waarom deze zeer geschikt is voor de toekomst, hoe we moeten werken met een digitaal tekenprogramma, hoe we een ontwerp moeten maken en hoe we een interview moeten afnemen. Bovendien hebben we in het algemeen geleerd hoe een goed onderzoek opgesteld en uitgevoerd moet worden.

## Literatuurlijst

1. *1-pack GU10*. (sd). Opgehaald van Philipse Hue: <https://www2.meethue.com/nl-nl/p/hue-white-1-pack-gu10/8718699628697>
2. *2-pack E27*. (sd). Opgehaald van Philipse Hue: <https://www2.meethue.com/nl-nl/p/hue-white-2-pack-e27/8718696785270>
3. *2-pack GU10*. (sd). Opgehaald van Philipse Hue: <https://www2.meethue.com/nl-nl/p/hue-white-2-pack-gu10/8718699629311>
4. *Aansluitwaarde*. (sd). Opgehaald van Encyclo: <https://www.encyclo.nl/begrip/Aansluitwaarde>
5. *Aardwarmte*. (sd). Opgehaald van Wikipedia: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Aardwarmte>

6. *Aardwarmte*. (2019, december 7). Opgehaald van Wikipedia:  
<https://nl.wikipedia.org/wiki/Aardwarmte>
7. *Accu's parallel en/of in serie schakelen*. (2016, juli 4). Opgehaald van Acculaders.nl:  
<https://www.acculaders.nl/blogs/blog-acculaders/accus-parallel-en-of-in-serie-schakelen/>
8. admin. (2017, juli 5). *Energieverbruik in de keuken: welke apparaten verbruiken het meest?*  
Opgehaald van Sfeer & Living: <https://sfeerenliving.nl/energieverbruik-keuken-welke-apparaten-verbruiken-meest>
9. *AEG IDE84242IB kookplaat met afzuiging*. (sd). Opgehaald van Voordelig Witgoed:  
<https://www.voordeligwitgoed.nl/aeg-ide84242ib>
10. *AKI586ZT ETNA Kookplaat Met Afzuiging*. (sd). Opgehaald van 123 Apparatuur:  
<https://www.123apparatuur.nl/AKI586ZT-ETNA-kookplaat-met-afzuiging/item/66775>
11. *Alles over groene energie*. (2019, september 12). Opgehaald van Gaslicht:  
<https://www.gaslicht.com/energie-informatie/groene-energie>
12. *ALTERED: NOZZLE DOME®*. (sd). Opgehaald van Altered:  
<https://www.alteredcompany.com/dome>
13. *Altered:Nozzle*. (sd). Opgehaald van Altered: <https://www.alteredcompany.com/the-nozzle-1>
14. ASN Bank. (sd). *Duurzaam wonen in Nederland*. Opgehaald van Voor de wereld van morgen:  
<https://www.voordewereldvanmorgen.nl/duurzaam-wonen-in-nederland>
15. ASN Bank. (sd). *Innovatieve kraan gebruikt 98 procent minder water*. Opgehaald van Voor de wereld van morgen: <https://www.voordewereldvanmorgen.nl/duurzame-blogs/innovatieve-kraan-gebruikt-98-procent-minder-water>
16. *Bespaar tot 90% douchewater*. (sd). Opgehaald van Duurzaam thuis:  
<https://www.duurzaamthuis.nl/bespaar-tot-90-procent-douchewater>
17. Better World. (2018, september 24). *Op Tiny House-visite met Jolijn: 'Het is een investering die zich meteen laat uitbetalen'*. Opgehaald van Bedrock: <https://www.bedrock.nl/op-tiny-house-visite-met-jolijn-het-is-een-investering-die-zich-meteen-laet-uitbetalen/>
18. Blaauw, K. d. (2019, augustus 9). *Iedereen aast op deze kraan van IKEA - En de Misteln kost maar vijf euro*. Opgehaald van Elle: <https://www.elle.com/nl/interieur/a22991699/ikea-kraan-misteln-waterbesparend/>
19. *Blauwe energie*. (sd). Opgehaald van Wikipedia:  
[https://nl.wikipedia.org/wiki/Blauwe\\_energie](https://nl.wikipedia.org/wiki/Blauwe_energie)
20. *Bosch Inductiekookplaat met geïntegreerde dampkap PXX875D34E*. (sd). Opgehaald van Art & Craft: [https://www.artencraft.nl/nl/bosch-inductiekookplaat-met-geintegreerde-dampkap-pxx875d34e-460046.html?gclid=CjwKCAiApOvwBRBUEiwAcZGdGNyPJ\\_AWJeTF2Ou0-ft5IVcdkJmtERSu\\_5P7ILlLn4LCjiTA1\\_0aaRoCL3IQAvD\\_BwE](https://www.artencraft.nl/nl/bosch-inductiekookplaat-met-geintegreerde-dampkap-pxx875d34e-460046.html?gclid=CjwKCAiApOvwBRBUEiwAcZGdGNyPJ_AWJeTF2Ou0-ft5IVcdkJmtERSu_5P7ILlLn4LCjiTA1_0aaRoCL3IQAvD_BwE)
21. *BOSCH KIR18V60*. (sd). Opgehaald van Keukenloods:  
[https://www.keukenloods.nl/kir18v60.html?gclid=Cj0KCQiAr8bwBRD4ARIsAHa4YyKH2li8LFmhwVpyH3hVz9sdiB4Gtz9jqmTi8k7cNnaXICI-fYthtRoaAuiaEALw\\_wcB](https://www.keukenloods.nl/kir18v60.html?gclid=Cj0KCQiAr8bwBRD4ARIsAHa4YyKH2li8LFmhwVpyH3hVz9sdiB4Gtz9jqmTi8k7cNnaXICI-fYthtRoaAuiaEALw_wcB)

22. *BOSCH KIR24V60*. (sd). Opgehaald van Keukenloods:  
[https://www.keukenloods.nl/kir24v60.html?gclid=Cj0KCQiAr8bwBRD4ARIsAHa4YyKESkwlfyNS74ODLgUpBxxzIJFKwUJuhJa3dwljgo6sH0e5p0PO34saAtAFEALw\\_wcB](https://www.keukenloods.nl/kir24v60.html?gclid=Cj0KCQiAr8bwBRD4ARIsAHa4YyKESkwlfyNS74ODLgUpBxxzIJFKwUJuhJa3dwljgo6sH0e5p0PO34saAtAFEALw_wcB)
23. *BOSCH KUR15A65 Onderbouw koelkast*. (sd). Opgehaald van Keukenloods:  
[https://www.keukenloods.nl/kur15a65.html?gclid=Cj0KCQiAr8bwBRD4ARIsAHa4YyKntsUqw nnwkkpZA47g\\_77Z9Q4SnGa4k9od\\_4\\_12Ppyg01VjyuxiHEaAkfoEALw\\_wcB](https://www.keukenloods.nl/kur15a65.html?gclid=Cj0KCQiAr8bwBRD4ARIsAHa4YyKntsUqw nnwkkpZA47g_77Z9Q4SnGa4k9od_4_12Ppyg01VjyuxiHEaAkfoEALw_wcB)
24. *BOSCH PVS845F11E*. (sd). Opgehaald van Keukenloods:  
[https://www.keukenloods.nl/pvs845f11e.html?gclid=CjwKCAiApOvwBRBUeIwAcZGdGEbQd4T1sjn2VmMVdB8q1MjguJUKDD5SPo\\_iZnzBDmAxRemFzg2kPxoCWQgQAvD\\_BwE](https://www.keukenloods.nl/pvs845f11e.html?gclid=CjwKCAiApOvwBRBUeIwAcZGdGEbQd4T1sjn2VmMVdB8q1MjguJUKDD5SPo_iZnzBDmAxRemFzg2kPxoCWQgQAvD_BwE)
25. *Brink Flair 300*. (sd). Opgehaald van Brink climate Systems:  
<https://www.brinkclimatesystems.nl/getattachment/f35c436a-ac45-445c-9b27-d217d8ad6907>
26. *Build your own freedom*. (sd). Opgehaald van Tiny House Store: Duurzame, ecologische en kwaliteitsproducten verzameld op één plek: <https://tinyhouse-store.nl/>
27. *Calorie*. (2020, januari 13). Opgehaald van Wikipedia: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Calorie>
28. *Datasheet Isobooster*. (sd). Opgehaald van Isobooster isolatiefolie:  
<https://www.isobooster.nu/de-voordelen-van-isobooster/>
29. *De alles-in-één stroomoplossing op zonne-energie*. (sd). Opgehaald van Victron Energy:  
<https://www.victronenergy.nl/upload/documents/Datasheet-EasySolar-1600VA-NL.pdf>
30. *De gevolgen van klimaatverandering*. (sd). Opgehaald van Greenpeace:  
<https://www.greenpeace.org/nl/oplossingen/klimaatverandering/de-gevolgen-van-klimaatverandering/>
31. *De thuisaccu of thuisbatterij*. (sd). Opgehaald van Zelf Energie Produceren:  
<https://www.zelfenergieproduceren.nl/kennisbank-duurzaam/opslag-van-energie/de-thuisaccu>
32. Decker, K. d. (2019, oktober 26). *De Neveldouche: Duurzame Decadentie?* Opgehaald van Lowtechmagazine: <https://www.lowtechmagazine.be/2019/10/de-neveldouche-mist-douche.html#more>
33. Doornekamp BV. (2017). *Producten voor een duurzaam energiesysteem*. Opgehaald van Doornekamp: Energie is leven: <http://www.energieisleven.nl/producten/>
34. *Douche en toilet*. (sd). Opgehaald van De Groene Menukaart:  
<https://www.degroenemenukaart.nl/leiden/water-en-groen/douche-en-toilet/>
35. *Draadloze dimmerset E27*. (sd). Opgehaald van Philipse Hue: <https://www2.meethue.com/nl-nl/p/hue-white-draadloze-dimmerset-e27/8718696785331>
36. *Dubbel glas*. (sd). Opgehaald van Pro Glass: <https://www.proglass.nl/producten/dubbel-glas/>
37. *Dubbel glas*. (2019, september 9). Opgehaald van Wikipedia:  
[https://nl.wikipedia.org/wiki/Dubbel\\_glas](https://nl.wikipedia.org/wiki/Dubbel_glas)

38. *Dubbel glas, HR++ glas en triple glas.* (sd). Opgehaald van Milieucentraal:  
<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/dubbel-glas-hr-glas-en-triple-glas/>
39. Duindam, K. (sd). *Wat is een Tiny House?* Opgehaald van Tinyy: <https://tinyy.nl/wat-is-een-tiny-house>
40. *Duurzaam Hellendoorn.* (sd). Opgehaald van Platform Duurzaam Hellendoorn:  
<https://www.smartdesignstudio.nl/>
41. *Duurzaam wonen.* (sd). Opgehaald van Duurzaam thuis:  
<https://www.duurzaamthuis.nl/duurzaam-wonen>
42. *Duurzame energie.* (2020, februari 13). Opgehaald van Wikipedia:  
[https://nl.wikipedia.org/wiki/Duurzame\\_energie](https://nl.wikipedia.org/wiki/Duurzame_energie)
43. Ekkelkamp, R., & Ekkelkamp, M. (2019). *Tips van Rik Ekkelkamp en Marko Ekkelkamp.* (I. Ekkelkamp, Interviewer)
44. *Elan 4.* (2016, december 1). Opgehaald van Brink Climate Systems:  
<https://www.brinkclimatesystems.nl/getattachment/1e1115ea-d949-4688-bf72-3647d0df331a>
45. *Elan E rechts.* (sd). Opgehaald van Brink: <https://www.brinkairshop.nl/nl-nl/producten/luchtverwarming/elektrische-luchtverwarming/elan-e-toestellen/luchtverwarmer-elan-e-r>
46. *Energie soorten.* (sd). Opgehaald van BesteEnergie.nl:  
<https://www.besteenergie.nl/2017/07/31/energie-soorten/>
47. *Energieneutraal met zonne-energie.* (sd). Opgehaald van Thuisbaas: [thuisbaas.nl](http://thuisbaas.nl)
48. *Energiezuinig bouwen volgens de EPC norm.* (2018). Opgehaald van Celdex: <https://celdex.nl/>
49. *Energiezuinig huis.* (sd). Opgehaald van Milieucentraal:  
<https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/>
50. *EPC berekening maken uitleg Uniec.* (sd). Opgehaald van Triple Solar:  
[https://www.triplesolar.eu/home/particulieren\\_\\_trashed/epc/](https://www.triplesolar.eu/home/particulieren__trashed/epc/)
51. *EPS 100 2000x1000x100mm Rd:2,75 (=2 m<sup>2</sup>).* (sd). Opgehaald van De isolatieshop:  
<https://www.isolatiemateriaal.nl/eps/eps-platen/eps-100-2000x1000x100mm-rd275-2-m2/>
52. Ernst, K. (2014, augustus 4). *Future sustainable terraced houses in Cardiff.* Opgehaald van Universiteit Twente: [https://essay.utwente.nl/66427/1/Ernst\\_Karin.pdf](https://essay.utwente.nl/66427/1/Ernst_Karin.pdf)
53. *ESS Batteries by Samsung SDI.* (2018, maart). Opgehaald van Samsung SDI:  
[http://www.samsungsdi.com/upload/ess\\_brochure/201803\\_SamsungSDI%20ESS\\_EN.pdf](http://www.samsungsdi.com/upload/ess_brochure/201803_SamsungSDI%20ESS_EN.pdf)
54. *Foto-elektrochemische cel.* (sd). Opgehaald van Wikipedia:  
[https://nl.wikipedia.org/wiki/Foto-elektrochemische\\_cel](https://nl.wikipedia.org/wiki/Foto-elektrochemische_cel)
55. *Full House Down Air System fornuis + afzuiging.* (sd). Opgehaald van Klarstein:  
<https://www.klarstein.nl/Grote-Huishoudelijke-Apparaten/Afzuigkappen/Full-House-down-Air-System-inductiekookplaat-afzuigkap->

zwart.html?gclid=CjwKCAiApOvwBRBUEiwAcZGdGG5QHxVXZQBbWdU5rBp5pl7dhiLge7WM7rAwo4GQAmC3XJ2OIfdIxOckb8QAvD\_BwE

56. *GALILEO-Dp INDUCTIEKOOKPLAAT MET AFZUIGING + Domaplasma*. (sd). Opgehaald van Afzuigkap: [https://afzuigkap.nl/galileo-dp-inductiekookplaat-met-afzuiging-domaplasma.html?gclid=CjwKCAiApOvwBRBUEiwAcZGdGNMtFoh-Xiryhl2tbPr8sClglkDIRGRA6kaJGxigE5DeIpN0g0zWbRoC334QAvD\\_BwE](https://afzuigkap.nl/galileo-dp-inductiekookplaat-met-afzuiging-domaplasma.html?gclid=CjwKCAiApOvwBRBUEiwAcZGdGNMtFoh-Xiryhl2tbPr8sClglkDIRGRA6kaJGxigE5DeIpN0g0zWbRoC334QAvD_BwE)
57. *Geothermie en aardwarmte: voordelen én nadelen*. (sd). Opgehaald van Drinkwaterplatform: <https://www.drinkwaterplatform.nl/geothermie-aardwarmte-voordelen-en-nadelen/>
58. *Getijdenenergie*. (sd). Opgehaald van Wikipedia: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Getijdenenergie>
59. *Getijdenenergie*. (2020, januari 27). Opgehaald van Wikipedia: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Getijdenenergie>
60. *Gevelbekleding in bakstenen*. (sd). Opgehaald van Gevelbekleding-info.nl: <https://www.gevelbekleding-info.nl/bakstenen/>
61. *Gezond bouwen*. (sd). Opgehaald van Isovlas: <https://www.isovlas.nl/isovlas-pn-bouwisolatie/>
62. *Gezond bouwen zit in onze vezels*. (sd). Opgehaald van Isovlas: <https://www.isovlas.nl/isovlas-pn-bouwisolatie/>
63. *golfenergie*. (sd). Opgehaald van Wikipedia: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Golfenergie>
64. *H2Foam Lite Plus*. (sd). Opgehaald van Icynene: <https://nl.icynene.be/onze-producten/h2foam-lite-plus/>
65. Haveman, H. (2019, november 5). *Twee locaties voor tiny houses in beeld in gemeente Hellendoorn*. Opgehaald van Tubantia: <https://www.tubantia.nl/hellendoorn/twee-locaties-voor-tiny-houses-in-beeld-in-gemeente-hellendoorn~a2246ec3/>
66. Heeren, B. v. (2012, september 21). *Duurzaamheidsindicatoren voor het ontwerpproces*. Opgehaald van utwente: [https://essay.utwente.nl/62100/1/BSc\\_BY\\_van\\_Heeren.pdf](https://essay.utwente.nl/62100/1/BSc_BY_van_Heeren.pdf)
67. *Het vermogen van zonnepanelen uitgelegd*. (sd). Opgehaald van Sungevity: <https://www.sungevity.nl/faq/rendement-en-salderen/het-vermogen-van-zonnepanelen-uitgelegd>
68. *Hoe warmen broeikasgassen de aarde op*. (2010, december). Opgehaald van KNMI: <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/achtergrond/hoe-warmen-broeikasgassen-de-aarde-op>
69. *Hoe werkt een water/water warmtepomp?* (2018, oktober 29). Opgehaald van Thuiscomfort: <https://thuiscomfort.nl/warmtepomp/water-water-warmtepomp-werking.html>
70. *Hoeveel energie verbruikt een afzuigkap?* (sd). Opgehaald van Keukenloods: <https://www.keukenloods.nl/keuzegids/apparatuur/afzuigkappen/faq/hoeveel-energie-verbruikt-een-afzuigkap>
71. *Hoeveel lumen heb ik nodig?* (sd). Opgehaald van Consumentenbond: <https://www.consumentenbond.nl/ledlamp/hoeveel-lumen-heb-ik-nodig>

72. *Hoogrendements glas*. (sd). Opgehaald van Dubbelglas-weetjes: <https://www.dubbelglas-weetjes.nl/hr-glas/hoogrendements-glas/>
73. *Inbouw koelkast zonder vriesvak EKS350-8RVA+ 2*. (sd). Opgehaald van Kitchenette Online: [https://www.kitchenetteonline.nl/Inbouw-koelkast-zonder-vriesvak-EKS350-8RVA-2?utm\\_source=tradetracker&utm\\_medium=affiliate&utm\\_campaign=tradetracker&utm\\_name=Kelkoo.nl](https://www.kitchenetteonline.nl/Inbouw-koelkast-zonder-vriesvak-EKS350-8RVA-2?utm_source=tradetracker&utm_medium=affiliate&utm_campaign=tradetracker&utm_name=Kelkoo.nl)
74. *Independent*. (sd). Opgehaald van Tiny Tim House: <http://www.tinytimhouse.nl/independent>
75. *Introductie warmtepomppanelen*. (sd). Opgehaald van Triple Solar: <https://triplesolar.eu/wp-content/uploads/2019/11/Triple-Solar-introductiefolder-nov-2019.pdf>
76. *Iron Edison 4Life*. (2019, maart). Opgehaald van Iron Edison: [https://ironedison.com/images/products/IronEdison4LiFe/Iron-Edison-4LiFe-Lithium-Iron-Battery\\_SPEC-SHEET.pdf](https://ironedison.com/images/products/IronEdison4LiFe/Iron-Edison-4LiFe-Lithium-Iron-Battery_SPEC-SHEET.pdf)
77. *Isolatiewaarden*. (sd). Opgehaald van isolatie.com: <https://isolatie.com/isolatietermen/isolatiewaarden/>
78. *isoleren met Iso booster*. (sd). Opgehaald van Iso booster: <https://www.iso booster.nu/hoe-werkt-iso booster/>
79. *Isolerende kozijnen en deuren*. (sd). Opgehaald van Milieucentraal: <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/energiezuinig-huis/isoleren-en-besparen/isolerende-kozijnen-en-deuren/>
80. Isover. (2018, juni 20). *Welke verschillende isolatietechnieken zijn er?* Opgehaald van Isover: <https://www.isover.be/nl/nieuws/welke-verschillende-isolatietechnieken-zijn-er>
81. Jan-Willem van der Male. (sd). *Tiny House Academy Leer ontwerpen en bouw je eigen woning*. Opgehaald van Tiny House Academy: <https://tinyhouseacademy.nl/>
82. Jonker, M. (2016, mei 5). *Tiny House techniek: zonne-energie installatie*. Opgehaald van Marjolein in het klein: <https://www.marjoleininhetklein.com/2016/05/05/tiny-house-techniek-zonne-energie-installatie/>
83. Koorn, L. (2017, februari 20). *Verwarring alom, luchtdicht bouwen of dampdicht?* Opgehaald van LinkedIn: <https://www.linkedin.com/pulse/verwarring-alom-luchtdicht-bouwen-dampdicht-lizette-koorn>
84. *Kunststof gevelbekleding*. (sd). Opgehaald van Gevel&wand: <https://gevelenwand.nl/gevelbekleding/kunststof-gevelbekleding/>
85. Langston, B. (2019, mei 10). *\$10,000 Off-The-Grid Tiny House With HUGE Solar System*. Opgehaald van Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=s-MmdTfhxf8>
86. Leeuwen, M. v. (2013). *PWS Duurzaam Bouwen?* Opgehaald van tu delft: <https://forum.pwstudelft.nl/topic/433/pws-duurzaam-bouwen/5>
87. *Lightweight Aerodynamic Teardrop Camper Rental in Sherwood Oregon... Margot the Teardrop Camper*. (sd). Opgehaald van Tiny House Talk: <https://tinyhousetalk.com/>
88. Lima, A. (2016, april 27). *Rain Powered Solar Panel*. Opgehaald van Youtube: [https://www.youtube.com/watch?v=HhtK0\\_kO8hY](https://www.youtube.com/watch?v=HhtK0_kO8hY)

89. Linda Buijsman. (2020). Opgehaald van Smart Design Studio:  
<https://www.smartdesignstudio.nl/>
90. *Luchtdicht isoleren: Het belang van luchtdichtheid en isolatie.* (sd). Opgehaald van Isolatie-info.nl: <https://www.isolatie-info.nl/luchtdichtheid-en-isolatie>
91. *Luchtverwarming.* (sd). Opgehaald van Brink: <https://www.brinkclimatesystems.nl/nl-nl/thuis/producten/luchtverwarming>
92. Male, J.-W. v. (2020, februari 5). Interview over duurzaamheid met Jan-Willem van der Male. (L. Middag, & I. Ekkelkamp, Interviewers)
93. Marjan Minnesma. (2019). *Nederland 100% duurzame energie in 2030*. Yecodrukkers.
94. Marjan Minnesma. (2019, Maart). *Rapport Urgenda: Nederland 100% duurzame energie in 2030*. Opgehaald van Urgenda.nl: <file:///C:/Users/Lieke/Downloads/Urgenda-rapport-duurzame-energie-2030-v3-2019.pdf>
95. Marjolein Jonker. (2017). *Wat is een Tiny House?* Opgehaald van Marjolein in het klein: <https://www.marjoleininhetklein.com/mijn-tiny-house/wat-is-een-tiny-house/>
96. Marjon. (2018, december 19). *De voor- en nadelen van houten gevelbekleding.* Opgehaald van Nieuwewonen.nl: <https://www.nieuwewonen.nl/de-voor-en-nadelen-van-houten-gevelbekleding/>
97. *Mercedes-Benz Energy 24kWh Energie-accu.* (sd). Opgehaald van Alma Solar: <https://www.alma-solarshop.nl/mercedes-benz-energy-batterij/1003-mercedes-benz-energy-24kwh-energie-accu.html>
98. Mersbergen, C. v. (2019, April 5). *Klaar met alle meningen over klimaatverandering? Dit zijn de feiten.* Opgehaald van AD: <https://www.ad.nl/binnenland/klaar-met-alle-meningen-over-klimaatverandering-dit-zijn-de-feiten~ace1349c/?referrer=https://www.google.nl/>
99. *Met dit opzetstuk voor je kraan verbruik je minder water.* (2018, september 4). Opgehaald van Bright: <https://www.bright.nl/nieuws/artikel/4405441/opzetstuk-kraan-water-besparen-waterbesparende-sproeikop-ikea>
100. Mill Home. (2018, januari 19). *Mill Home - Huizenjacht SBS 6 Tiny House straatje.* Opgehaald van Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=zTBEDX10kPU>
101. Ministerie van volkshuisvesting ruimtelijke ordening en milieubeheer. (2010, oktober 4). *energie neutraal bouwen, hoe doe je dat?* Opgehaald van bouwend Nederland: [https://www.bouwendnederland.nl/data/sitemanagement/media/Webpagina%20Energie%20neutraal/Infoblad\\_Energie neutraal\\_Bouwen.pdf](https://www.bouwendnederland.nl/data/sitemanagement/media/Webpagina%20Energie%20neutraal/Infoblad_Energie neutraal_Bouwen.pdf)
102. Minnesma, M. (2019). Lezing over het rapport van Urgenda. Nijverdal, Overijssel, Nederland.
103. Movoto Real Estate. (2012, november 10). *How Did the Tiny House Movement Get Started?* Opgehaald van Tiny House Talk: <https://tinyhousetalk.com/how-did-tiny-house-movement-start/>
104. *Multimax 30 ULTRA.* (sd). Opgehaald van Isover: <https://www.isover.nl/producten/multimax-30-ultra>

105. *MUPAN PLUS*. (sd). Opgehaald van Isover: <https://www.isover.nl/producten/mupan-plus>
106. *Natuursteen gevelbekleding*. (sd). Opgehaald van Gevelrenovatie-info.nl: <https://www.gevelrenovatie-info.nl/gevelbekleding/natuursteen>
107. Nebia. (2015, september 10). *Nebia Shower: Better Experience, 70% Less Water*. Opgehaald van Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=CxBoTMWQTd0&feature=youtu.be>
108. *Neveldouche Nebia Shower Douchesysteem*. (sd). Opgehaald van Tegel & sanitair Depot: <https://www.tegeldepot.nl/neveldouche-nebia-shower-douchesysteem>
109. *NIBE F1145*. (sd). Opgehaald van Nibe: [https://www.nibe.eu/nl-nl/producten/warmtepompen/water-water-warmtepompen/NIBE-F1145-\\_230](https://www.nibe.eu/nl-nl/producten/warmtepompen/water-water-warmtepompen/NIBE-F1145-_230)
110. *NIBE F1155*. (sd). Opgehaald van Nibe: [https://www.nibe.eu/nl-nl/producten/warmtepompen/water-water-warmtepompen/NIBE-F1155-\\_231](https://www.nibe.eu/nl-nl/producten/warmtepompen/water-water-warmtepompen/NIBE-F1155-_231)
111. *NIBE F1245*. (sd). Opgehaald van Nibe: [https://www.nibe.eu/nl-nl/producten/warmtepompen/water-water-warmtepompen/NIBE-F1245-\\_233](https://www.nibe.eu/nl-nl/producten/warmtepompen/water-water-warmtepompen/NIBE-F1245-_233)
112. *NIBE F1255*. (sd). Opgehaald van Nibe: [https://www.nibe.eu/nl-nl/producten/warmtepompen/water-water-warmtepompen/NIBE-F1255-\\_31](https://www.nibe.eu/nl-nl/producten/warmtepompen/water-water-warmtepompen/NIBE-F1255-_31)
113. *NIBE water/water warmtepompen*. (2018). Opgehaald van Triple Solar: <https://www.triplesolar.eu/wp-content/uploads/2019/08/Nibe-brochure-water-water-warmtepompen-2019.pdf>
114. *Nominaal vermogen*. (sd). Opgehaald van Encyclo: [https://www.encyclo.nl/begrip/Nominaal\\_vermogen\\_power\\_supply](https://www.encyclo.nl/begrip/Nominaal_vermogen_power_supply)
115. Nuon. (2018). *Energie besparen met deze handige tips*. Opgehaald van Nuon: <https://www.nuon.nl/duurzame-energie/energie-besparen/>
116. NVON-commissie. (2013). *BiNaS*. Groningen/Houten: Noordhoff Uitgevers bv.
117. Olthof, H. (2019, december 3). Interview over duurzaamheid met Harry Olthof. (L. Middag, & I. Ekkelkamp, Interviewers)
118. *Otec*. (sd). Opgehaald van wikipedia: <https://nl.wikipedia.org/wiki/OTEC>
119. *PIR 2-zijdig Aluminium 1200x600x100mm*. (sd). Opgehaald van De Isolatieshop: <https://www.isolatiemateriaal.nl/pir/pir-2-zijdig-aluminium/pir-2-zijdig-aluminium-1200x600x100mm-rd454-5plpak-360-m2/>
120. *Pret met LED-lampen: energiezuinige verlichting*. (sd). Opgehaald van Energieleveranciers: <https://www.energieleveranciers.nl/blog/pret-met-led-lampen-energiezuinige-verlichting/>
121. *Product Range Changes*. (2019, mei 3). Opgehaald van Victron Energy: <https://www.victronenergy.nl/upload/documents/Lithium-Smart-batteries-product-range-changes-EN.pdf>
122. *PVT bron warmtepomp*. (2020). Opgehaald van Warmtepomp weetjes: <https://warmtepomp-weetjes.nl/soorten/pvt-bron-warmtepomp/>

123. *PVT-systemen*. (sd). Opgehaald van Stimular:  
<https://www.stimular.nl/maatregelen/pvt-collectoren/>
124. *Rockfit Premium*. (sd). Opgehaald van Rockwool:  
<https://www.rockwool.nl/producten/gevel/spouwmuur/rockfit-premium/#Specificaties>
125. *Rockfit Premium Silver*. (sd). Opgehaald van Rockwool:  
<https://www.rockwool.nl/producten/gevel/spouwmuur/rockfit-premium-silver/#Specificaties>
126. Roest, H. d. (2019, december 2). Interview over duurzaamheid met Herro de Roest. (L. Middag, & I. Ekkelkamp, Interviewers)
127. *Siemens EX877LX33E InductionAir kookplaat restant model met geïntegreerde afzuiging en Flexzones*. (sd). Opgehaald van Budgetplan:  
[https://www.budgetplan.nl/siemens-ex877lx33e-inductionair-kookplaat-restant-model-met-geintegreerde-afzuiging-en-flexzones?gclid=CjwKCAiApOvwBRBUEiwAcZGdGPLLkkPCkmZPUGGxWgWIZEJY7PD83G8hRdsH5NPbffAU1QxIKCnp4xoCBUgQAvD\\_BwE](https://www.budgetplan.nl/siemens-ex877lx33e-inductionair-kookplaat-restant-model-met-geintegreerde-afzuiging-en-flexzones?gclid=CjwKCAiApOvwBRBUEiwAcZGdGPLLkkPCkmZPUGGxWgWIZEJY7PD83G8hRdsH5NPbffAU1QxIKCnp4xoCBUgQAvD_BwE)
128. *Siemens KI18RV60 inbouw koelkast met energieklassse A++ en deur op deur montage*. (sd). Opgehaald van Budgetplan: [https://www.budgetplan.nl/siemens-ki18rv60-inbouw-koelkast-met-energieklasse-a-en-deur-op-deur-montage?gclid=Cj0KCQiAr8bwBRD4ARIsAHa4YyKco9Zg1o17GoXUP1uLVxzXZVu-OeR1LYElrgOlmanqkFlxwBH56tUaAkY-EALw\\_wcB](https://www.budgetplan.nl/siemens-ki18rv60-inbouw-koelkast-met-energieklasse-a-en-deur-op-deur-montage?gclid=Cj0KCQiAr8bwBRD4ARIsAHa4YyKco9Zg1o17GoXUP1uLVxzXZVu-OeR1LYElrgOlmanqkFlxwBH56tUaAkY-EALw_wcB)
129. *Stro kenmerken*. (2019, april). Opgehaald van Strobouw Nederland:  
<https://www.strobouw.nl/wp-content/uploads/2019/04/Stro-kenmerken-SBN-april2019.pdf>
130. *Stroomverbruik apparaten*. (sd). Opgehaald van Vastelastenbond:  
<https://www.vastelastenbond.nl/energie/stroom-verbruik-apparaten/>
131. Tack, C. (2015, juni 14). *Tiny House Solar System for High Power Use*. Opgehaald van Youtube: [https://www.youtube.com/watch?v=GAVWRWta\\_wQ](https://www.youtube.com/watch?v=GAVWRWta_wQ)
132. *Technische specificaties JLM energy*. (sd). Opgehaald van ThuisAccu.com:  
<https://thuisaccu.com/merken-en-aanbieders/jlm-energy/jlm-energy-energizr-200-208-kwh>
133. *Tesla Powerwall*. (2019). Opgehaald van Tesla:  
[https://www.tesla.com/nl\\_NL/powerwall](https://www.tesla.com/nl_NL/powerwall)
134. *THE NEW ALTERED:NOZZLE DUAL FLOW PRO*. (sd). Opgehaald van Altered:  
<https://www.alteredcompany.com/dual-flow-pro>
135. *Thermische en reflecterende isolatie*. (sd). Opgehaald van Isolatiewaarde.eu:  
<https://isolatiewaarde.eu/thermische-en-reflecterende-isolatie/>
136. *Thermowood gevelbekleding: Info & Inspiratievoorbeelden*. (sd). Opgehaald van Thermowood.be: <https://www.thermowood.be/thermowood-gevelbekleding>
137. *Thermowood: Thermisch gehard hout*. (sd). Opgehaald van Thermowood.be:  
<https://www.thermowood.be/>
138. *Tiny House*. (sd). Opgehaald van Tiny House Nederland:  
<https://www.tinyhousenederland.nl/>

139. *Tiny House Movement*. (2019, september 14). Opgehaald van Wikipedia: [https://nl.wikipedia.org/wiki/Tiny\\_House\\_Movement](https://nl.wikipedia.org/wiki/Tiny_House_Movement)
140. *Toilet met onderdruk*. (2015, december 17). Opgehaald van Gids Duurzame Gebouwen: <https://www.gidsduurzamegebouwen.brussels/nl/toilet-met-onderdruk.html?IDC=7464>
141. *Vacuümtoiletten, hoe werkt dat precies?* (2020). Opgehaald van GSV Verhuur: <https://www.g-s-v.be/nieuws/vacuümtoiletten-hoe-werkt-dat-precies>
142. *Vasco D60*. (2017, september). Opgehaald van Vasco: [https://vasco.eu/sites/default/files/product\\_documents/vasco\\_ventilatie\\_2017\\_d60\\_vl\\_nl\\_lr.pdf](https://vasco.eu/sites/default/files/product_documents/vasco_ventilatie_2017_d60_vl_nl_lr.pdf)
143. Viveen, P. (2020, januari 12). *Zonne Energie Opslaan, de opties op een rij*. Opgehaald van Zonnepaneel prijzen: <https://www.zonnepaneelprijzen.nl/opslaan/>
144. Vlaanderen energie. (2019, januari). *Architect, bouwadviseur, energieverlaggever, energiedeskundige*. Opgehaald van vlaanderen is energie: <https://app.energiesparen.be/Ben1>
145. *Voor- en nadelen van windenergie*. (sd). Opgehaald van Essent: <https://www.essent.nl/kennisbank/stroom-en-gas/duurzame-energie/voordelen-nadelen-windenergie>
146. Vree, J. d. (sd). *pv-paneel, zonnecellen, zonnepaneel, zonnestroom, fotonvoltaïsche cellen, fotonvoltaïsche paneel*. Opgehaald van joostdevree: <https://www.joostdevree.nl/shtmls/pv-paneel.shtml>
147. *Waarde n50*. (sd). Opgehaald van Eurabo: <https://www.eurabo.be/nl/lexicon/n50-waarde>
148. *Wat is een PVT paneel*. (sd). Opgehaald van Triple Solar: <https://www.triplesolar.eu/home/wat-is-een-pvt-paneel/>
149. *Wat is een Tiny House?* (sd). Opgehaald van Tiny House Store: <https://tinyhouse-store.nl/algemeen/wat-is-een-tiny-house/>
150. *Wat is een Tiny House?* (2019). Opgehaald van My Tiny House: <http://mytinyhouse.nl/wat-is-een-tiny-house/>
151. *WATERBESPARENDE DUAL-FLUSH INSTALLATIESYSTEMEN*. (sd). Opgehaald van Grohe: [https://www.grohe.nl/nl\\_nl/badkamer/waterbesparende-innovaties/wc-systemen.html](https://www.grohe.nl/nl_nl/badkamer/waterbesparende-innovaties/wc-systemen.html)
152. *Waterbesparende kranen*. (sd). Opgehaald van Stimular: <https://www.stimular.nl/maatregelen/waterbesparende-kranen/>
153. *Waterbesparende kranen*. (sd). Opgehaald van Grohe: [https://www.grohe.nl/nl\\_nl/badkamer/waterbesparende-innovaties/waterbesparende-kranen.html](https://www.grohe.nl/nl_nl/badkamer/waterbesparende-innovaties/waterbesparende-kranen.html)
154. *Waterbesparende toiletreservoirs*. (sd). Opgehaald van Stimular: <https://www.stimular.nl/maatregelen/waterbesparende-toiletreservoirs/>

155. *Waterbesparende toiletten.* (2015, december 17). Opgehaald van Gids Duurzame Gebouwen: <https://www.gidsduurzamegebouwen.brussels/nl/waterbesparende-toiletten.html?IDC=7461>
156. *Welke energiebronnen zijn er allemaal?* (2019). Opgehaald van Essent: <https://www.essent.nl/kennisbank/stroom-en-gas/energiebronnen/energiebronnen%E2%80%AF%E2%80%AF>
157. *Welkom bij Strobouw Nederland.* (sd). Opgehaald van Strobouw Nederland: <https://www.smartdesignstudio.nl/>
158. *What is a Tiny House?* (sd). Opgehaald van Living big in a tiny house: <https://www.livingbiginatinyhouse.com/tiny-house/>
159. *WHIRLPOOL WVH92K.* (sd). Opgehaald van Keukenloods: [https://www.keukenloods.nl/wvh92k.html?gclid=CjwKCAiApOvwBRBUEiwAcZGdGGP1DAIp8gXhIhjh3H1P3L-GUM6BvCLJrEoNO8rYWokQdC8MltTJERoCd9UQAvD\\_BwE](https://www.keukenloods.nl/wvh92k.html?gclid=CjwKCAiApOvwBRBUEiwAcZGdGGP1DAIp8gXhIhjh3H1P3L-GUM6BvCLJrEoNO8rYWokQdC8MltTJERoCd9UQAvD_BwE)
160. Wilt, P. v. (2019, december 19). *Accu zonnepanelen.* Opgehaald van Consumentenbond: <https://www.consumentenbond.nl/zonnepanelen/accu-zonnepanelen>
161. *Windenergie.* (sd). Opgehaald van Wikipedia: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Windenergie>
162. *WTW installatie.* (sd). Opgehaald van Elek Trends: <https://www.ventilatievergelijk.nl/project-details/wtw-installatie/>
163. *WTW unit 200.* (sd). Opgehaald van Itho Daalderop: <https://www.ithodaalderop.nl/nl-NL/consument/product/03-00408>
164. *Zehnder ComfoAir Q350.* (sd). Opgehaald van Zehnder: [https://www.ventilatieland.nl/files/brochure%20comfoair-Q\\_16932510065162.pdf](https://www.ventilatieland.nl/files/brochure%20comfoair-Q_16932510065162.pdf)
165. *Zone Minimaliste.* (2018, februari 5). Opgehaald van youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=VFXBj4EJvME>
166. *Zonnepanelen oost-west opgesteld, 5 weetjes.* (sd). Opgehaald van Zonnepanelen.net: <https://www.zonnepanelen.net/oost-west-zonnepanelen/>
167. *Zonnetoren.* (2019, maart 14). Opgehaald van Wikipedia: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Zonnetoren>

## Bijlagen

### Bijlage 1: Interview met Herro de Roest

Herro de Roest is leraar op CSG Reggesteyn aan de Noetselerbergweg. Hij zit onder andere in het bestuur van Strobouw Nederland. Strobouw Nederland is een vereniging van particulieren en professionals die een passie hebben voor bouwen met stro. Wij hebben Herro de Roest gevraagd wat zijn visie op duurzaamheid en de toekomst is en wat hij vindt van een Tiny House.

#### **Op welke manier(en) bent u actief bezig met duurzaamheid?**

Ik zit in het platform 'Duurzaamheid' van de gemeente. Dat is door de gemeente georganiseerd, maar ik ben daar niet alleen voor school maar ook vanuit eigen persoon naar toe gegaan. Voor school

ben ik een van de aanspreekpunten voor duurzaamheid. Daarnaast zit ik in het bestuur van 'Strobouw Nederland'. Zoals de naam al zegt, wordt er bij strobouw gebouwd met stro. Deze manier van bouwen is niet schadelijk voor de omgeving, omdat er alleen maar natuurlijke materialen gebruikt worden. Het is teruggaan naar een manier van bouwen die niet schadelijk is voor het milieu. Om bakstenen te maken bijvoorbeeld is veel CO<sub>2</sub> en energie nodig, stro is afvalproduct, dus dat hoeft niet meer geproduceerd te worden. Heel vaak worden pakketten gemaakt van de stro, maar je kunt er ook mee bouwen.

### **Welke problemen komt u tegen bij het bedenken van duurzame oplossingen?**

Mensen zeggen bij voorbaat dat niet goed zou zijn, te duur is of niet degelijk is. Ook vinden mensen het te veel moeite. Het probleem is dus vooral de weerstand van mensen. Dat is eigenlijk best raar, want veel mensen zijn het er mee eens dat we wel wat met het milieu moeten doen, maar veel mensen willen er niks voor laten. Zo is afval scheiden een niet zo grote verandering, die toch wel impact kan hebben. 2,5 jaar geleden had ik voorgesteld om afval te scheiden op school, maar toen werd mij verteld dat het te duur was en niet kon. Dat is slechte verkoop van school, dus ik ben naar de gemeente gegaan. Nu wordt een deel gratis opgehaald. Zo verdient de school er ook wat aan.

### **Wat zijn de plannen voor de nieuwe school met betrekking tot duurzaamheid?**

Bestuur van school heeft bedacht dat er een energie neutrale school moet kunnen. Dat kan ook niet anders, want anders krijg je geen vergunning. Er is nog geen plan voor een architect e.d., maar ik heb wel een voorstel gedaan om het ecologisch te doen, oftewel bouwen met natuurlijke materialen. Dan zouden wij de eerste school zijn in Nederland die dat doet. Nederland loopt heel erg achter wat dit betreft. Het is heel handig om ecologisch te bouwen, omdat de afbraak van zo'n gebouw niet voor blijvend afval zorgt. Het afval van een ecologisch gebouw is afbreekbaar of herbruikbaar. Zo laat je de toekomstige generaties niet achter met een gebouw wat ze niet meer kunnen gebruiken.

Wat betreft energie opwekken zullen er sowieso zonnepanelen komen op het dak. De reden dat ze er nu nog niet op liggen, in tegenstelling tot Rijssen, is mij niet helemaal bekend. Ik heb het namelijk al ongeveer 8 jaar geleden voorgesteld. De enige reden die ze toen gaven om dat niet te doen is dat er binnenkort verbouwd zou worden. Maar je kunt zonnepanelen ook makkelijk van het dak halen en op een ander dak zetten. Al die jaren hadden we onze eigen energie kunnen hebben.

Bovendien heb ik een idee bedacht voor de praktijklokalen (natuurkunde, kunst, o&o, etc.). Deze gebouwen kun je laten maken van stro en leem. Leem is heel handig, want het isoleert goed, houdt vocht vast en het dempt geluid. Je kunt de leerlingen ook mee laten helpen met bouwen en deze worden dan weer begeleid door leerlingen van het ROC en docenten. Verder is het handig dat alle materialen die je nodig zou hebben uit de gemeente kan halen. Dat lost het stikstof probleem ook op.

Een andere handige oplossing is een biomeiler. Dan wordt in een laag compost opgebouwd met daarboven een tuinslang. Daarna komt weer een laag compost en een tuinslang, enzovoort. Als je dit zo door vult tot 3 meter hoog heb je voor 2 jaar warmte, nadat je de slang aan een pomp hebt aangesloten.

### **Welk idee bent u het meest trots op? / Wat vindt u het beste idee?**

Er is niet één idee wat ik het beste vind. Ik vind het belangrijk dat een school laat zien dat zij zich wil inzetten voor het milieu, niet alleen door zonnepanelen op het dak te leggen, maar ook door heel veel andere maatregelen te nemen. Dat is iets wat ze de leerlingen ook moet laten zien. Zo wordt er een goed voorbeeld gegeven voor de leerlingen.

### **Denkt u dat de plannen voor school ook toepasbaar zijn op huizen/een Tiny House?**

Ja, in ieder geval wel voor nieuwbouw. De manieren die zijn genoemd, zijn zeer geschikt om zelf uit te voeren. Op deze manier ben je veel meer bezig met het bouwen van je eigen huis. Voor een Tiny House zou het erg geschikt zijn, maar de muren zijn wel wat dikker dan steen. Het ligt eraan of de muur met de oppervlakte wordt meegerekend. Een andere handige techniek is inblaasstro. Hierbij

wordt de kaf van spelt in een spouw geblazen en heb je goede isolatie. Ik ken geen Tiny House van stro, maar ik kan me niet voorstellen dat het niet zou kunnen. Een nadeel van stro is dat het kapot gaat wanneer het nat wordt en dan is het niet meer bruikbaar. Hier zijn echter goede oplossingen voor, zoals een slim ontwerp en slim bouwen. Je zou ook kalkhennep kunnen gebruiken als bouwsteen, maar dan moet het eerst nog wel geproduceerd worden. Dat is beter dan steen en je kunt dan minder dik bouwen dan stro.

### **Zijn er bepaalde regels in deze gemeente?**

Bij stro is brandgevaar natuurlijk een risico, maar alleen als er lucht bij komt. Als je er mee gaat bouwen zit er geen lucht bij en kan het hooguit gaan gloeien. Daar is onderzoek naar gedaan in opdracht van een verzekeringsmaatschappij. De uitslag van het onderzoek was dat het 90 minuten duurde voordat aan de andere kant van de muur te zien was dat het aan het branden was. Dat is beter dan steen, wat volgens mij 40 minuten is. Er was één huis in Kampen dat wel afgebrand was, maar dat kwam omdat het verkeerd gebouwd was. Er zat namelijk lucht tussen de muur. Brandwerendheid zou dus de enige (specifieke) eis zijn.

### **Hoe wordt het gefinancierd?**

Als je alles laat doen door een bouwbedrijf, dan ben je net zo duur uit als een traditioneel gebouwde huis, in het geval van een strohuis. Als je zelf meebouwt, wordt het natuurlijk een stuk goedkoper. Een strohuis is wat arbeidsintensiever om te maken, maar de materialen zijn goedkoper.

### **Heeft u uw eigen huis ook energieneutraal gemaakt of bent u dat van plan (eventueel bij een nieuwe woning)? Zo ja, hoe?**

Ik ben van plan om mijn huis te maken van stro. Daarnaast kun je ook rekening houden met de stand van de zon. Daarbij kun je een dakoverstek maken, zodat de zon in de zomer niet binnenvalt en in de winter wel. Op dit moment heb ik zonnepanelen op het dak liggen, maar verder zijn er nog geen maatregelen genomen.

### **Wat vindt uw sociale kring/omgeving van uw beslissing?**

Sommigen vinden het best en andere vinden het fantastisch en zijn geïnteresseerd. Er zijn geen negatieve reacties.

### **Wat vindt u van een Tiny house?**

Ik vind het een heel goed idee, want tegenwoordig wonen heel veel mensen alleen of met z'n tweeën. Een groot huis is dan niet nodig

### **Zou u het zelf overwegen?**

Nee, ik vind het wel fijn om de ruimte te hebben, al helemaal wanneer de kinderen en later eventuele kleinkinderen komen. Ik vind een Tiny House ook wat meer voor jongeren of studenten. (20- 30 jarigen)

### **Heeft u nog ideeën die wij mee kunnen nemen in het ontwerpen van een Tiny house?**

Het is handig om met de zonnestand rekening te houden en eventueel ook de plek. En dan kun je daar je huis op aanpassen. Een veranda aan het Tiny House is ook een goede oplossing. De oppervlakte hiervan wordt dan niet meegerekend met de oppervlakte van het huis. Dan kun je je veranda eventueel ook zo maken dat je het in de winter af kan sluiten. Zo dient die veranda als een soort buffer. Daarnaast moet je ook slim ontwerpen en goed over de indeling nadenken. Verder is er ook veel inspiratie van internet te halen en je kunt de dakhelling in een bepaalde hoek doen, zodat dat niet meer met de zonnepanelen hoeft te gebeuren. Zo heb je binnen ook nog eens meer ruimte. Een sedum dak is ook een goede optie. Dan leg je groen aan op je dak. Tot slot is een helofytenfilter

ook een mooie oplossing. Hier wordt met behulp van helofyten afvalwater gezuiverd op een milieuvriendelijke manier.

## Bijlage 2: Interview met Harry Olthof

Harry Olthof zit in het platform Duurzaam Hellendoorn in de werkgroep Energie. Samen met zijn collega's is hij op zoek naar oplossingen om de gemeente Hellendoorn zo duurzaam mogelijk te maken op het gebied van energie. Zo wordt er onder andere gekeken naar hoeveel energie er nodig is in deze gemeente. Wij hebben Harry Olthof gevraagd wat zijn visie op duurzaamheid en de toekomst is en wat hij vindt van een Tiny House.

### **Wat was de aanleiding voor het energieneutraal maken van uw huis?**

In eerste instantie het milieu. We hebben kinderen en kleinkinderen en je wilt een schonere wereld voor ze. De tweede reden is dat je goedkoper wilt leven en lagere energiekosten wilt. Daarnaast ben ik zelf technicus en vind ik het interessant om de zaken uit te zoeken en technische dingen te doen. Dat is de reden dat ik 4 jaar geleden al zonnepanelen op het dak heb laten leggen. Het is toch gelukt, ondanks dat het een huurwoning is.

### **Hoe heeft u uw huis energieneutraal gemaakt?**

Het is nog niet zo heel lang energieneutraal. Volgens mij pas sinds januari 2019. Ik heb gekeken naar hoe we energiezuinig kunnen leven. Ik heb uitgezocht welke koelkast, verlichting en dergelijke we nodig hebben. De apparatuur hebben we zelf aangeschaft en dat scheelt ook heel erg op de energierekening. Verder ga je kijken naar wat je zoal aan energie nodig hebt. Ik heb een apparaat aangeschaft dat zowel kan koelen als verwarmen. Dit gaat met behulp van een lucht/lucht-warmtepomp. Dit apparaat hoort je amper en is energiezuinig. Vervolgens hebben we wat aanpassingen gedaan op het gebied van water. We hebben een buffervat van 50 liter waarmee we onder andere kunnen douchen. Je hebt wel meer water beschikbaar dan deze 50 liter, want er moet altijd wat koud water bij, omdat de temperatuur anders te hoog is. Tot slot heb je in de badkamer ook verwarming nodig. Daar hebben wij gebruik gemaakt van een infraroodspiegel. We verwarmen dus de keuken en de woon- en badkamer. De slaapkamers verwarmen we niet en dit hebben we ook nooit gedaan. De radiatoren moeten wel overal in huis blijven staan, omdat het een huurwoning is. Ik moet een vergunning hebben om zonnepanelen op het dak te kunnen leggen, dus daarvoor ben ik naar de gemeente gegaan. Verder heb ik uitgerekend dat er 5000 kilowattuur per jaar nodig is om het huis te verwarmen en dergelijke. Hierbij is het verbruik van mijn elektrische auto ook meegerekend. Met deze auto rijd ik ongeveer 10000 kilometer per jaar en de auto heeft een verbruik van ongeveer 14 kilowattuur per 100 kilometer. Ik heb uitgerekend dat dat neerkomt op zo'n 1200 kilowattuur per jaar aan energie. Een normaal huishouden zou met ongeveer 3800 kilowattuur per jaar rondkomen.

Ik heb gevraagd aan de gemeente of ik een parkeerplek kon reserveren om mijn auto op te laden, maar dit mocht niet. Dat komt omdat de gemeente al een laadpaal aan het begin van de straat heeft neergezet voor algemeen gebruik. Dit heb ik liever niet, want ik wil de energie gebruiken van mijn eigen zonnepanelen, dus in plaats daarvan heb ik een lange kabel aangeschaft en zo kan ik 7 parkeerplaatsen bereiken.

Mijn laadpaal heeft verschillende standen. In de eerste stand wordt alle energie die nodig is uit het net gehaald, wat neerkomt op 7 kilowattuur. In de tweede stand wordt een deel van de energie uit het net gehaald en een deel van de energie uit de zonnepanelen. Dit gebeurt met 3,4 kilowattuur. Ik wek met mijn zonnepanelen 5000 kilowattuur op en dat trek ik ook weer uit het net. Ik kom netto dus op nul uit.

### **Zijn er bepaalde regels in deze gemeente?**

Als je een huurwoning hebt, moet je toestemming krijgen voor het plaatsen van zonnepanelen op je dak. Deze toestemming krijg je van je huurbaas. Verder zijn er geen speciale regels verbonden aan het energieneutraal maken van je huis.

### **Wat vindt uw sociale kring/omgeving van uw beslissing?**

Mensen zijn heel erg enthousiast en benieuwd. De burens stellen mij er wel eens vragen over. Sinds het laatste jaar is er de optie om zonnepanelen te huren als je een huurwoning hebt. Het is ongeveer €1,60 per paneel per maand. Als je 10 panelen hebt, kost het je dus €16 per maand. Je verdient echter het viervoudige. Veel burens vinden het interessant dat je energieneutraal kan zijn en er zijn al meerdere mensen in de buurt die ook op weg zijn naar energieneutraal leven.

### **Hoe heeft u het gefinancierd?**

Ik ben gepensioneerd sinds een jaar en ik heb nog wel wat spaargeld over. Rente op spaargeld is tegenwoordig bijna niks meer, dus je kunt het beter in zoiets stoppen. Bovendien brengen panelen direct geld op als je ze plaatst en het is ook behoorlijk veel. De panelen worden steeds goedkoper, dus het loont zich om dat te doen. Met het geld wat je dan overhoudt, kun je andere dingen aanschaffen die je huis nog duurzamer maken. Maar als huurder zijnde, is het veel beter om bijvoorbeeld een energiezuinige koelkast aan te schaffen.

Het duurste apparaat is de verwarming, die kost ongeveer 3000 euro. Een 'normale' huurder zal dit niet aanschaffen, maar er zijn ook andere manieren. Ik zit in het huurdersplatform van de woningstichting en er wordt sterk geadviseerd om stappen te zetten richting energieneutraal wonen, want de huurders moeten heel veel energielasten betalen.

### **Hoe zit het met de energie in de winter?**

In de winter haal ik het net niet met de energie die ik zelf opwek. In dat geval haal ik gewoon de energie, die ik tekort kom, uit het net. Toch blijf ik energieneutraal, omdat ik in de zomer te veel energie opwek en deze overige energie in het net stop. De overige energie haal ik in de winter eruit. Indirect ben ik dus nog steeds energieneutraal.

Ik ben op dit moment bezig met het zoeken naar een oplossing voor het opslaan van energie. Dit is nog wel een probleem. Als je namelijk de energie die je 's zomers te veel opwekt, zou opslaan, dan heb je een accu van wel 2500 kilowatt nodig en dat is niet te doen. De opslagmogelijkheid van batterijen is wel aanwezig, maar het is nog te duur.

Wat wel een mogelijkheid zou zijn, is om 's nachts energie te halen uit je elektrische auto. In mijn elektrische auto zit namelijk een accu van 45 kilowattuur. Dit mag alleen nog niet in Nederland, maar ik wil er wel voor zorgen dat dit kan. Je mag nu nog niet energie in het net stoppen, behalve als het van zonnepanelen komt. Verder ben ik aan het kijken naar zeezoutaccu's. Dit werkt ook met een systeem waarbij met lampjes wordt aangegeven wanneer het gunstig is om bepaalde apparaten aan te zetten. Ik zit erover na te denken om accu's onder de vloer te leggen.

### **Hoe houdt u het in de zomer koel?**

Dat gebeurt met behulp van de airco. Nou moet ik zeggen dat we de airco nog nooit gebruikt hebben of er geen behoefte aan hebben gehad. Afgelopen zomer was het heel erg warm, maar het ligt eraan of je daar last van hebt of niet. Je kunt ook een raam openzetten.

### **Heeft u aanpassingen gedaan wat betreft isolatie?**

Dit huis heeft wat betreft isolatie label B en dubbel glas (hoog rendement glas ++). De wanden, dak en het vloer zijn goed geïsoleerd. Ik heb nog wel gevraagd aan de woningcoöperatie gevraagd of ze het dubbel glas niet kunnen vervangen voor triple glas met vacuüm ertussen. Daar ben ik nog mee bezig. Eigenlijk moet elk huis triple glas met vacuüm ertussen hebben, maar in Nederland zijn de ramen een beetje zoals een achtergebleven kind.

### **Hoe bent u verder actief bezig met duurzaamheid?**

Ik zit in het platform Duurzaam Hellendoorn in de werkgroep Energie. Daar kijken we naar hoe deze gemeente met de energietransitie omgaat. We geven advies aan de gemeente hoe zij dat kan doen.

Het is een enorme opgave om uit te zetten hoe elke wijk energieneutraal wordt. Sommige wijken zijn hier heel erg geschikt voor en andere wijken zijn geschikter op het gebied van warmte.

Je kunt ook energie op andere manieren op slaan, bijvoorbeeld met behulp van elektromotoren. Dan worden meerdere huizen op één zo'n motor aangesloten en het overschot aan energie kan er in worden opgeslagen. Als er dan te weinig energie is, kan er energie worden uitgehaald. Zo zijn er nog veel meer mogelijkheden. Een warmtepomp is ook een goede oplossing. Hier zijn verschillende varianten van en het rendement kan oplopen tot wel 400 procent.

### **Wat vindt u van het idee van een Tiny House?**

Het ligt eraan welke bewoners er zijn. Als je helemaal niet zo heel veel ruimte en energie nodig hebt, is het prima. Je moet je wel lekker voelen in een kleine ruimte. Met kinderen erbij lijkt het me wel moeilijk. Een van de voordelen van een Tiny House is dat je niet zo heel veel energie nodig hebt. Mij lijken een paar panelen genoeg om het hele huis te voorzien. Ik vind het wel een goed idee en het is een mogelijkheid om het woningprobleem op te lossen. Misschien moet je ook wel zoeken naar een Tiny House dat langzaam mee groeit. Zo woon je eerst met twee personen er in en later een gezin. In dat laatste geval is er wat meer ruimte nodig. Op een gegeven moment woon je weer met twee personen, dus dan is er weer minder ruimte nodig. Ik vind het op zich wel een goed idee. De woningstichting van gemeente Hellendoorn heeft er een bezwaar tegen en ik weet niet precies waarom. Het is vooral de vraag voor wie de Tiny Houses dan bestemd zijn en wat de mensen er zelf voor willen geven.

### **Zou u zelf overwegen om in een Tiny House te wonen?**

Ik zou het zelf niet overwegen. Ik woon op dit moment in een eengezinswoning, waarbij we enkele slaapkamers nu als hobbykamers gebruiken. Als ik zou verhuizen naar een huis met alleen maar een begane grond, voor als ik slecht te been zou worden, dan zijn de huurprijzen veel hoger. Het voordeel is wel dat je meteen in een energieneutraal huis woont.

### **Heeft u nog tips of ideeën voor ons profielwerkstuk?**

Ik heb mijn rapport naar jullie gestuurd. Daarin staat veel over het energieverbruik van dit huis. Veel mensen zien die energietransitie op zich afkomen en ze weten niet goed waar ze moeten beginnen. Er moet meer voorlichting komen over hoe je het kan aanpakken. Ik heb twee solar trackers geïnstalleerd. Deze volgen de zon de hele dag door. Theoretisch zouden ze 40 procent meer moeten opbrengen. Bij mij is dat 12 tot 15 procent, maar dat is toch altijd wel wat meer. Wat ook een misverstand is van mensen is dat ze geen zonnepanelen kunnen gebruiken, omdat ze geen dak op het zuiden hebben. Dat is helemaal niet waar. Ik heb namelijk 10 zonnepanelen op de noordkant liggen en deze brengen 60 procent op van wat ze zouden opbrengen als ze op het zuiden zouden liggen. Soms werkt een oost-/westkant nog beter dan wanneer ze op het zuiden zouden liggen. Bij ons staan de bomen enigszins in de weg aan de zuidkant, maar daar moet je rekening mee houden. In dat geval moet je wat meer panelen laten installeren. Er zijn dus voldoende mogelijkheden.

### Bijlage 3: Interview met Jan-Willem van der Male

Jan-Willem van der Male is een afgestudeerd architect en heeft samen met Noortje Veerman het boek *Bouw je eigen Tiny House* geschreven. Wij hebben Jan-Willem van der Male gevraagd wat zijn relatie is met duurzaamheid en waar hij op let bij het ontwerpen van een Tiny House.

#### **Kunt u vertellen wie u bent, wat u doet en wat uw relatie is tot duurzaamheid?**

Ik ben Jan-Willem en geef les aan mensen die graag een eigen Tiny House willen ontwerpen. Ik ben opgeleid tot architect, maar kon mij niet vinden in de manier van werken. Vandaar dat ik het pad ben ga bewandelen van Tiny Houses. Duurzaamheid is voor mij een vanzelfsprekendheid net zoals zwaartekracht.

#### **Waarom heeft u besloten om een Tiny House te ontwerpen?**

Mijn vrouw en ik wilden uniek wonen, geen hypotheek en zelf bouwen. Iets waarvan we dachten dat het pas na ons 50e haalbaar zou zijn. Toen kwamen de Tiny Houses voorbij en we konden ons direct vinden in de visie van deze beweging.

#### **Wat vindt uw sociale kring/omgeving van uw ontwerpen?**

We kregen voornamelijk positieve reacties over ons huis. Zelf ontwerp ik niet veel voor anderen; dat laat ik ze liever zelf doen onder mijn begeleiding. Uiteindelijk heeft iedereen een andere smaak.

#### **Welke oplossing heeft u bedacht om het energietekort in de winter op te lossen?**

De koelkast uitzetten en buiten een kast gebruiken. Ook proberen we zo min mogelijk energie te verbruiken.

#### **Hoe houdt u in de zomer het huisje koel?**

Ons huisje waait lekker door als de deuren tegen elkaar open staan, maar als het echt heet is kunnen we verder niet veel doen. We overwegen nog zonwering aan de zuidkant.

#### **Wat heeft u bedacht op het gebied van waterverbruik?**

We gebruiken regenwater dat we met ons dak opvangen en opslaan in een tank. Daarna zuiveren we het om het te gebruiken. Om water te besparen hebben we een composttoilet waardoor je geen spoelwater gebruikt. Dit zorgt voor 1/3 besparing. We douchen niet zo vaak en proberen zo min mogelijk water te verspillen.

#### **Wat zijn volgens u de voor- en nadelen van een Tiny House?**

Het grootste voordeel is dat we redelijk zorgeloos kunnen leven. We hebben nauwelijks maandelijkse lasten waardoor we kunnen doen wat we willen. Bijvoorbeeld de Tiny House Academy beginnen. Het nadeel is dat je veel met je huis bezig bent. Je moet vaker schoonmaken, omdat het sneller vies wordt. De stroom-, water- en houtvoorraad moet je in de gaten houden. Ook moet het huisje goed onderhouden worden. Je kunt weinig professionele hulp vragen, omdat niks standaard is.

#### **Woont u zelf al in een Tiny House?**

We wonen nu 3 jaar in ons Tiny House en het bevalt nog steeds. We passen wel veel aan, maar dat zijn allemaal verbeteringen, aangezien we het zijn begonnen als experiment. Het off-grid wonen begint een beetje vermoeiend te worden. We gaan ons comfort niveau ietsje opschroeven met een volgend huisje dat we over 2 jaar hopen te gaan bouwen.



# Lieke en Ilse

## Logboek

Datum en tijd	Plaats	Verrichte werkzaamheden	Door wie
1. 6-5-2019 9.40-10.30	Reggesteyn Noetsele	Werkcollege onderzoeksvaardigheden	Lieke en Ilse
2. 13-5-2019 9.40-10.30	Reggesteyn Noetsele	Werkcollege onderzoeksvaardigheden	Lieke en Ilse
3. 20-5-2019 9.40-10.30	Reggesteyn Noetsele	Werkcollege onderzoeksvaardigheden	Lieke en Ilse
4. 27-5-2019 9.40-10.30	Reggesteyn Noetsele	Werkcollege onderzoeksvaardigheden	Lieke en Ilse
5. 3-6-2019 9.40-10.30	Reggesteyn Noetsele	Werkcollege onderzoeksvaardigheden Deelvragen bedacht, bronnen gezocht, boekje verder ingevuld, hoofdvraag aangescherpt	Lieke en Ilse
6. 10-6-2019 9.40-10.30	Reggesteyn Noetsele	Werkcollege onderzoeksvaardigheden	Lieke en Ilse
7. 27-6-2019 14.00-14.35	ReggesteynNoetsele	Onderzoeksvraag aangescherpt, deelvragen uitgezocht, plan van aanpak gemaakt	Lieke en Ilse
8. 30-6- 2019 11.00-12.00	Thuis	Onderwerp, onderzoeksvraag, deelvragen en plan van aanpak compleet en in document gezet	Lieke
9. 30-6-2019 21.00-22.30	Thuis	Bronnen gezocht	Ilse
10. 1-7-2019 10.45-11.35	ReggesteynNoetsele	Fase 1 afgerond	Lieke en Ilse
11. 4-9-2019 10.45-11.35	ReggesteynNoetsele	Meer ideeën opgedaan voor werkstuk (tiny house), paar deelvragen uitgewerkt, meer bronnen gezocht	Lieke en Ilse

12.	19-9-2019 8.50-9.40	Reggesteyn Noetsele	Plan verduidelijkt, nieuwe bron: Urgenda	Lieke en Ilse
13.	2-10-2019 13:20-13:45	ReggesteynNoetsele	Gesprek met meneer Rauhé over ons plan van aanpak, ideeën uitgewisseld	Lieke en Ilse
14.	10-10-2019 18.00-21.00	Evenement-en hallen Hardenberg	Bouwbeurs	Ilse
15.	18-11-2019 9.40-10.30	Reggesteyn Noetsele	Ideeën ontwerp huis opzoeken	Ilse
16.	21-11-2019 15.45-16.45	Thuis	Voorblad en inhoudsopgave in het (opzet) verslag gezet; 3 deelvragen beantwoord; ideeën voor een experiment genoteerd	Lieke
17.	26-11-2019 12.45-15.15	Reggesteyn Noetsele	Folders van de beurs doorgenomen; vragen voor de interviews bedacht en mails gestuurd; gesprek met begeleider	Lieke en Ilse
18.	2-12-2019 14.35-15.30	ReggesteynNoetsele	Interview met Herro de Roest	Lieke en Ilse
19.	3-12-2019 15.30-16.15	Huis van familie Olthof, Nijverdal	Interview met Harry Olthof	Lieke en Ilse
20.	8-12-2019 19.15-20.15	Thuis	Vragen en antwoorden van interview met Herro de Roest verwerkt	Lieke
21.	8-12-2019 19.30-21.15	Thuis	Isolatiewaardes opzoeken	Ilse
22.	9-12-2019 19.00-21.00	Thuis	Isolatiewaardes opzoeken en gesprek/tips met Rik Ekkelkamp	Ilse
23.	9-12-2019 18.00-21.45	Thuis	Planning gemaakt; gesprek 10 december voorbereid; verslag van Harry Olthof doorgenomen; informatie opgezocht over de benodigde huishoudelijke apparaten	Lieke
24.	10-12-2019 13.25-13.50	Reggesteyn Noetsele	Gesprek met begeleider	Lieke en Ilse
25.	5-1-2020 20.30-22.15	Thuis	Interview Herro de Roest in verslag gezet; kopjes gemaakt; deel van de inleiding geschreven: begin gemaakt met 'globale methodebeschrijving' + deelvragen erin gezet + aanleiding geschreven + hoofdvraag erin gezet + 'maatschappelijk belang' geschreven; geschikte koelkasten gezocht	Lieke

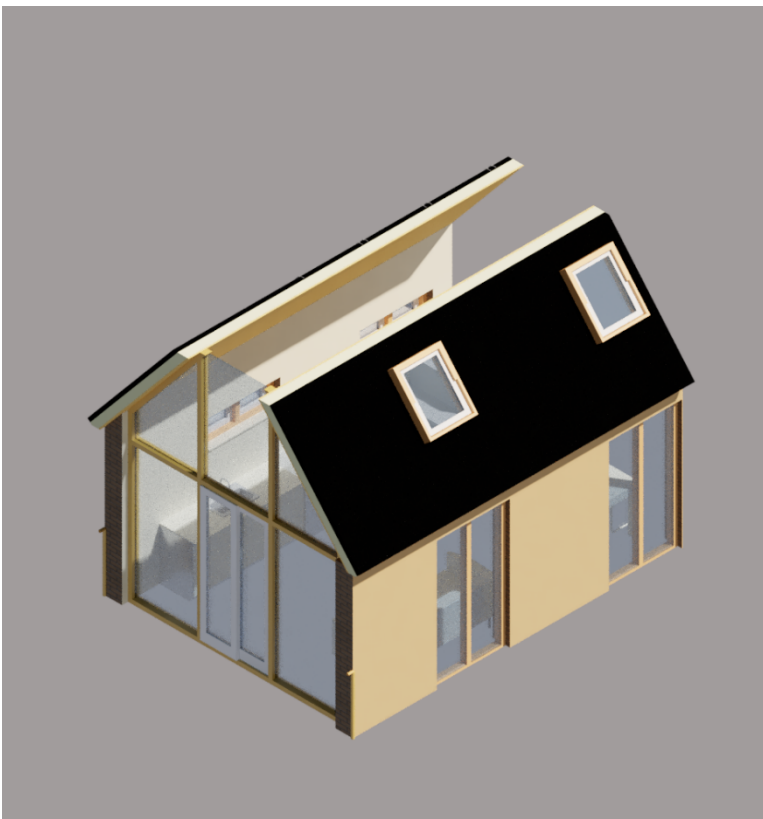
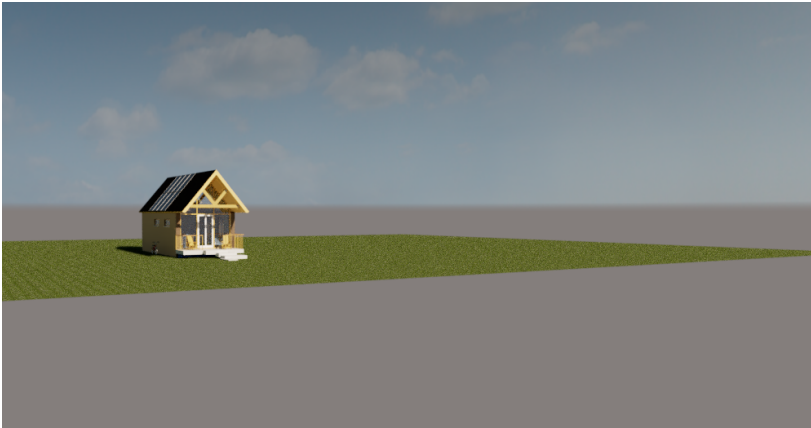
26.	6-1-2020 19.15-21.45	Thuis	Gewerkt aan onderdeel 'energieverbruik': koelkast, verlichting en inductiekookplaat	Lieke
27.	12-1-2020 11.45-13.00	Thuis	Gewerkt aan onderdeel energieverbruik: inductiekookplaat	Lieke
28.	17-1-2020 15.30-16.10	Thuis	Gewerkt aan onderdeel energieverbruik: inductiekookplaat	Lieke
29.	19-1-2020 11.25-17.00	Thuis	Gewerkt aan onderdeel energieverbruik: inductiekookplaat, infraroodspiegel, verwarming; vragen en antwoorden van interview met Harry Olthof verwerkt; gewerkt aan onderdeel water: PVT paneel, pomp, warmwaterzak, douche, kraan	Lieke
30.	25-1-2020 13.00-18.10	Thuis	Lieke's onderdelen doorgenomen en opmerkingen gemaakt; Gewerkt aan het onderdeel isolatie en ontwerp	Ilse
31.	26-1-2020 19.00-22.00	Thuis	Gewerkt aan het onderdeel isolatie	Ilse
32.	27-1-2020 16.00-18.00	Thuis	Gewerkt aan het onderdeel isolatie: gevelbekleding	Ilse
33.	27-1-2020 19.00-21.00	Thuis	Gesprek 28 januari voorbereid; plan opgesteld voor deadline 31 januari; gewerkt aan onderdeel energieverbruik: verlichting; gewerkt aan onderdeel water: PVT paneel, douche; opmerkingen Ilse verwerkt	Lieke
34.	27-1-2020 19.15-22.00	Thuis	Gewerkt aan onderdeel isolatie, warmwater, ventilatie en ontwerp	Ilse
35.	28-1-2020 10.45-11.35	Reggesteyn Noetsele	Onderzoek gedaan naar luchtdichtbouwen en ontwerp buitenkant huis	Ilse
36.	28-1-2020 13.15-13.45	Reggesteyn Noetsele	Gesprek met begeleider	Lieke en Ilse
37.	28-1-2020 13.45-14.15	Reggesteyn Noetsele	Opmerkingen van Ilse op het verslag verwerkt	Lieke
38.	28-1-2020 14.15-15.40	ReggesteynNoetsele	Mail gestuurd naar het bedrijf Triple Solar; mail gestuurd naar het bedrijf Brink; taakverdeling gemaakt; deelvragen aangescherpt	Lieke en Ilse

39.	29-1-2020 20.00-20.15	Thuis	Opgezocht en genoteerd waar we rekening mee moeten houden bij het ontwerp	Lieke
40.	30-1-2020 11.00-11.45	ReggesteynNoetsele	Gewerkt aan onderdeel water: PVT paneel; vragen bedacht voor het laatste interview	Lieke
41.	30-1-2020 15.30-16.45	Thuis	Gewerkt aan onderdeel energieverbruik: infraroodspiegel, warmtepomp	Lieke
42.	30-1-2020 19.00-22.30	Thuis	Gewerkt aan ontwerp en laatste interview	Ilse
43.	31-1-2020 15.00-16.15	Thuis	Gewerkt aan onderdeel energieverbruik: warmtepomp	Lieke
44.	1-2-2020 8.45-9.30	Thuis	Gewerkt aan onderdeel water: neveldouche	Lieke
45.	1-2-2020 13.00-16.45	Thuis	Gewerkt aan onderdeel binnenklimaat: luchtdicht en gewerkt aan onderdeel energieopslag	Ilse
46.	1-2-2020 16.45-19.45	Thuis	Gewerkt aan onderdeel energieverbruik: warmtepomp en verwarming Ontwerp Water: neveldouche	Lieke en Ilse
47.	2-2-2020 20.30-21.00	Thuis	Gewerkt aan onderdeel energieverbruik: totaal verbruikt elektrische apparaten; gewerkt aan onderdeel water: kranen	Lieke
48.	2-2-2020 19.30-21.30	Thuis	Gewerkt aan onderdeel Soorten duurzame energie: opgezocht welke soorten energie er zijn en van elk een beschrijving gegeven. Gewerkt aan onderdeel energieopslag	Ilse
49.	3-2-2020 9.40-10.30	Reggesteyn Noetsele	Gewerkt aan onderdeel soorten duurzame energie. Voor en nadelen van elke soort en verdere beschrijving	Ilse
50.	3-2-2020 15.00-18.00	Thuis	Het onderdeel duurzame energie afgemaakt, gewerkt aan onderdeel energieopslag, contact gezocht met iemand voor interview 3	Ilse
51.	3-2-2020 19.00-21.00	Thuis	Gewerkt aan het onderdeel energieverbruik: verwarming en ventilatie en berekend hoeveel panelen er maximaal op het dak kunnen	Ilse
52.	3-2-2020 19.00-22.00	Thuis	Gewerkt aan onderdeel energieverbruik: totaal verbruik berekend; gewerkt aan onderdeel water: kranen, wc, pvt paneel: hoeveel zijn er nodig	Lieke

53.	4-2-2020 15.45-17.15	Thuis	Gewerkt aan onderdeel energieverbruik: totaal verbruik; gewerkt aan onderdeel water: wc, pvt paneel en totaal verbruik	Lieke
54.	4-2-2020 20.00-23.00	Thuis	Onderdeel water nagelopen, Onderdeel binnenklimaat afgerond en gewerkt aan onderdeel energieopslag	Ilse
55.	5-2-2020 9.40-10.30	Reggesteyn Noetsele	Onderdeel binnenklimaat nagelopen, ander persoon voor interview 3 gezocht en gewerkt aan onderdeel energieopslag	Ilse
56.	5-2-2020 11.35-12.25	Reggesteyn Noetsele	Gewerkt aan onderdeel energieopslag	Ilse
57.	5-2-2020 11.00-14.15	Thuis	Opmerkingen van Ilse bij het onderdeel water verwerkt; gewerkt aan het verslag: voorwoord, wat kan ik zelf doen?, toekomst, voorblad	Lieke
58.	5-2-2020 18.50-19.20	Thuis	Interview 3 verwerkt	Ilse
59.	5-2-2020 15.00-20.15	Thuis	Gewerkt aan het verslag: inleiding, deelvragen, bijlagen, literatuurlijst	Lieke
60.	6-2-2020 18.00-21.30	Thuis	Gewerkt aan het verslag: werkwijze, resultaten, conclusie & discussie; proefversie afgemaakt en gemaïld naar begeleider	Lieke
61.	6-2-2020 18.00-21.45	Thuis	Onderdeel energieopslag afgemaakt, gewerkt aan de literatuurlijst, gewerkt aan verslag: materiaal, methode, resultaten; proefversie afgemaakt	Ilse
62.	7-2-2020 11.35-12.05	ReggesteynNoetsele	Opmerkingen bekeken en besproken onderling	Lieke en Ilse
63.	9-2-2020 20.30-21.15	Thuis	Opmerkingen bekeken en gekeken hoe het aangepast kan worden	Ilse
64.	10-2-2020 19.15-20.00	Thuis	Enkele opmerkingen van begeleider op de proefversie verwerkt	Lieke
65.	12-2-2020 19.30-21.45	Thuis	Stukje ontwerp uitgebreid en enkele opmerkingen van begeleider verwerkt	Ilse
66.	13-2-2020 10.45-11.35	Reggesteyn Noetsele	Gewerkt aan plattegrond	Ilse
67.	13-2-2020 11.35-12.25	ReggesteynNoetsele	Gewerkt aan de literatuurlijst: gekeken of we alle bronnen hebben en op alfabetische volgorde gezet ,	Lieke

68.	13-2-2020 16.30-17.45	Thuis	Gewerkt aan onderdeel energieopslag, energie opwekken en aan isolatie	Ilse
69.	13-2-2020 16.00-22.00	Thuis	Gewerkt aan onderdeel water: douche, toilet, kranen; gewerkt aan het verslag: literatuurlijst, inleiding	Lieke
70.	13-2-2020 18.30-23.00	Thuis	Gewerkt aan onderdeel binnenklimaat: verwarming en ventilatie.	Ilse
71.	14-2-2020 10.45-12.25	Reggesteyn Noetsele	Gewerkt aan het verslag: reflectie en samenvatting	Lieke
72.	14-2-2020 10.45-13.30	Thuis	Gewerkt aan het verslag: bronverwijzingen, uitleg triple solar, methode energieopwekken, inleiding doorgelezen	Ilse
73.	14-2-2020 19.00-23.30	Thuis	Verslag afgemaakt	Ilse
74.	14-2-2020 18.00-23.30	Thuis	Verslag afgemaakt	Lieke
75.	Gedurende periode verslag maken 8 uur	Thuis	Ontwerp bedacht en uitgewerkt	Lieke en Ilse

Bijlage 5: Ontwerp





In de tekening hieronder zie je het ontwerp van verschillende kanten. De volgorde van de plaatjes klopt niet helemaal met de nummers die erbij staan. Het eerste plaatje nummer 1 is de oost kant van het huisje, nummer 2 is de noordkant, nummer 3 de zuidkant en nummer 4 is de westkant. Bij 5 zie je de plattegrond van de begane grond. Nummer 6 geeft nog een keer voorkant weer maar dan vanuit noordoost gezien. Nummer 7 geeft het huisje weer vanuit zuidwest. Nummer 8 en 9 zijn de doorsnedes van het huis. Als laatste zie je bij nummer 10 hoe het huis eruit ziet de punt met een stuk dak is weggehaald.

