

# Testopstelling als validatie voor een thermomechanisch stressmodel van PV-modules

Joeri Smeets

Senne Jans

Master IW elektromechanica

Master IW elektromechanica

## Introductie

### Onderzoeksinstituut imo-imomec te Diepenbeek

- Onderzoeksgroep Energy Systems Engineering (ESE)
- ESE doet onderzoek naar de betrouwbaarheid van alle componenten van fotovoltaïsche-systemen (PV-systemen)
- De groep wilt graag versnelde stresstesten uitvoeren op PV-modules door middel van mechanische belastingen

### Doelstelling & subdoelstellingen

Onderzoek de mogelijkheden van mechanisch stresstesten van PV-modules en realiseer een geschikte opstelling voor imo-imomec.



## Vooronderzoek

### Literatuurstudie

#### Onderzoekspunten:

- Wat bestaat er omtrent mechanische stresstesten?
- Welke grootte van PV-modules is meest geschikt?
- Gecombineerd testen met een klimaatruimte?

### Typische mechanische defecten:

- breken van het glas
- breken van de zonnecellen
- breken van de interconnecties
- Delaminatie

### Eisenpakket

#### Eisen:

- Statisch en dynamisch belasten
- Gelijk en ongelijk verdeelde belasting
- Minimum voldoen aan IEC 61215 (10.16)
- Krachtsmeting (1-5% nauwkeurig)
- Stand alone

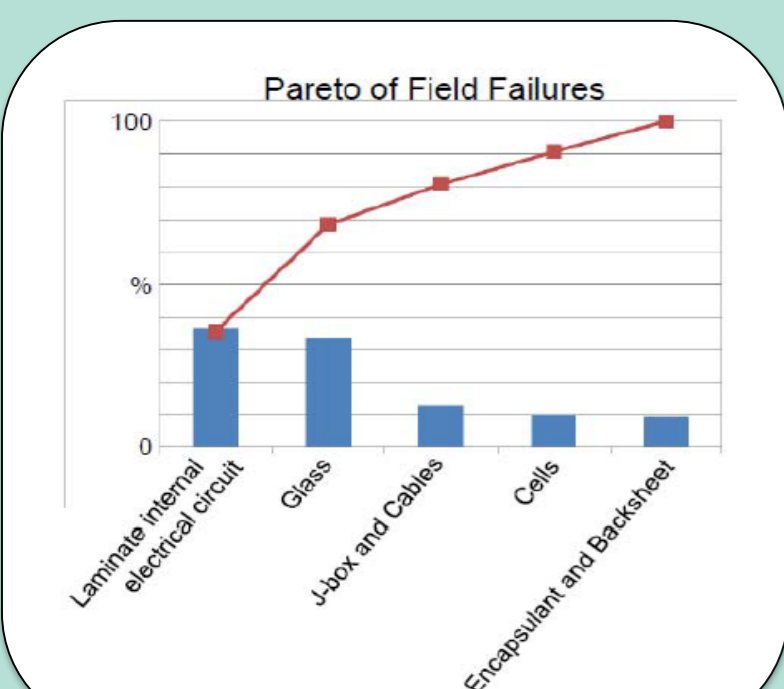
### Wens:

- Gecombineerde stresstesten met klimaatkast

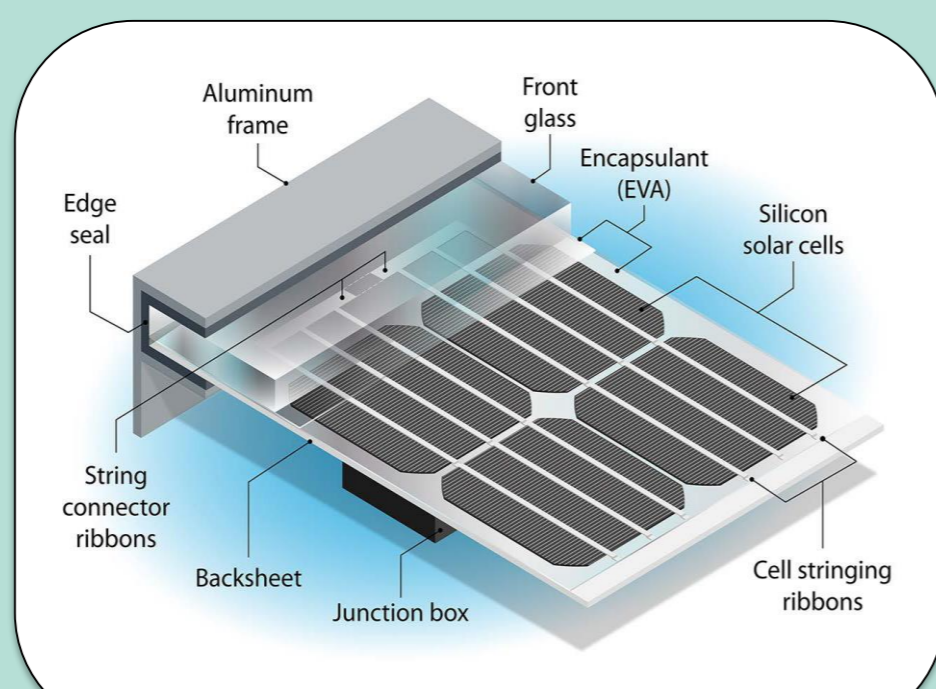
### Prototype

#### Destructieve test:

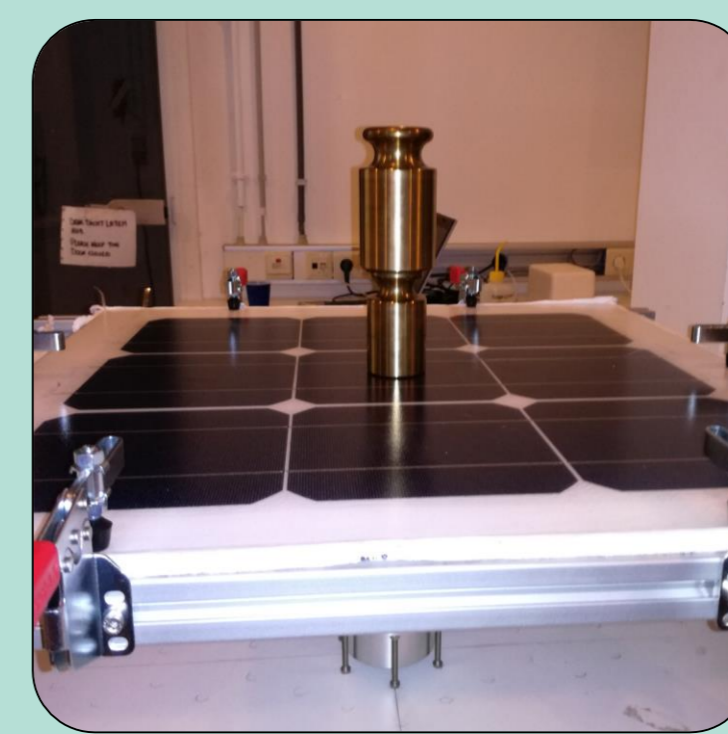
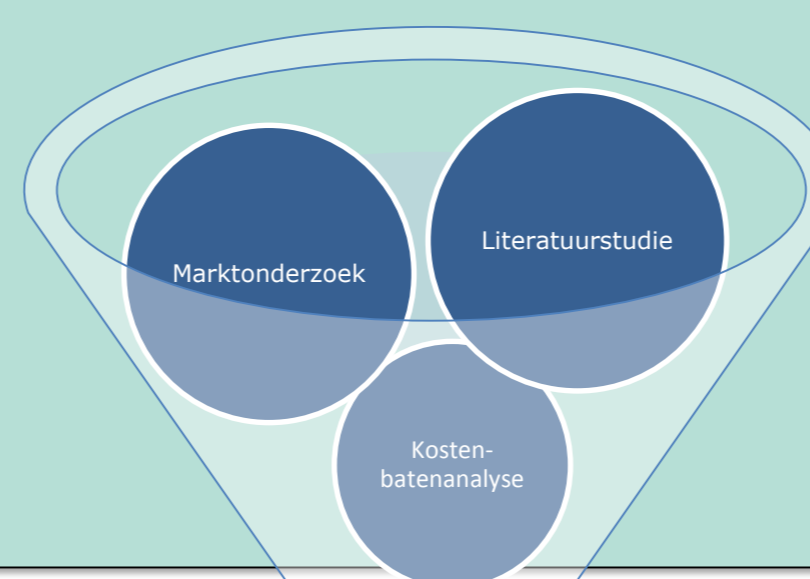
De glasplaat van 3,1mm dikte brak bij een belasting van 60,439kg wat resulteerde in een maximale doorbuiging van 6,239mm.



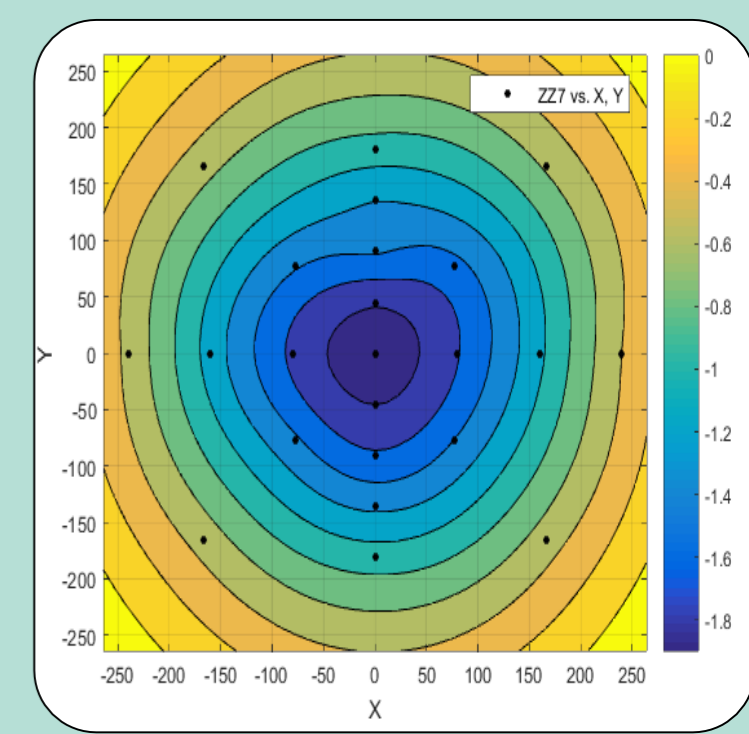
Pareto grafiek van defecten in de praktijk [1]



Samenstellingstekening van een PV-module [2]



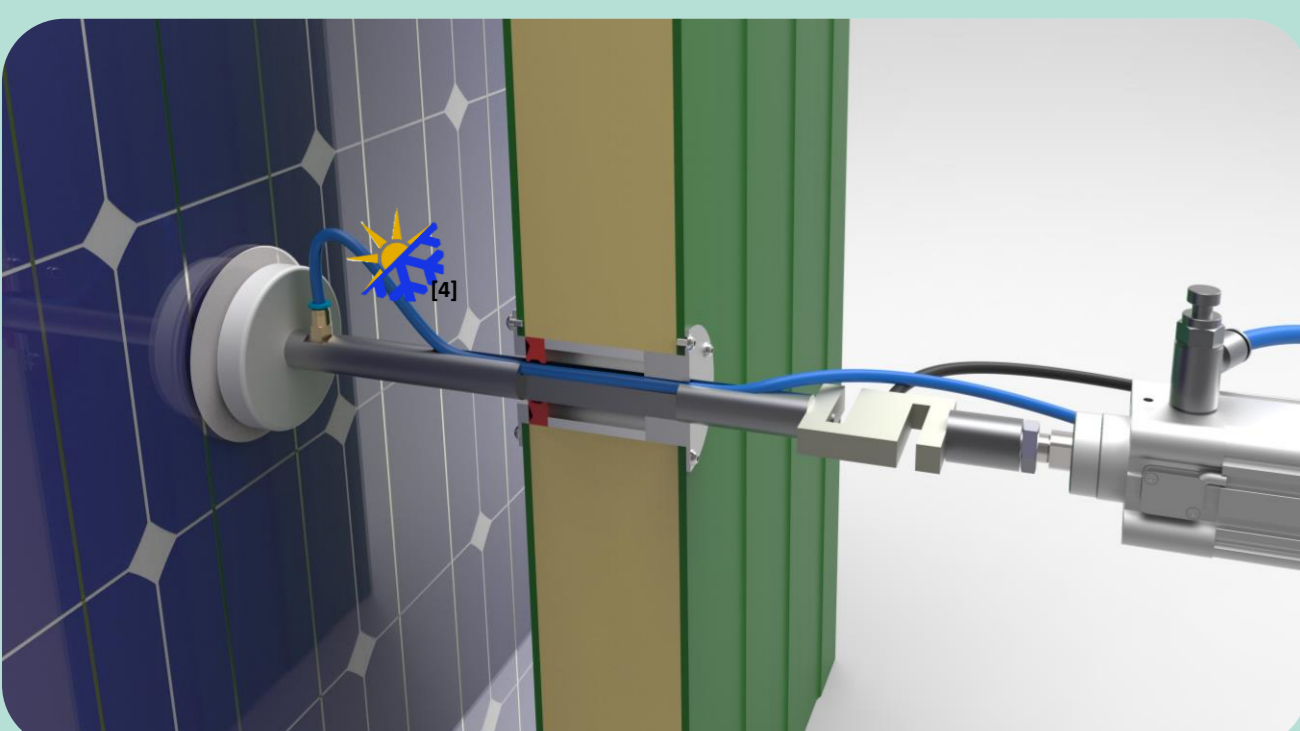
Prototype: meten van de doorbuiging



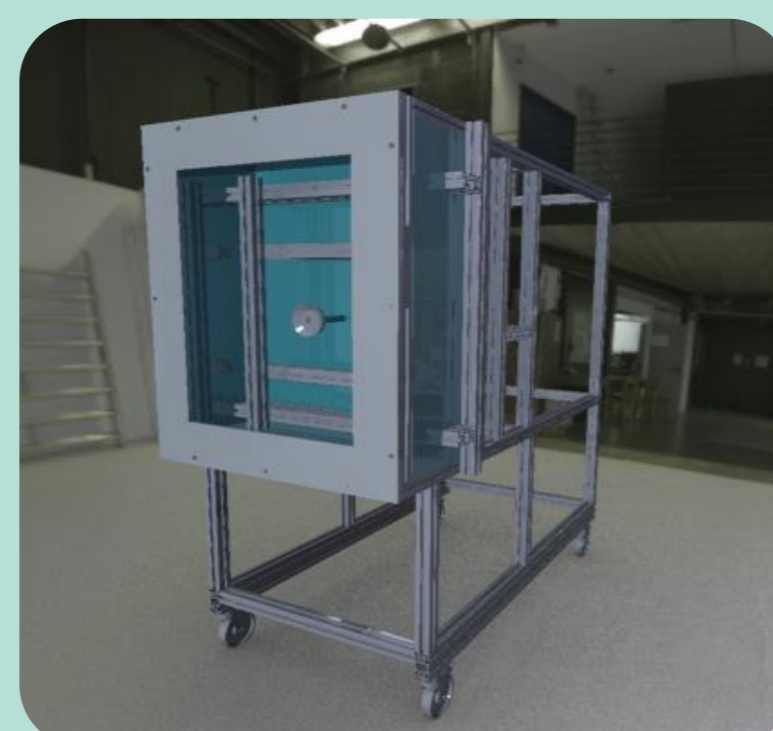
Resultaat van één doorbuigproef

## Mechanische stresstopstelling

Het ontwerp is gebaseerd op bestaande dynamische stresstesters [3]. De opstelling brengt een belasting aan via een pneumatische cilinder en door middel van een zuignap kan dit zowel op druk als trek.



Samenstelling stresstopstelling; onderdelen: PV-module, zuignap, stang, doorsnede isolatiepaneel met afdichting en ondersteuning, krachtsensor, pneumatische cilinder.



Ontwerp mechanische stresstopstelling

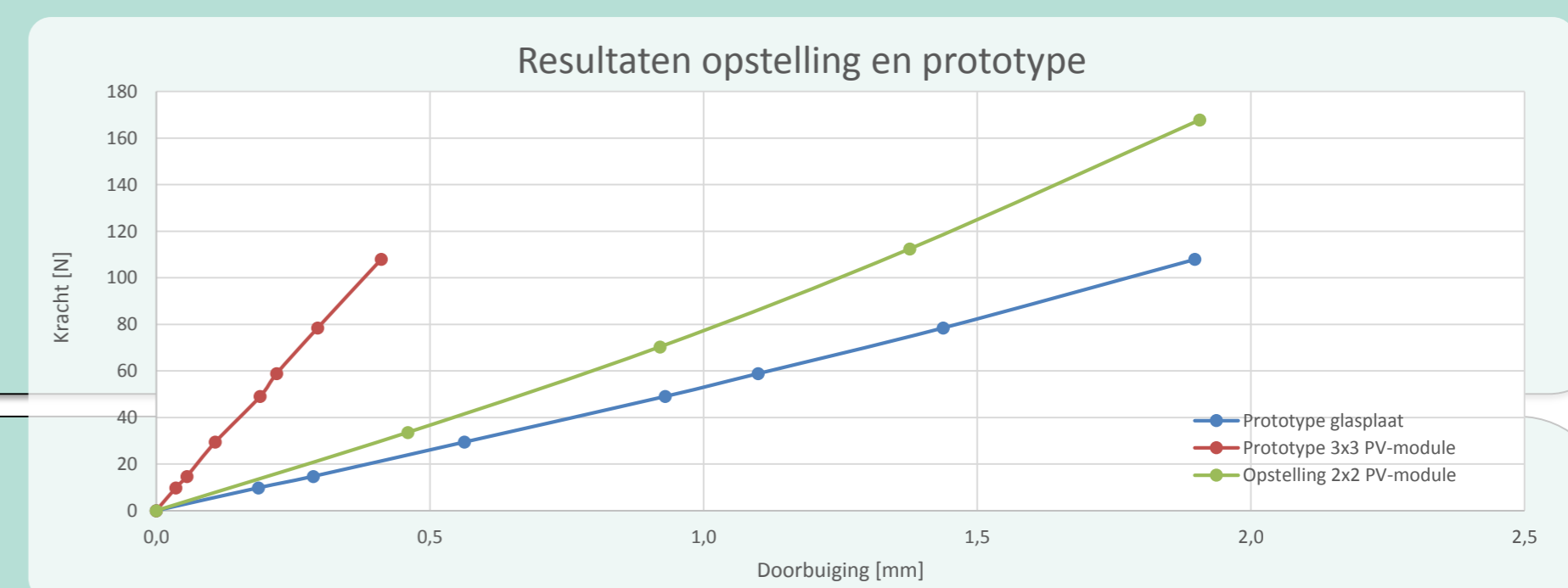
### Eigen ontwerp

### Eigenschappen

- Variabel en uitbreidbaar
- Minimale doorbuiging van het frame
- Koppelbaar aan een klimaatkast
- Formaat PV-modules: 2x2 cellen
- Krachtterugkoppeling

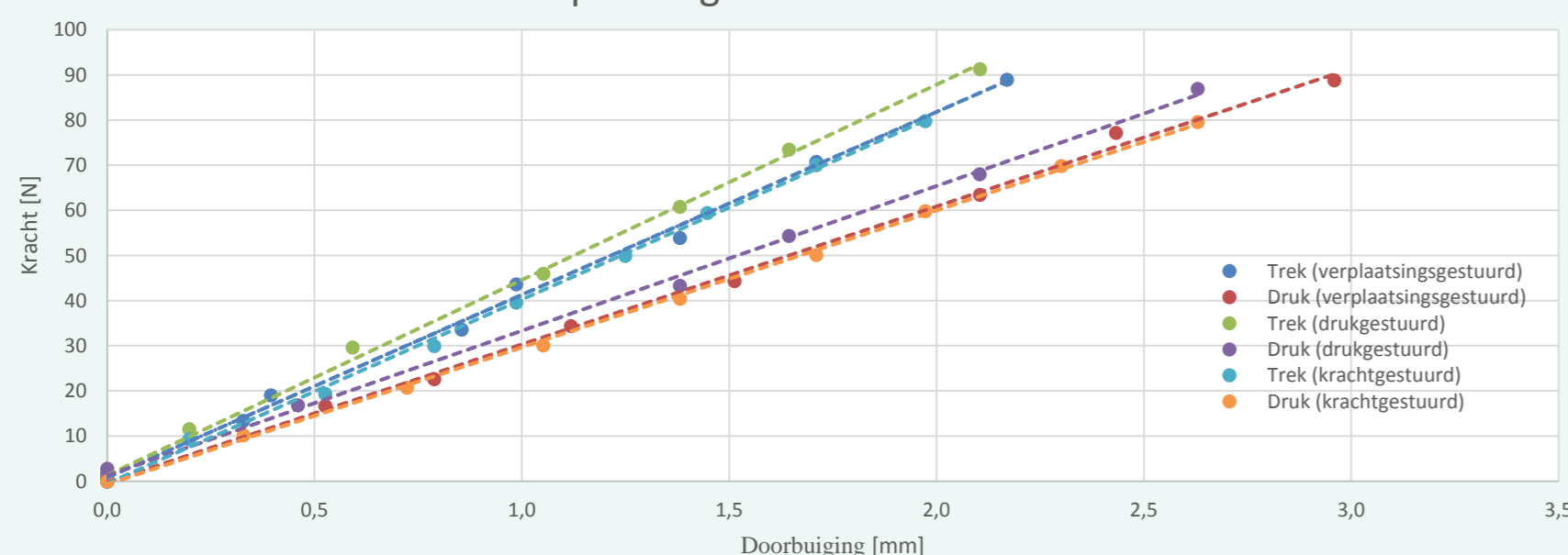
### Besturing & IO

- Arduino UNO / LabView interface
- Proportioneel drukregelventiel
- Krachtsensor (S-beam)
- Verplaatsingssensor (positietransmitter op de cilinder)



## Resultaten

### Resultaten opstelling: verschil tussen trek en druk



Er is duidelijk een verschil te merken tussen de testresultaten van de trek- en drukproeven. De reden van dit verschil ligt aan de verandering van het contactoppervlak.

### Vooruitblik

- Tallose vormen van mechanische stresstesten
- Uitbreiding naar meerdere cilinders
- Aansturing via ethernet
- 12-bit ADC voor het behalen van nauwkeurigere meetwaarden

Promotoren / Copromotoren: Prof. dr. ir. Michaël Daenen  
drs. ing. Philippe Nivelles

[1] D. DeGraaff, R. Lacerda, Z. Campeau, "Degradation Mechanisms in Si Module Technologies Observed in the Field; Their Analysis and Statistics", NREL 2011 Photovoltaic Module Reliability Workshop Golden, Colorado, February, 2011  
[2] S. Weckend, A. Wade, and G. Heath, "Challenges and opportunities." 32nd EU PVSEC, Munich, 2016.  
[3] "Mechanical Load Tester." [Online]. Available: <http://www.pse.de/test-equipment/photovoltaic-modules/mechanical-load-tester/>. [Accessed: 27-Dec-2016].  
[4] Warm, Weer - Gratis afbeeldingen op Pixabay. (n.d.). Retrieved December 23, 2016, from <https://pixabay.com/nl/photos/warm-weer/>