

# Uitgangswaardes voor de berekeningen in de simulatie

In de onderstaande tabellen staan de uitgangswaarden voor de berekening van de de warmtetransmissie, de energieopwekking via de zonnecollectoren en het electriciteitsverbruik voor de warmtepomp en de circulatiepompen. Voor de woning is een constante streeftemperatuur van 20 °C aangehouden. De slaapkamers op de bovenverdieping mogen koeler zijn, daar wordt 17 à 18 °C als comfortabel gehanteerd. Als energie naar een ruimte toestroomt dan wordt dit als genoteerd als een positief vermogen. Opbrengst van de zonnecollectoren en het verbruik van electriciteit zijn daarom zichtbaar als negatief vermogen.

# Uitgangswaarden woning1 en omgeving	
-----	-----
Streeftemperatuur woning1, °C	20.00
Temperatuur bodem constant, °C	9.00
Streeftemperatuur boiler, °C	10.00
Warmtecapaciteit woning, kJ/Km³	350.00
Warmtecapaciteit water/granul, kJ/Km³	2700.00
Lambda isolerend schuimbeton 500kg/m³	.10
Lambda zwaar schuimbeton 1000kg/m³	.30
Lambda muren/dak hennepbeton 270kg/m³	.60
Uw ramen/deuren	1.00
Dagelijks verbruik warm tapwater, kWh	0
Bruto zonnestraling per jaar, MJ /m²	3488.36
Apertuuroppervlakte collectors, m²	15.00
Rendement collectors, %	80.00
Gemiddeld vermogen collectors, W	1326.50
Jaaropbrengst collectors, GJ	41.86
Oppervlakte muren, dak, ramen, m²	325.30
Oppervlakte ramen en deuren, m²	38.50
Ventilatie-debiet, m³/h	310.00
Rendement balansventilatie, %	95.00
Maximum vermogen warmtepomp, W	4000.00
Systeemrendement warmtepomp, %	60.00
COP 0/35 warmtepomp, W/W	4.68

julianapark-k31-installatie  
12-08-2017  
Arend Freije  
afreije@inn.nl  
06-14143214

## Ruimtes en omgeving										
ruimte	naam	lengte m	breedte m	hoogte m	volume m³	w.cap MJ/K	vloer, W/K	plafd, W/K	temp. °C	
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
0	zonnecol.	0	0	0	0	0	0	0	90.0	
1	electra	0	0	0	0	0	0	0	-	
2	buiten	0	0	0	0	0	99.2	0	9.0	
3	bodem	28.000	15.000	20.000	8400.0	22680.0	0	1323.6	9.0	
4	woning vl	8.000	8.400	2.400	161.2	56.4	16.8	345.5	9.0	
5	buffer vl	2.000	6.000	.100	1.2	5.0	300.0	0	9.0	
6	woning bg	13.200	8.400	3.000	332.1	116.4	522.2	71.2	9.0	
7	buffer1	12.400	7.600	.300	24.1	65.3	30.1	471.6	9.0	
8	buffer23	9.200	5.200	1.300	52.3	141.2	20.8	15.9	9.0	
9	boiler	1.900	.397	.397	.3	1.2	.7	0	9.0	
10	kelder	3.400	3.000	2.100	21.4	7.4	9.0	51.0	9.0	
11	buffer4	13.200	8.400	1.500	81.1	219.0	1307.5	27.4	9.0	

## Muren, daken, ramen, vloeren										
Vlak	Ruimte A	Ruimte B	Dikte (m)	Massa (kg)	w.cap MJ/K	Lambda	Uw (W/Km²)	Oppervlakte	P/T (W/K)	
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	
0	buiten	woning bg	.387	14852	27.5	.075	.193	141.870	27.441	
1	buiten	woning vl	.387	15173	28.0	.075	.193	144.930	28.032	
2	buiten	woning bg	.100	2310	2.3	.100	1.000	23.100	23.100	
3	buiten	woning vl	.100	1540	1.5	.100	1.000	15.400	15.400	
4	woning vl	woning bg	.300	5443	10.0	.075	.250	67.200	16.800	
5	woning bg	buffer1	.200	45235	41.6	1.000	5.000	94.240	471.200	
6	woning bg	kelder	.200	4896	4.5	1.000	5.000	10.200	51.000	
7	buffer1	bodem	.500	1848	0	.057	.114	12.000	1.377	
8	buffer4	bodem	.100	15552	14.3	2.000	20.000	64.800	1296.000	
9	buffer23	buffer4	.400	8320	8.3	.100	.250	41.600	10.400	
10	kelder	bodem	.200	327	0	.051	.259	6.300	1.633	
11	kelder	buffer4	.400	1380	1.3	.100	.250	6.900	1.725	
12	kelder	buffer23	.400	2028	2.0	.100	.250	10.140	2.535	
13	kelder	buffer1	.500	654	0	.072	.145	3.240	.472	
14	boiler	woning bg	.100	4	0	.035	.350	2.143	.750	
15	buffer1	buffer4	.300	6912	6.9	.100	.333	46.080	15.360	
16	buffer1	buffer23	.300	6036	6.0	.100	.333	40.240	13.413	
17	buffer4	bodem	.400	9216	9.2	.100	.250	46.080	11.520	
18	buffer23	bodem	.200	2092	0	.051	.259	40.240	10.432	
19	kelder	bodem	.200	530	0	.051	.259	10.200	2.644	
20	buffer vl	woning vl	.020	400	.4	.300	15.000	20.000	300.000	
21	buiten	woning vl	20.000	3199	248.0	.340	.017	124.000	2.108	
22	buiten	woning bg	20.000	4798	372.0	.340	.017	186.000	3.162	

## Berekeningswijze Simulaties

Gedurende het verloop van het jaar veranderen de temperatuur van zowel de buitenlucht als van de onderdelen van de woning. Het temperatuurverloop buiten wordt in de simulatie berekend aan de hand van tabellen van de KNMI, net zoals de globale zonnestraling afhankelijk van de het uur van de dag en de maand van het jaar. De temperatuur van de woning wordt bepaald door de warmtetransmissie per scheidingsconstructie te berekenen, en de warmteverplaatsing via circulatiepompen en de warmtepomp. Het energieverlies via (balans)ventilatie wordt gelijkwaardig behandeld als een buitenmuur, daar deze ook een warmteoverdracht heeft die evenredig is met het temperatuursverschil tussen woning en buitenlucht. Voor elke gesimuleerde drie minuten wordt een berekening uitgevoerd:

- 1) De warmtetransmissies via de scheidingsconstructies:  $\text{temperatuursverschil} \times U_w$
- 2) De gewenste regeltemperatuur van de de buffers: afhankelijk van gekozen regeling. De temperatuur van buffer1 wordt in elk geval zodanig gekozen, dat de warmtetransmissie vanuit buffer1 naar de woning de overige warmtetransmissies zo goed mogelijk compenseert. In de zomer resulteert dit in een buffertemperatuur van iets onder de 20 °C, in de winter kan de buffertemperatuur oplopen tot boven de 25 °C.
- 3) Het vereiste vermogen voor het behalen van de gewenste temperatuur in een bepaalde tijdsspanne: afhankelijk van regeling
- 4) De vereist waterverplaatsing via circulatie danwel warmtepomp: afhankelijk van het volume van de buffers en het temperatuurverschil tussen de buffers
- 5) Begrenzing van de waterverplaatsing: gegeven door de capaciteit van circulatiepompen en warmtepomp
- 6) Feitelijke warmtestroom als gevolg van de waterverplaatsing: afhankelijk van de snelheid van het water en het temperatuursverschil tussen buffer en circulerend water
- 7) Energieverbruik van de circulatiepomp en warmtepomp: afhankelijk van de snelheid van het water, pompvermogen afhankelijk van hoogteverschil, tegendruk en pompsnelheid, en de COP afhankelijk van temperatuursverschillen.

De totale warmtestromen per ruimte wordt berekend in W, en vermenigvuldigd met het aantal secondes tussen twee berekeningen, dus 180s. Dit levert een toename danwel afname van de hoeveelheid opgeslagen energie in de ruimte op, en afhankelijk van de warmtecapaciteit van de ruimte een evenredige verandering van de temperatuur van die ruimte.

De buitentemperatuur wordt als een extern gegeven beschouwd, niet beïnvloedbaar door het gedrag van de woning. De temperatuur van de bodem is echter wel beïnvloedbaar, en langdurige afvoeren van warmte kan leiden tot overmatige afkoeling van de bodem. Om het effect van de warmteregeling van de woning op de bodem te meten, wordt de bodem beschouwd als een grote ruimte gevuld met nat zand (8400 kubieke meter), waarin de warmtetransmissie vanuit de woning via het fundament wordt meeberekend, en leidt tot een temperatuursverandering zoals in de de woning zelf.

Resultaat simulatie:  
 - gematigde zomer en winter  
 - zonder gebruik van warm tapwater

ruimte	naam	Verbruik, W	GJ per jaar	kWh per jaar	euro	gem l/h	max l/h	min P	max P	min °C	max °C
0	zonnecol.	-1286.4	<b>-40.59</b>	-11276.5	-2480.83	26	156	0	0	90.0	90.0
1	electra	-71.2	-2.24	<b>-624.8</b>	-137.46	-	-	0	0	-	-
2	buiten	1117.6	35.27	9797.3	2155.42	-	-	-464.5	2726.4	-8.4	23.8
3	bodem	248.0	7.82	2174.0	478.29	-	-	-1653.1	1793.7	9.0	9.9
4	woning vl	-.4	-.01	-4.0	-.88	-	-	-753.0	729.3	<b>17.7</b>	<b>19.0</b>
5	buffer vl	0	0	0	0	203	300	-944.2	6.1	17.8	20.3
6	woning bg	0	0	-.2	-.06	-	-	-713.2	720.8	<b>19.8</b>	<b>20.1</b>
7	buffer1	.5	.01	5.0	1.10	1005	5366	-1590.4	509.1	19.7	22.7
8	buffer23	-.6	-.02	-6.0	-1.33	4490	9816	-1681.9	-309.8	23.1	60.0
9	boiler	0	0	0	.01	3855	9232	-45.1	-2.4	23.2	80.2
10	kelder	0	0	0	0	-	-	-9.0	8.6	18.9	20.7
11	buffer4	1.1	.03	10.2	2.24	389	1000	-536.6	2268.8	7.7	10.6

Resultaat simulatie:  
 - extreme zomer en winter  
 - zonder gebruik van warm tapwater

ruimte	naam	Verbruik, W	GJ per jaar	kWh per jaar	euro	gem l/h	max l/h	min P	max P	min °C	max °C
0	zonnecol.	-1279.4	<b>-40.37</b>	-11215.6	-2467.43	25	157	0	0	90.0	90.0
1	electra	-93.3	-2.94	<b>-818.1</b>	-179.99	-	-	0	0	-	-
2	buiten	1308.1	41.28	11467.4	2522.83	-	-	-857.2	3541.6	-16.9	28.2
3	bodem	72.5	2.29	636.2	139.96	-	-	-2770.4	1855.7	9.4	10.3
4	<b>woning vl</b>	<b>-.4</b>	<b>-.01</b>	<b>-4.0</b>	<b>-.88</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-1009.1</b>	<b>818.9</b>	<b>16.8</b>	<b>19.4</b>
5	buffer vl	0	0	0	0	196	300	-1448.9	9.4	17.9	20.6
6	woning bg	0	0	-.4	-.09	-	-	-1026.7	872.1	<b>19.2</b>	<b>20.2</b>
7	buffer1	.8	.02	7.2	1.60	1347	5546	-2533.3	597.0	19.5	24.7
8	buffer23	.7	.02	6.8	1.50	5056	10000	-1674.8	-299.2	23.2	60.0
9	boiler	0	0	.1	.04	4111	10000	-45.2	-2.4	23.2	80.3
10	kelder	0	0	0	0	-	-	-13.8	15.2	18.7	20.7
11	buffer4	-.5	-.01	-4.7	-1.04	412	1000	-613.4	3478.3	7.4	11.0

- Aanduiding van de ruimtes:
- (0) Warnte geleverd door de zonnecollectoren aan de zonneboiler
  - (1) De electrische energie benodigd voor de circulatiepompen en warmtepomp
  - (2) Buitenlucht, in contact met de buitenmuren van de woning
  - (3) Bodem, in contact met het fundament van de woning
  - (4) Bovenverdieping van de woning
  - (5) Vloerverwarming bovenverdieping
  - (6) Begane grond woning
  - (7) BUFFER1: Vloerverwarming begane grond
  - (8) BUFFER23: Warmteopslag vanuit zonneboiler
  - (9) Boiler
  - (10) Kelder met energieinstallatie
  - (11) BUFFER4: Warmtetempering vanuit bodem

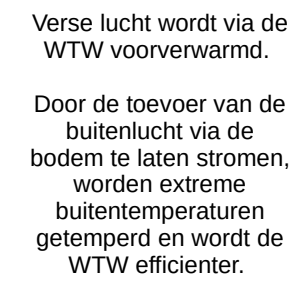
Resultaat simulatie:  
 - gematigde zomer en winter  
 - met gebruik van warm tapwater

ruimte	naam	Verbruik, W	GJ per jaar	kWh per jaar	euro	gem l/h	max l/h	min P	max P	min °C	max °C
0	zonnecol.	-1292.5	-40.78	-11330.0	-2492.61	28	147	0	0	90.0	90.0
1	electra	-136.7	-4.31	-1198.5	-263.68	-	-	0	0	-	-
2	buiten	1116.5	35.23	9787.1	2153.16	-	-	-453.3	2728.8	-8.4	23.8
3	bodem	333.4	10.52	2922.8	643.02	-	-	-1669.0	1782.6	9.0	10.0
4	woning vl	-.4	-.01	-3.5	-.78	-	-	-865.3	667.8	17.7	18.9
5	buffer vl	0	0	0	0	197	300	-1038.3	5.9	17.8	20.4
6	woning bg	0	0	.2	.05	-	-	-713.5	725.3	19.9	20.1
7	buffer1	.5	.01	4.7	1.03	300	959	-1730.3	498.0	19.7	23.3
8	buffer23	-15.1	-.47	-133.0	-29.26	4286	9980	-1679.6	-521.3	28.9	60.0
9	boiler	-.1	0	-1.1	-.25	4386	10000	-43.9	-6.5	28.8	78.6
10	kelder	0	0	-.1	-.04	-	-	-9.2	8.6	19.2	20.7
11	buffer4	2.2	.07	19.9	4.38	312	1000	-538.2	2417.5	7.7	10.8

Resultaat simulatie:  
 - extreme zomer en winter  
 - met gebruik van warm tapwater

ruimte	naam	Verbruik, W	GJ per jaar	kWh per jaar	euro	gem l/h	max l/h	min P	max P	min °C	max °C
0	zonnecol.	-1283.0	-40.48	-11246.7	-2474.28	27	153	0	0	90.0	90.0
1	electra	-154.4	-4.87	-1353.4	-297.76	-	-	0	0	-	-
2	buiten	1307.7	41.26	11463.3	2521.92	-	-	-859.5	3550.7	-16.9	28.2
3	bodem	136.6	4.31	1198.0	263.56	-	-	-2285.8	1851.0	9.7	10.6
4	woning vl	-.4	-.01	-3.7	-.83	-	-	-1147.6	790.5	17.3	19.4
5	buffer vl	0	0	0	0	187	300	-1245.6	9.5	17.8	20.3
6	woning bg	0	0	0	.01	-	-	-904.7	943.6	19.8	20.2
7	buffer1	.7	.02	6.2	1.37	355	995	-1999.2	616.4	19.5	23.7
8	buffer23	.7	.02	6.6	1.46	4748	10000	-1669.0	-480.6	28.3	60.0
9	boiler	0	0	0	.01	4827	10000	-44.8	-6.0	28.1	79.8
10	kelder	0	0	0	0	-	-	-9.7	9.0	19.3	20.7
11	buffer4	0	0	-.4	-.10	364	1000	-622.7	3007.0	8.1	11.3

- Aanduiding van de ruimtes:
- (0) Warnte geleverd door de zonnecollectoren aan de zonneboiler
  - (1) De electrische energie benodigd voor de circulatiepompen en warmtepomp
  - (2) Buitenlucht, in contact met de buitenmuren van de woning
  - (3) Bodem, in contact met het fundament van de woning
  - (4) Bovenverdieping van de woning
  - (5) Vloerverwarming bovenverdieping
  - (6) Begane grond woning
  - (7) BUFFER1: Vloerverwarming begane grond
  - (8) BUFFER23: Warmteopslag vanuit zonneboiler
  - (9) Boiler
  - (10) Kelder met energieinstallatie
  - (11) BUFFER4: Warmtetempering vanuit bodem



De boiler en buffers hebben onderstaand volume en warmtecapaciteit:

ruimte	volume m <sup>3</sup>	w.cap MJ/K
-----	-----	-----
boiler	.3	1.2
buffer1	24.1	65.3
buffer23	52.3	141.2
buffer4	81.1	219.0

