

Verduurzamen eigen woning

SAMEN MAKEN WE



't Zand

AARDGASVRIJ





SAMEN MAKEN WE



't Zand

AARDGASVRIJ

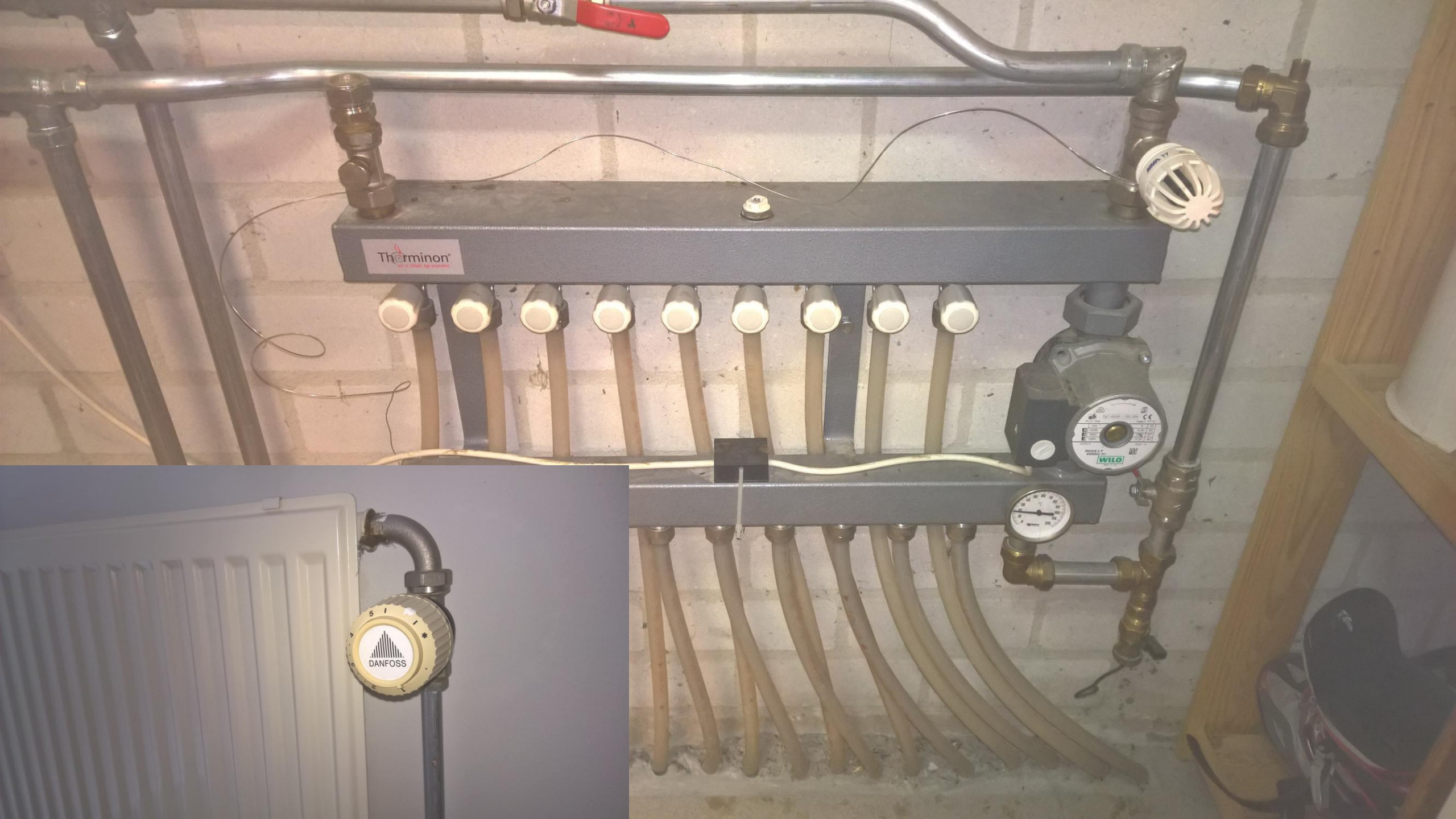
Woning

start 2017



- ▶ Vrijstaande woning uit 2003; 1000m³, 278m² woonoppervlak
- ▶ Beneden vloerverwarming, 15cm HoH, icm plaatradiatoren
- ▶ Vloerverwarming verdeler met menggroep in garage
- ▶ Technische ruimte op zolder.
- ▶ Elektrische auto met eigen laadpaal (17kW) en 17 zonnepanelen
- ▶ CV ketel van bijna 15 jaar oud die ook warm tapwater maakt
- ▶ Mechanische ventilatie met boiler/warmtepomp (WTW)
- ▶ Startverbruik: 3200 m³ gas en 11.5 MWh elektriciteit. 3 x 35A aansluiting. € 370/maand





Therminon
un v réchauffe la maison

WILLO

DANFOSS



Doel



- ▶ Meer comfort in de zomer (warme dagen > 28 graden binnen)
- ▶ Meer elektrisch, minder gas, mogelijkheid tot (meer) eigen verbruik
- ▶ Geen wind of ventilatoren (WAF)
- ▶ Gebruik maken van bestaand leidingwerk
- ▶ Esthetisch; geen draden of pijpen over de muur
- ▶ Van 3x35A (verzwaard) aansluiting naar 3x25A (standaard)

Zorgen en vragen

- ▶ Hoge kosten
- ▶ Kan het wel met de bestaande leidingen
- ▶ Is het vermogen van de vloerverwarming toereikend
- ▶ Maakt het lawaai?
- ▶ Werken de radiatoren nog?
- ▶ Werkt dat koelen met een warmtepomp wel?
- ▶ Is een airco niet beter?
- ▶ Is het huis wel voldoende geïsoleerd
- ▶ Hybride of toch all-electric?

Plan



- ▶ 1. Isolatie verbeteren
- ▶ 2. Hybride installatie
 - ▶ Ontwerpcheck
 - ▶ Warmtepomp voor hoofdverwarming met CV als back-up
 - ▶ CV voor warm tapwater
- ▶ 3. Uitbreiden naar all-electric (CV ketel weg)
- ▶ 4. Batterijen toevoegen
 - ▶ Dynamisch contract
 - ▶ Energiemanagementsystemen
- ▶ 5. *Thermische opslag*

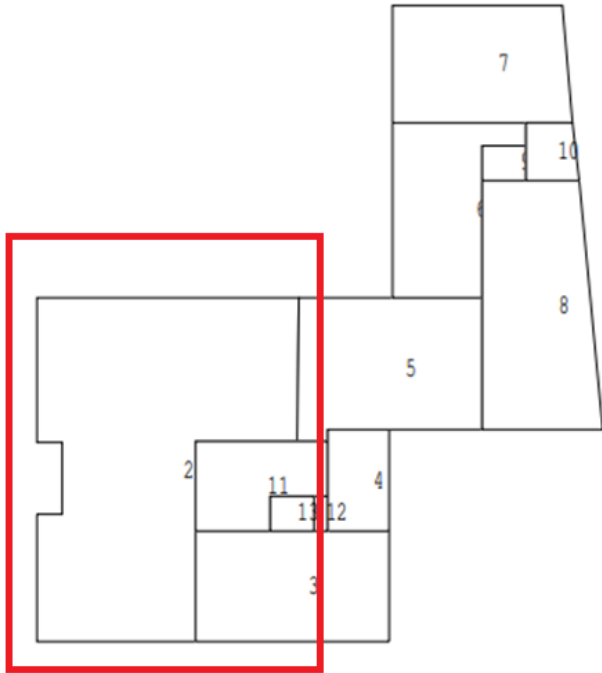
1. Isolatie

- 10% ▶ Dak- en vloerisolatie
▶ 10 cm 
- 5% ▶ (spouw)muurisolatie
▶ 10 cm 
- 5% ▶ Ramen
▶ HR++ 
- 3% ▶ Deuren
▶ Tochtstrippen aangebracht 
- ▶ Koudebruggen
▶ Vochtproblemen bij ramen opgelost 



2. Ontwerpcheck

- ▶ Wat is het warmteverlies en de koellast
- ▶ Vermogen vloerverwarming verwarmen en koelen
- ▶ Wel of geen radiatoren nodig?
- ▶ Elektriciteitsverbruik pomp en effect op verdeling in huis
- ▶ Ketelthermostaat op 45 graden; lukt het verwarmen wel op lage temperatuur?
- ▶ Beschikbaarheid installateurs
- ▶ Bodempomp of lucht-waterpomp
- ▶ Opbrengst lage temperatuurverwarming (LTV)
- ▶ Doet de WTW het eigenlijk wel



Weergave bouwlaag 0

Verwarmen

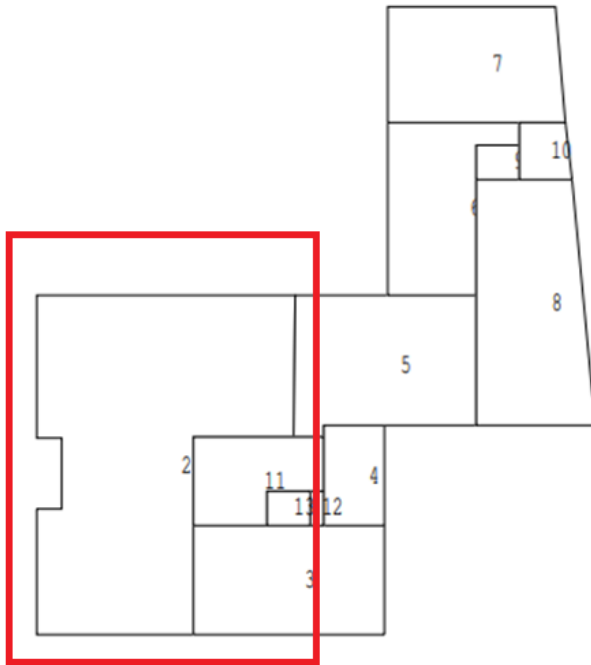
UITVOER GEGEVENS RUIMTE 2

Omschrijving	: verblijfsgebied
Gebouwfunctie	: woning
Type	: verblijfsgebied
Temperatuur	: 20.0 grC (luchttemp. 18.5 grC)
Bedrijfswijze	: ononderbroken
Ventilatiesysteem	: natuurlijke toe- en mech. afvoer (systeem C)
Soort verwarming	: vloerverwarming als hoofdverwarming

Totale warmteverliezen [Watt]

4105

Kengetallen 81.6 W/m2 (50.3 m2) en 29.7 W/m3 (138.3 m3)



Weergave bouwlaag 0

Koelen

RESULTATEN RUIMTE 2

Omschrijving : verblijfsgebied
 Soort : verblijfsgebied
 Koeling : ja
 Nominale ruimtetemperatuur : 24.0 grC
 Toegelaten stijging : 0.0 K

Overschrijdingsduur Tod : 0.0 uur

tijd	Temp buiten Te	Temp binnen Ti	Interne koellast Qi	Externe koellast Qe	Variatie temp Qvv	TOTALE voelbare koellast	TOTALE latente koellast	TOTALE KOELLAST
[Uur]	[grC]	[grC]	[Watt]	[Watt]	[Watt]	[Watt]	[Watt]	[Watt]
8:00	17.9	24.0	-34	149	0	115	136	251
9:00	20.2	24.0	1013	388	0	1402	343	1745
10:00	22.0	24.0	1030	603	0	1633	342	1975
11:00	23.9	24.0	1041	950	0	1991	341	2332
12:00	25.3	24.0	1050	766	0	1816	341	2157
13:00	26.5	24.0	1057	945	0	2002	340	2342
14:00	27.4	24.0	1063	1964	0	3027	340	3367
15:00	27.8	24.0	1068	1715	0	2783	340	3122
16:00	28.0	24.0	1072	1276	0	2349	340	2688
17:00	27.8	24.0	1076	1229	0	2305	340	2645
18:00	27.2	24.0	1079	1194	0	2273	340	2613
19:00	26.2	24.0	34	2271	0	2305	132	2437
20:00	24.7	24.0	18	1883	0	1901	133	2034



DIFFUSIEDICHTE KUNSTSTOF VLOERVERWARMINGBUIS Ø16x2mm inwendig 12mm							
Gemiddelde Watertemperatuur in °C (medium 100% water)	Ruimte Temperatuur in °C	Warmte-afgifte vloerverwarming in Watt / m ² vloeroppervlak					
		Hart op hart van de buisafstand h.o.h. in (mm)					
		50	100	150	200	250	300
30	15	91	78	63	53	47	41
30	18	81	69	56	48	41	36
30	20	74	64	51	43	37	33
30	22	67	58	48	40	34	30
30	24	64	54	43	35	30	28
35	15	143	123	106	92	80	69
35	18	122	105	90	79	67	59
35	20	107	92	80	69	60	52
35	22	93	80	69	60	52	46
35	24	79	67	59	51	44	39
40	15	179	154	133	115	100	87
40	18	157	135	117	102	87	77
40	20	143	123	106	92	80	69
40	22	128	110	96	83	72	63
40	24	114	98	86	74	64	56
45	15	215	184	160	139	120	105
45	18	193	166	143	124	110	94
45	20	179	154	133	115	100	87
45	22	164	142	123	105	92	80
45	24	150	129	112	97	84	73
50	15	250	216	186	162	140	122
50	18	229	197	170	148	127	111
50	20	215	184	160	139	120	105
50	22	200	172	149	129	112	98
50	24	186	160	139	120	104	91

Koel-afgifte tabel vloerkoeling volgens NEN-EN 1264

voorheen DIN 4725 en volgens de ISSO Publikatie 49 "Kwaliteitseisen vloerkoeling"

Diffusiedichte kunststof vloerverwarmingleiding ø 18x2mm inwendig 14mm

Gemiddelde aanvoer Watertemperatuur in °C (medium 100% water)	Ruimte Temperatuur in °C	$\Delta\theta_w$ Gem. ondertemp. in Kelvin	Afgifte vloerkoeling in Watt/m² vloeroppervlak Hart op hart van de buisafstand h.o.h. in (mm)		
			100	150	200
16	25	10,5	41	36	32
16	24	9,5	38	33	30
16	23	8,5	34	29	26
16	22	7,5	31	27	24
16	21	6,5	26	23	21
16	20	5,5	22	19	18
16	19	4,5	18	16	14
16	18	3,5	14	12	11
17	25	9,5	38	33	30
17	24	8,5	34	29	26
17	23	7,5	31	27	24
17	22	6,5	26	23	21
17	21	5,5	22	19	18
17	20	4,5	18	16	14
17	19	3,5	14	12	11
17	18	2,5	10	9	8
18	26	9,5	38	33	30
18	25	8,5	34	29	26
18	24	7,5	31	27	24
18	23	6,5	26	23	21
18	22	5,5	22	19	18
18	21	4,5	18	16	14
18	20	3,5	14	12	11
18	19	2,5	10	9	8

SAMEN MAKEN WE



't Zand
AARDGASVRIJ

Vloerverwarming beneden



Verwarmen

- ▶ Vermogen: $50 \text{ m}^2 * 80 \text{ W}$ (bij 35 graden aanvoer) = 4000 W voor een ruimtetemperatuur van 20 °C en buitentemperatuur van -10 °C
- ▶ Verlies: 4100 W
- ▶ Verlies > vermogen dus radiatoren blijven nodig

Koelen

- ▶ Vermogen: $50 \text{ m}^2 * 29 \text{ W}$ (bij 17 graden aanvoer) = 1450 W, ruimte 24 °C en buitentemperatuur van 30 °C
- ▶ Koellast: 3000 W
- ▶ Koellast > vermogen, extra maatregelen nodig

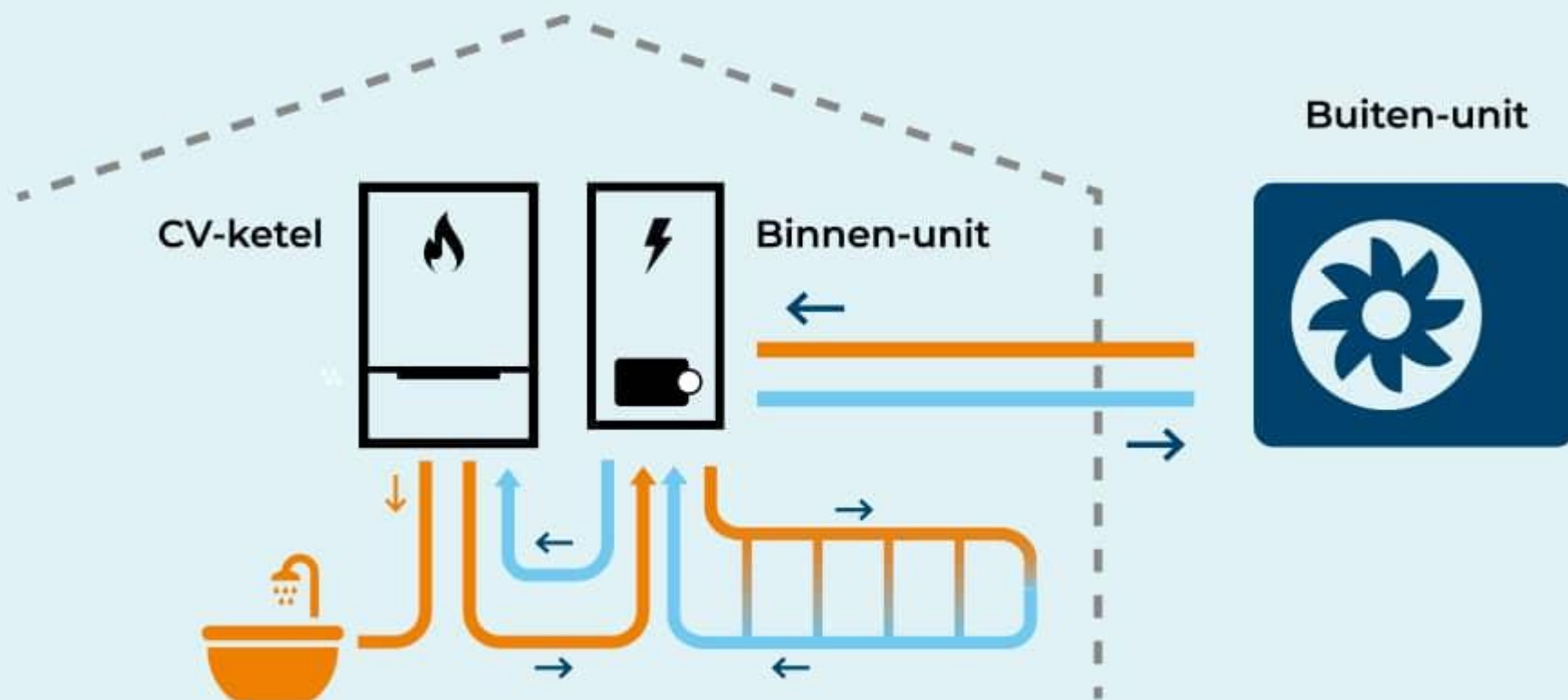
Conclusie



- ▶ Verwarmen gaat lukken (ook na test met ketelthermostaat op 45 graden)
- ▶ Onduidelijk of koelen gaat werken
- ▶ WTW doorgemeten en blijkt eigenlijk alleen stroom te verbruiken (COP 1,8)
- ▶ Keuze voor monoblock lucht/water warmtepomp omdat bodempomp (veel) te duur is

Daarom eerst hybride opstelling met mechanische ventilatie. CV voor warm tapwater

Opzet hybride installatie



De installatie



- WTW vervangen door mechanische ventilatie
- Warmtepomp (Vaillant) van 7 kW bijgeplaatst

En de radiatoren

- 18 Jaga strada DBE pro LTV radiatoren (kunnen ook koelen)



Extra maatregelen



- 18 Jaga strada DBE pro LTV radiatoren
- Screens boven en onder op de zuidkant

Ervaringen na 4 jaar hybride



- ▶ Verwarmen is geen enkel probleem. CV springt alleen bij als het heel koud is buiten ($< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- ▶ Gasverbruik gedaald naar 800 m³ per jaar (16% gasverbruik t.o.v. alleen CV)
- ▶ Elektriciteitsverbruik gestegen naar 15,3 MWh. Extra 3,8 MWh voor verwarming.
- ▶ Elektriciteit is effectiever dan gas! (1 M³ gas = 10 kWh, 200 m³ restverbruik)
- ▶ Koelen beneden werkt als een zonnetje met schermen omlaag (temperatuur in huis 23 - 24 $^{\circ}\text{C}$ bij buitentemperatuur tot 35 $^{\circ}\text{C}$)
- ▶ Je hoort de warmtepomp bij vollast bijna niet
- ▶ Koelen is goedkoop! Maandbedrag €280/maand

Maar:

- ▶ Koelen met LTVs werkt onvoldoende. Te weinig vermogen. Slaapkamers nog te warm

Voldoende vertrouwen in de techniek om voor all-electric conversie te gaan!

3. All-electric conversie



Toevoegen

- ▶ Warmtepompboiler voor tapwater
- ▶ Extra warmtepomp voor verwarming. Totaal benodigd vermogen > 12 kW. 2 x 7 kW in cascade.
- ▶ Back-up van 6 kW elektrische bijverwarming
- ▶ Extra zonnepanelen
- ▶ Boven ook vloerverwarming om koelprobleem te verhelpen
- ▶ Grotere buffer (200 liter) voor beperkte thermische opslag

Verwijderen

- ▶ CV ketel (einde levensduur)

Warmtepompboiler



- Aparte warmtepompboiler 270 liter
- Inlaat- en uitlaat op dak
- Aansluiting op mechanische ventilatie (mini WTW)

Extra warmtepomp



- Extra warmtepomp (met lichtsensor)
- Grotere buffer
- 3 zones (beneden, boven, zolder)



Plafondkoeling

SAMEN MAKEN WE



't Zand

AARDGASVRIJ



- Plafond- en wandkoeling (Warp) op de slaapverdieping
- Doorsteek naar verdeler in technische ruimte via plafond slaapkamer

Meer zonnepanelen

SAMEN MAKEN WE



't Zand

AARDGASVRIJ



- In totaal 58 zonnepanelen
- Opwek max 22,76 kWp

Eindresultaat



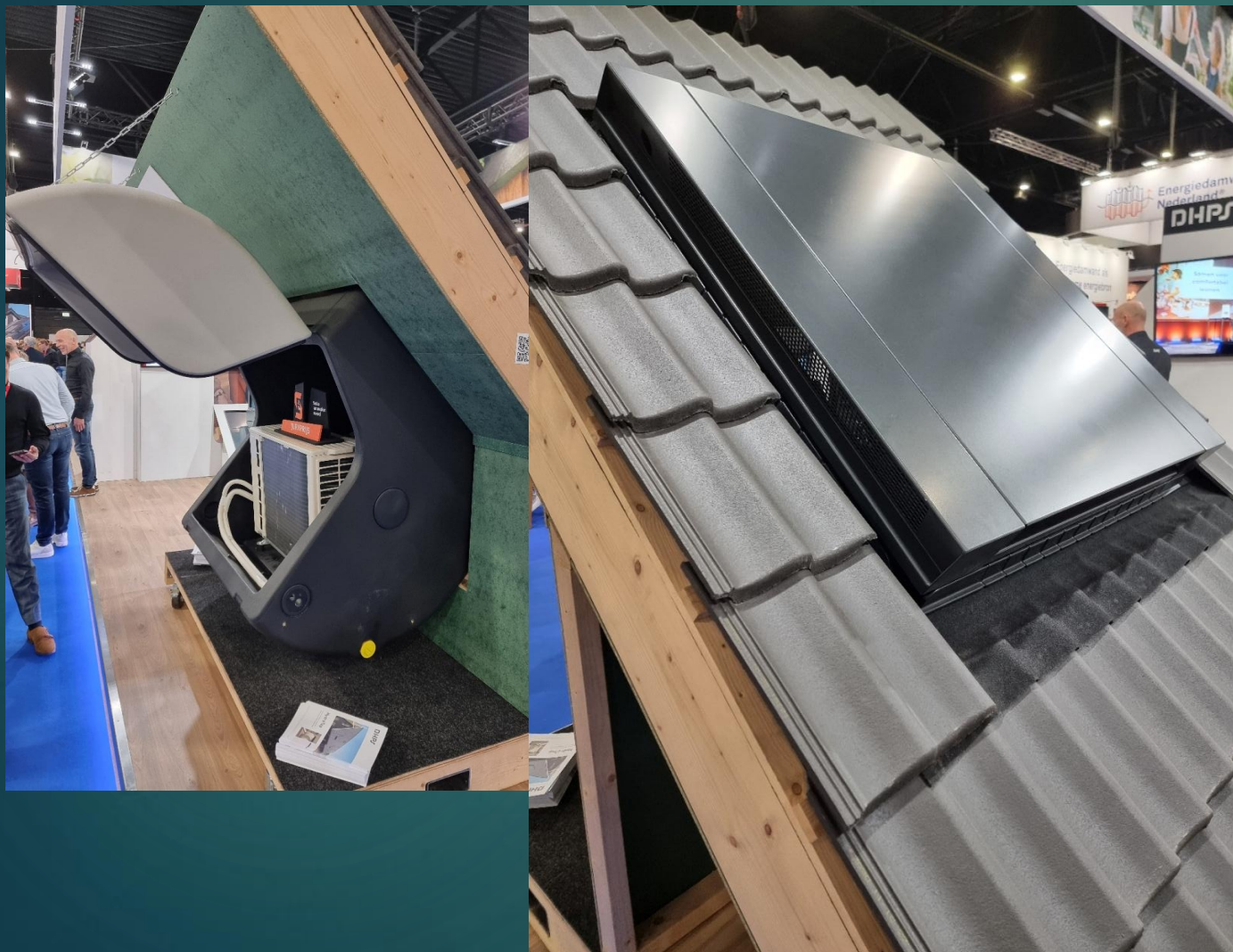
- Alles past nog in het technische hok

Ervaringen na 3 jaar all-electric



- ▶ Verwarmen is geen probleem. Elektrische back-up tot nu toe nog nooit nodig gehad
- ▶ Koelen op de slaapkamer werkt buitengewoon goed. 's Zomers in slaapkamers 21°C
- ▶ Elektriciteitsverbruik gestegen naar 19 MWh.
- ▶ Gasverbruik < 100 m³ (alleen nog gasfornuis)
- ▶ Schermen geautomatiseerd. Gaan nu automatisch omlaag bij hogere temperaturen en voldoende licht
- ▶ Ook de 2 warmtepompen hoor je nauwelijks
- ▶ Met een inhoud van 270 liter geeft warmtepompboiler ruim voldoende warm water
- ▶ Meer comfort met 3 aparte regelbare zones. Eventueel uitbreidbaar met naregeling op de verdelers (bijv evohome)

Ideeën voor buitenunits



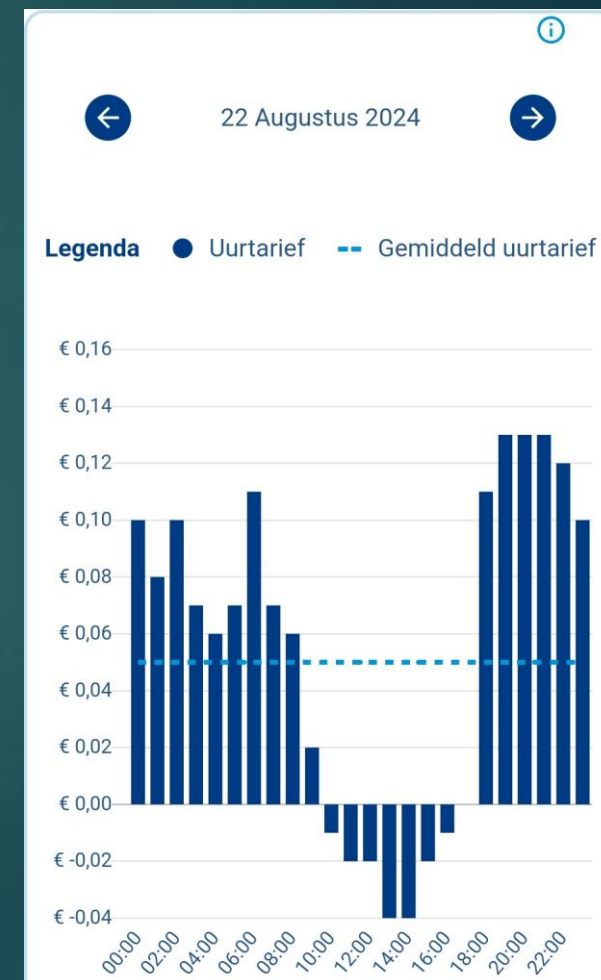
- Voor mensen die graag de buitenunit kwijt willen op dak



4. Batterijen

- ▶ Verzwaarde aansluiting kost zo'n 1200 euro per jaar extra
- ▶ 2 elektrische auto's
- ▶ Balanceren net/opwek door batterijen en de batterijen van de auto's
- ▶ Load shifting; verbruik verschuiven naar goedkopen uren (voorwaarde = dynamisch energiecontract)
- ▶ Peak shaving; verbruik boven de 3 x 25A opvangen

Integreren batterijen, laadpalen en warmtepomp aansturing dmv energiemanagementsysteem



Batterijen



- 3 x 5 kWh Batterijen aangesloten op de (grootste) omvormer
- Laden op als stroom goedkoop is (vooral 's nachts of overdag als zon schijnt/het waait)
- Leveren terug als stroom duur is (7 - 9 's morgens of 18 - 20 's avonds)
- Integratie in EMS van diverse leveranciers (frank energie, tibber, zonneplan, etc.)
- Mogelijkheid tot opladen bij onbalans net/opwek

Slim laadsysteem



- Slimme laadpalen die maximum vermogen balanceren met de rest van het stroomverbruik in het huis
- Integreerbaar in EMS van energieleverancier
- Voorbereiding voor vervanging gasfornuis door inductiekookplaat.

Integratie warmtepompen, batterijen en auto's



- Warmtepompen en elektrische auto's integreren met Frank energie:
- Warmtepompen schakelen (deels) uit als energie duur is
- Auto's helpen mee om grid te stabiliseren (onbalans)
- Batterijen voor peak shaving, load shifting en verhogen eigen verbruik



Andere opties: Tibber, Zonneplan

Ervaringen tot nu toe



- ▶ Maandbedrag gezakt van 280 euro naar 170 euro / maand (inclusief de stroom voor 1 auto!, 20000 km/jaar)
- ▶ Gemiddelde kWh prijs 17,1 cent
- ▶ Auto inpluggen en niet meer over nadenken. De app regelt de rest, Jij vertelt de app wanneer je weer op pad moet
- ▶ Onbalansvergoeding op dit moment bijna 54 euro / maand. Auto's en batterijen gaan nog geld verdienen! Dat gaat dan nog van de 170 euro af.
- ▶ Dynamische energie laden/ontladen 'winst' ongeveer 600 euro/jaar.
- ▶ Aansluiting terug naar 3 x 25A zonder enig probleem
- ▶ Grotere buffer voor warmtepompen zorgt er voor dat we de pompen probleemloos een half uur kunnen uitschakelen om stroom te sparen op dure momenten (thermische inhoud = 10 kWh)

Toekomst? 5. Thermische opslag

- ▶ Nadenken over buffer onder oprit (8000 - 10000 liter).
400 – 500 kWh thermische energie.
Warmteverlies < 1% per dag
- ▶ Overbruggen donkere (en dure) periodes in vooral de winter



Nog vragen?

