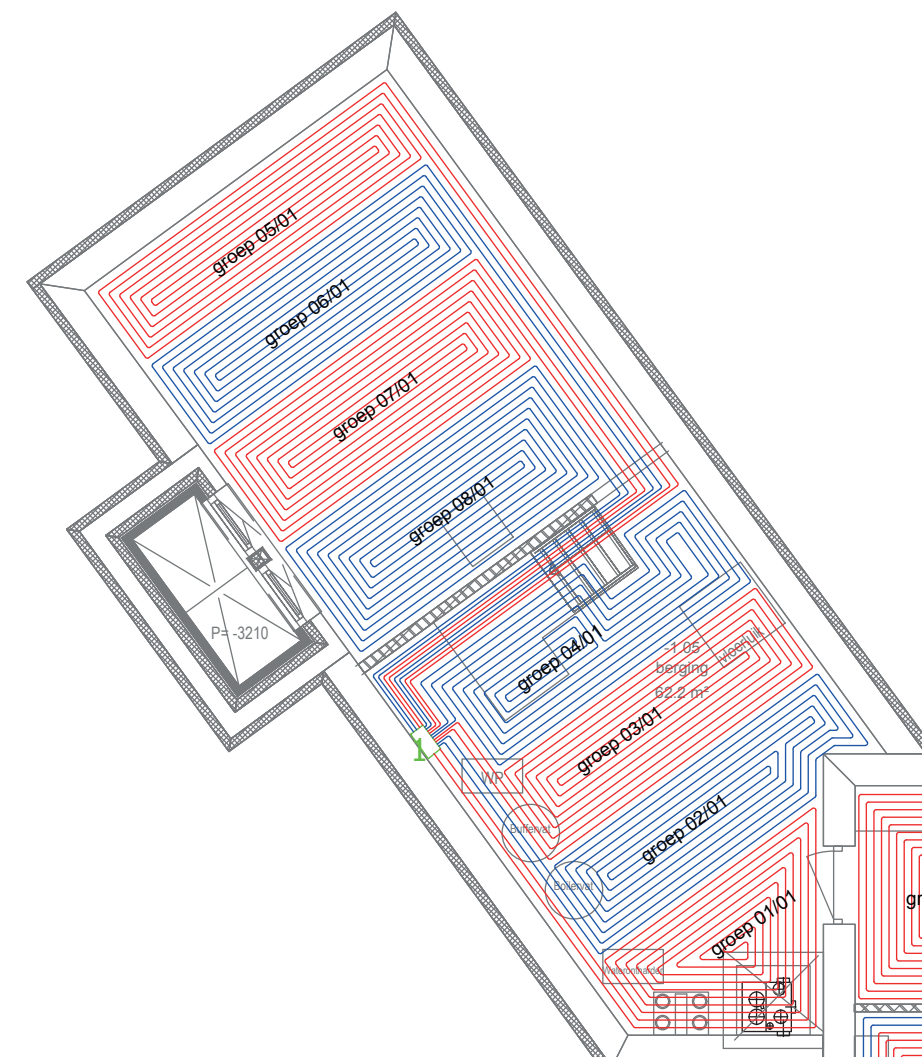




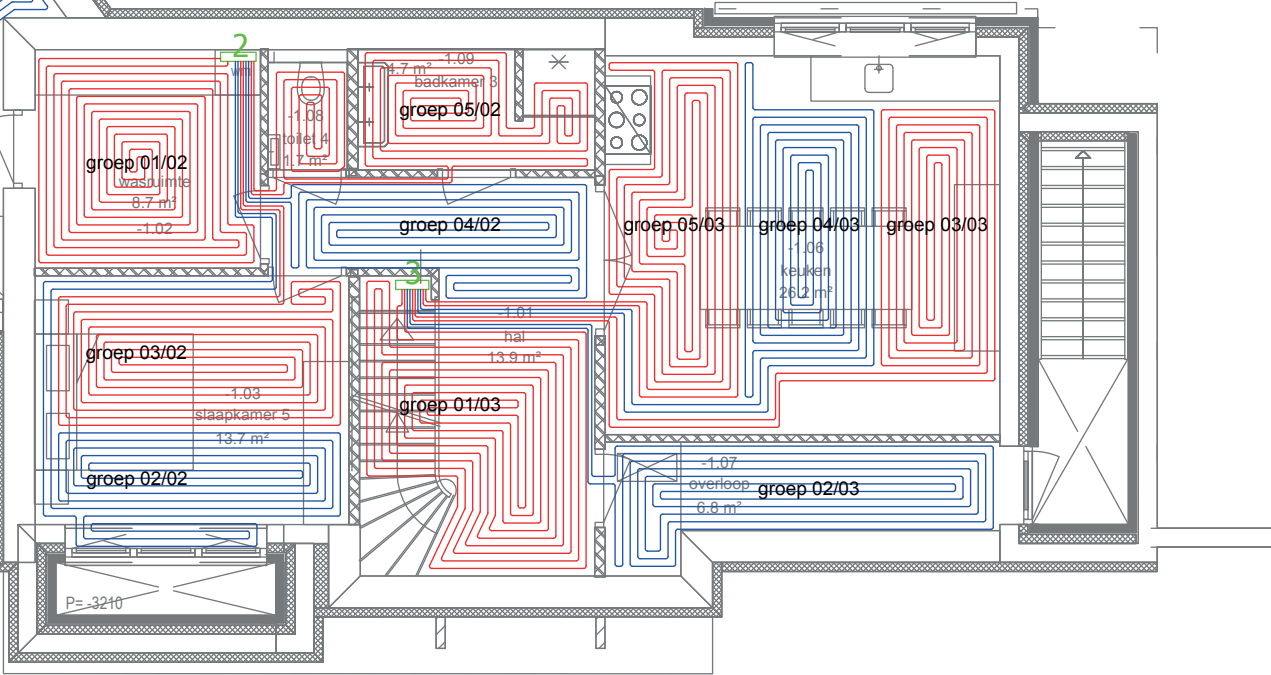
Verdelers		Ruimtebenaming		Gr. Nr.		HOH	Gr.I	Oppervlakte	Debiet	Drukverlies	Debiet	Drukverlies	T _{ra} V	T _{ra} K	afwerking	T _{rw} V	T _{rw} K	A	O	Afgifte	Verlies	Verschil	T opp.	Opname	Koellast	Verschil	T opp.
						mm	m	m²	l/m	Pa	l/m	Pa	°C	°C		°C	°C	m²	m	W	W	W	°C	W	W	W	°C
1	- 1.05 berging	1	100	63	6.3	0.53	988	1.10	2604	16	24	Tegels	22.00	19.80	29.5	25.0	1708	0	1708	21.5	646	0	646	20.6			
		2	100	66	6.6	0.55	1085	1.15	2861																		
		3	100	64	6.4	0.53	1019	1.12	2688																		
		4	100	65	6.5	0.54	1052	1.14	2774																		
		5	100	79	7.9	0.66	1558	1.38	4302																		
		6	100	82	8.2	0.68	1680	1.43	4972																		
		7	100	85	8.5	0.71	1807	1.49	5718																		
		8	100	86	8.6	0.72	1850	1.50	5985																		
				590		59.0	4.92	1849	10.31	5984			22.00		19.80	29.5	25.0	1708	0	1708			646	0	646		
2	- 1.02 wasruimte	1	100	74	7.4	0.48	1056	1.29	3607	18	24	Tegels	22.00	19.80	8.5	12.0	385	294	91	22.4	186	0	186	20.6			
	- 1.03 slaapkamer 5	2	100	75	7.5	0.37	810	0.59	1580																		
	- 1.01 hal	3	100	77	7.7	0.38	855	0.61	1666																		
	- 1.09 badkamer	4	100	60	6.0	0.39	692	0.63	1354																		
		5	100	65	6.5	0.58	1081	0.68	1590																		
				351		35.1	2.21	1080	3.80	3606			23.05		19.80	44.8	63.5	1823	846	977			614	417	197		
3	- 1.01 hal	1	100	86	8.6	0.56	1429	0.90	2797	18	22	Tegels	22.00	19.80	16.0	25.0				22.4			20.0				
	- 1.07 overloop	2	100	75	7.5	0.49	1085	1.31	3706																		
		3	100	76	7.6	0.35	768	0.79	2180																		
	- 1.06 keuken	4	100	78	7.8	0.36	809	0.81	2297																		
		5	100	74	7.4	0.34	728	0.77	2066																		
				389		38.9	2.09	1428	4.59	3706			22.00		19.80	30.1	37.0	1044	723	321			452	1028	-576		

Werkwijze in uw eigen stijl

W-floo levert legplannen in de stijl van de opdrachtgever. Eigen kader, eigen tekenstandaard en eigen opmaak van berekeningen en totaaloverzicht. Dit dossier toont onze standaard.

Een proeftekening in uw eigen stijl is mogelijk.

Informeer via w-floo.com/contact



T aanvoer verwarmen °C	32
T aanvoer koelen °C	18
dekking	Zandcement
dikte dekking mm	70
λ dekking W/m.K	1.2
wanddikte buis mm	2.0
diameter buis mm	16

Wijziging A:			
Fase:			
Formaat:	A3	Schaal:	1:100
Projectnummer:		Datum:	12-11-2025
Project:	Woning Opheusden Kelder		

w·floo

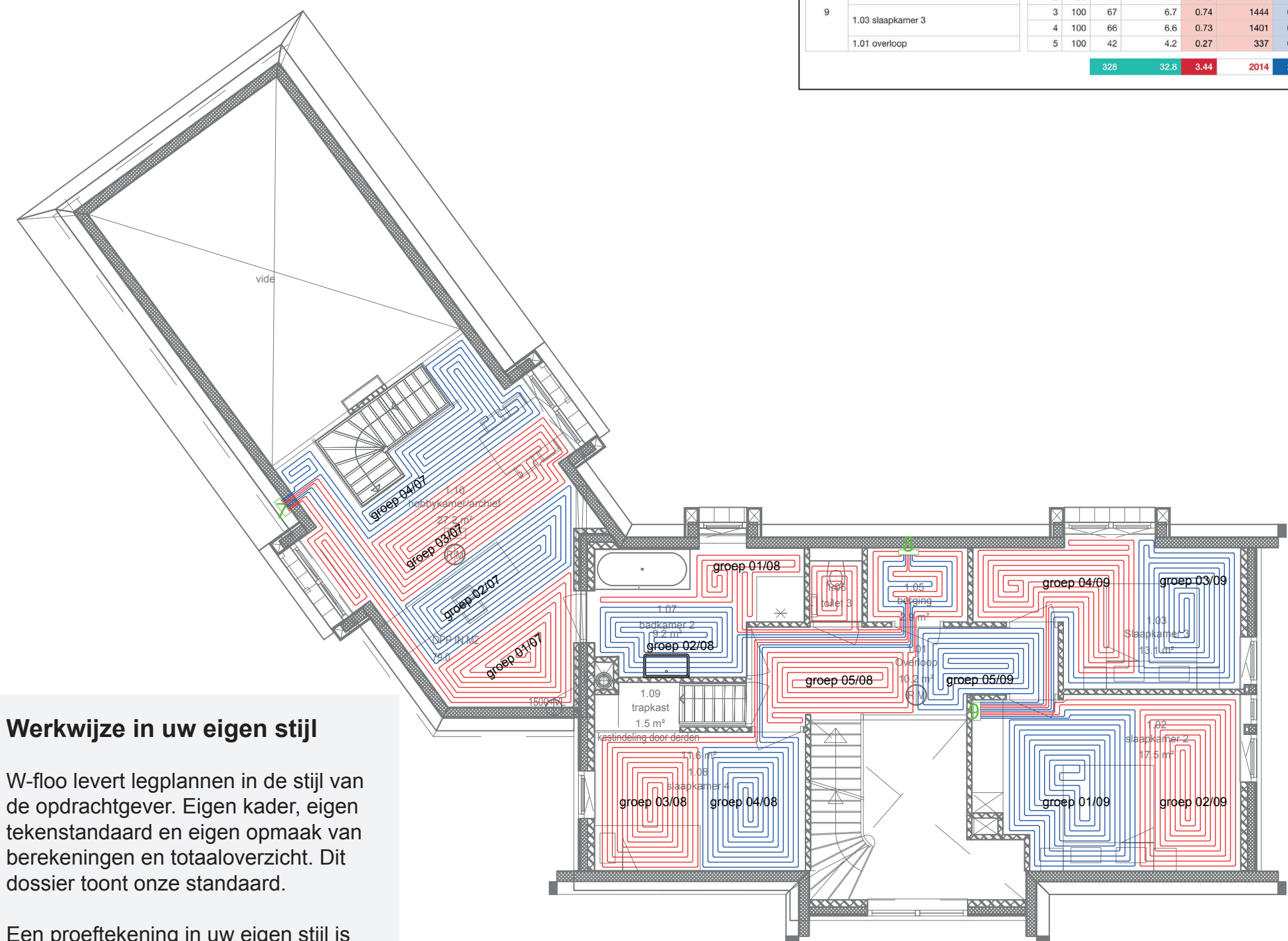
Legplannen voor vloerverwarming



T aanvoer verwarmen °C	32
T aanvoer koelen °C	18
dekking	Zandcement
dikte dekking mm	70
λ dekking W/m.K	1.2
wanddikte buis mm	2.0
diameter buis mm	16

Informeer via w-floo.com/contact

Wijziging A:	
Fase:	
Formaat: A3	Schaal: 1:100
Projectnummer:	Datum: 12-11-2025
Project: Woning Opheusden Beane grond	



Verdeler		Ruimtebenaming	Gr. Nr.	HOH	Gr.l	Oppervlakte	Debiet	Drukverlies	Debiet	Drukverlies	T _R V	T _R K	afwerking	T _{RW} V	T _{RW} K	A	O	Afgifte	Verlies	Verschil	T opp.	Opname	Koellast	Verschil	T opp.
				mm	m	m²	l/m	Pa	l/m	Pa	°C	°C		°C	°C	m²	m	W	W	W	°C	W	W	W	°C
8	1.07 badkamer 2	1	100	45		4.5	1.70	2438	0.48	419	22	22	Tegels	30.00	19.80	8.0	15.0	418	369	49	27.0	107	495	-388	19.9
		2	100	50		5.0	1.88	3517	0.53	520	18	22	Parket 8mm	26.00	19.80	11.5	14.0	529	428	101	22.4	114	405	-291	20.5
		3	100	72		7.2	0.80	1670	0.57	1456															
		4	100	67		6.7	0.74	1444	0.53	1259															
		1.08 slaapkamer 4	5	100	46		4.6	0.30	405	0.48	791	18	22	Tegels	22.00	19.80	11.5	19.5	521	393	128	22.4	150	698	-548
						280	28.0	5.42	3516	2.59	1455				28.42	19.80	31.0	48.5	1468	1190	278		371	1598	-1227
9	1.02 slaapkamer 2	1	100	79		7.9	0.87	2014	0.62	1755	18	22	Parket 8mm	26.00	19.80	16.0	16.5	737	545	192	22.4	158	460	-302	20.5
		2	100	74		7.4	0.82	1765	0.58	1538	18	22	Parket 8mm	26.00	19.80	12.8	17.0	589	554	35	22.4	126	561	-435	20.5
		3	100	67		6.7	0.74	1444	0.53	1259															
		4	100	66		6.6	0.73	1401	0.52	1222															
		1.03 slaapkamer 3	5	100	42		4.2	0.27	337	0.44	657	18	22	Tegels	22.00	19.80	11.5	19.5				22.4			-548
						328	32.8	3.44	2014	2.69	1754				25.68	19.80	28.8	33.5	1326	1099	227		284	1021	-737

Werkwijze in uw eigen stijl

W-floo levert legplannen in de stijl van de opdrachtgever. Eigen kader, eigen tekenstandaard en eigen opmaak van berekeningen en totaaloverzicht. Dit dossier toont onze standaard.

Een proeftekening in uw eigen stijl is mogelijk.

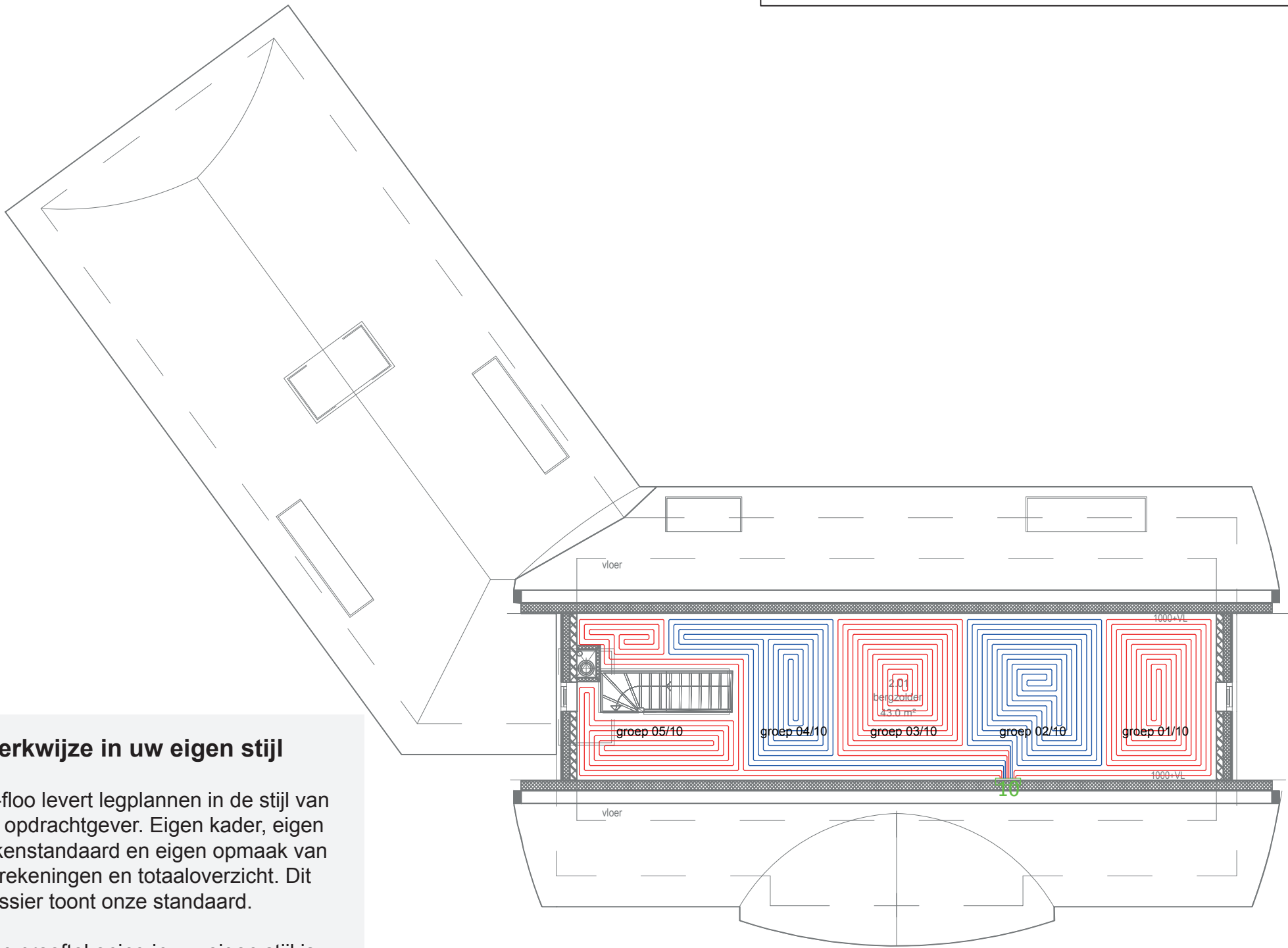
Informeer via w-floo.com/contact

T aanvoer verwarmen °C	32
T aanvoer koelen °C	18
dekking	Zandcement
dikte dekking mm	70
λ dekking W/m.K	1.2
wanddikte buis mm	2.0
diameter buis mm	16

Wijziging A:			
Fase:			
Formaat:	A3	Schaal:	1:100
Projectnummer:		Datum:	12-11-2025
Project:	Woning Opheusden Verdieping		



Legplannen voor vloerverwarming



Verdeler		Ruimtebenaming		Gr. Nr.	HOH	Gr.I	Oppervlakte	Debiet	Drukverlies	Debiet	Drukverlies	T _R V	T _R K	afwerking	T _{RW} V	T _{RW} K	A	O	Afgifte	Verlies	Verschil	T opp.	Opname	Koellast	Verschil	T opp.
				mm	m	m²	l/m	Pa	l/m	Pa	l/m	°C	°C		°C	°C	m²	m	W	W	W	°C	W	W	W	°C
10	2.01 bergzolder	1	100	75	7.5	0.49	1085	0.78	2122	18	22	Tegels	22.00	19.80	40.0	40.0	1813	0	1813	22.4	523	0	523	20.0		
		2	100	81	8.1	0.53	1266	0.84	2479																	
		3	100	76	7.6	0.50	1114	0.79	2180																	
		4	100	74	7.4	0.48	1056	0.77	2066																	
		5	100	75	7.5	0.49	1085	0.78	2122																	
				381	38.1	2.49	1266	3.97	2478			22.00	19.80	40.0	40.0	1813	0	1813			523	0	523			

Werkwijze in uw eigen stijl

W-floo levert legplannen in de stijl van de opdrachtgever. Eigen kader, eigen tekenstandaard en eigen opmaak van berekeningen en totaaloverzicht. Dit dossier toont onze standaard.

Een proeftekening in uw eigen stijl is mogelijk.

Informeer via w-floo.com/contact

T aanvoer verwarmen °C	32
T aanvoer koelen °C	18
dekking	Zandcement
dikte dekking mm	70
λ dekking W/m.K	1.2
wanddikte buis mm	2.0
diameter buis mm	16

Wijziging A:			
Fase:			
Formaat:	A3	Schaal:	1:100
Projectnummer:		Datum:	12-11-2025
Project:	Woning Opheusden Bergzolder		

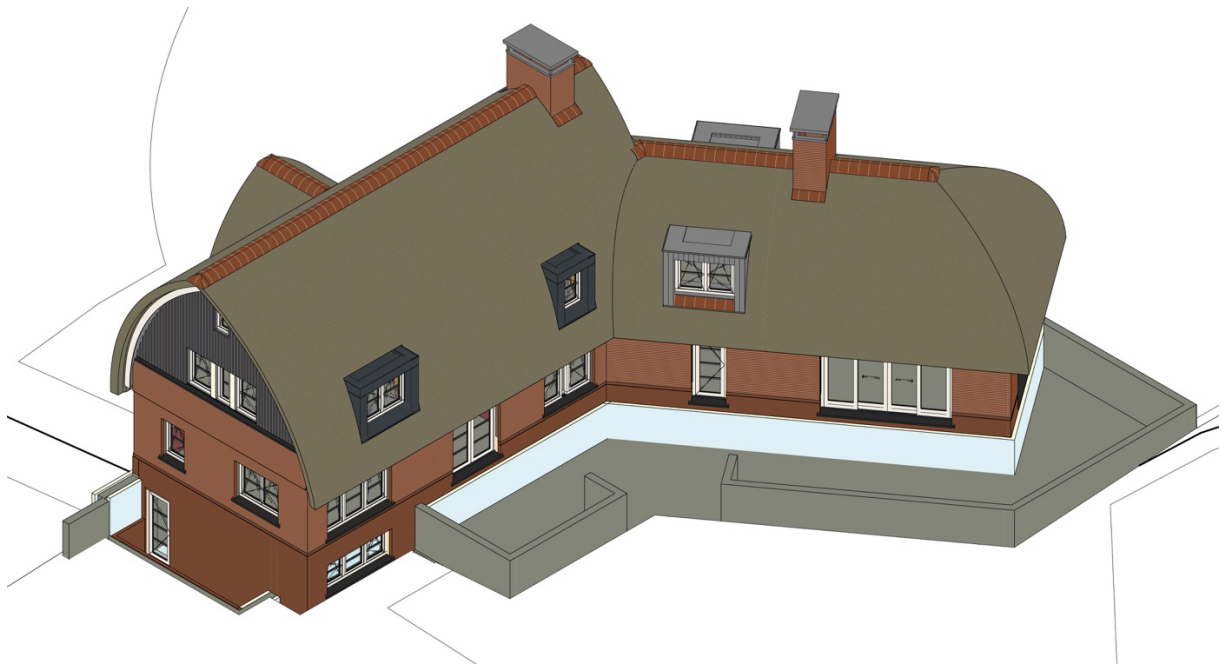
w-floo

Legplannen voor vloerverwarming

Integrale vloerverwarming & koeling woonboerderij

1. Managementsamenvatting

In opdracht van Sluiter Techniek BV heeft W-floo een integraal legplan en berekening verzorgd voor een prachtige woonboerderij. De kernvraag was het realiseren van een comfortabel en energiezuinig laagtemperatuur systeem (LTV) voor zowel verwarmen als koelen via vloerverwarming. Dit project kenmerkt zich door specifieke bouwkundige uitdagingen, waaronder het bewust weglaten van isolatie op verdiepingsvloeren en de wens voor meerdere verdelers per verdieping. Door inzet van onze engineering afdeling en onze Calstrim software is een optimale balans gevonden tussen een warmtepomp geschikte ΔT , het benodigde afgiftevermogen vergeleken met de warmteverliezen en een advies voor het waterzijdig inregelen



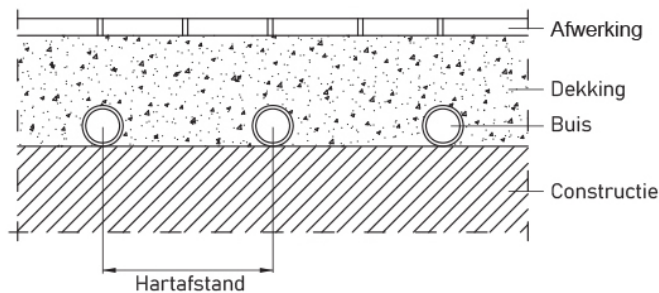
2. Projectspecificaties en Uitgangspunten

2.1 De Bouwkundige Situatie

Het betreft een volledige nieuwbouw met de kenmerken van een authentieke woonboerderij.

Vloeropbouw

Zandcementdekvloer van 70mm.



Isolatiestrategie

Een strategische keuze was het weglaten van isolatie onder de vloerverwarming op de verdiepingvloeren. De slangen voor vloerverwarming worden rechtstreeks, via draadstaalnetten op de constructievloer geplaatst. Door het ontbreken van isolatie wordt de thermische massa van de vloer volledig benut. Dit resulteert in afgifte aan de bovenzijde (vloerverwarming en koeling) én afgifte aan de onderzijde (plafondverwarming en koeling voor de beneden gelegen verdieping). De afgifte aan de onderzijde draagt dan bij aan het verwarmen en het koelen van de beneden gelegen ruimte. De kelder is wel voorzien van isolatie om ongewenst warmteverlies naar de bodem te voorkomen.

2.2 Wensen van de Opdrachtgever

In overleg met de installateur en eindklant hebben we een aantal specifieke uitgangspunten besproken

Meerdere Verdelers per verdieping

In plaats van één (centraal) punt, is gekozen voor meerdere verdelers verspreid door de woning. Dit minimaliseert de lengte van 'dode' transportleidingen door gangen en andere ruimtes en verbetert daarom de onafhankelijke zoneregeling per ruimte. Zie ook afbeeldingen in paragraaf 3 voor verdeler posities. Voor meer informatie over dit punt zie ons blog www.w-floo.com/nieuws-en-inzichten-vloerverwarming-en-koeling/centrale-positionering-van-de-vloerverwarming-verdeler

Korte Groeps lengtes

De wens was om met kortere slangen te werken dan gebruikelijk. Dit verlaagt het drukverlies, maakt een hogere volumestroom (l/min) mogelijk en zorgt voor een snellere opwarmtijd. De hogere gemiddelde watertemperatuur zorgt dan ook voor meer afgifte.

3. Ontwerpfase

3.1 Buisdiameter en Hydrauliek

Tijdens de ontwerpfase is een vergelijkende studie gedaan tussen 16 mm en 18 mm buis en een afweging gemaakt voor de hartafstand tussen de slangen.

De afweging

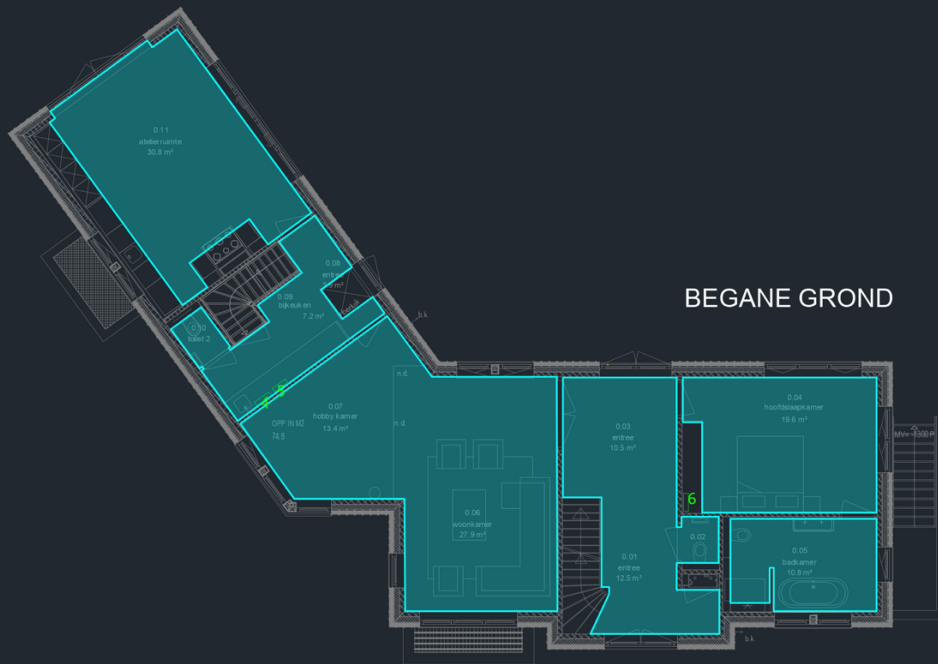
Een 18 mm buis heeft een lagere interne weerstand, wat een nog hogere volumestroom en afgifte mogelijk maakt bij dezelfde pompdruk.

Besluit

In overleg met de klant is gekozen voor de **16x2 mm buis**. Uit onze berekeningen bleek dat, door de groepen kort te houden, de 16 mm buis voldoende capaciteit biedt om de benodigde warmte en koeling te transporteren zonder dat de drukverliezen in gevaar komen. Dit ook volgens de klantwens. We adviseren verder bijna altijd een hartafstand van 10 cm tussen de slangen voor een zo groot mogelijke afgifte bij een zo laag mogelijke watertemperatuur. Voor meer informatie over hartafstanden zie ons blog www.w-floo.com/nieuws-en-inzichten-vloerverwarming-en-koeling/het-belang-van-een-correct-legplan-de-optimale-afstand-voor-uw-vloerverwarming

3.2 Oppervlaktebepaling

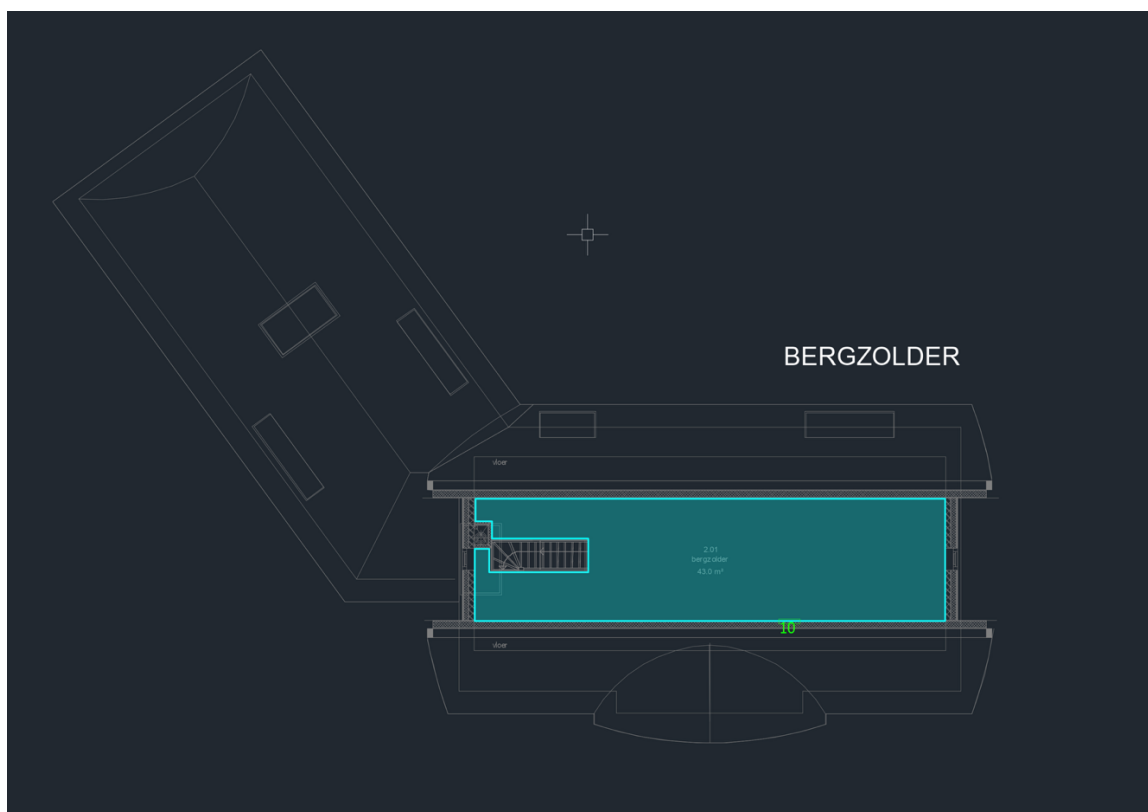
Voorafgaand aan het tekenwerk is een nauwkeurige netto-oppervlaktebepaling uitgevoerd. Hierbij zijn vaste elementen zoals keukeneilanden, kasten en douchebakken in mindering gebracht.



Kerkenbos 1077 (unit V), 6546 BB Nijmegen
+0031 (0)6 2192 6253

info@w-floo.com
www.w-floo.com

a **floorequa** Company

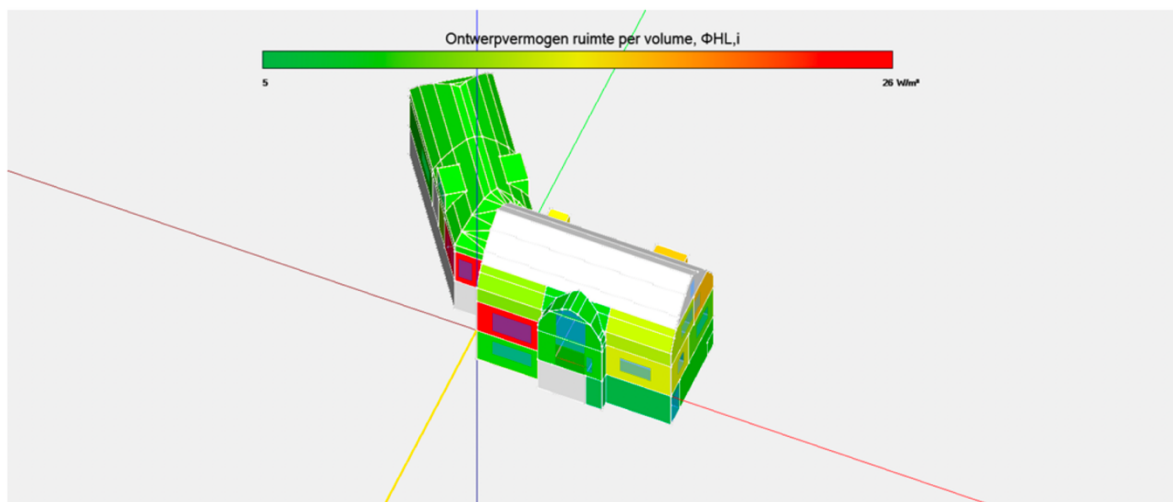


3.3 Warmteverlies -en koellastberekeningen

Warmteverlies -en koellastberekeningen zijn twee verschillende soort berekeningen die we ook op die manier hebben behandeld. Warmteverliesberekeningen (en ook koellastberekeningen) gaan vaak uit van *bruto* vloeroppervlak. Dat geeft ook per m² een bepaald vermogen. Onze methode toetst of het *netto* beschikbare oppervlak voldoende is om het *bruto* warmteverlies te dekken. Het *netto* oppervlak is immers alleen de oppervlakte waar buis wordt geïnstalleerd. Dus niet waar keukenblokken, baden en dergelijke zijn gesitueerd

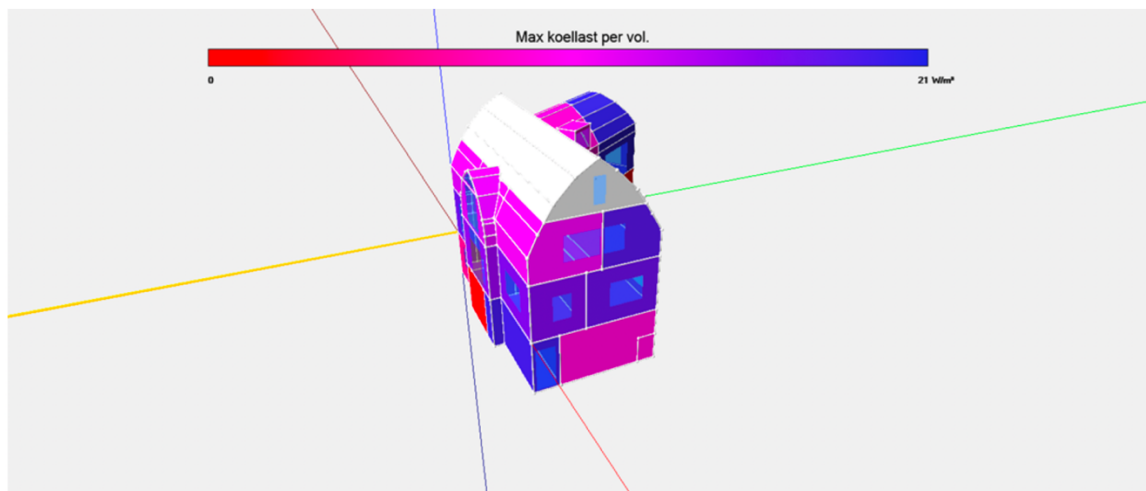
Hieronder de resultaten van de twee berekeningen. In paragraaf 4 hebben we deze vergeleken met de afgifte berekeningen (dimensioneren via *netto* oppervlakten) om tot een zo zuinig mogelijke warmtebalans te realiseren.

Warmteverlies



#	Naam ruimte	ISS O	Ver w.	Temp. [°C]	fk [-]	Φ_{basis} [W]	Φ_{extra} [W]	$\Phi_{\text{HL,i}}$ [W]	$\Phi_{\text{HL,i}}$ per opp. [W/m²]	$\Phi_{\text{HL,i}}$ per vol. [W/m³]
-1.01	Hal	51	Ja	20,00	---	---	---	---	---	---
-1.02	Slaapkamer	51	Ja	22,00	---	389	24	412	29	11
-1.03	Wasruimte	51	Ja	22,00	---	274	20	294	32	12
-1.04	Toilet	51	Ja	18,00	---	---	---	---	---	---
-1.05	Badkamer	51	Ja	22,00	---	106	34	140	28	11
-1.06	Keuken	51	Ja	22,00	---	584	50	634	23	9
-1.07	Overloop	51	Ja	20,00	---	89	0	89	13	5
-1.08	Berging	51	Ja	15,00	---	---	---	---	---	---
0.01	Entree	51	Ja	20,00	---	570	0	570	26	9
0.02	Meterkast	51	Nee	19,67	---	---	---	---	---	---
0.03	Toilet	51	Ja	18,00	---	---	---	---	---	---
0.04	Woonkamer	51	Ja	22,00	---	2774	69	2843	69	26
0.05	Bijkeuken	51	Ja	22,00	---	456	29	486	35	13
0.06	Toilet	51	Ja	18,00	---	---	---	---	---	---
0.07	Atelierruimte met vide	51	Ja	22,00	---	1738	51	1789	58	11
0.08	Slaapkamer 1	51	Ja	22,00	---	609	32	642	33	12
0.09	Badkamer	51	Ja	22,00	---	405	34	438	40	15
1.01	Overloop met vide	51	Ja	20,00	---	393	0	393	17	7
1.02	Slaapkamer 4	51	Ja	22,00	---	406	22	428	32	13
1.03	Trapkast	51	Nee	21,31	---	---	---	---	---	---
1.04	Badkamer	51	Ja	22,00	---	294	74	369	37	16
1.05	Hobbykamer/archief	51	Ja	22,00	---	630	42	673	22	11
1.06	Toilet	51	Ja	18,00	---	16	0	16	11	5
1.07	Berging	51	Ja	15,00	---	---	---	---	---	---
1.08	Slaapkamer 3	51	Ja	22,00	---	534	21	554	44	18
1.09	Slaapkamer 2	51	Ja	22,00	---	518	27	545	33	14
2.01	Zolder	51	Nee	17,07	---	---	---	---	---	---

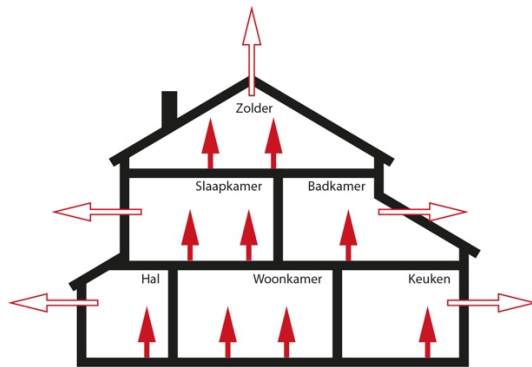
Koellast



Nr	Ruimte	Type ruimte	Temp [°C]	Temp stijging [K]	Voelbare koellast [W]	Latente koellast [W]	Totale koellast [W]	[W/m²]	[W/m³]	Maand max	Tijd vak max
-1.01	Hal	VKR	22.0	2.0	54	0	54	3	1	mei	14
-1.02	Slaapkamer	VR	22.0	2.0	228	0	228	16	6	juni	15
-1.03	Wasruimte	VG	24.0		-165	0	0	0	0	mei	8
-1.04	Toilet	T	22.0	2.0	26	0	26	15	6	mei	12
-1.05	Badkamer	BR	22.0	2.0	135	0	135	27	10	mei	19
-1.06	Keuken	VR	22.0	2.0	680	0	680	25	9	september	14
-1.07	Overloop	VKR	24.0	2.0	348	0	348	51	19	juli	19
-1.08	Berging	TR	24.0		-683	0	0	0	0	mei	8
0.01	Entree	VKR	23.9	2.0	942	0	942	42	15	september	15
0.03	Toilet	T	22.0	2.0	56	0	56	40	15	mei	12
0.04	Woonkamer	VR	22.0	2.0	1898	33	1931	47	17	juli	20
0.05	Bijkeuken	VG	23.2	2.0	432	0	432	31	11	augustus	15
0.06	Toilet	T	22.0	2.0	22	0	22	13	5	juli	8
0.07	Atelierruimte met vide	VR	24.0	2.0	3221	0	3221	105	20	augustus	16
0.08	Slaapkamer 1	VR	24.0	2.0	877	0	877	45	17	september	14
0.09	Badkamer	BR	22.0	2.0	476	0	476	44	16	juli	20
1.01	Overloop met vide	VKR	22.0	2.0	698	0	698	31	12	juli	15
1.02	Slaapkamer 4	VR	22.0	2.0	405	0	405	31	12	juli	17
1.04	Badkamer	BR	22.0	2.0	495	0	495	50	21	augustus	14
1.05	Hobbykamer/archief	VR	22.0	2.0	598	0	598	19	9	juli	10
1.06	Toilet	T	22.0	2.0	17	0	17	12	5	juli	8
1.07	Berging	TR	22.0	2.0	32	0	32	12	5	juli	8
1.08	Slaapkamer 3	VR	22.0	2.0	561	0	561	44	18	september	19
1.09	Slaapkamer 2	VR	22.0	2.0	460	0	460	28	11	juli	20

4. Dimensionering via voorcalculatie warmtebalansen koelen

Dit is de kern van de W-floo methodiek: het systeem niet "blind" leggen, maar dimensioneren op basis van berekende de verliezen zoals in paragraaf 3 is uiteengezet. En zorgen dat de vloer afgifte van de *netto* vloeroppervlakte nagenoeg gelijk is hieraan



Warmtebalans
warmteverlies = **afgifte**

4.1 Streven naar Lage Temperatuur

Het doel was een zo laag mogelijke aanvoertemperatuur om het rendement (COP) van de warmtepomp te maximaliseren.

Startscenario

Aanvoer 31°C / Retour 26°C.

Temperatuurverschil (ΔT)

We sturen op een verschiltemperatuur (ΔT) van 5°C.

Een warmtepomp werkt op het hoogste rendement bij een zo laag mogelijke aanvoertemperatuur en een ΔT van ongeveer 5°C. Het hele systeem is logischerwijs ook energiezuiniger bij een lagere aanvoertemperatuur van het water

4.2 Knelpuntenanalyse

Uit de Calstrim-simulatie kwamen drie kritische zones naar voren waar de warmteverliezen (transmissie + ventilatie) hoger lagen dan de basisafgifte van de vloer:

Badkamers

Vaak een probleemgebied door klein oppervlak en hoge warmtevraag. In dit geval kan door de korte groepen een hoge volumestroom en daardoor de gemiddelde watertemperatuur in de badkamervloer omhoog worden gezet zonder dat de drukverliezen in gevaar kwamen. Hierdoor wordt de gewenste ruimtetemperatuur gehaald zonder dat er bij verwarmd hoeft te worden.

Atelier (Vide) & Woonkamer (Glas)

Hier zorgen de vide (hoogte) en grote glaspartijen voor significante verliezen die per m² hoger liggen dan de overige ruimtes. Deze kunnen door de vloerverwarming niet worden opgevangen. Een oplossing zou kunnen zijn om wand -en/of plafondverwarming toe te passen. Na overleg met de klant bleek dit niet nodig te zijn omdat er in het Atelier een airco wordt voorzien en in de woonkamer een houtkachel.

Bij koude dagen zijn er dus mogelijkheden om deze ruimtes bij te verwarmen

4.3 Resultaat Warmtebalans

Door te 'spelen' met de hydraulische balans hebben we een situatie gecreëerd waarbij de totale afgifte en het totale warmteverlies in evenwicht zijn bij een ΔT van ongeveer 5°C over het geheel.

Algemeen

T aanvoer verwarmen

32

°C

dekking

Zandcement

dikte dekking

70

mm

λ dekking

1.2

W/m.K

wanddikte buis

2

mm

diameter buis

16

mm

Filters

☒ Input dimensionering

☐ Input materialen

☐ Output materialen

☒ Output dimensionering verwarmen

☒ Negatieve ruimte

☒ Warmteverlies

Ruimtebenaming	INPUT DIMENSIONERING									OUTPUT DIMENSIONERING VERWARMEN									
	hoh	T _R	afwerking	R _c	T _{mw}	A	-A	O		Afgifte	Verlies	Verschil	Afgifte	Verlies	Verschil	T opp.	Deb./gr.	Deb. tot.	Drukv.
	mm	°C		m ² /K/W	°C	m ²	m ²	m		W/m ²	W/m ²	W/m ²	W	W	W	°C	l/min	l/min	Pa
- 1.02 wasruimte	100	18	Tegels	0.01	22	8.5	1	12	45	32	13	385	294	91	22.4	0.49	0.49	1085	
- 1.03 slaapkamer 5	100	18	Parket 8mm	0.06	22	14.3	0	15.5	34	29	5	490	412	78	21.4	0.39	0.77	888	
- 1.09 badkamer	100	22	Tegels	0.01	26	6	0	11	37	28	9	223	140	83	25.7	0.61	0.61	1183	
- 1.06 keuken	100	20	Tegels	0.01	22	23.5	0	23	32	23	9	745	634	111	23.2	0.38	1.14	924	
- 1.07 overloop	100	18	Tegels	0.01	22	6.6	0	14	45	13	32	299	89	210	22.4	0.50	0.50	1114	
0.11 atelier ruimte	100	20	Tegels	0.01	28	25.6	0	23	56	58	-2	1434	1789	-355	25.3	1.62	6.46	8642	
0.09 bijkeuken	100	20	Tegels	0.01	28	11.5	0	22	56	35	21	644	486	158	25.3	1.16	2.32	2454	
0.06 en 0.07 woonkamer en h	100	20	Parket 8mm	0.06	28	41.5	0	29.5	42	69	-27	1758	2843	-1085	24.1	1.06	6.34	2201	
0.03 entree	100	18	Tegels	0.01	22	20.4	0	26	45	26	19	929	570	359	22.4	0.49	1.46	1065	
0.04 hoofdslaapkamer	100	18	Parket 8mm	0.06	25	18.2	0	18	43	33	10	789	642	147	22.2	0.54	1.62	951	
0.05 badkamer	100	22	Tegels	0.01	29	11.5	0	18	48	40	8	549	438	111	26.6	1.53	3.05	6345	
1.10 hobbykamer / archief	100	20	Tegels	0.01	26	25.8	0	26	49	22	27	1268	673	595	24.7	0.76	3.05	1435	
1.07 badkamer 2	100	22	Tegels	0.01	30	8	0	15	51	37	14	407	369	38	26.9	1.84	3.67	6886	
1.08 slaapkamer 4	100	18	Parket 8mm	0.06	26	11.5	0	14	46	32	14	529	428	101	22.4	0.78	1.56	1600	
1.01 overloop	100	18	Tegels	0.01	22	11.5	1	19.5	45	17	28	521	393	128	22.4	0.36	0.71	571	
1.03 slaapkamer 3	100	18	Parket 8mm	0.06	26	12.8	0	17	46	44	2	589	554	35	22.4	0.78	1.57	1623	
1.02 slaapkamer 2	100	18	Parket 8mm	0.06	26	16	0	16.5	46	33	13	737	545	192	22.4	0.88	1.77	2066	
+ Ruimte toevoegen										26.87	273.3	2.0	320.0	12299	11299	1000	37.09		
										5.13									

4.4 Resultaat Koelen

Daarnaast hebben we de koellastberekening getoetst in Calstrim. De oorspronkelijke berekening ging uit van vrij lage ruimtetemperaturen van 22 en 24°C. Wij hanteren doorgaans 26°C als uitgangspunt voor comfortkoeling. Om de gevraagde koellast uit de oorspronkelijke berekening te behalen, zou een gemiddelde watertemperatuur van 14°C nodig zijn.

Hoewel hiermee een aanzienlijk koelvermogen wordt gerealiseerd, adviseren wij dit niet vanwege het grote risico op condensvorming. Condensatie op de vloer moet te allen tijde worden voorkomen en ook op de verdeler is dit onwenselijk (een reden waarom wij composiet verdelers prefereren). Daarom adviseren wij een

aanvoertemperatuur van minimaal 18°C. De koellast wordt hiermee echter niet gehaald.

Algemeen

T aanvoer verwarmen

32

°C

T aanvoer koelen

18

°C

dekking

Zandcement

▼

dikte dekking

70

mm

λ dekking

1.2

W/m.K

wanddikte buis

2

mm

diameter buis

16

mm

Filters

- ☒ Input dimensionering
- ☒ Output dimensionering verwarmen
- ☒ Output dimensionering koelen
- ☒ Warmteverlies
- ☒ Koellast

Ruimtebenaming	hoh mm	T _R V °C	T _R K °C	INPUT DIMENSIONERING						OUTPUT DIMENSIONERING KOELEN				
				afwerking	Rc m² K/W	T _{RW} V °C	T _{RW} K °C	A m²	O m	Opname W	Koellast W	Verschil W	T opp. °C	
ruimte langs berging	100	16	24	Tegels	0.01	22	19.8	30	22	657		657	20.6	
- 1.05 berging	100	16	24	Tegels	0.01	22	19.8	29.5	25	646		646	20.6	
- 1.02 wasruimte	100	18	24	Tegels	0.01	22	19.8	8.5	12	186		186	20.6	
- 1.03 slaapkamer 5	100	18	22	Parket 8mm	0.06	22	19.8	14.3	15.5	141	228	-87	20.5	
- 1.01 hal	100	18	22	Tegels	0.01	22	19.8	16	25	209	54	155	20.0	
- 1.09 badkamer	100	22	22	Tegels	0.01	26	19.8	6	11	78	135	-57	20.0	
- 1.06 keuken	100	20	22	Tegels	0.01	22	19.8	23.5	23	307	680	-373	20.0	
- 1.07 overloop	100	18	24	Tegels	0.01	22	19.8	6.6	14	145	348	-203	20.6	
0.11 atelierruimte	100	20	24	Tegels	0.01	28	19.8	25.6	23	561	3221	-2660	20.6	
0.09 bijkeuken	100	20	23	Tegels	0.01	28	19.8	11.5	22	201	432	-231	20.3	
0.06 en 0.07 woonkamer en h	100	20	22	Parket 8mm	0.06	28	19.8	41.5	29.5	410	1931	-1521	20.5	
0.03 entree	100	18	24	Tegels	0.01	22	19.8	20.5	26	449	942	-493	20.6	
0.04 hoofdslaapkamer	100	18	24	Parket 8mm	0.06	25	19.8	18.2	18	301	877	-576	21.5	
0.05 badkamer	100	22	22	Tegels	0.01	29	19.8	11.5	18	150	476	-326	20.0	
1.10 hobbykamer / archief	100	20	22	Tegels	0.01	26	19.8	25.8	26	337	598	-261	20.0	
1.07 badkamer 2	100	22	22	Tegels	0.01	30	19.8	8	15	107	495	-388	19.9	
1.08 slaapkamer 4	100	18	22	Parket 8mm	0.06	26	19.8	11.5	14	114	405	-291	20.5	
1.01 overloop	100	18	22	Tegels	0.01	22	19.8	11.5	19.5	150	698	-548	20.0	
1.05 berging	100	16	22	Tegels	0.01	22	19.8	3	7	39	32	7	20.0	
1.03 slaapkamer 3	100	18	22	Parket 8mm	0.06	26	19.8	12.8	17	126	561	-435	20.5	
1.02 slaapkamer 2	100	18	22	Parket 8mm	0.06	26	19.8	16	16.5	158	460	-302	20.5	
2.01 bergzolder	100	18	22	Tegels	0.01	22	19.8	40	40	523		523	20.0	
+ Ruimte toevoegen										391.8	439.0	5997	12573	-6576

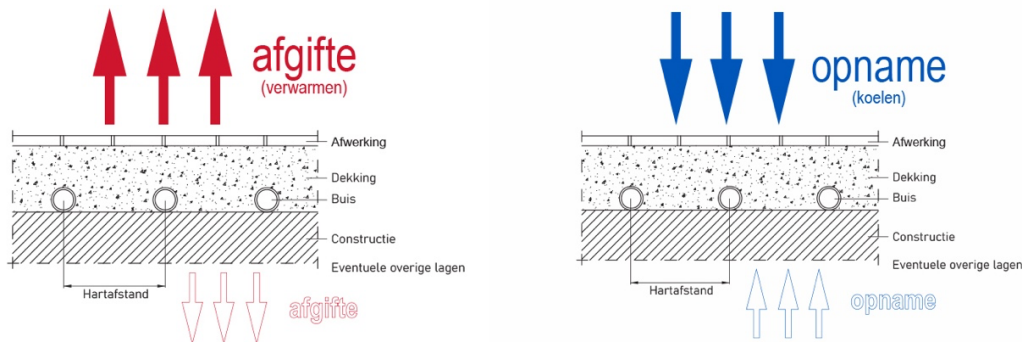
Een mogelijke optimalisatie is om ook aan het plafond leidingen aan te brengen. Hoewel dit de installatietechnisch iets complexer maakt – er zijn immers extra verdelers en aansluitingen nodig – verdubbelt hiermee effectief het afgifteoppervlak. Eigenlijk nog wat meer omdat men hier meestal kan uitgaan van een *bruto* oppervlak. Er bevinden zich namelijk geen ‘blinde’ vlakken aan het plafond waardoor dit volledig benut kan worden.

Het grote voordeel is dat de gewenste koellast door deze verdubbeling in de meeste gevallen wél wordt gehaald met een veilige aanvoertemperatuur van 18°C. Daarnaast biedt dit ook voor het verwarmen een significant rendement voordeel: door het extra oppervlak kan de aanvoertemperatuur nog verder omlaag, wat resulteert in een aanzienlijk zuiniger systeem.

Wij horen vaak de tegenwerping: *'Warme lucht stijgt en koude lucht daalt, dus verwarmen via het plafond of koelen via de vloer is zinloos.'* Dit is een hardnekkig misverstand. Deze natuurwet geldt voor convectie (luchtverwarming), maar bij dit type systeem werken we met **stralingswarmte**. Extra oppervlakte in het plafond (of

de wanden) draagt daardoor wel degelijk direct bij aan extra verwarming, een hoger comfort en lagere energiekosten.

Na overleg met de klant zijn er uiteindelijk aan het plafond geen slangen meer toegepast. Hieronder wordt wel aangegeven wat we met Calstrim hebben berekend voor het uiteindelijke effect (extra afgifte en opname per m^2) naar de beneden gelegen ruimtes per m^2 omdat er geen isolatie is toegepast onder de slangen. Komt neer op 22 W/m^2 bij verwarmen en 4 W/m^2 . Toch een aanzienlijk percentage op het geheel.



Afwijkende en uitgebreide algemene eigenschappen

dekking	zandcement		
dikte dekking	70		mm
λ dekking	1,2		W/m.K
wanddikte buis	2		mm
diameter buis	16		mm

☐ Wandverwarming

Ruimte aan andere zijde

Naam van de ruimte

Lagen in deze ruimte

Rc Laag
m².K/W

Dikte Laag
mm

λ Laag
W/m.K

+ laag toevoegen

Ruimtetemperatuur verwarmen
°C

Oppervlakte verwarmen
m²

Ruimtetemperatuur koelen
°C

Oppervlakte koelen
m²

Afgifte van ruimte aan andere zijde verwarmen
W/m²

W

Afgifte van ruimte aan andere zijde koelen
W/m²

W

+ Ruimte aan andere zijde toevoegen

Kerkenbos 1077 (unit V), 6546 BB Nijmegen
+0031 (0)6 2192 6253

info@w-floo.com
www.w-floo.com

5. Van voorcalculatie naar legplan en nacalculatie

Nu alles is gedimensioneerd via de warmteverlies -en koellast berekeningen en met behulp van de Calstrim voorcalculatie, hebben we het legplan in combinatie met een nacalculatie gerealiseerd. Meer lezen over een voorcalculatie versus een nacalculatie? Lees ons blog

www.calstrim.nl/blogs-nieuws/voorcalculatie-en-nacalculatie

Calstrim heeft de mogelijkheid om de voorcalculatie direct om te zetten naar een nacalculatie. Het verschil is nu echter dat de calculatie ook is voorzien van een verdelerstaat waarin de exacte lengtes van de groepen kunnen worden genoteerd, waarbij de exacte debieten worden weergegeven.

Deze exacte lengtes van de groepen kunnen we nu aan de hand van het legplan bepalen. Correct waterzijdig inregelen op basis van deze lengtes is essentieel. Hiermee wordt aangetoond dat het systeem daadwerkelijk functioneert zoals berekend en maximaal rendement levert.

Een ander belangrijk aandachtspunt, wat het benoemen waard is, in onze werkwijze is de balans tussen verwarmen en koelen. Wij streven ernaar de benodigde debieten voor beide modi zo dicht mogelijk bij elkaar te brengen. Hierdoor blijven de inregelstanden in de zomer en winter gelijk, wat het gebruiksgemak en de stabiliteit van de installatie ten goede komt.

Op de legplannen tonen we bovendien 'totaalstaten' (deze worden ook in een nacalculatie getoond). Een slimme combinatie van de ruimtestaat en verdelerstaat. Deze output is volledig aanpasbaar, zodat de installateur in één oogopslag over alle relevante data beschikt.

6. Uiteindelijke output verdelerstaten met groeplengtes en legplan met totaalstaten

Verdeler 1

Gr. Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	Totaal
HOH	mm	100	100	100	100	100	100	100	100	
Gr.l	m	63	66	64	65	79	82	85	86	590
Oppervlakte	m²	6.3	6.6	6.4	6.5	7.9	8.2	8.5	8.6	59.0
Debiet	l/m	0.53	0.55	0.53	0.54	0.66	0.68	0.71	0.72	4.92
Drukverlies	Pa	988	1085	1019	1052	1558	1680	1807	1850	1849
Debiet	l/m	1.10	1.15	1.12	1.14	1.38	1.43	1.49	1.50	10.31
Drukverlies	Pa	2604	2861	2688	2774	4302	4972	5718	5985	5984
Ruimte		- 1.05 bei v	- 1.05 bei v	- 1.05 bei v	- 1.05 bei v	- 1.05 bei v	- 1.05 bei v	- 1.05 bei v	- 1.05 bei v	

Aanvoertemperatuur: 32.00 °C
 Aanvoertemperatuur (koelen): 18.00 °C
 Gezamenlijke retourtemperatuur: 22.00 °C
 Temperatuurverschil: 10.00 °C
 Gezamenlijke retourtemperatuur (koelen) : 19.80 °C
 Temperatuurverschil (koelen) : 1.80 °C

Verdeler 2

Gr. Nr.		1	2	3	4	5	Totaal
HOH	mm	100	100	100	100	100	
Gr.l	m	74	75	77	60	65	351
Oppervlakte	m²	7.4	7.5	7.7	6.0	6.5	35.1
Debiet	l/m	0.48	0.37	0.38	0.39	0.58	2.21
Drukverlies	Pa	1056	810	855	692	1081	1080
Debiet	l/m	1.29	0.59	0.61	0.63	0.68	3.80
Drukverlies	Pa	3607	1580	1666	1354	1590	3606
Ruimte		- 1.02 wa v	- 1.03 sla v	- 1.03 sla v	- 1.01 hal v	- 1.09 bac v	

Aanvoertemperatuur: 32.00 °C
 Aanvoertemperatuur (koelen): 18.00 °C
 Gezamenlijke retourtemperatuur: 23.05 °C
 Temperatuurverschil: 8.95 °C
 Gezamenlijke retourtemperatuur (koelen) : 19.80 °C
 Temperatuurverschil (koelen) : 1.80 °C

Verdeler 3

Gr. Nr.		1	2	3	4	5	Totaal
HOH	mm	100	100	100	100	100	
Gr.l	m	86	75	76	78	74	389
Oppervlakte	m²	8.6	7.5	7.6	7.8	7.4	38.9
Debiet	l/m	0.56	0.49	0.35	0.36	0.34	2.09
Drukverlies	Pa	1429	1085	768	809	728	1428
Debiet	l/m	0.90	1.31	0.79	0.81	0.77	4.59
Drukverlies	Pa	2797	3706	2180	2297	2066	3706
Ruimte		- 1.01 hal 	- 1.07 ovε 	- 1.06 ket 	- 1.06 ket 	- 1.06 ket 	

Aanvoertemperatuur: 32.00 °C
 Aanvoertemperatuur (koelen): 18.00 °C
 Gezamenlijke retourtemperatuur: 22.00 °C
 Temperatuurverschil: 10.00 °C
 Gezamenlijke retourtemperatuur (koelen) : 19.80 °C
 Temperatuurverschil (koelen) : 1.80 °C

Verdeler 4

Gr. Nr.		1	2	3	4	5	Totaal
HOH	mm	100	100	100	100	100	
Gr.l	m	78	80	79	81	60	378
Oppervlakte	m²	7.8	8.0	7.9	8.1	6.0	37.8
Debiet	l/m	1.58	1.62	1.60	1.64	1.21	7.64
Drukverlies	Pa	8022	8642	8357	8934	2892	8933
Debiet	l/m	1.36	1.40	1.38	1.42	0.84	6.40
Drukverlies	Pa	4094	4517	4302	4740	1849	4740
Ruimte		0.11 ateliε 	0.11 ateliε 	0.11 ateliε 	0.11 ateliε 	0.09 bijke 	

Aanvoertemperatuur: 32.00 °C
 Aanvoertemperatuur (koelen): 18.00 °C
 Gezamenlijke retourtemperatuur: 28.00 °C
 Temperatuurverschil: 4.00 °C
 Gezamenlijke retourtemperatuur (koelen) : 19.80 °C
 Temperatuurverschil (koelen) : 1.80 °C

Verdeler 5

Gr. Nr.		1	2	3	4	5	6	Totaal
HOH	mm	100	100	100	100	100	100	
Gr.l	m	66	63	72	68	74	68	411
Oppervlakte	m²	6.6	6.3	7.2	6.8	7.4	6.8	41.1
Debiet	l/m	1.01	0.96	1.10	1.04	1.13	1.04	6.28
Drukverlies	Pa	1949	1774	2570	2071	2858	2071	2858
Debiet	l/m	0.52	0.50	0.57	0.54	0.58	0.54	3.24
Drukverlies	Pa	1222	1113	1456	1297	1538	1297	1538
Ruimte		0.06 en 0 ▾	0.06 en 0 ▾	0.06 en 0 ▾	0.06 en 0 ▾	0.06 en 0 ▾	0.06 en 0 ▾	

Aanvoertemperatuur: 32.00 °C
 Aanvoertemperatuur (koelen): 18.00 °C
 Gezamenlijke retourtemperatuur: 28.00 °C
 Temperatuurverschil: 4.00 °C
 Gezamenlijke retourtemperatuur (koelen): 19.80 °C
 Temperatuurverschil (koelen): 1.80 °C

Verdeler 6

Gr. Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	Totaal
HOH	mm	100	100	100	100	100	100	100	100	
Gr.l	m	62	60	61	57	57	67	65	69	498
Oppervlakte	m²	6.2	6.0	6.1	5.7	5.7	6.7	6.5	6.9	49.8
Debiet	l/m	1.42	1.38	0.54	0.51	0.51	0.44	0.42	0.45	5.68
Drukverlies	Pa	4831	4254	961	838	838	864	813	917	4830
Debiet	l/m	0.65	0.63	0.81	0.75	0.75	1.17	1.14	1.21	7.10
Drukverlies	Pa	1446	1354	1801	1571	1571	2949	2774	3130	3130
Ruimte		0.05 badl ▾	0.05 badl ▾	0.04 hoof ▾	0.04 hoof ▾	0.04 hoof ▾	0.03 entre ▾	0.03 entre ▾	0.03 entre ▾	

Aanvoertemperatuur: 32.00 °C
 Aanvoertemperatuur (koelen): 18.00 °C
 Gezamenlijke retourtemperatuur: 26.28 °C
 Temperatuurverschil: 5.72 °C
 Gezamenlijke retourtemperatuur (koelen): 19.80 °C
 Temperatuurverschil (koelen): 1.80 °C

Verdeler 7

Gr. Nr.		1	2	3	4	Totaal
HOH	mm	100	100	100	100	
Gr.l	m	63	62	66	60	251
Oppervlakte	m²	6.3	6.2	6.6	6.0	25.1
Debiet	l/m	0.74	0.73	0.78	0.71	2.96
Drukverlies	Pa	1369	1325	1504	1240	1503
Debiet	l/m	0.66	0.65	0.69	0.63	2.62
Drukverlies	Pa	1493	1446	1640	1354	1640
Ruimte		1.10 hobt ▾	1.10 hobt ▾	1.10 hobt ▾	1.10 hobt ▾	

Aanvoertemperatuur: 32.00 °C
 Aanvoertemperatuur (koelen): 18.00 °C
 Gezamenlijke retourtemperatuur: 26.00 °C
 Temperatuurverschil: 6.00 °C
 Gezamenlijke retourtemperatuur (koelen) : 19.80 °C
 Temperatuurverschil (koelen) : 1.80 °C

Verdeler 8

Gr. Nr.		1	2	3	4	5	Totaal
HOH	mm	100	100	100	100	100	
Gr.l	m	45	50	72	67	46	280
Oppervlakte	m²	4.5	5.0	7.2	6.7	4.6	28.0
Debiet	l/m	1.70	1.88	0.80	0.74	0.30	5.42
Drukverlies	Pa	2438	3517	1670	1444	405	3516
Debiet	l/m	0.48	0.53	0.57	0.53	0.48	2.59
Drukverlies	Pa	419	520	1456	1259	791	1455
Ruimte		1.07 bad ▾	1.07 bad ▾	1.08 slaap ▾	1.08 slaap ▾	1.01 over ▾	

Aanvoertemperatuur: 32.00 °C
 Aanvoertemperatuur (koelen): 18.00 °C
 Gezamenlijke retourtemperatuur: 28.42 °C
 Temperatuurverschil: 3.58 °C
 Gezamenlijke retourtemperatuur (koelen) : 19.80 °C
 Temperatuurverschil (koelen) : 1.80 °C

Verdeler 9

Gr. Nr.		1	2	3	4	5	Totaal
HOH	mm	100	100	100	100	100	
Gr.l	m	79	74	67	66	42	328
Oppervlakte	m²	7.9	7.4	6.7	6.6	4.2	32.8
Debiet	l/m	0.87	0.82	0.74	0.73	0.27	3.44
Drukverlies	Pa	2014	1765	1444	1401	337	2014
Debiet	l/m	0.62	0.58	0.53	0.52	0.44	2.69
Drukverlies	Pa	1755	1538	1259	1222	657	1754
Ruimte		1.02 slaag ∨	1.02 slaag ∨	1.03 slaag ∨	1.03 slaag ∨	1.01 over ∨	

Aanvoertemperatuur: 32.00 °C
 Aanvoertemperatuur (koelen): 18.00 °C
 Gezamenlijke retourtemperatuur: 25.68 °C
 Temperatuurverschil: 6.32 °C
 Gezamenlijke retourtemperatuur (koelen) : 19.80 °C
 Temperatuurverschil (koelen) : 1.80 °C

Verdeler 10

Gr. Nr.		1	2	3	4	5	Totaal
HOH	mm	100	100	100	100	100	
Gr.l	m	75	81	76	74	75	381
Oppervlakte	m²	7.5	8.1	7.6	7.4	7.5	38.1
Debiet	l/m	0.49	0.53	0.50	0.48	0.49	2.49
Drukverlies	Pa	1085	1266	1114	1056	1085	1266
Debiet	l/m	0.78	0.84	0.79	0.77	0.78	3.97
Drukverlies	Pa	2122	2479	2180	2066	2122	2478
Ruimte		2.01 berg ∨	2.01 berg ∨	2.01 berg ∨	2.01 berg ∨	2.01 berg ∨	

Aanvoertemperatuur: 32.00 °C
 Aanvoertemperatuur (koelen): 18.00 °C
 Gezamenlijke retourtemperatuur: 22.00 °C
 Temperatuurverschil: 10.00 °C
 Gezamenlijke retourtemperatuur (koelen) : 19.80 °C
 Temperatuurverschil (koelen) : 1.80 °C

7. Conclusie en kanttekeningen

Het project 'Woonboerderij Sluiter' demonstreert dat een gedegen voorbereiding verder gaat dan het tekenen van lussen. Door integraal te ontwerpen met Calstrim is een systeem gerealiseerd dat:

Energiezuinig is
door optimalisatie op uiteindelijk 32°C aanvoer.

Beheersbaar
Is door correcte inregelgegevens voor de installateur.

Dit project laat zien dat een woning, mits cijfermatig goed onderbouwd, de basis vormt voor een energiezuiniger en comfortabeler systeem. Het is een theoretisch uitgewerkt vloerverwarming – en koelsysteem. De praktijk blijkt zoals altijd wel een stuk complexer.

De reden dat we de afgifte en opname aan de plafondzijde vanuit de bovengelegen slangen niet hebben meegerekend bij de totale afgifte en opname is omdat in de praktijk vaak objecten worden voorzien zoals meubilair, vloerkleedjes en dergelijke. Hier zal de afgifte en opname dan niet of minder werken. We hopen dat de extra afgifte en opname aan de plafondzijde dit dan kan opvangen zodat de ruimtes verarmd en gekoeld kunnen worden met de berekende temperaturen.

Verder worden warmteverliezen altijd berekend aan de hand van een buitentemperatuur van -10°C. Op dat moment is een watertemperatuur gewenst van 32°C. Dit komt weinig voor en bij alle andere gevallen kan de watertemperatuur lager zijn en kan het systeem nog zuiniger werken.

Een laatste kanttekening is het feit dat de gezamenlijke retourtemperatuur en bijbehorende ΔT is berekend op het moment dat in alle ruimtes een warmtevraag (of koelvraag) nodig is. Mocht een ruimte geen vraag hebben dan zullen deze groepen geen flow hebben (ze staan dicht) en is de retourtemperatuur en bijbehorende ΔT ook anders wat weer invloed heeft op het rendement van de warmtepomp.