

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

WARMTEPOMP : ONTWERP

LENTE 2020

Optimalisatie: de eindtoestellen

Piotr KOWALSKI

MK Engineering





- ▶ Identificeren van de verschillende types afgifte-elementen volgens
 - de behoeften
 - de eisen

 - ▶ Kiezen van de afgifte-elementen voor de verwarming (WP-modus)

 - ▶ Kiezen van de afgifte-elementen voor de koeling (KM-modus)
- ⇒ **De afgifte-elementen kunnen kiezen en de gevolgen ervan kunnen inschatten**



ALGEMEEN

TYPES AFGIFTE-ELEMENTEN

- ▶ Verwarmingslichamen
- ▶ Koellichamen

IMPACT VAN DE TEMPERATUUR

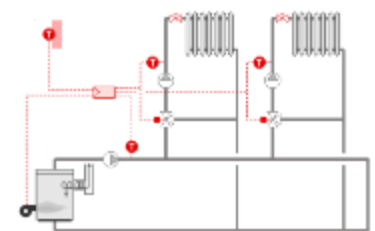
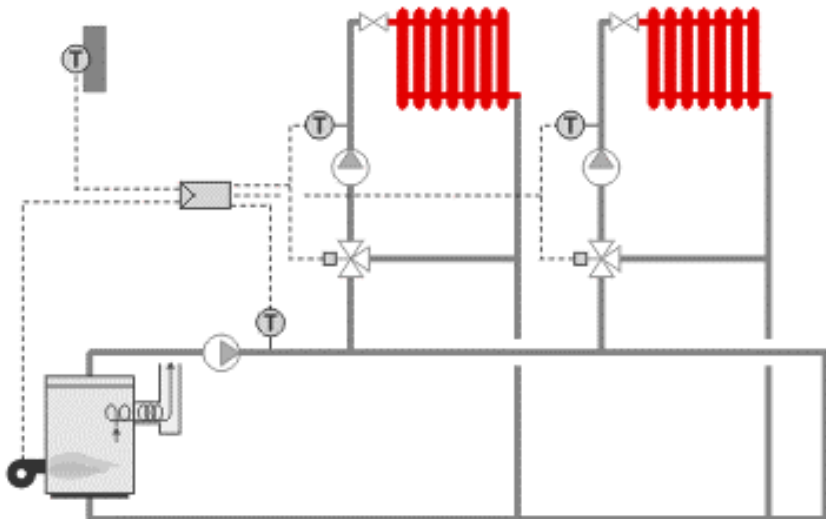
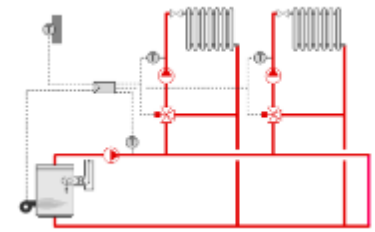
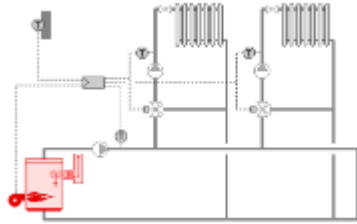
- ▶ Principes

INTEGRATIE VAN HET AFGIFTE-ELEMENT IN HET SYSTEEM

- ▶ Gevalstudie



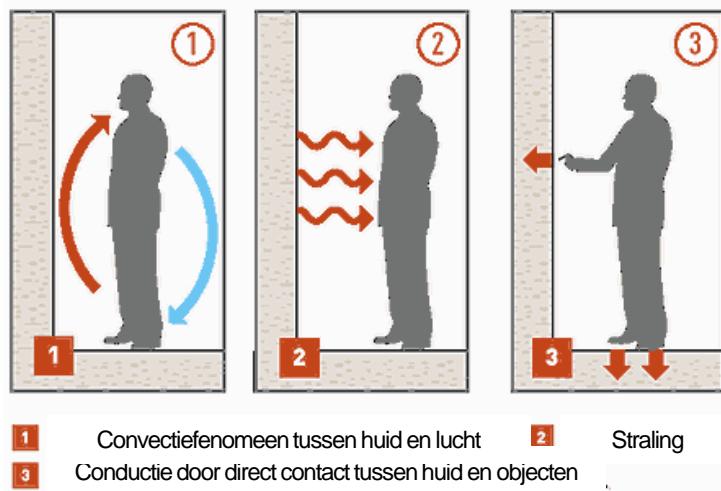
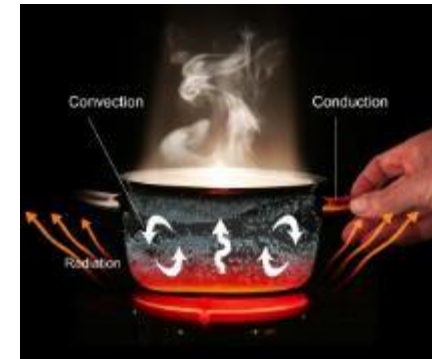
4 MEEST COURANTE EINDTOESTELLEN



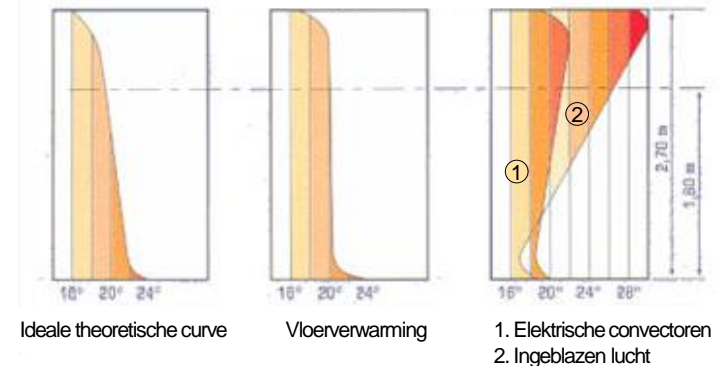
PRINCIPE VAN WARMTEAFGIFTE

Wijze van afgifte:

- ▶ Convectie
- ▶ Straling
- ▶ Conductie

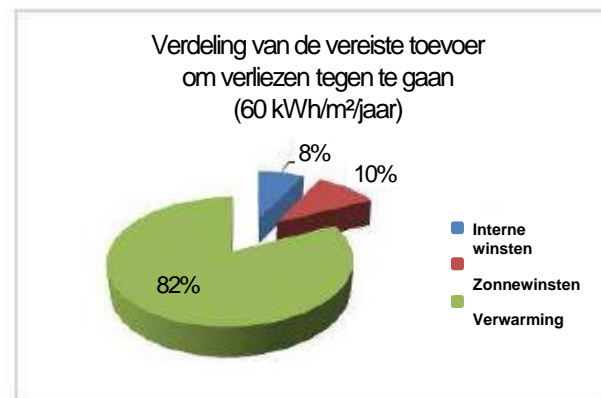
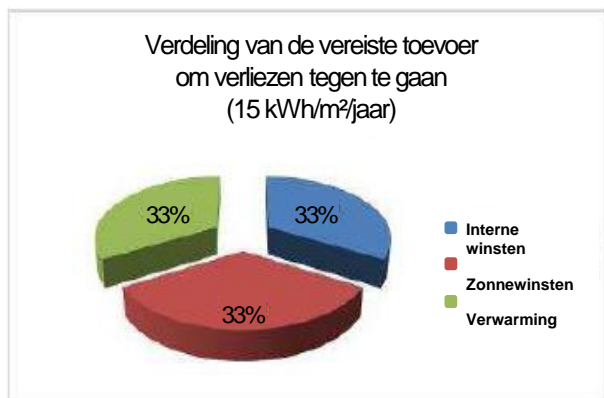


Verwarming en comfort



REACTIVITEIT VAN DE AFGIFTE-ELEMENTEN

De gebouwen met lage energiebehoeften zijn gevoelig voor interne en externe toevoer



Bron: Matriciel

- ▶ Noodzaak om snel te reageren op belastingen
 - Interne toevoer
 - Externe toevoer



Bron: Matriciel



ALGEMEEN

TYPES AFGIFTE-ELEMENTEN

- ▶ **Verwarmingslichamen**
- ▶ **Koellichamen**

IMPACT VAN DE TEMPERATUUR

- ▶ Principes

INTEGRATIE VAN HET AFGIFTE-ELEMENT IN HET SYSTEEM

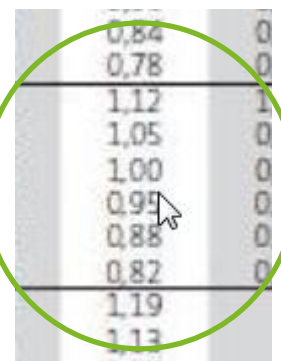
- ▶ Gevalstudie



VERWARMINGSLICHAMEN

Radiatoren

- ▶ Warmte-uitwisseling door convectie (en straling)
- ▶ Makkelijke regeling (thermostatische kraan)
- ▶ Reactiviteit en thermische dynamiek (inertie)
- ▶ Afgiftevermogen gevoelig voor temperatuurregime

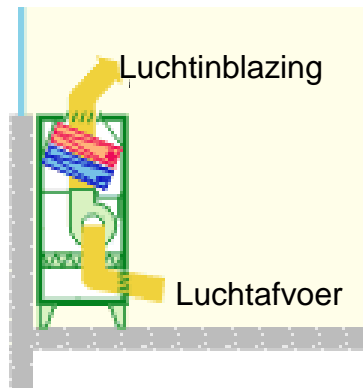



Longueur	Watt	Type 22						
Hauteur		300	400	450	500	600	750	900
450	75/65/20	474	601	661	718	824	968	1092
600	75/65/20	632	802	881	957	1099	1290	1456
750	75/65/20	790	1002	1101	1196	1374	1613	1820
900	75/65/20	948	1202	1321	1436	1649	1935	2184



Ventilerende convector

- ▶ Warmteverspreiding door gedwongen convectie: een ventilator activeert de warmteoverdracht in een batterij
- ▶ Hoge reactiviteit
- ▶ Elektrisch verbruik en akoestiek
- ▶ Vrij eenvoudige regeling
- ▶ Bestaat ook in koud & warm!
 - 2 buizen
 - 4 buizen



Bron: Energie+



Vloerverwarming

- ▶ Verdeling van een warm fluidum en afgifte van warmte hoofdzakelijk door straling
- ▶ Mogelijkheid met een zeer lage temperatuur te werken
- ▶ Zeer hoge inertie indien verzonken in de dekvloer
 - ➔ niet zo geschikt als het gebouw gevoelig is voor variabele interne en externe toevoer (lage-energie- en passiefgebouwen)
- ▶ Er bestaan reactievere systemen (geïntegreerd onder plankenvloer)
- ▶ Hoge investeringskosten
- ▶ Comfort? Afhankelijk van de regeling



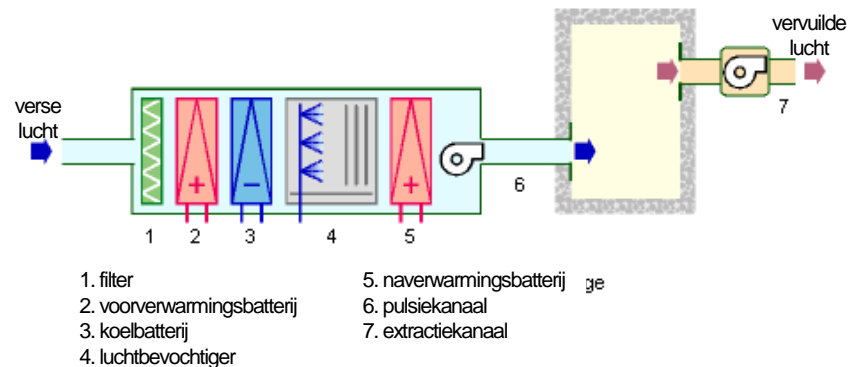
Plafondverwarming

- ▶ Verspreiding van de warmte door in het plafond geïntegreerde warmwaterspiralen
- ▶ Warmteafgifte hoofdzakelijk door straling
- ▶ Hoge reactiviteit
- ▶ Verlies van toegankelijkheid tot de thermische massa (inertie van het gebouw) behalve bij plafondeiland of open lamellen
- ▶ Ietwat complexere hydraulica
- ▶ Hoge investeringskosten



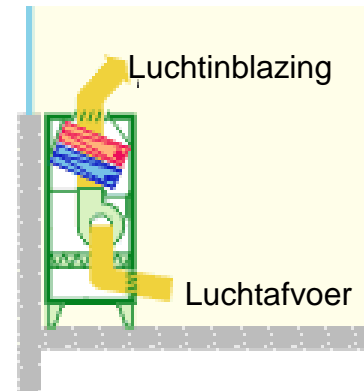
Warmtebatterij

- ▶ Verwarming van de lucht via een batterij
- ▶ Kan in een ventilatiegroep of in de kanalen worden geplaatst
- ▶ Beperkte pulsietemperatuur om het comfort te handhaven
- ▶ Het pulsieluchtdebiet moet aangepast zijn aan het vereiste thermische vermogen en niet alleen aan het hygiënische-luchtdebiet
- ▶ Energieoverdracht via de lucht:
 - De capaciteit van de lucht is kleiner dan die van water
 - Veroorzaakt drukverliezen op het net
 - Verbruik van de ventilatoren
- ▶ Gestuurd door 2- of 3-wegsklep bediend door een thermostaat of rechtstreeks door een thermostatische kraan op afstand.



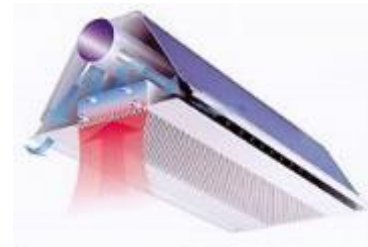
Ventilerende convector

- ▶ Zelfde principe als VC voor verwarming maar met koudebatterij (of beide)
- ▶ De afvoer van de condensaten voorzien



En afgeleide toestellen:

- ▶ Plafondmontage
- ▶ Op kanalen gemonteerd systeem
- ▶ Koelbalk
- ▶ Inductieconvector
- ▶ ...



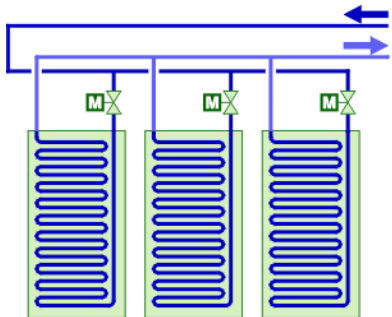
Koudebatterij

- ▶ Vergelijkbaar met warmtebatterij ... maar voor koeling!
- ▶ De condensaatafvoer niet vergeten
- ▶ Geringe thermische capaciteit van de lucht
 - ➔ Groot debiet of gering vermogen
- ▶ Ook mogelijk in de ventilatiegroep



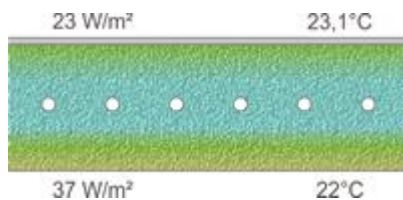
Koelplafond

- ▶ Verdeling van koelwater via fijne buisjes in het plafond
- ▶ Op metalen plaat; ook mogelijk met pleisterafwerking
- ▶ Condensatierisico, vereist voorafgaande luchtontvochtiging



Actieve plaat (BKA)

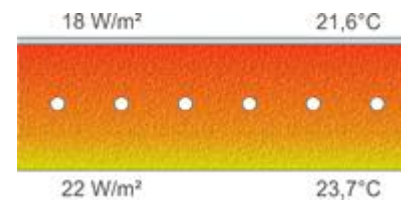
- ▶ Eventueel omkeerbaar systeem (koude en warmte)
- ▶ Werkt met zeer lage temperatuur (verwarming) of zeer hoge temperatuur (koeling)
- ▶ Koeling van de betonmassa
- ▶ Zeer grote inertie → moeilijke regeling
 - Vereist doorgaans een extra systeem ter aanvulling



Vertrekktemp. water = 16 °C
 Retourtemp. water = 20 °C
 Omgevingstemp. = 26 °C (!)

Temp. bovenzijde = 24,9 °C
 Temp. onderzijde = 22,4 °C

Totaal koelvermogen: **47 W/m²**
40 W/m² neerwaarts en **7 W/m²** opwaarts.



Vertrekktemp. water = 28 °C
 Omgevingstemp. = 26 °C (!)

Temp. bovenzijde = 20,6 °C
 Temp. onderzijde = 23,8 °C

Totaal verwarmingsvermogen: **29 W/m²**
 waarvan **23 W/m²** neerwaarts en **6 W/m²** opwaarts.



**Er bestaan diverse types eindtoestellen
voor verwarming en koeling**

Elk systeem heeft zijn voor- en nadelen

Welke opportuniteiten worden geboden door een warmtepomp / KM?



ALGEMEEN

TYPES AFGIFTE-ELEMENTEN

- ▶ Verwarmingslichamen
- ▶ Koellichamen

IMPACT VAN DE TEMPERATUUR

- ▶ **Principes**

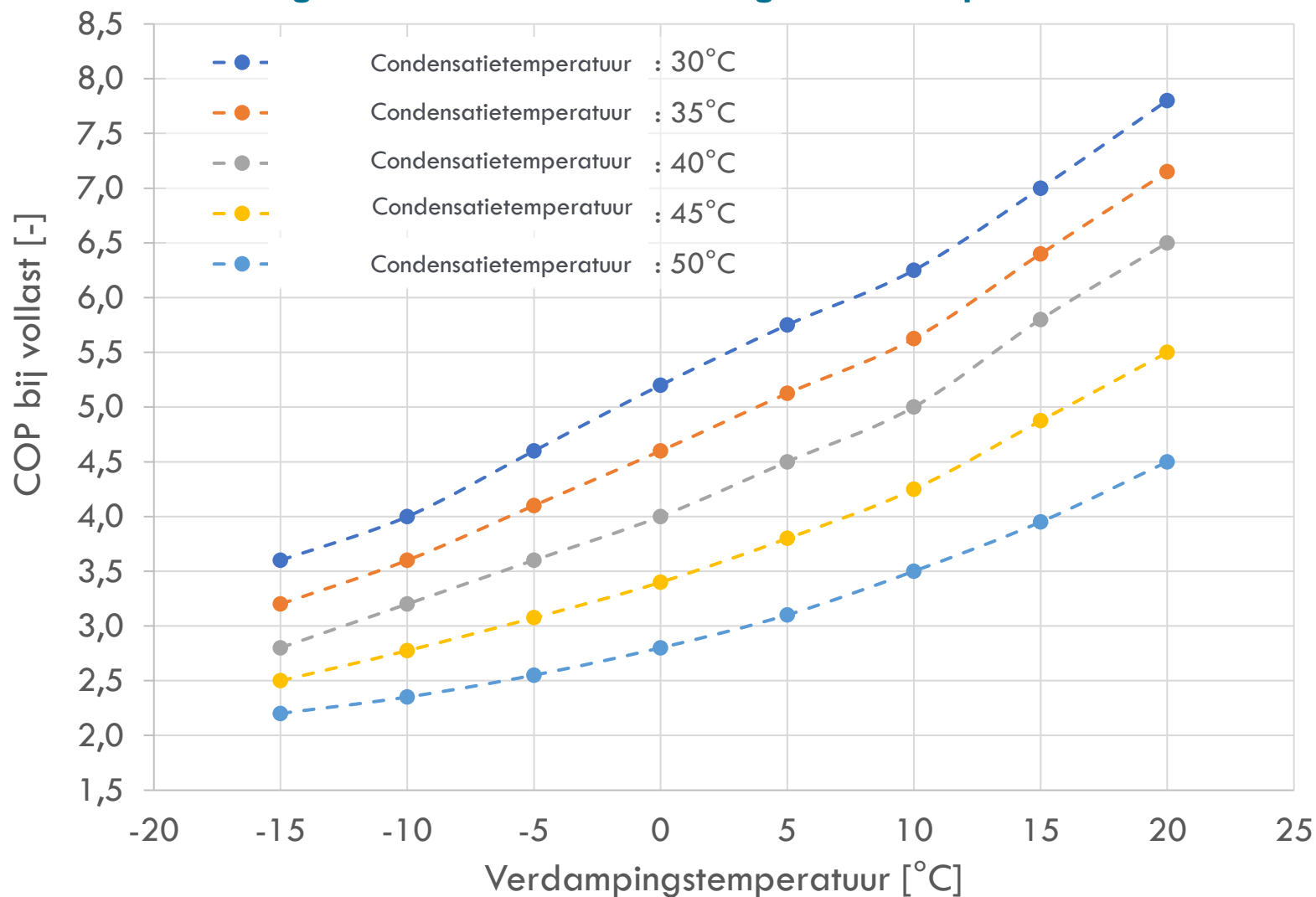
INTEGRATIE VAN HET AFGIFTE-ELEMENT IN HET SYSTEEM

- ▶ Gevalstudie



HERHALING VAN DE THEORIE

Ter herinnering: efficiëntie van de WP volgens de temperatuur

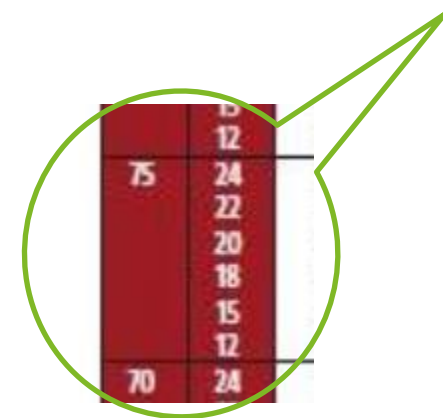
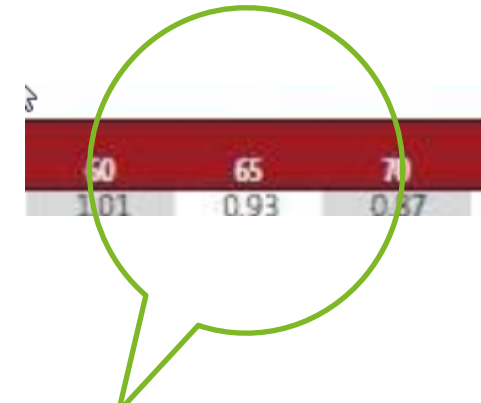


VERWARMINGSLICHAMEN

Radiator

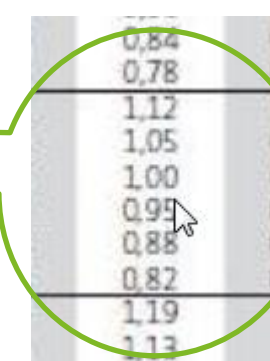
- Impact van de temperatuurregimes op de keuze

Longueur	Watt	Type 22						
Hauteur		300	400	450	500	600	750	900
450	75/65/20	474	601	661	718	824	968	1092
600	75/65/20	632	802	881	957	1099	1290	1456
750	75/65/20	790	1002	1101	1196	1374	1613	1820
900	75/65/20	948	1202	1321	1436	1649	1935	2184



Voici quelques exemples de données extraites de la table :

10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200	205	210	215	220	225	230	235	240	245	250	255	260	265	270	275	280	285	290	295	300	305	310	315	320	325	330	335	340	345	350	355	360	365	370	375	380	385	390	395	400	405	410	415	420	425	430	435	440	445	450	455	460	465	470	475	480	485	490	495	500	505	510	515	520	525	530	535	540	545	550	555	560	565	570	575	580	585	590	595	600	605	610	615	620	625	630	635	640	645	650	655	660	665	670	675	680	685	690	695	700	705	710	715	720	725	730	735	740	745	750	755	760	765	770	775	780	785	790	795	800	805	810	815	820	825	830	835	840	845	850	855	860	865	870	875	880	885	890	895	900	905	910	915	920	925	930	935	940	945	950	955	960	965	970	975	980	985	990	995	1000
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------



VERWARMINGSLICHAMEN

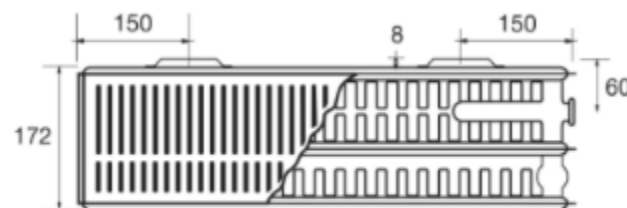
Radiator

- ▶ Voorbeeld: vergelijking ruimte ingenomen door een radiator
- ▶ Regime 75/65/20 → factor 1
- ▶ Regime 50/30/20 → correctiefactor 3,7!

	Type	75/65/20	50/30/20
		Hoogte x Lengte	
Radiator 500 W	21	600 x 450	600 x 1350
Radiator 500 W	33	450 x 300	450 x 900
Radiator 1.500 W	21	600 x 1200	> 900 x 3000
Radiator 1.500 W	33	450 x 900	450 x 2550



Type 21s



Type 33

Bron: Radson



VERWARMINGSLICHAMEN EN KOELLICHAMEN

Warmtebatterij

	debiet	T° in = 75 °/65 °C		T° in = 50 °/40 °C	
(Temp. buitenlucht = 16 °C)		Vermogen	Pulsietemp.	Vermogen	Pulsietemp.
batterij diam. 125	100 m³/h	1.000 W	45 °C	436 W	29 °C
batterij diam. 200	200 m³/h	2.270 W	49 °C	1.150 W	33 °C

Koudebatterij

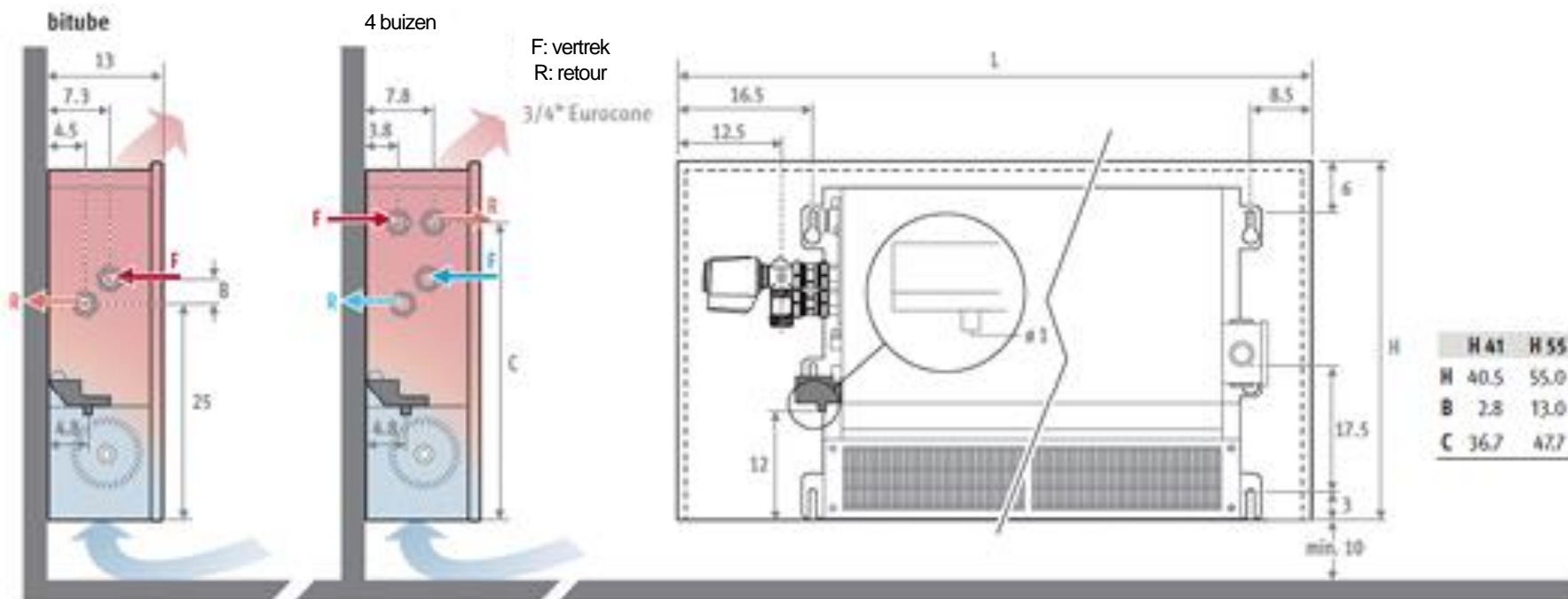
	debiet	Temp. in = 6 °/12 °C		Temp. in = 12 °/18 °C	
(Temp. buitenlucht = 27 °C)		Vermogen	Pulsietemp.	Vermogen	Pulsietemp.
batterij diam. 125	100 m³/h	785 W	13 °C	388 W	18 °C
batterij diam. 200	200 m³/h	1.480 W	14 °C	706 W	18 °C

Bron: Systemair Product Selector



22 VERWARMINGSLICHAMEN EN KOELLICHAMEN

Ventilerende convector



	75 °/65 °C	55 °/45 °C	35 °/30 °C
H = 55 cm / B = 95 cm / d = 13 cm	1.350 W	810 W	338 W

Bron: Jaga



ALGEMEEN

TYPES AFGIFTE-ELEMENTEN

- ▶ Verwarmingslichamen
- ▶ Koellichamen

IMPACT VAN DE TEMPERATUUR

- ▶ Principes

INTEGRATIE VAN HET AFGIFTE-ELEMENT IN HET SYSTEEM

- ▶ **Gevalstudie**



Kamer in een bestaande woning

- ▶ Het berekende verliesvermogen bedraagt **1.950 W**

- Met een bestaande verwarmingsketel en 90/70-regime bij een buitentemperatuur van -8 °C (factor 0,8 voor dimensionering van radiator) (Vaak zijn de radiatoren in bestaande gebouwen lichtjes overgedimensioneerd)

- Afmetingen van bestaande radiator onder vensterbank: $B = 1050 \times h = 600$ (type 22) bij 90/70-regime (breedte onder vensterbank ...)
 - ➔ +/- **3.500 W** beschikbaar

Vervanging van de verwarmingsketel door een warmtepomp:

- ▶ Wijziging van temperatuurregime: bijvoorbeeld naar 55/45,
 - vermogen van de radiator daalt tot **1.400 W**
- ➔ **Het vermogen van de radiator is dus niet meer toereikend!**
(om aan de norm te voldoen...)



Te overwegen oplossingen:

- ▶ **Als** ik het dak en de muren isoleer, de luchtdichtheid verbeter en een ventilatiegroep met warmteterugwinning plaats
 - daalt het verliesvermogen tot 810 W
- ▶ **Of** ik vervang de bestaande radiatoren, hetzij door grotere radiatoren, hetzij door ventilerende convectoren

De vervanging van een verwarmingsketel door een warmtepomp met behoud van de radiatoren heeft dus maar zin op voorwaarde dat er ook andere werken ter verbetering van de energieprestaties worden uitgevoerd!
Anders dringt zich vaak de vervanging van de eindtoestellen op...





- ▶ De warmtepompen leveren goede prestaties bij lage temperaturen, wat niet voor alle eindtoestellen geschikt is.
- ▶ Hybride oplossingen waarbij verscheidene productie- en afgiftesystemen worden gecombineerd, kunnen geschikt zijn.
- ▶ Bij renovatie vereisen de veranderingen op het vlak van het temperatuurregime voldoende aandacht.





Gids duurzame gebouwen

- ▶ Thema Energie

[Dossier | Verwarming en sanitair warm water: efficiënte installaties garanderen \(distributie en afgifte\)](#)

[Dossier | De optimale productie- en opslagwijze voor verwarming en sanitair warm water kiezen](#)





Piotr WIERUSZ-KOWALSKI

Vennoot - projectbeheerder

MK Engineering

 + 32 2 340 65 00

 pkowalski@mkengineering.be

 MK Engineering

BEDANKT VOOR UW AANDACHT

