

TCO vergelijk ICECUBE

Kenmerken			
Project	22151 Herontwikkeling kantoor	Datum	8 april 2025
Auteur	ing. A.P. Glashorst	Co-lezer	ing. F. Ellermeijer
Onderwerp	TCO vergelijk ICECUBE	Status	definitief
		Kenmerk	22151-1195034

Inleiding

In opdracht van Dutch Climate Systems (DCS) heeft DWA een Total Cost of Ownership (TCO) vergelijking opgesteld voor de toepassing van het Icecube-concept bij de herontwikkeling van een kantoorgebouw. Ter vergelijking is een referentie installatie gebruikt: een traditioneel concept met warmte- en koudeopslag in de bodem (WKO), warmtepomp en inductie units.

Over de ICECUBE

De ICECUBE, ontwikkeld door DCS, is een apparaat dat ventilatie, warmteterugwinning, koeling en optioneel verwarming biedt. Het unieke aan de Icecube is dat het is gemaakt van gerecycled kunststof en gebruik maakt van water als natuurlijk koudemiddel, waardoor het geen F-gassen bevat die bijdragen aan de opwarming van de aarde. De Icecube wordt als standalone ventilatie unit gebruikt (vergelijkbaar met een WTW-unit) en als decentrale koelunit in een Multisplit systeem (vergelijkbaar met een ventilatorconvector).

Kantoorgebouw casus

Als casus om het ICECUBE Multisplit systeem te vergelijken met de stand der techniek is een bestaand kantoorgebouw genomen dat gerenoveerd gaat worden. Het kantoor heeft een oppervlakte van ongeveer 6.750 m2 en bevindt zich in het centrum van een middelgrote stad. De doelstelling van de eigenaar is om een hoge BREEAM-score te krijgen en aan de BENG te voldoen. Een klimaatsysteem gebaseerd op WKO wordt conventioneel gekozen in een dergelijke situatie.

Klimaatsysteem voor herontwikkeling kantoor

Het ICECUBE Multisplit klimaatsysteem is een alternatief klimaatsysteem, waarbij geen gebruik wordt gemaakt van bodembronnen. Het systeem bestaat uit een centrale luchtbehandelingkast voor ventilatielucht met een warmtepomp met een natuurlijk koudemiddel (propaan) voor verwarming en koeling in de LBK. Decentraal in iedere ruimte wordt een ICECUBE geplaatst, die koelt met dauwpuntkoeling en een decentrale regelaar bevat die ook de ventilatie en verwarming aanstuurt. De voorverkoeling in de LBK verhoogt het koelvermogen en het thermisch comfort, vooral bij hogere temperaturen en luchtvochtigheden. Decentrale verwarming komt uit een warmtenet (variant 1) of uit een warmtepomp (variant 2) en via de Icecube ingebracht.

Aanpak

Als input voor het gebouw is het ontwerp van de opdrachtgever gebruikt. Er is één representatieve bouwlaag (+2) doorgerekend.

De werking en prestatie van de Icecube is berekend op basis van testresultaten van de Icecube uitgevoerd door onderzoeksbureau Peutz en meetgegevens uit praktijksituaties van de Icecube. De werking is gemodelleerd om de functie van dauwpuntkoeling zo waarheidsgetrouw mogelijk weer te geven bij wisselende klimaatcondities.

Het gebouw met de klimaatsystemen zijn gemodelleerd gebruik makend van geavanceerde gebouw simulatie software Energy Plus, Sefaira en LCC Vision. DWA maakt gebruik van uitgebreide kennis en ervaring op het gebied van modellering, onder meer op basis van Evidence Based Design.

Koelvermogen en thermisch comfort

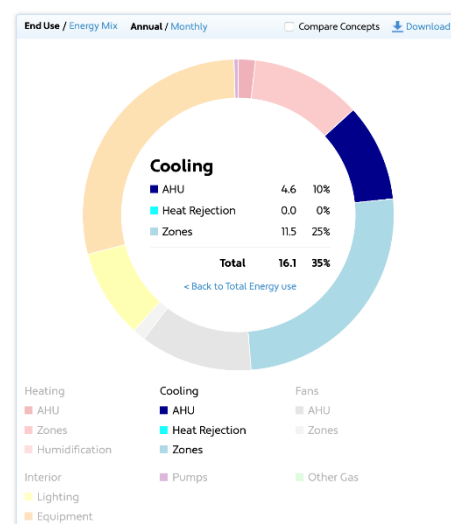
Het koelvermogen van de ICECUBE M400 in een kantoorruimte is bepaald op 786 W, bij zomerse condities. De centrale unit is in staat om op piekmomenten met een bijdrage van 1067 W te leveren. Dit levert een koelvermogen van 47,7 W/m².

Het casus kantoorgebouw heeft in sommige secties een bijzonder hoge koellast door het grote raamoppervlak. Als er reflecterende binnen zonwering wordt toegepast is het mogelijk om een ICECUBE M400 te plaatsen per stramien van 5,4 * 7,2 = 39 m² netto vloeroppervlak. Per stramien wordt er 200 m³/h ventilatie geleverd en in totaal 600 m³/h gekoelde lucht.

Deze configuratie biedt qua ruimtetemperatuur een comfort van klasse A of B afhankelijk van de regeling.

Energieprestatie koeling

In deze configuratie wordt 71% van het koelvermogen geleverd door de ICECUBES. Dit resulteert in een energiebesparing ten opzichte van conventionele compressiekoeling van 70%.



Total Cost of Ownership

De onderstaande tabel geeft de resultaten van de TCO-analyse weer. Hieruit kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De investeringskosten van Icecube liggen lager dan WKO.
- De exploitatiekosten van Icecube Multisplit liggen lager dan WKO. Voor de variant met stadsverwarming is dit afhankelijk van de prijs per GJ van het warmtenet.
- Het energieverbruik per m² is lager voor ICECUBE Multisplit.
- ICECUBE Multisplit met reflecterende lichtwering bespaart in meer CO₂ dan WKO.

Onderdeel	Eenheid	WKO+inductie units*1	ICECUBE+ stadsverwarming automatische reflecterende lichtwering	ICECUBE + LWWP
directe kosten bouwkundig	[€ excl. BTW]	-	198.000	198.000
directe kosten werktuigbouwkundig	[€ excl. BTW]	4.292.000	3.310.000	3.380.000
directe kosten elektrotechnisch	[€ excl. BTW]	2.904.000	2.957.000	2.957.000
bijdrage aansluitkosten WKO / SV *2	[€ excl. BTW]	-	50.000	-
investeringskosten	[€ excl. BTW]	7.196.000	6.515.000	6.535.000
opmerking		excl. lichtwering*3		
Jaarlijks onderhoud 20 jaar	[€ excl. BTW]	1.513.000	1.418.000	1.403.000
vervangingen 20 jaar	[€ excl. BTW]	1.743.000	1.737.000	1.717.377
energiekosten 20 jaar	[€ excl. BTW]	1.432.000	1.519.000	1.366.013
exploitatiekosten 20 jaar	[€ excl. BTW]	4.688.000	4.737.000	4.486.390
totaal NCW over 20 jaar	[€ excl. BTW]	11.884.000	11.252.000	11.021.390
Energieverbruik indicatie (WEII)	[kWh/m2]	45	42	42
Verskil energiekosten jaar 1	[€ excl. BTW]	-	5.298	-4.004
Reductie CO2 uitstoot per jaar	[kg/jaar]	-	7.028	7.415

*1 Aanvullende investering in warmtewerend glas of automatische reflecterende lichtwering of automatische zonwering is noodzakelijk ivm thermisch comfort

*2 Bijdrage WKO (BAK) aanname € 100.000

*3 Lichtwering is noodzakelijk voor visueel comfort

BENG, BREEAM en MPG

Voor de BENG en de BREEAM levert ICECUBE Multisplit een vergelijkbare prestatie als WKO. Voor BREEAM zal met ICECUBE nog een extra punt gescoord kunnen worden doordat er geen gebruik wordt gemaakt van F-gassen.

De MPG is nog een methode en database die in opbouw is. Niet alle milieuvordelen worden daarin al voldoende gewaardeerd. De ICECUBE levert een grote milieubijdrage doordat deze gemaakt is van gerecycled plastic en doordat er geen F-gassen worden gebruikt.

Vergelijking met VRF

Het ICECUBE Multisplit systeem is ook een alternatief voor het minder duurzame VRF systeem, dat sterk leunt op het gebruik van F-gassen.

	VRF-systeem	WKO met warmtepompen	ICECUBE met propaan warmtepomp
Meerinvestering [€/m2]	-	81	38
Energiekosten 20 jaar [€/m2]	318	283	270
Energieverbruik [kWh/m2]	49	45	41
CO2 reductie [kg/m2/jaar]	-	0,806	1,663

Conclusie

De Icecube biedt een duurzame oplossing voor ventilatie, koeling en verwarming in kantoorgebouwen, met een focus op hergebruik van materialen en gebruik van natuurlijke koudemiddelen. Door verschillende varianten te beschouwen, kan de Icecube effectief worden geïntegreerd in herontwikkelingsprojecten. De ICECUBE heeft een positief effect op het energieverbruik en duurzaamheid waaronder de BENG en de BREEAM scores.