

Januari 2022

WHITEPAPER

Ventilatie & BENG in nieuwbouw en renovatie

De impact van ventilatiesystemen
op bouwproces en milieu

bouw & installatie | energie- & milieuprestaties

jaga CLIMATE DESIGNERS

BOUWPROCES EN MILIEU

Impact van ventilatiesystemen op bouwproces en milieu

Spoiler alert!

De conclusie van dit rapport is: decentraal vraaggestuurd (DV) mechanisch ventileren heeft nagenoeg dezelfde BENG-score als warmteterugwinning, maar is in veel gevallen voordeliger, met minder impact op het milieu en veel groter bouw- en installatiegemak.

INTRODUCTIE

Sinds 1 januari 2021 is in Nederland de BENG van kracht. Elke nieuwe woning moet voldoen aan de eisen voor Bijna Energie Neutrale Gebouwen. De gevolgen voor aannemers en projectontwikkelaars zijn groot. Eén van de belangrijkste veranderingen is dat er nu veel nadrukkelijker wordt gekeken naar de samenhang tussen installaties, thermische schil en duurzaam opgewekte energie.

Om te controleren of een project aan de nieuwe BENG-eisen voldoet, is er ook een nieuwe rekenmethode ontwikkeld: de NTA 8800. Onder de oude EPC-rekenmethodiek was het veel eenvoudiger om een tegenvallende energieprestatie te compenseren, door bijvoorbeeld extra zonnepanelen op het dak te plaatsen. Bovendien waren er tijdens de bouw nog volop aanpassingen mogelijk, omdat alles nog niet zo in elkaar greep.

Nu kan een aanpassing gaandeweg verstreckende gevolgen hebben op de totale BENG-score. Daardoor is er steeds weer een compleet nieuwe doorrekening van gebouw en installaties nodig. Dat kost tijd en geld, dus het is wenselijk om al in het voorlopig ontwerp zoveel mogelijk definitieve keuzes te maken. Helemaal als in 2022 de Wet op private kwaliteitsborging van kracht wordt. Vanaf dat moment zal er veel meer in de praktijk worden getoetst of er ook daadwerkelijk conform de afgegeven bouwvergunning wordt gebouwd.

Drie gangbare ventilatiesystemen vergeleken

Het type ventilatiesysteem heeft onder de nieuwe BENG-eisen veel invloed op de energieprestaties van een gebouw. Daarbij komt dat de wijze van ventileren behoorlijke impact kan hebben op het bouwproces. Denk hierbij alleen al aan het wel of niet aanbrengen van ventilatiekanalen, vrijheid in vloerkeuze, de extra materialen, en ruimte die daarvoor nodig zijn en de complexiteit van de installatie zelf.

Voor aannemers en projectontwikkelaars is er dus alle reden om in een vroeg stadium de afweging te maken welk ventilatiesysteem optimaal is voor een bouwproject. Deze whitepaper helpt u daarbij.

Technisch adviesbureau Duinwijk heeft in opdracht van Jaga een vergelijking gemaakt van de drie gangbare ventilatieoplossingen in woningen:

Zelfregelende ventilatieroosters (ZR – C4A)

Decentraal vraaggestuurd ventileren op basis van natuurlijke toevoer en mechanische afvoer.

Warmteterugwin-installatie (WTW – D5)

Centraal ventileren met mechanische toe- en afvoer en warmteterugwinning.

Oxygen2 van Jaga (DV – D5A)

Decentraal vraaggestuurd ventileren met mechanische toe- en afvoer.

In deze whitepaper vindt u een vergelijking van de energieprestaties, milieuprestaties en het bouw- en verwerkingsgemak van deze drie ventilatiesystemen.

Over het onderzoek

Beschrijving woning

Voor het onderzoek is de volgende eengezinswoning als basis genomen:

- een tussenwoning met een gebruiksoppervlak van 110 m² en drie slaapkamers
- de schil is geïsoleerd volgens de minimumeisen van het Bouwbesluit
- vloeren en gevels zijn van een zware constructie (> 400 kg/m²)
- de ramen bestaan uit houten kozijnen met HR+++ beglazing
- Q_{v10}-waarde van de woning: 0,4 l/s/m²

Beschrijving ventilatiesystemen

Deze drie ventilatiesystemen zijn betrokken bij het onderzoek:

1. Zelfregelende ventilatieroosters (ZR – C4A)

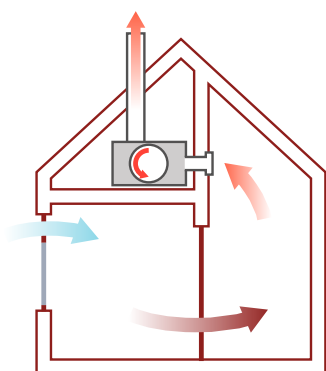
Decentraal ventileren met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer, CO₂-gestuurd met behulp van één sensor in de afzuigbox.

2. Warmteterugwin-installatie (WTW – D5)

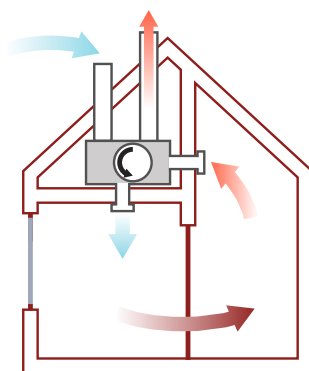
Centraal ventileren met mechanische toe- en afvoer en warmteterugwinning door middel van een kruisstroomwisselaar.

3. Oxygen 2 van Jaga (DV – D5A)

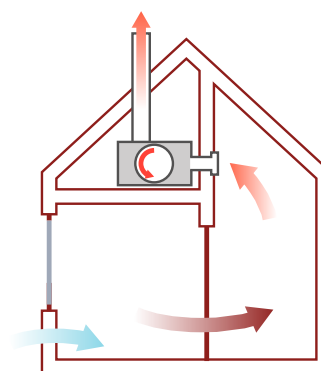
Decentraal vraaggestuurd ventileren met mechanische toe- en afvoer. Door de intelligente besturing met ingebouwde CO₂-sensor in ieder apparaat wordt er in elke ruimte afzonderlijk geventileerd. De aangevoerde lucht komt rechtstreeks vanaf buiten via een muurdoorvoer en een filter. Lange luchttoevoer kanalen zijn niet nodig. Er is geen actieve communicatie nodig tussen de toevoer en de mechanische ventilatiebox voor de luchtafvoer.



Figuur 1 - Zelfregelende ventilatieroosters



Figuur 2 - Warmteterugwin-installatie



Figuur 3 - Oxygen 2

A photograph of a modern multi-story apartment building. The building features a mix of brick and light-colored concrete or plaster. It has numerous balconies with glass railings and some with metal railings. Large windows are visible on several floors. The sky is clear and blue. The text 'De impact van ventilatiesystemen op het energie-verbruik' is overlaid in white on the left side of the image.

De impact van ventilatiesystemen op het energie- verbruik

Impact van ventilatiesystemen

Benodigde verwarmingsvermogen

Verwarmingsvermogen is het benodigde bronvermogen per woning; op basis daarvan wordt de grootte van de CV-ketel of warmtepomp geselecteerd. Om het benodigde verwarmingsvermogen te bepalen, is het energieverbruik van de drie ventilatiesystemen in dezelfde proefwoning vergeleken. Hiervoor is een warmteverliesberekening gemaakt. Daaruit is op te maken hoeveel energie nodig is om het verlies aan warmte op te vangen dat voor een belangrijk deel door ventilatie optreedt. Dit wordt ook wel het 'vollastvermogen' genoemd.

1. Ventilatioorosters	2. WTW	3. Oxygen 2
7.027	5.252	5.871

Tabel 1 - opgesteld verwarmingsvermogen volgens ISO 51

Conclusies

Het transmissieverlies is bij ventilatioorosters het hoogst, omdat in alle verblijfsruimten tegelijkertijd de maximale luchthoeveelheid wordt toegevoerd. Het transmissieverlies is bij de warmteterugwin-installatie het laagst, dankzij een warmtewisselaar met een rendement van $\geq 90\%$ (hierbij is een zo hoog mogelijke kierdichtheid een absolute vereiste!). De Oxygen 2 heeft een bijna net zo laag vollastvermogen als de warmteterugwin-installatie. Dat komt omdat er alleen wordt geventileerd in die ruimtes waar ook echt iemand is. In een woning is gemiddeld zo'n 35% van de ruimtes bezet (volgens het Bouwbesluit).

BENG-berekeningen

A. Warmtevraag

Per ventilatiesysteem zijn BENG-berekeningen van de warmtevraag gemaakt. Warmtevraag is de energie die nodig is om de woning een jaar te verwarmen. In tabel 2 is te zien dat de warmtevraag in de woning sterk wordt beïnvloed door het toegepaste ventilatiesysteem.

1. Ventilatie-roosters	2. WTW	3. Oxygen 2
4.055	2.987	3.275

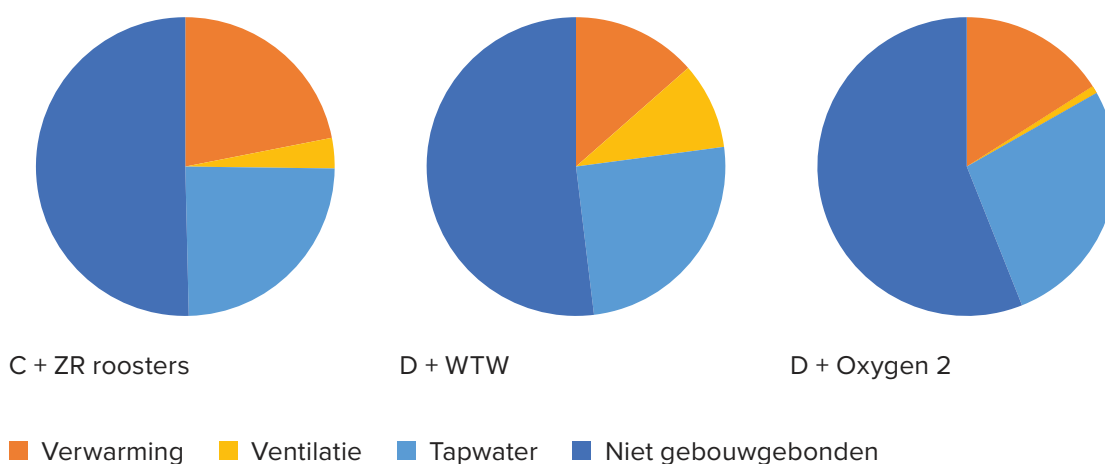
Tabel 2 - warmtebehoefte cv (KWh)

Conclusie

De warmtevraag is verreweg het grootst bij ventilatie-roosters. De WTW heeft 26% minder transmissie verlies, terwijl Oxygen2 20% minder verlies heeft t.o.v. natuurlijke ventilatie.

B. Elektriciteitsverbruik

In onderstaande cirkeldiagrammen ziet u het verschil in elektriciteitsverbruik volgens BENG.



Conclusie

Eén ding komt zeer duidelijk naar voren: de Oxygen 2 verbruikt voor ventilatie slechts een fractie van de energie die de andere ventilatiesystemen nodig hebben. Het dagelijks energieverbruik van de Oxygen 2 is uitzonderlijk laag.



C. Elektriciteitsverbruik en CO₂-emissie

	1. Ventilatioosters	2. WTW	3. Oxygen 2
Verbruik cv (kWh/a)	1.162	677	741
Verbruik ventilatoren (kWh/a)	170	469	38
Verbruik totaal (kWh/a)	1.332	1.146	779
CO ₂ emissie (kg/a)	402	346	235

Tabel 3 – energieverbruik en CO₂-emissie

Conclusie

Volgens de BENG-berekening is het opgetelde verbruik voor verwarming en ventilatie bij Oxygen 2 het laagst. Ook de CO₂-uitstoot is bij de Oxygen 2 aanzienlijk lager dan bij de overige ventilatiesystemen. De ventilatioosters verbruiken relatief veel vermogen voor verwarming, terwijl de warmteterugwin-installatie juist veel vermogen nodig heeft om met twee ventilatoren de weerstand van de warmtewisselaar en kanalsystemen te overwinnen.

A construction worker in an orange safety vest and blue helmet stands on a metal scaffold. A large, rectangular, light-colored panel is being lowered into place by a crane, suspended by several thick cables. The background shows more scaffolding and the structure of a building under construction. The overall scene is in a cool, blue-toned color palette.

De impact van ventilatiesystemen op het bouwproces

Impact van ventilatiesystemen

Naast de hogere eisen ten aanzien van energieprestaties kent de bouw nog een flink aantal uitdagingen. We noemen:

- de hoge materiaalkosten
- het tekort aan kennis en vakmensen
- de grote productiedruk (vanwege het woningtekort).

Welke impact heeft het ventilatiesysteem op het bouwproces? Kan de keuze voor een ventilatiesysteem helpen bij bovenstaande uitdagingen?



Grote productiedruk: snel en flexibel bouwen

A. De vloerconstructie

In de huidige opgave om zo snel mogelijk nieuwbouwwoningen te bouwen, is de toegepaste vloerconstructie van groot belang.

Bij centrale systemen met warmteterugwinning is er relatief veel kanaalwerk nodig dat in de vloer moet worden ondergebracht. Dat heeft gevolgen voor de vloerconstructie. Een breedplaatvloer geeft veel vrijheid bij het leggen van kanalen, maar heeft een lange doorlooptijd. Nadat de leidingen op de breedplaat zijn vastgezet wordt de druklaag gestort (waarvoor de breedplaat moet worden gestut). Het uitharden van de druklaag gebeurt op locatie en kost tijd. Bovendien is de vloer relatief zwaar. Kanaalplaatvloeren worden in zijn geheel geprefabriceerd, waardoor de doorlooptijd op de bouwlocatie korter is. Alleen is hierbij veel minder vrijheid of flexibiliteit in het leggen van ventilatiekanalen en rioleringsbuizen.

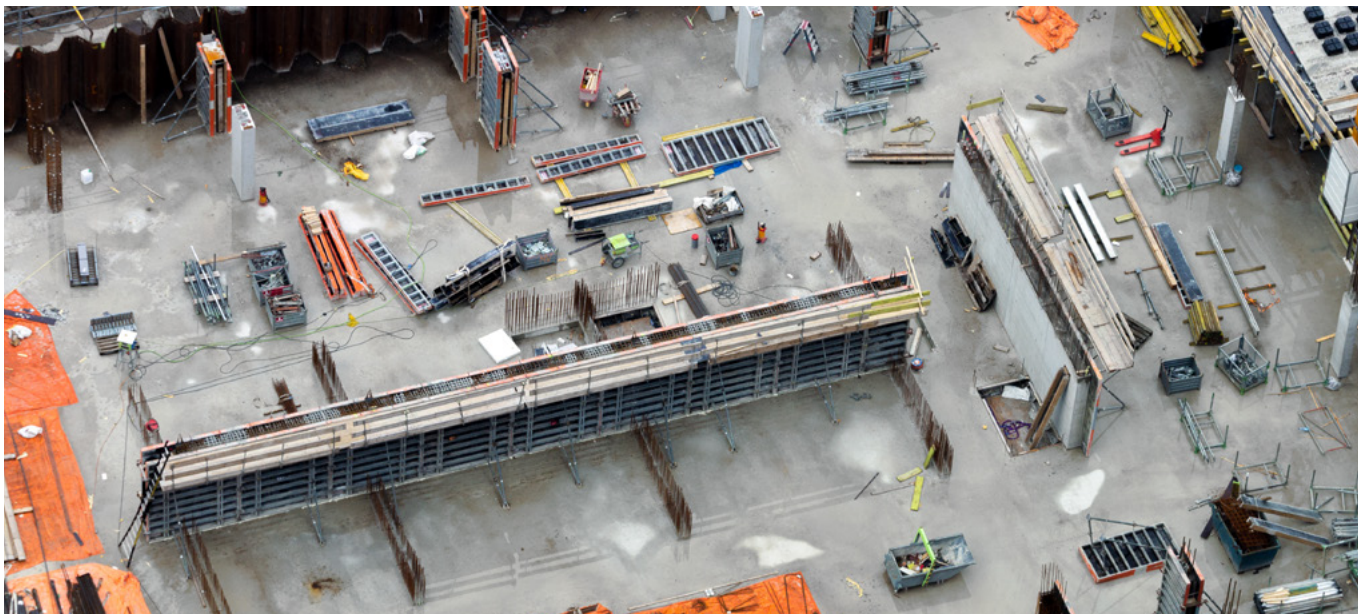
Ventilatiesystemen met Oxygen 2 of ZR-roosters hebben geen kanaalwerk nodig voor de verse luchttoevoer. Hierdoor heeft de aannemer veel meer vrijheid om de vloer te kiezen die het beste bij het project past. Met Oxygen 2 of ZR-roosters kan de aannemer tot wel twee keer sneller bouwen en heeft hij veel minder uren nodig om het systeem te installeren.

B. Optimaal ruimtegebruik

De krapte op de woningmarkt vraagt letterlijk om zo slim mogelijk ruimtegebruik. Dat geldt in het bijzonder voor compacte woonconcepten, zoals stadsappartementen en eenpersoonswoningen. Bij centrale systemen met warmteterugwinning gaat relatief veel ruimte verloren aan het wegwerken van de luchtkanalen. Bij nieuwbouw zijn hierdoor tot wel 20 cm dikkere vloeren nodig, bij renovatie neemt een verlaagd plafond minstens zoveel ruimte in beslag. Ventilatiesystemen met Oxygen 2 of ZR-roosters vereisen geen luchtkanalen en maken dus optimaal ruimtegebruik mogelijk. Er gaat géén ruimte verloren.

C. Vrije indeelbaarheid

Vrije indeelbaarheid is al sinds het vorige Bouwbesluit (1992) een belangrijk uitgangspunt voor alle nieuwbouw in Nederland. Het wordt door de overheid gestimuleerd, zodat gebouweigenaren beter kunnen inspelen op veranderende omstandigheden en behoeften in de toekomst. Voor de projectontwikkelaar biedt vrije indeelbaarheid van nieuwbouwwoningen de vrijheid om de buitenkant af te stemmen met de gemeente en de binnenzijde individueel in te delen op basis van de klantvraag. Bij ventilatiesystemen met Oxygen 2 of ZR-roosters is sprake van maximale vrije indeelbaarheid. Bij centrale systemen met warmteterugwinning is het veel lastiger om ruimtes anders te benutten, zeker wanneer de invulling van een gebouw in de toekomst compleet anders wordt. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de transformatie van kantoorgebouwen in woningen, maar ook wanneer een zolder gebruikt gaat worden als slaapkamer.



Hoge materiaalkosten: minder grondstofverbruik

Materiaalschaarste kan vertraging opleveren en de hoge grondstofprijzen zetten het rendement van nieuwbouwprojecten onder druk. Elke materiaalbesparing is direct van invloed op de return on investment. Ten aanzien van ventilatiesystemen geldt dat er voor Oxygen 2 en ZR-roosters veel minder staal en beton nodig zijn dan bij een centraal systeem met warmteterugwinning. Bij Oxygen 2 en ZR-roosters zijn geen luchtkanalen nodig en aanzienlijk minder beton voor de vloerconstructie. Hierdoor ben je als aannemer minder afhankelijk van staal- en betonprijzen.

Tekort aan vakmensen: verwerk- en installatiegemak

Gekwalificeerde vakmensen zijn duur, als ze al te vinden zijn! Om te besparen op personeelskosten gaat de voorkeur van veel aannemers uit naar een ventilatiesysteem dat minder complex te verwerken is en eenvoudig te installeren. Een centraal systeem met warmteterugwinning vereist de aanleg van een compleet netwerk aan luchtkanalen

én een zo hoog mogelijke kierdichtheid. Vervolgens zijn hooggeschoolde installateurs nodig voor de inwerkingstelling. ZR-roosters vereisen constructietechnische expertise bij de plaatsing. De montage van Oxygen 2 is zo eenvoudig dat de aannemer het zelf kan. Het is letterlijk een kwestie van een gaatje prikken in de gevel, vier gaatjes boren, het apparaat ophangen en de stekker in het stopcontact steken. Dankzij de snelle montage levert Oxygen 2 veel tijd- en geldwinst op.

Juist bij renovaties is de toepassing van Oxygen 2 heel eenvoudig en efficiënt.

A low-angle, upward-looking photograph of a dense forest. Numerous tall, slender tree trunks rise from the bottom of the frame towards the top, creating a strong sense of height and verticality. The canopy is thick with green leaves, and patches of bright blue sky are visible through the foliage. The lighting is dappled, with sunlight filtering through the leaves. The overall mood is serene and natural.

De impact van ventilatiesystemen op het milieu

Impact van ventilatiesystemen

De BENG-berekeningen op pagina 7 en 8 laten zien dat Oxygen 2 het laagste totale energieverbruik heeft en aanzienlijk minder CO₂ uitstoot dan een warmteterugwin-installatie en ZR-roosters. Ook aan het einde van de levenscyclus is de milieu-impact van de Oxygen 2 veel kleiner dan van een complete warmteterugwin-installatie. Dit is een groot voordeel, zeker nu circulair bouwen steeds belangrijker wordt voor opdrachtgevers en projectontwikkelaars. De Nationale Milieudatabase (NMD) bevat milieudata van bouwproducten en gebouwinstallaties waaraan hun milieuprestatie is af te lezen. De milieu-impact van de Oxygen 2 en de warmteterugwin-installatie zelf is vergelijkbaar, maar de kanaalsystemen en het extra beton van de wtw zorgen voor een veel grotere uitputting van grondstoffen. De totale recyclebaarheid van Oxygen 2 is aanzienlijk beter dan van een wtw-systeem.

A photograph of two women in an office environment. The woman on the left, wearing a black and white striped shirt, is holding a smartphone and looking at it. The woman on the right, wearing glasses and a dark top, is holding a document and looking at the phone. The background is a blurred office space with a window and some plants.

Investering en totale levensduurkosten

Investering en totale levensduurkosten

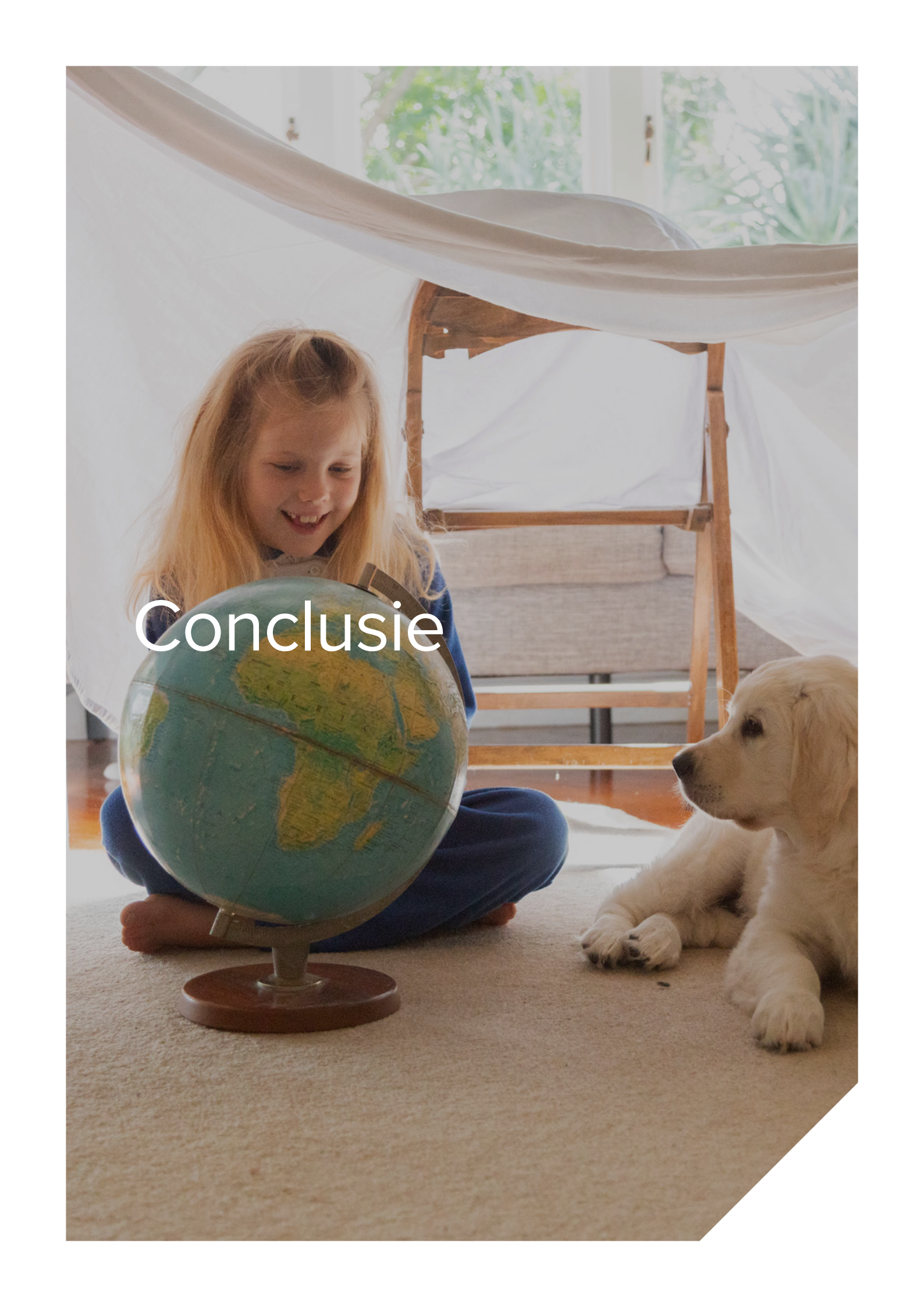
Bij de keuze voor een ventilatiesysteem spelen uiteraard ook de initiële investering én de totale levensduurkosten mee. De drie onderzochte ventilatiesystemen onderscheiden zich behalve energieverbruik en bouwkundige inpassing ook in kosten voor installatie en onderhoud. Op basis van de referentietussenwoning kunnen de verschillende kosten worden geraamd.

Hiervoor is gebruik gemaakt van prijzen volgens prijslijsten en een raming van de installatiekosten, zoals aanleg van kanaalwerk en ventielen. Daarnaast zijn de jaarlijkse kosten vergeleken voor vervanging van filters. Voor het energieverbruik is uitgegaan van het energieverbruik uit de BENG-berekeningen. De resultaten, berekend voor een gemiddelde levensduur van de toestellen van ca. 15 jaar, zijn samengebracht in tabel 4.

	1. Ventilatioosters	2. WTW	3. Oxygen 2
Installatiekosten	826	2.736	3.736
Energiekosten 15 jaar	15.206	11.200	12.300
Onderhoud	72	186	91
Levensduurkosten 15 jaar	1.906	5.546	5.101

Tabel 4 Levensduurkosten ventilatiesystemen (€ excl. btw)

Zowel de installatie als de onderhouds- en energiekosten zijn het laagst bij het systeem met ZR-roosters. Het warmteterugwin-systeem is duurder in aanschaf en heeft hogere gebruikskosten. Het Jaga Oxygen 2 systeem heeft de hoogste aanschafkosten, wat wordt veroorzaakt doordat per verblijfsruimte een toestel nodig is. Na 15 jaar gebruik zijn de extra installatiekosten ten opzichte van het centrale toestel met wtw terugverdiend, doordat de energiekosten lager zijn en er minder ventilatiekanalen zijn die onderhoud nodig hebben. Na 15 jaar is de Oxygen 2 voordeliger dan de warmteterugwin-installatie. Oxygen2 is zelfs aanzienlijk voordeliger bij hoogbouw, kleinere oppervlakten en houtskeletbouw.



Conclusie

Conclusie

In opdracht van Jaga is door Technisch adviesbureau Duinwijck een vergelijking uitgevoerd van drie gangbare ventilatiesystemen: zelfregelende ventilatieroosters (ZR), een centraal systeem met warmteterugwinning (WTW) en decentraal vraaggestuurd (DV) mechanisch ventileren met Oxygen 2 van Jaga.

De systemen zijn vergeleken op hun invloed op het benodigde verwarmingsvermogen, prestaties in de BENG-berekeningen, impact op het bouwproces en de investerings- en levensduurkosten.

Van natuurlijke ventilatie met roosters en centrale ventilatie met warmteterugwinning zijn de voor- en nadelen veelal bekend:

- ZR-roosters zijn goedkoper in aanschaf, vragen meer verwarmingsvermogen, zijn eenvoudig in de woning in te passen.
- Warmteterugwinning is duurder in aanschaf, vraagt minder verwarmingsvermogen, is door het grotere toestel en het extra kanalenstelsel minder eenvoudig inpasbaar in de woning.
- Ook is de impact op het milieu en de recycleerbaarheid van een compleet WTW-systeem veel groter.

Uit het onderzoek blijkt dat decentraal mechanisch vraaggestuurd ventileren met de Oxygen 2 de voordelen van beide ventilatiesystemen combineert.

De inpasbaarheid in de woning is vergelijkbaar aan de ventilatieroosters. Er is geen groot toestel of kanaalstelsel vereist met als voordeel:

- vrije keuze in de toe te passen vloerconstructie
- hoge mate van vrije indeelbaarheid
- optimaal ruimtegebruik (geen ruimteverlies in vloer of plafond)
- minder materiaalgebruik, minder inzet (hooggekwalificeerd) personeel

Het benodigde verwarmingsvermogen en energieverbruik voor verwarming liggen bij Oxygen 2 bijna zo laag als bij een wtw-systeem. Dit is te danken aan de vraaggestuurde luchttoevoer die per ruimte wordt geregeld in plaats van voor de gehele woning. De installatiekosten zijn vergelijkbaar aan een wtw-systeem, terwijl de totale levensduurkosten zelfs lager uitpakken. Dit maakt het Jaga Oxygen 2 systeem een uitstekend alternatief voor zowel ventilatieroosters als wtw bij niet al te grote woningen, hoogbouw en houtskeletbouw.

Tot slot: fluisterstil

Niet in het onderzoek meegenomen, maar uit officiële geluidsmetingen van Peutz blijkt dat Oxygen 2 het laagste geluidsniveau heeft van alle mechanische ventilatiesystemen. De Oxygen 2 is echt fluisterstil ten aanzien van de ventilatoren in een warmteterugwininstallatie.

TOP 10 VOORDELEN

Jaga Oxygen 2



Hogere bouwsnelheid



Minder materiaalgebruik



Betere vrije indeelbaarheid



Groter installatiegemak



Gelijkwaardige BENG-score (als WTW)



Minder milieu-impact (NMD en MPG)



Lagere levensduurkosten



Minimale overlast bij renovatie



Hoger gebruikscomfort (laagste geluidsniveau)



Voordeligste optie bij kleinere oppervlakten en hoogbouw

Meer weten?

Wilt u naar aanleiding van deze whitepaper meer weten over de voor- en nadelen van decentraal vraaggestuurd (DV) mechanisch ventileren? We sturen u graag het volledige onderzoeksrapport van Adviesbureau Duinwijck toe. Neem hiervoor of voor meer informatie over de Oxygen 2 contact op met Johan van Putten van Jaga via 073 63 123 60 of jvanputten@jaga.nl.

**Klimaatverandering en evoluties in
bouwmethodes dwingen ons anders
te gaan denken over verwarmen, koelen
en ventileren. We moeten op zoek naar
nieuwe, ecologische alternatieven voor
de traditionele CO₂-emissiesystemen.**

Jaga Climate Designers zijn voortdurend op zoek naar producten en technieken die een minimum aan energie en grondstoffen verbruiken en dus het klimaat ten goede komen. Door op een duurzame wijze te verwarmen, koelen en ventileren, streven we naar een beter en gezonder binnen- én buitenklimaat.

Jaga Konvektco Nederland B.V.

De Meerheuvel 6

5221 EA 's-Hertogenbosch

+31 (0)73 631 23 60

www.jaga.nl