



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

Ventilatie in BENG- e i s 1

Juli 2017

In opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties



Ventilatie in BENG-eis 1



moBius
consult



Ventilatie in BENG-eis 1

Documentnummer: 5470.03

In opdracht van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
Juli 2017

Auteur: dr. Edward Prendergast

moBius
consult

BOUWFYSICA - AKOESTIEK - BRANDVEILIGHEID - DUURZAAM BOUWEN - INSTALLATIETECHNIEK

Vestiging Driebergen
Patrimoniumstraat 1
3971 MR Driebergen
T 0343 51 28 86

Vestiging Delft
Wallerstraat 16 b
2613 ZS Delft
T 015 215 96 00

mail@moBiusconsult.nl · www.moBiusconsult.nl

moBius consult bv / KvK Utrecht 30109543

NL
INGENIEURS





Inhoud

1	Inleiding	3
1.1	BENG-eis 1	3
1.2	Feedback uit de markt	3
1.3	Wat is het probleem?	4
2	Oplossing 1: Hulpenergie	5
2.1	Hoe tel je warmte- en koudevraag en elektriciteitsvraag bij elkaar op?	5
2.2	Is de hulpenergie afhankelijk van ventilatieconcept of ventilatiecomponent?	6
2.3	Resultaat	6
2.4	Conclusie	7
3	Oplossing 2: Schilindicator	7
3.1	Gebouwschilindicator in NEN 7120	8
3.2	Alternatief	8
3.3	Resultaat	8
4	Oplossing 3: Energievraag warmtapwater opnemen in energievraag	9
4.1	WTW bij natuurlijke ventilatie	9
4.2	Energievraag warmtapwater	10
4.3	Resultaat	10
4.4	Conclusie	11
5	Oplossing 4: Hulpenergie en warm water opnemen in energievraag	11
5.1	Resultaten	12
5.2	Conclusie	12
6	Aandachtspunten	12
7	Conclusie	13



1 Inleiding

Op dit moment wordt de energetische kwaliteit van nieuwe gebouwen berekend met de NEN 7120 en getoetst aan een enkelvoudige integrale grootheid: de EnergiePrestatieCoëfficiënt (EPC). De overheid is voornemens om in de toekomst de toetsing uit te voeren aan de hand van drie verschillende grootheden: de energievraag, het primaire energiegebruik en de hoeveelheid opgewekte duurzame energie. De eisen die aan deze grootheden worden gesteld, worden de BENG-eisen genoemd (BENG = Bijna EnergieNeutrale Gebouwen). De BENG-eisen volgen de filosofie van de Trias Energetica. Hierbij wordt het verlagen van het energiegebruik in drie stappen uitgevoerd. De eerste stap is het verlagen van de energievraag. De tweede stap is het opwekken van duurzame energie. De derde stap is het efficiënt gebruiken van niet-duurzame bronnen. De BENG-eisen kunnen voor een groot deel met de methodiek beschreven in de NEN 7120 worden berekend.

1.1 BENG-eis 1

BENG-eis 1 betreft de energievraag van een gebouw. De energievraag is de hoeveelheid warmte en de hoeveelheid koude die nodig is om een woning op operationele temperatuur te houden. Deze energievraag is onafhankelijk van de wijze waarop de warmte en de koude wordt opgewekt. Het is eveneens onafhankelijk van de opwekking van duurzame energie. Bij utiliteitsgebouwen is de energievraag voor verlichting ook onderdeel van de energievraag. De energievragen voor verwarmen, koelen en verlichting (bij utiliteitsbouw) worden zonder correctie voor het opwekkingsrendement opgeteld om tot de totale energievraag te komen.

1.2 Feedback uit de markt

Al vrij snel na de publicatie van de BENG-eisen, kwamen er reacties van marktpartijen die vonden dat de wijze waarop ventilatie in BENG-indicator 1 is opgenomen, bepaalde technieken bevoordeelt. Omdat het belangrijk is dat de eisen techniekneutraal zijn, zijn deze signalen door RVO op een rijtje gezet, geanalyseerd en oplossingsrichtingen in beeld gebracht. Er zijn 4 oplossingsrichtingen naar voren gekomen:

1. Hulpenergie voor ventilatiesystemen opnemen in de energiebehoefte.
2. Een schilindicator gebruiken voor BENG-eis 1. Dit is een waarde inclusief infiltratieverlies, maar exclusief ventilatieverlies.
3. Energiebehoefte voor warmtapwater meenemen in de energiebehoefte. Onder ander met het doel om ook warmteterugwinning van afvoerlucht naar warm(tap)water in de energievraag te kunnen betrekken.
4. De eis voor energiebehoefte minder streng maken.

In dit rapport worden de eerste drie oplossingsrichtingen én de combinatie van oplossingsrichting 1 en 3, gekwantificeerd en verder geanalyseerd.





1.3 Wat is het probleem?

BENG-indicator 1 is de warmte- en koudevraag van een woning. Deze wordt aan de ene kant bepaald door alle bouwkundige eigenschappen van een gebouw, zoals de isolatiewaarde, de vormfactor, de luchtdichtheid en de zontoetreding. Aan de andere kant wordt ook meegenomen hoeveel warmte- en koude er door ventilatie nodig is. Hierbij wordt voor balansventilatie rekening gehouden met de warmteterugwinning (WTW) op ventilatielucht, waardoor de luchttemperatuur van de toevoerlucht hoger is. Bij natuurlijke toevoer van ventilatielucht kan echter niet op die manier warmtewinning worden toegepast. Hierdoor is de warmtevraag bij balansventilatie (met WTW) significant lager dan bij natuurlijke toevoer.

In dit onderzoek is gebruikgemaakt van referentiewoningen zoals gedefinieerd in "Referentieggebouwen BENG" gepubliceerd door de Rijksdienst voor ondernemend Nederland, Rapport E.2015.1371.R001 d.d. 1 november 2016. Gebruikt zijn de volgende varianten:

- Woning S tussen, all electric met ventilatie WTW (D2b2)
- Woning S tussen, all electric met ventilatie natuurlijk CO2 afv woonk (C4c)
- Woning L vrijstaand, all electric met ventilatie WTW (D2b2)
- Woning L vrijstaand, all electric met ventilatie natuurlijk CO2 afv woonk (C4c)
- Woongebouw M, all electric met ventilatie WTW (D2b2)
- Woongebouw M, all electric met ventilatie natuurlijk CO2 afv woonk (C4c)
- Kantoor M, all electric met ventilatie WTW (D2b2)
- Kantoor M, all electric met ventilatie natuurlijke toevoer (C2b)
- Kantoor M, all electric met ventilatie natuurlijk CO2 toev per ruimte (C4c)

In tabel 1 is voor een aantal varianten van balansventilatie en van natuurlijke toevoer aangegeven wat de waarde van BENG-indicator 1 is. Duidelijk is dat er voor de referentieggebouwen inderdaad een significant verschil bestaat tussen het ventilatieconcepten balans met WTW en natuurlijke toevoer.



Tabel 1: BENG-indicator 1 voor verschillende ventilatieconcepten, De geel gearceerde waarden zijn de systemen waarmee in het vervolg van het hoofdstuk is gerekend. Alle waarden zijn in kWh/m².

BENG-eis 1	code	tussenwoning (kWh/m ²)	vrijstaande woning (kWh/m ²)	woongebouw (kWh/m ²)	kantoorgebouw (kWh/m ²)
balans					
WTW bypass	D2b2	19,8	26,9	18,1	34,1
WTW bypass CO ₂ -afvoer	D3	20,4	27,5	18,6	33,6
WTW bypass tijdsturing	D4a	20,2	27,4	18,4	34,1
WTW bypass tijdsturing zonering	D4b	18,6	26,0	16,7	33,6
WTW bypass CO ₂ zonering	D5a	17,7	25,5	15,8	30,6
natuurlijke toevoer					
winddrukgestuurd 1 Pa < druk < 5 Pa	C2b	34,8	39,9	37,6	49,4
winddrukgestuurd tijdsturing afvoer	C3a	30,1	37,0	31,3	41,5
tijdsturing toe + afvoer	C3c	28,1	33,9	28,7	39,3
winddrukgestuurd CO ₂ woonkamer + open keuken	C4a	28,9	34,5	29,7	
CO ₂ indirect op toevoer per verblijfsruimte	C4b	25,9	31,9	25,9	33,4
winddrukgestuurd CO ₂ op afvoer per verblijfsruimte	C4c	27,2	33,0	27,5	

2 Oplossing 1: Hulpenergie

BENG-indicator 1 bij woningen is nu de som van de warmtevraag en de koudevraag. Met Beiden zijn afhankelijk van het gekozen ventilatieconcept. Bij balansventilatie met warmterugwinning is de warmtevraag lager dan bij natuurlijke toevoer. Balansventilatie gebruikt echter meer hulpenergie dan natuurlijke toevoer. Dit wordt echter nu niet meegenomen in BENG 1. Door de hulpenergie wel mee te nemen, wordt een gelijk speelveld gecreëerd. Hierbij komen echter twee problemen naar voren die in de volgende paragrafen worden beschreven.

2.1 Hoe tel je warmte- en koudevraag en elektriciteitsvraag bij elkaar op?

Warmte, koude en elektriciteit zijn drie verschillende grootheden. Ze hebben weliswaar allen dezelfde eenheid (kWh), maar ze zijn inherent anders. Verschillende grootheden kunnen niet zomaar worden opgeteld (1 appel + 1 meloen = ?). In de NEN 7120 wordt het optellen van verschillende grootheden opgelost door alle energie terug te rekenen naar primaire energie. Dat is de hoeveelheid fossiele energie die nodig is om de benodigde energie op te wekken.



Om de hoeveelheid primaire energie te berekenen, wordt het elektriciteitsgebruik gedeeld door het rendement van de elektriciteitscentrales. Voor warmte uit een gasketel wordt de warmtevraag gedeeld door het rendement van de gasketel. Voor koude wordt de koudevraag gedeeld door het rendement van de koelmachine en, omdat deze op elektriciteit loopt, ook gedeeld door het rendement van de elektriciteitscentrales¹. De factor die wordt gebruikt om het energiegebruik om te rekenen naar primaire energie is de primaire energiefactor. Op deze manier worden de drie verschillende grootheden omgerekend naar dezelfde grootheid en kunnen worden opgeteld (1 appel = 60 cal, 1 meloen = 130 cal dus 1 appel + 1 meloen = 190 cal).

De energievraag is **geen** primaire energie. Bij woningen is het de eindbehoefte aan warmte en koude. De hulpenergie bestaat uit elektriciteit. In BENG 1 worden nu warmte en koude opgeteld. Dit is fysisch onjuist. De enige oplossing om dit fysisch juist op te lossen is door van beide grootheden om te rekenen naar primaire energie. In de Europese richtlijnen wordt een primaire energiefactor 1 gebruikt voor duurzaam opgewekte energie. Als er daarom van wordt uitgegaan dat de warmte, de koude en de elektriciteit lokaal duurzaam worden opgewekt, kunnen alle primaire energiefactoren op 1 worden gesteld. Dit is fictief, maar fysisch juist. Elektriciteit zou ook met de courante primaire energiefactor (2,56) kunnen worden omgerekend.

De energievraag voor verlichting in utiliteitsgebouwen wordt nu eveneens zonder correctiefactor opgeteld bij de warmte- en koudevraag.

2.2 Is de hulpenergie afhankelijk van ventilatieconcept of ventilatiecomponent?

De hulpenergievraag voor ventilatie wordt berekend met het nominale vermogen van de ventilatoren. In de NEN7120 kan worden gerekend met een forfaitaire waarde voor dit vermogen. De forfaitaire waarde voor het nominale vermogen is vrij hoog.

Het is ook mogelijk om het nominaal vermogen zelf in te vullen. Dit is analoog aan de wijze waarop het specifieke rendement van de gebruikte WTW-unit in de berekening van de warmtevraag wordt meegenomen. Het ligt voor de hand om voor het berekenen van de benodigde hulpenergie ook met de specifieke waarde van het nominale ventilatorvermogen te rekenen.

2.3 Resultaat

In tabel 2 zijn de waarden weergegeven voor drie referentiewoningen en een referentiekantoor, allen met een variant met balansventilatie en met natuurlijke ventilatie. Er is gerekend met de forfaitaire waarde voor het ventilatorvermogen en met specifieke waarden. Ook is het resultaat gegeven voor twee primaire energiefactoren: 1 en 2,56.

¹ In de berekeningen wordt ook rekening gehouden met het distributierendement. Dit is hier voor de duidelijkheid even buiten beschouwing gelaten.





Tabel 2: BENG-indicator 1 inclusief ventilatorenergie voor verschillende woningtypen en ventilatieconcepten. Resultaten zijn weergegeven voor berekeningen met forfaitaire en niet-forfaitaire waardenvoor het nominale ventilatorvermogen en met primaire energiefactor 2,56 en 1. De niet-forfaitaire waarden voor het nominale vermogen zijn gegeven in de tabel in W (per woning). Alle overige waarden zijn in kWh/m².

BENG-eis 1	tussenwoning, balansventilatie (kWh/m ²)	tussenwoning, natuurlijke toevoer (kWh/m ²)	verschil	vrijstaande woning, balansventilatie (kWh/m ²)	vrijstaande woning, natuurlijke toevoer (kWh/m ²)	verschil	woongebouw, balansventilatie (kWh/m ²)	woongebouw, natuurlijke toevoer (kWh/m ²)	verschil	kantoorgebouw, balansventilatie (kWh/m ²)	kantoorgebouw, natuurlijke toevoer (kWh/m ²)	verschil	kantoorgebouw, balansventilatie (kWh/m ²)	kantoorgebouw, natuurlijke ventilatie met CO2sturing per zone	verschil
standaard	19,8	28,9	9,0	26,9	34,5	7,6	18,1	29,7	11,6	34,1	49,4	15,2	34,1	33,4	-0,7
forf vant capaciteit															
met forf hulpE (factor 2,56)	37,0	34,8	-2,1	44,1	40,5	-3,6	41,2	37,8	-3,5	44,6	53,8	9,2	44,6	32,8	-11,8
met forf hulpE (factor 1)	26,5	31,2	4,7	33,6	36,9	3,2	27,2	32,8	5,7	34,5	47,3	12,9	34,5	29,4	-5,1
n-forf vent capaciteit (W)	50	20		75	30		50	20		5000	2000		5000	2000	
met n-forf hulpE (factor 2,56)	23,7	30,5	6,8	30,5	36,0	5,4	22,7	31,7	8,9	39,0	52,5	13,5	39,0	36,6	-2,4
met n-forf hulpE (factor 1)	21,4	29,5	8,1	28,3	35,1	6,7	19,9	30,5	10,5	36,0	50,6	14,6	36,0	34,6	-1,4

2.4 Conclusie

Ventilator-vermogen	E-factor	Vershil balans/natuurlijk
Forfaitair	2,56	Wordt bij woningen klein en vaak in voordeel van natuurlijk.
	1	Wordt circa de helft
Niet-forfaitair (gangbare waarden)	2,56	Wordt circa 20% minder
	1	Wordt circa 10% minder

3 Oplossing 2: Schilindicator

Een schilindicator geeft een intrinsieke waarde van de energetische kwaliteit van het casco van een gebouw. Hierbij worden installatietechnische elementen niet meegenomen. Dit betekent dat in principe alle warmte- en koudestromen in de berekening worden meegenomen, met uitzondering van de warmte- en koudestromen door de (basis)ventilatie. Deze oplossing voor BENG 1 wordt ondermeer toegepast in Vlaanderen.

Een complicerend aspect bij het berekenen van een gebouwschilindicator op dit moment is, dat in de NEN 7120 de warmte- en koudestromen door infiltratie systematisch zijn verweven met de koude- en warmtestromen van (basis)ventilatie.



3.1 Gebouwschilindicator in NEN 7120

In bijlage L1 van de NEN 7120 wordt een gebouwschilindicator gedefinieerd. Om de gebouwschilindicator uit te rekenen, wordt de NEN 7120 methode gevolgd, met een standaard ventilatiesysteem. Dit standdaardsysteem is een systeem van natuurlijke toevoer zonder verdere regeling. Dit kan worden gezien als een systeem met maximale ventilatieverliezen. In bijlage L1 worden de warmtevraag en koudevraag niet gesommeerd om één gebouwschilindicator te krijgen. In plaats daarvan wordt een gebouwschilindicator voor verwarming (warmtevraag) en voor koeling (koudvraag) gedefinieerd.

Analoog aan de methode in bijlage L1 van de NEN 7120, is voor deze studie de energievraag van de referentiewoningen uitgerekend met een standaard ventilatiesysteem zijnde natuurlijke toevoer, mechanische afvoer, zonder regeling. Voor BENG-indicator 1 zijn de warmtevraag en koudevraag opgeteld (met primaire energiefactor 1) om één gebouwschilindicator te krijgen.

Het spreekt voor zich dat er op deze manier geen verschil meer bestaat tussen de berekende energievraag voor een gebalanceerd systeem en een systeem met natuurlijke toevoer (met vraagsturing).

3.2 Alternatief

Als alternatief kan de energievraag worden berekend met een minimum aan ventilatie. In het programma Enorm is het voor de gebruiker echter niet mogelijk om de hoeveelheid basisventilatie op $0 \text{ dm}^3/\text{s}$ te zetten. Minimale ventilatieverliezen worden gerealiseerd met een invoer van balansventilatie met een WTW met 100% rendement (inclusief dissipatie), zonder bypass. In dat geval worden de ventilatieverliezen in principe naar 0 gebracht. Het resultaat zou gelijk moeten zijn aan een systeem zonder ventilatie. Dit is echter niet het geval, waarschijnlijk onder andere omdat de ventilatie zonder warmteverliezen wel invloed heeft op de infiltratieverliezen. De ventilatieverliezen worden op deze manier wel sterk beperkt.

De berekeningen van BENG 1 zijn uitgevoerd met een optimaal vraagbeperkend ventilatiesysteem met balansventilatie, 100% WTW, geen bypass, zonering, $f_{\text{rend}}=1$, dissipatie inbegrepen.²

3.3 Resultaat

In tabel 3 zijn de resultaten weergegeven van de berekeningen voor de schilindicator conform de NEN 7120 en het voorgestelde alternatief. Warmte en koude zijn met een primaire energiefactor van 1 gesommeerd.

² De warmte- en koudevraag die nog afhankelijk is van de basisventilatie bij deze berekening is klein. Waarschijnlijk is deze maximaal 1 à 2 kWh/m².





Tabel 3: Schilindicatoren voor verschillende woningtypen en ventilatieconcepten. Resultaten zijn weergegeven voor berekeningen met minimale ventilatie en met maximale ventilatie. Alle waarden zijn in kWh/m².

BENG-eis 1	tussenwoning, balansventilatie (kWh/m ²)	tussenwoning, natuurlijke toevoer (kWh/m ²)	verschil	vrijstaande woning, balansventilatie (kWh/m ²)	vrijstaande woning, natuurlijke toevoer (kWh/m ²)	verschil	woongebouw, balansventilatie (kWh/m ²)	woongebouw, natuurlijke toevoer (kWh/m ²)	verschil	kantoorgebouw, balansventilatie (kWh/m ²)	kantoorgebouw, natuurlijke toevoer (kWh/m ²)	verschil	kantoorgebouw, balansventilatie (kWh/m ²)	kantoorgebouw, natuurlijke ventilatie met CO ₂ sturing per zone	verschil
standaard	19,8	28,9	9,0	26,9	34,5	7,6	18,1	29,7	11,6	34,1	49,4	15,2	34,1	33,4	-0,7
Schilindicator (min. ventilatie)	15,4	15,4	0,0	24,3	24,3	0,0	13,7	13,7	0,0	33,5	33,5	0,0	33,5	33,5	0,0
Schilindicator (max. ventilatie)	37,6	37,6	0,0	42,4	42,4	0,0	41,2	41,2	0,0	58,2	58,2	0,0	58,2	58,2	0,0

4 Oplossing 3: Energievraag warmtapwater opnemen in energievraag

In de huidige definitie van BENG-indicator 1 is alleen de energievrage voor ruimteverwarming en ruimtekoeling meegenomen. De energievrage voor warmtapwater maakt geen onderdeel uit van BENG-indicator 1. Door deze waarde wel op te nemen in BENG-indicator 1, wordt de totale energievrage groter. Er is geanalyseerd is welke effecten het opnemen van de warmtapwatervrage heeft op BENG 1, met name op de keuze voor het ventilatieconcept.

4.1 WTW bij natuurlijke ventilatie

In principe is het mogelijk om bij toepassing van natuurlijke toevoer, de warmte uit de afvoerlucht terug te winnen en te gebruiken voor het verwarmen van tapwater middels een warmtepomp(boiler)³. In dat geval zou, analoog aan WTW bij balansventilatie, de hergebruikte warmte kunnen worden afgetrokken van de warmtevraag voor ruimteverwarming.

Een probleem hierbij is, is dat niet is vastgelegd hoe uitgerekend moet worden hoeveel warmte wordt teruggewonnen. Het is niet duidelijk hoeveel van deze warmte uit de afvoerlucht komt, omdat de warmtepomp slechts een deel van de tijd warmte uit de afvoerlucht haalt. Als dat gebeurt wordt de afvoerlucht afgekoeld tot een paar graden boven nul. Dat is vaak onder de buitenluchttemperatuur. Een deel van de warmte is dus afkomstig uit de buitenlucht. Om een goede berekening te maken, moet bepaald worden hoeveel warmte gemiddeld over de tijd uit de afvoerlucht wordt gehaald door de warmtepomp(boiler) en welk deel hiervan kan niet uit de buitenlucht afkomstig is. Deze informatie is op dit moment echter niet voorhanden.

³ De warmte kan ook (gedeeltelijk) worden gebruikt voor het verwarmingssysteem.



Om het mogelijk te maken dat WTW uit retourlucht door een warmtepomp in de berekening wordt opgenomen, is een nieuwe rekenmethodiek nodig. Deze rekenmethodiek moet vaststellen hoe het WTW-rendement kan worden gemeten of berekend.

4.2 Energievraag warmtapwater

De hoeveelheid benodigd warmtapwater wordt forfaitair berekend in de NEN 7120. Deze waarde is alleen afhankelijk van de oppervlakte van de woning. De energievraag voor warmtapwater kan worden verminderd door de toepassing van een doucheWTW.

De grootte $Q_{Wdis;nren}$ in de NEN 7120 is de jaarlijkse bruto warmtebehoefte voor niet-duurzame bronnen. Deze grootte houdt rekening met het systeemrendement van de distributie van warm water. Daarnaast wordt de bijdrage van een doucheWTW en de bijdrage van een zonneboiler afgetrokken van de eindvraag.

Overwogen kan worden of de bijdrage van een zonneboiler mag worden afgetrokken van de warmtevraag (voor zowel warmtapwater als voor verwarming). Door de warmte die zo duurzaam wordt opgewekt af te trekken van de energievraag, wordt een variabele toegevoegd waarmee BENG-indicator 1 kan worden beïnvloed. Hierdoor wordt de afhankelijkheid van het ventilatieconcept kleiner. Daarnaast zou het een positieve stimulans zijn voor de toepassing van zonneboilers.

4.3 Resultaat

BENG-indicator 1 is uitgerekend met inbegrip van de grootte $Q_{Wdis;nren}$. In de voorbeeldwoningen zijn geen zonneboilers opgenomen, zodat hiervoor niet gecorrigeerd hoeft te worden. Het distributierendement is meegenomen in de energievraag.

De gebruikte voorbeelden van vrijstaande woningen hebben een doucheWTW, de andere voorbeeldwoningen niet. Voor alle voorbeeldwoningen is een berekening uitgevoerd van BENG-indicator 1 mét en zonder doucheWTW. De kantoorfunctie heeft geen douches, zodat deze maatregel geen effect heeft op de berekening.





Tabel 4: BENG-indicator 1 inclusief warmtapwater vraag voor verschillende woningtypen en ventilatieconcepten. 'standaard' is de berekeningen zoals de referentiewoning is gedefinieerd (afhankelijk van woning met of zonder doucheWTW). Daarnaast zijn berekeningen met en zonder doucheWTW gegeven. Alle waarden zijn in kWh/m².

BENG-eis 1	tussenwoning, balansventilatie (kWh/m ²)	tussenwoning, natuurlijke toevoer (kWh/m ²)	verschil	vrijstaande woning, balansventilatie (kWh/m ²)	vrijstaande woning, natuurlijke toevoer (kWh/m ²)	verschil	woongebouw, balansventilatie (kWh/m ²)	woongebouw, natuurlijke toevoer (kWh/m ²)	verschil	kantoorgebouw, balansventilatie (kWh/m ²)	kantoorgebouw, natuurlijke toevoer (kWh/m ²)	verschil	kantoorgebouw, balansventilatie (kWh/m ²)	kantoorgebouw, natuurlijke ventilatie met CO2-sturing per zone	verschil
standaard	19,8	28,9	9,0	26,9	34,5	7,6	18,1	29,7	11,6	34,1	49,4	15,2	34,1	33,4	-0,7
met warmtapwater															
standaard met warm tapwater	42,0	51,0	9,0	40,3	47,9	7,6	38,6	50,2	11,6	35,7	50,9	15,2	35,7	35,0	-0,7
zonder douchewtw	42,0	51,0	9,0	46,6	54,2	7,6	38,6	50,2	11,6	35,7	50,9	15,2	35,7	35,0	-0,7
met douchewtw	36,7	45,7	9,0	40,3	47,9	7,6	32,7	44,3	11,6	35,7	50,9	15,2	35,7	35,0	-0,7

4.4 Conclusie

WTW uit afvoerlucht middels een warmtepompboiler zal in principe de energievraag van een woning (inclusief warmtapwater) verlagen. Er ontbreekt echter (product)informatie en een goede rekenmethodiek om dit eenduidig uit te rekenen.

Als de energievraag voor warmtapwater wordt meegenomen in BENG-indicator 1, wordt de absolute waarde van deze indicator groter. Hierdoor wordt het relatieve verschil tussen ventilatieconcepten kleiner. Daarnaast is er meer ontwerpvrijheid doordat een doucheWTW en eventueel een zonneboiler de energievraag kan verminderen. Uit de berekeningen blijkt dat voor woningen het verschil tussen balansventilatie zonder doucheWTW en natuurlijke toevoer met doucheWTW klein is.

5 Oplossing 4: Hulpenergie en warm water opnemen in energievraag

Door de zowel de hulpenergievraag als de energievraag voor warmwater op te nemen in de totale energievraag wordt om drie redenen de keuzevrijheid voor het ventilatiesysteem vergroot:

- 1) Het relatieve verschil tussen de ventilatiesystemen wordt kleiner, omdat de totale energievraag groter wordt.
- 2) Het absolute verschil wordt kleiner, omdat de hulpenergie voor ventilatoren wordt meegenomen.
- 3) Er zijn meer mogelijkheden om de energievraag te verkleinen (doucheWTW, zonneboiler)

Deze oplossingsrichting is een combinatie van de oplossingen 1 en 3. De opmerkingen genoemd in die paragrafen zijn hier ook van toepassing.



5.1 Resultaten

In de berekeningen is uitgegaan van niet-forfaitaire vermogens voor de ventilatoren, zoals gegeven in tabel 2 en een primaire energiefactor van 1. De berekeningen zijn gegeven voor zowel een situatie met doucheWTW als zonder doucheWTW.

Tabel 5: BENG-indicator 1 inclusief ventilatorenergie en warmtapwatervraag voor verschillende woningtypen en ventilatieconcepten. Er is gerekend met nominaal ventilatorvermogen zoals opgenomen in tabel 2. 'standaard' is de berekening zoals de referentiewoning is gedefinieerd (afhankelijk van woning met of zonder doucheWTW). Daarnaast zijn berekeningen met en zonder doucheWTW gegeven. Alle waarden zijn in kWh/m².

BENG-eis 1	tussenwoning, balansventilatie (kWh/m ²)	tussenwoning, natuurlijke toevoer (kWh/m ²)	verschil	vrijstaande woning, balansventilatie (kWh/m ²)	vrijstaande woning, natuurlijke toevoer (kWh/m ²)	verschil	woongebouw, balansventilatie (kWh/m ²)	woongebouw, natuurlijke toevoer (kWh/m ²)	verschil	kantoorgebouw, balansventilatie (kWh/m ²)	kantoorgebouw, natuurlijke toevoer (kWh/m ²)	verschil	kantoorgebouw, balansventilatie (kWh/m ²)	kantoorgebouw, natuurlijke ventilatie met CO2sturing per zone	verschil
standaard	19,8	28,9	9,0	26,9	34,5	7,6	18,1	29,7	11,6	34,1	49,4	15,2	34,1	33,4	-0,7
met warmwater+ventilatoren															
standaard met ww en vent.	43,5	51,7	8,1	41,7	48,5	6,7	40,4	50,9	10,5	31,5	46,0	14,6	31,5	30,1	-1,4
zonder douchewtw	43,5	51,7	8,1	48,0	54,8	6,7	40,4	50,9	10,5	31,5	46,0	14,6	31,5	30,1	-1,4
met douchewtw	38,2	46,3	8,1	41,7	48,5	6,7	34,5	45,0	10,5	31,5	46,0	14,6	31,5	30,1	-1,4

5.2 Conclusie

Bij deze oplossingsrichting zijn de ventilatorenergie en de warmtapwatervraag toegevoegd aan BENG-indicator 1. Door de toevoegingen is het verschil tussen balansventilatie en natuurlijke toevoer relatief kleiner en absoluut iets kleiner. Bovendien wordt meer ontwerpvrijheid geïntroduceerd, omdat meer maatregelen effect hebben op BENG-indicator 1.

6 Aandachtspunten

In de berekeningen en in de tekst is uitgegaan van een primaire energiefactor van 2,56. Dit is de factor die wordt gebruikt in de NEN 7120. Per 1 januari 2018 wordt deze factor 2,14. Als de factor veranderd met circa 15%, zullen de resultaten maximaal ook circa 15% veranderen.



Er is onduidelijkheid in de markt is over de waarde die kan worden gebruikt voor het nominaal vermogen van de toegepaste ventilator. Deze waarde is nog niet altijd eenduidig voor handen. Ook gemeenten weten niet hoe op deze waarde moet worden gehandhaafd. Hierdoor is veel variatie in welke waarde wordt toegepast. Dit is ongewenst, zeker als deze waarde een belangrijke invloed gaat leveren op BENG-indicator 1. Hierbij wordt echter opgemerkt dat het steeds vaker voorkomt dat leveranciers het nominale ventilatorvermogen in gelijkwaardigheidverklaringen aanleveren. Verwacht wordt dat de markt dit probleem zelf oplost.

De warmtapwatervraag voor woningen in de NEN 7120 is gebaseerd op een kengetal voor warmwatergebruik per vierkante meter woonoppervlak. Hele grote woningen hebben hierdoor vaak een onevenredig hoog aandeel warmtapwatergebruik.

Voor alle oplossingsrichtingen moet worden herzien of de eis van 25 kWh/m^2 voor BENG 1 nog goed is. In de meeste gevallen zal dat niet het geval zijn.

7 Conclusie

In dit onderzoek zijn een aantal opties geanalyseerd voor aanpassingen aan BENG 1. De reden daarvoor is het relatief grote verschil in waardering tussen balansventilatie en natuurlijke ventilatie. Een belangrijk argument hierbij is, dat de warmte die wordt teruggewonnen met een gebalanceerd ventilatiesysteem wordt meegenomen in BENG 1 en warmteterugwinning bij natuurlijke toevoer via een warmtepompboiler niet.

Uit dit onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

1. Er is een significant verschil in de waarde van BENG-indicator 1 tussen natuurlijke ventilatie en gebalanceerde ventilatie.
2. Er is een structureel fysisch probleem met het optellen van warmte, koude en elektriciteit. Dit kan kunstmatig worden opgelost door de energievraag terug te rekenen naar primaire energie met een fictieve primaire energiefactor van 1.
3. Door ventilatorenergie in BENG-indicator 1 mee te nemen, wordt het verschil tussen gebalanceerde ventilatie en natuurlijke ventilatie 10%-20% kleiner.
4. Er is geen goede methode om te bepalen hoeveel warmte er uit afvoerlucht wordt teruggewonnen bij toepassing van een warmte(pomp)boiler op afvoerlucht.
5. Door de warmtapwatervraag in BENG-indicator 1 mee te nemen, wordt de waarde groter en het relatieve verschil tussen balansventilatie en natuurlijke toevoer kleiner.
6. Door de warmtapwatervraag in BENG-indicator 1 mee te nemen, wordt een ontwerpvariabele toegevoegd in de vorm van doucheWTW en eventueel zonneboilers.
7. Voor alle oplossingsrichtingen moet worden herzien of de eis van 25 kWh/m^2 voor BENG 1 nog goed is. In de meeste gevallen zal dat niet het geval zijn.

Dit is een publicatie van:

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

Slachthuisstraat 71 | 6041 CB Roermond

Postbus 965 | 6040 AZ Roermond

T +31 (0) 88 042 42 42

E: klantcontact@rvo.nl

www.rvo.nl

Deze publicatie is tot stand gekomen in opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
© Rijksdienst voor Ondernemend Nederland | augustus 2018
Publicatienummer: RVO-154-1801/RP-DUZA

De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl) stimuleert duurzaam, agrarisch, innovatief en internationaal ondernemen. Met subsidies, het vinden van zakenpartners, kennis en het voldoen aan wet- en regelgeving. RVO.nl werkt in opdracht van ministeries en de Europese Unie.

RVO.nl is een onderdeel van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat.

Dit document is in opdracht van RVO.nl opgesteld.
Neem contact met ons op als u een toegankelijkheidsprobleem ervaart.
www.rvo.nl/over-rvonl/contact/alle-contactmogelijkheden-op-een-rij
Wij maken het dan graag alsnog voor u in orde!