

RAPPORT

BENG eisen voor Hoger Onderwijs en Ziekenhuizen

Studie naar haalbaarheid BENG eisen volgens methode
NTA 8800

Klant: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

Referentie: BF1511IBRP1902181538

Status: 2.0/Finale versie

Datum: 18-2-2019

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

George Hintzenweg 85
3068 AX ROTTERDAM
Industry & Buildings
Trade register number: 56515154

+31 88 348 90 00 **T**
+31 10 209 44 26 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: BENG eisen voor Hoger Onderwijs en Ziekenhuizen

Ondertitel: Studie naar haalbaarheid BENG eisen volgens methode NTA 8800
Referentie: BF1511IBRP1902181538
Status: 2.0/Finale versie
Datum: 18-2-2019
Projectnaam:
Projectnummer: BF1511
Auteur(s): Wim Maassen, Mike van Osta

Opgesteld door: Wim Maassen, Mike van Osta

Gecontroleerd door: Wim Maassen

Datum/Initialen: 04-02-2019

Goedgekeurd door:

Datum/Initialen:

Classificatie

Open



Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and OHSAS 18001:2007.

Inhoud

1	Inleiding	3
2	Doel	4
3	Methode	4
3.1	Gebouwen	5
3.2	Ziekenhuis Bernhoven	5
3.2.1	Uitgangspunten bestaande EPG-berekening	5
3.2.2	Uitgangspunten vereenvoudigde EPG-berekening en NTA 8800	6
3.2.3	Scenario's	6
3.3	Flux gebouw TU/e	6
3.3.1	Uitgangspunten bestaande EPG-berekening	7
3.3.2	Uitgangspunten vereenvoudigde EPG-berekening en NTA 8800	8
3.3.3	Scenario's	8
4	Resultaten	9
4.1	Bernhoven ziekenhuis	9
4.1.1	Bestaande EPG-berekening	9
4.1.2	Vereenvoudigde EPG-berekening	10
4.1.3	NTA 8800 berekening	11
4.2	Flux onderwijsgebouw	12
4.2.1	Bestaande EPG-berekening	12
4.2.2	Vereenvoudigde EPG-berekening	13
4.2.3	NTA 8800 berekening	14
5	Discussie	15
6	Conclusie	15
7	Referenties	17

Bijlagen

Bijlage 1 Scenarios

Bijlage 2 Resultaten

Bijlage 3 Vergelijking oude en nieuwe methode

1 Inleiding

Dit rapport is het resultaat van een onderzoek naar de toepasbaarheid van de BENG-eisen op UMC's en Hoger Onderwijsinstellingen op basis van de nieuwe rekenmethodiek NTA 8800. In deze rapportage hebben wij voor twee cases de haalbaarheid van de BENG-eisen voor ziekenhuizen/UMC's en HO onderzocht. In 2017 heeft RHDHV deze gebouwen getoetst aan de voorlopige BENG-eisen uit 2015 op basis van de toen relevante rekenmethode. De resultaten zijn vastgelegd in rapportage *BENG eisen en Utiliteitsgebouwen voor Hoger Onderwijs en Universitair Medische Centra/Ziekenhuizen* met referentie *I&BBF1511R001D1.2 d.d. 27 oktober 2017* [1]. Hierbij is door middel van een doorrekening van werkelijke gebouwen in plaats van referentiegebouwen onderzocht hoe groot de 'gap' is tussen de energieprestatie van het huidige ontwerp en de toekomstige BENG-eisen, en in hoeverre deze 'gap' te overbruggen is. Op basis van de nieuwe rekenmethodiek NTA 8800 heeft RHDHV voor deze gebouwen de BENG indicatoren opnieuw berekend. De resultaten zijn getoetst aan de in 2019 nieuw voorgenomen BENG-eisen.

BENG-eisen

Vanaf 1 januari 2020 zullen de nieuwe BENG-eisen voor nieuwbouw van kracht zijn en de huidige EPC eisen vervangen. Voor overheidsgebouwen zijn de BENG-eisen reeds van kracht. Hiervoor worden aangepaste eisen en de oude rekenmethode gevolgd.

De voorlopige BENG eisen zoals opgenomen in de kamerbrief van minister Ollongren d.d. 8-1-2019 [2] zijn voor de in dit onderzoek relevante gebruiksfuncties in Tabel 1 weergegeven. Medio 2019 zal de Tweede Kamer een definitief besluit nemen over de eisen, waarna de eisen naar verwachting in 2019 worden gepubliceerd in het Staatsblad.

Tabel 1. Relevante BENG-eisen voor verschillende gebouwfuncties.

Functie	BENG 1 - Energiebehoefte [kWh/m ² .jr]	BENG 2 - Primair fossiel energiegebruik [kWh/m ² .jr]	BENG 3 - Aandeel hernieuwbare energie [%]
Kantoor	$A_{is}/A_g \leq 2,0$: 90 $A_{is}/A_g > 2,0$: $90 + 30 * (A_{is}/A_g - 2,0)$	50	30%
Bijeenkomst	110	60	30%
Onderwijs	$A_{is}/A_g \leq 2,0$: 180 $A_{is}/A_g > 2,0$: $180 + 50 * (A_{is}/A_g - 2,0)$	80	40%
Zorg zonder bed	$A_{is}/A_g \leq 2,0$: 100 $A_{is}/A_g > 2,0$: $100 + 22 * (A_{is}/A_g - 2,0)$	60	40%
Zorg met bed	350	150	30%

De nieuwe BENG-eisen wijken af van de getallen zoals deze in 2015 zijn voorgenomen (Tabel 2). Dit heeft verschillende redenen:

- Uit een kostenoptimalisatie studie uitgevoerd in opdracht van RVO is gebleken dat de oorspronkelijke BENG-eisen te duur zijn om te realiseren.
- De rekenmethodiek is gewijzigd waardoor het energiegebruik niet meer te vergelijken is tussen de twee methodes. In BENG 1 wordt bijvoorbeeld in de energiebehoefte het type ventilatiesysteem niet meer gewaardeerd, wat nog wel het geval was in de oude rekenmethodiek.

Tabel 2. BENG-eisen voor verschillende gebouwfuncties. (bron: rvo.nl)

Functie	BENG 1 - Energiebehoefte [kWh/m ² .jr]	BENG 2 - Primair fossiel energiegebruik [kWh/m ² .jr]	BENG 3 - Aandeel hernieuwbare energie [%]
Woningen en woongebouwen	25	25	50%
Utiliteitsgebouwen	50	25	50%
Onderwijsgebouwen	50	60	50%
Gezondheidszorggebouwen	65	120	50%

2 Doel

Op basis van de nieuwe rekenmethode (NTA8800) zijn de nieuwe eisen (2019) gebaseerd op studies met referentiegebouwen waarbij er van is uitgegaan dat deze gebouwen uit één gebouwfunctie bestaan. De scores op de EPC (NEN 7120) en de eerdere BENG eisen (volgens de opgave van 2015) zijn niet bepaald. Hierdoor is het nog niet mogelijk om te bepalen of de nieuwe eisen strenger of minder streng zijn dan de voorgestelde eisen in 2015

Deze studie biedt inzicht in de haalbaarheid van de BENG eisen berekend volgens de methode van NTA 8800 voor een representatief ziekenhuis en onderwijs gebouw.

3 Methode

In de haalbaarheidsstudie naar de BENG-eisen uit 2017 zijn de EPG berekeningen getoetst op de BENG eisen volgens de rekenmethode NEN 7120. Hierna zijn een aantal scenario's met maatregelen doorgerekend om haalbaarheid van de eisen te toetsen.

In deze studie hebben wij de uitkomst uit het vorige onderzoek vergeleken met de resultaten bepaald op basis van de nieuwe rekenmethode. Daarnaast zijn de nieuwe resultaten getoetst aan de in 2019 voorgenomen eisen.

De energieprestatie van de gebouwen is opnieuw berekend volgens de NTA 8800 (versie september 2018). Hiervoor is door INNAX in opdracht van NEN een spreadsheet ontwikkeld. De gehanteerde versie is 1.01 d.d. 2-11-2018. De spreadsheet heeft een aantal beperkingen:

- Er kan slechts één gebruiksfunctie worden doorgerekend;
- Er kan maar één type verlichtingsschakeling worden ingevoerd.

Om een goede vergelijking te maken tussen de spreadsheet (NTA 8800) en de huidige EPB-berekening zijn een aantal vereenvoudigingen doorgevoerd in de bestaande EPB berekening in het rekenprogramma ENORM, versie 3.40. De vereenvoudigde EPB-berekening is één op één ingevoerd in de spreadsheet. Figuur 1 geeft een overzicht van de verschillende rekenmodellen die bij de resultaten terug zullen komen. Hierna wordt per gebouw de basis uitgangspunten en vereenvoudigingen beschreven.

	Bernhoven ziekenhuis	Flux hoger onderwijs gebouw
Bestaande EPG Berekening (gebruikt in haalbaarheidsstudie 2017)	Combinatiegebouw: gezondheidszorg met bedgebied, gezondheidszorg overig, kantoorfunctie en bijeenkomstfunctie.	Combinatiegebouw: kantoorfunctie, onderwijsfunctie, bijeenkomstfunctie en winkelfunctie.
	↓	↓
Vereenvoudigde EPG berekening	Gezondheidszorg met bedgebied Gezondheidszorg overig =	Kantoorfunctie Onderwijsfunctie =
NTA 8800 berekening	Gezondheidszorg met bedgebied Gezondheidszorg overig	Kantoorfunctie Onderwijsfunctie

Figuur 1 Overzicht verschillende reken modellen. De bestaande EPG-berekening met een combinatie aan functies is vereenvoudigd naar een EPG bestand die één op één overgenomen is in de NTA 8800 spreadsheet. Hiervoor hebben we gekozen om de twee meest karakteristieke gebruiksfuncties per gebouw te vergelijken.

3.1 Gebouwen

3.2 Ziekenhuis Bernhoven

Het Bernhoven ziekenhuis te Uden is een midden groot ziekenhuis opgeleverd in november 2012.

3.2.1 Uitgangspunten bestaande EPG-berekening

De originele EPC-berekening dateert van 19 september 2008 (Norm: NEN 2916, Rekenprogramma: NPR 2917 versie 2.02) waarbij is uitgegaan van de eisen die gelden vanaf 2009. Het resultaat van de EPC berekening is $Q_{pres;tot}/Q_{pres;toel} (Q/Q) = 0,996$.



Figuur 2 Ontwerp weergave Bernhoven ziekenhuis.

De kenmerken van dit gebouw zijn te zien in Tabel 1.

Tabel 1. Kenmerken ziekenhuis Bernhoven, Uden.

Energiesectoren	A1 Hotelgebouw A2 Consultgebouw + publieksomgeving A3 Onderzoeksgebouw A4 FAC/MOC B1 Hotfloor
Hoofdropwekkers warmte en koude	Warmte kracht koppeling (WKK) Absorptie koelmachine op WKK
Bevochtiging	Stoomketel met vochtterugwinning
Ventilatie	Balans met WTW en 20% terugregeling
Glas	HR++
Zonwering	Zuid-, West- en Oostgevel
Verlichting	9,3 W/m ²

3.2.2 Uitgangspunten vereenvoudigde EPG-berekening en NTA 8800

Voor een goede vergelijking tussen de bestaande EPG-bepaling en de nieuwe rekenmethode zijn de volgende vereenvoudigingen doorgevoerd in ENORM 3.40:

- Energiesectoren zijn samengevoegd.
- Asvermogen gelijk gesteld voor alle ventilatoren;
- Regeling verlichting voor alle zones veegpulsschakeling i.c.m. daglichtregeling.
- Gebouw doorgerekend als 100% gezondheidszorg met bedgebied en 100% gezondheidszorg overig;
- Ventilatiecapaciteit aangepast op gebruiksfunctie. In het gerealiseerde gebouw is de ventilatiecapaciteit 1,8 maal groter dan het bouwbesluit vereist. Voor beide gebouwfuncties is daarom 180% ventilatiecapaciteit bouwbesluit gehanteerd.

Op deze manier kunnen alle gebouw- en installatie eigenschappen één op één worden ingevoerd in de NTA 8800 spreadsheet.

3.2.3 Scenario's

Met de drie rekenmodellen zijn een vijftal varianten doorgerekend, beschreven in Bijlage 1. De maatregelen komen overeen met de maatregelen voorgesteld in de variantenstudie van DGMR [3] en zoals reeds gebruikt in ons vorige onderzoek [1].

Van links naar rechts is steeds aangegeven wat er veranderd is ten opzichte van de voorgaande variant. Zo is bijvoorbeeld in alle varianten m.u.v. de referentie 4.750 m² PV opgenomen.

3.3 Flux gebouw TU/e

Het universiteitsgebouw Flux van de Technische Universiteit Eindhoven, opgeleverd in 2014, is geselecteerd als case als hoger onderwijs gebouw.

3.3.1 Uitgangspunten bestaande EPG-berekening

De EPC-berekening van de oplevering dateert van 6 januari 2015 (Norm: NEN 2916, Rekenprogramma: NPR 2917 versie 2.2) en bij de EPC-berekening is uitgegaan van de eisen die gelden vanaf 2009. Het resultaat van de EPC-berekening is $Q_{pres;tot}/Q_{pres;toel} = 0,605$.



Figuur 3 Foto van het FLUX-gebouw, TU/e Eindhoven.

De kenmerken van dit gebouw zijn te zien in Tabel 3.

Tabel 3 Kenmerken FLUX gebouw TU/e, Eindhoven.

BVO = 26.200 m ² (gebaseerd op ventilatie staat)		
Labfuncties = 3.500 m ²		
Energiesectoren	A1 Gehele gebouw	
Gebruiksfuncties	Kantoorfunctie	9.852 m ²
	Onderwijsfunctie	5.945 m ²
	Winkelfunctie	190 m ²
	Gemeenschappelijke ruimte	3.010 m ²
	Bijeenkomstfunctie, overig	2.564 m ²
	Totaal	21.561 m ²
	Hoofdopwekker warmte en koude	Warmte-koudeopslag (WKO)
Bevochtiging	Nee	
Ventilatie	Balans met WTW en 60% terugregeling	
Glas	HR++	
Zonwering	Zuid-, West- en Oostgevel en dakramen	

3.3.2 Uitgangspunten vereenvoudigde EPG-berekening en NTA 8800

Voor een goede vergelijking tussen de bestaande EPG-bepaling en de nieuwe rekenmethode zijn de volgende vereenvoudigingen doorgevoerd in ENORM 3.40:

- Gebouw doorgerekend als 100% kantoorfunctie en 100% onderwijsfunctie;
- Ventilatiecapaciteit aangepast op gebruiksfunctie. Afhankelijk van scenario 140% bouwbesluit-eis of 100% bouwbesluit eis. Dit betekent dat voor de onderwijsfunctie een ca. vier keer hoger ventilatievoud is meegenomen in de berekening;
- Asvermogen gelijk gesteld voor alle ventilatoren.

Op deze manier kunnen alle gebouw- en installatie eigenschappen één op één worden ingevoerd in de NTA 8800 spreadsheet.

3.3.3 Scenario's

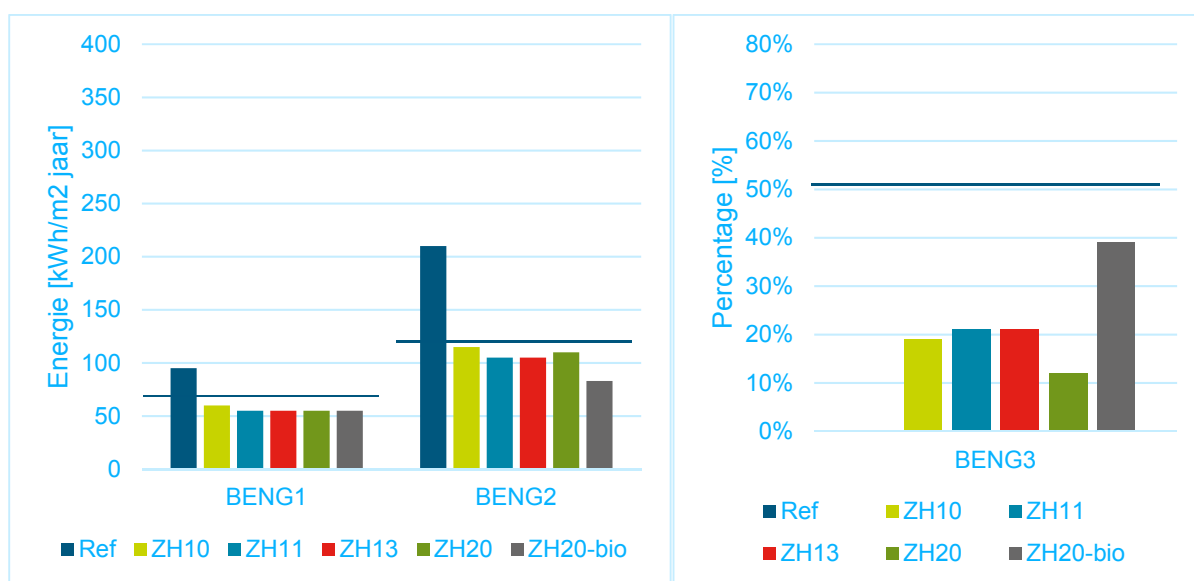
Er zijn in totaal 8 varianten beschouwd die zijn weergegeven in Tabel 2 en 3 van Bijlage 1. Van links naar rechts is steeds aangegeven wat er veranderd is ten opzichte van de voorgaande variant. Zo is bijvoorbeeld in alle varianten m.u.v. de referentie 2.250 m² PV opgenomen.

4 Resultaten

4.1 Bernhoven ziekenhuis

4.1.1 Bestaande EPG-berekening

In Figuur 4 is de energiebehoefte per vierkante meter (BENG1), primair fossiel energie verbruik per vierkante meter (BENG 2) en percentage hernieuwbare energie (BENG 3) uitgezet voor het referentie ziekenhuisgebouw en vijf maatregelpakketten. De horizontale lijnen laten de eisen zien voor een gezondheidszorggebouw, zoals vastgesteld in 2015. Zichtbaar is dat voor alle maatregel pakketten het energiegebruik voor BENG 1 en BENG 2 voldoet aan de eis. Er wordt niet voldaan aan het minimum aandeel hernieuwbare energie (BENG 3).

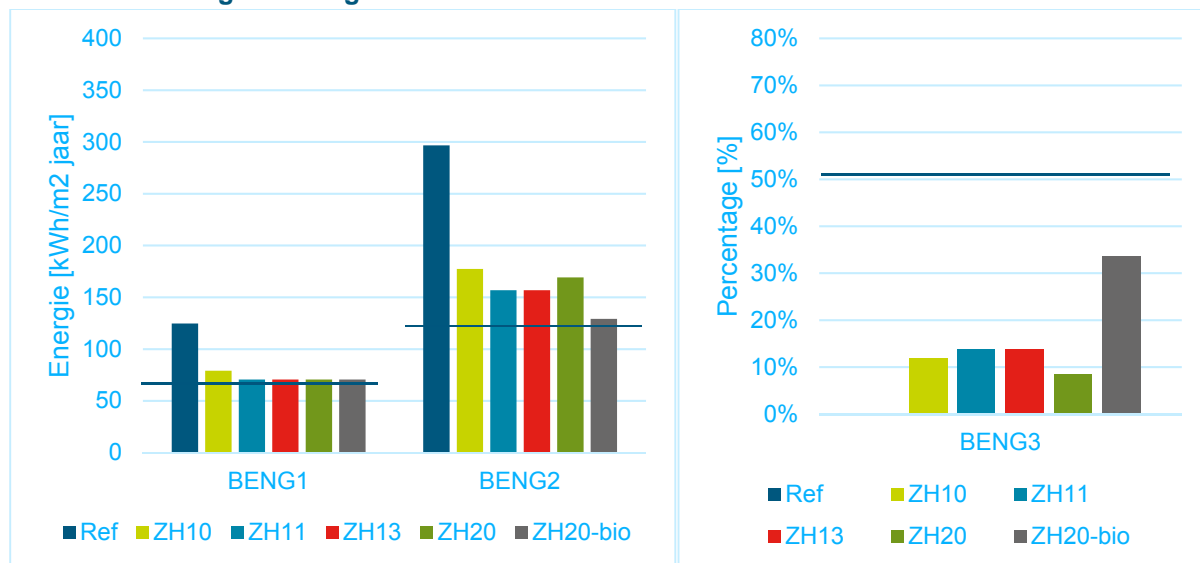


Figuur 4 BENG indicatoren van verschillende varianten met maatregelpakketten voor het Bernhoven Ziekenhuis, Uden Bestaande EPG berekening.

4.1.2 Vereenvoudigde EPG-berekening

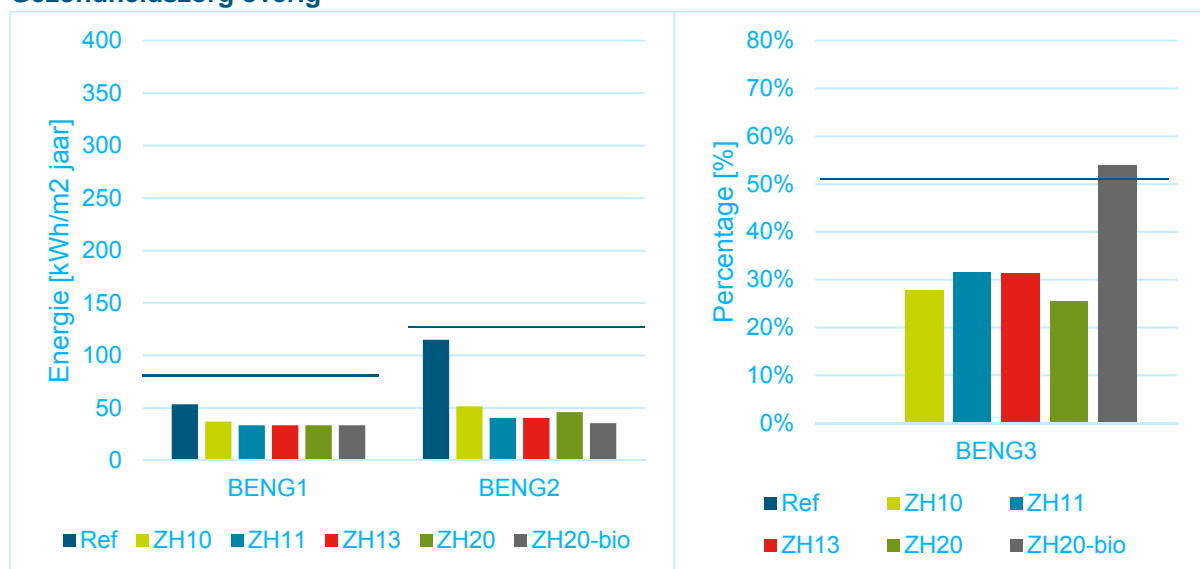
In Figuur 5 en 6 is het energiegebruik berekend met de oude rekenmethode vergeleken voor de gebruiksfunctie gezondheidszorg met bedgebied en gezondheidszorg overig. Wanneer het gebouw uit 100% gezondheidszorg met bedgebied bestaat wordt niet voldaan aan de BENG-eisen 2015. Voor de gebruiksfunctie gezondheidszorg overig wordt ruim voldaan aan de BENG 1 en BENG 2 eis. BENG 3 wordt in dat geval alleen gehaald bij inzet van biomassa als hernieuwbare energiebron.

Gezondheidszorg met bedgebied



Figuur 5 BENG indicatoren van verschillende varianten met maatregelpakketten voor het Bernhoven Ziekenhuis, Uden Vereenvoudigde EPG berekening Gezondheidszorg met bedgebied.

Gezondheidszorg overig

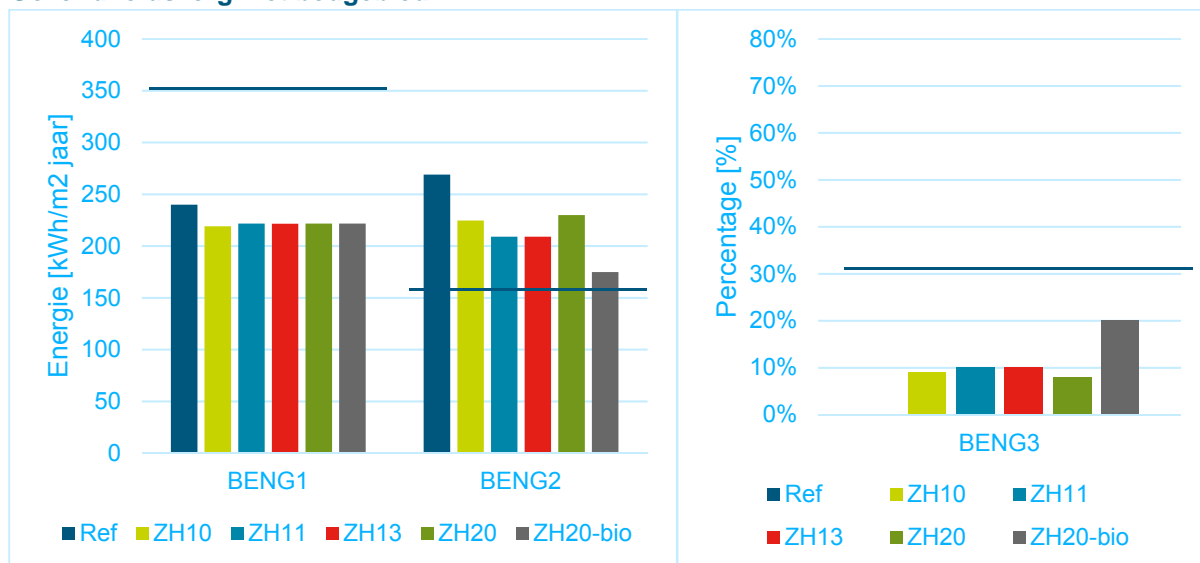


Figuur 6 BENG indicatoren van verschillende varianten met maatregelpakketten voor het Bernhoven Ziekenhuis, Uden Vereenvoudigde EPG berekening Gezondheidszorg overig.

4.1.3 NTA 8800 berekening

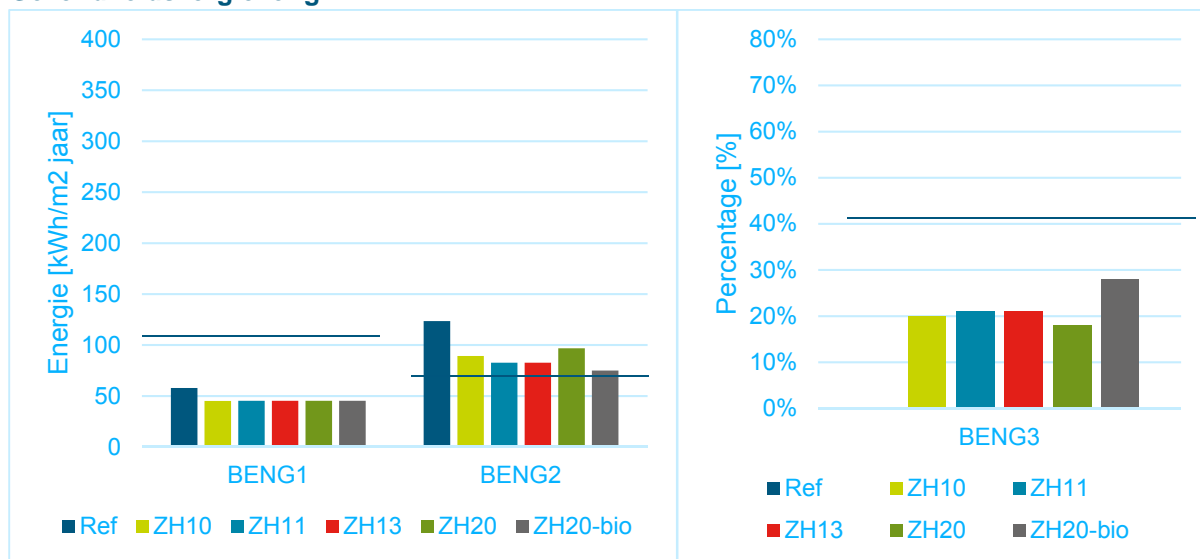
In Figuur 7 en 8 is het energiegebruik berekend met de nieuwe rekenmethodiek vergeleken voor de gebruiksfunctie gezondheidszorg met bedgebied en gezondheidszorg overig. De horizontale lijnen laten de eisen zien, zoals vastgesteld in de kamerbrief van 8-1-2019. Wanneer het gebouw uit 100% gezondheidszorg met bedgebied bestaat wordt zowel voor het referentie gebouw als voor de maatregelpakketten voldaan aan BENG 1. BENG 2 en 3 worden voor deze cases niet gehaald. Hetzelfde geldt voor de gebruiksfunctie gezondheidszorg overig.

Gezondheidszorg met bedgebied



Figuur 7 BENG indicatoren van verschillende varianten met maatregelpakketten voor het Bernhoven Ziekenhuis, Uden NTA 8800 berekening Gezondheidszorg met bedgebied.

Gezondheidszorg overig



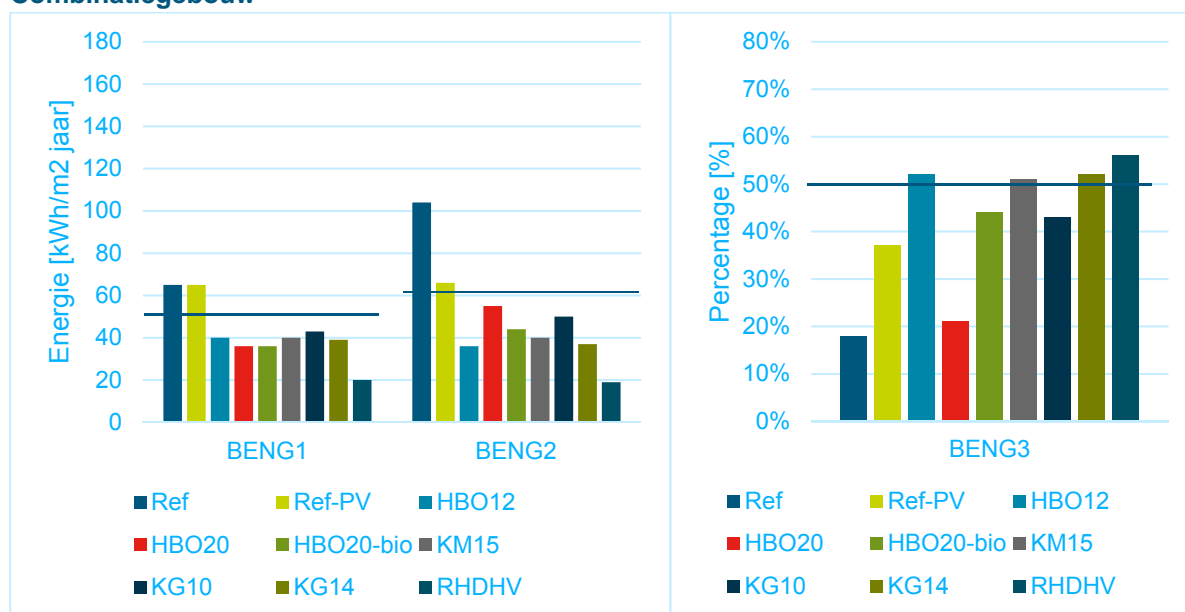
Figuur 8 BENG indicatoren van verschillende varianten met maatregelpakketten voor het Bernhoven Ziekenhuis, Uden NTA 8800 berekening Gezondheidszorg overig.

4.2 Flux onderwijsgebouw

4.2.1 Bestaande EPG-berekening

In Figuur 9 is de energiebehoefte per vierkante meter (BENG 1), het primair fossiel energie verbruik per vierkante meter (BENG 2) en percentage hernieuwbare energie (BENG 3) uitgezet voor het referentie kantoorgebouw en acht maatregelpakketten. De horizontale lijnen laten de eisen zien voor een onderwijsgebouw, zoals vastgesteld in 2015. Zichtbaar is dat voor alle maatregel pakketten het energiegebruik voor BENG 1 en BENG 2 voldoet aan de eis wanneer naast toepassen van PV-panelen voor de helft van het dak ook de infiltratie wordt verlaagd en thermische isolatie wordt verhoogd. Er wordt niet voor alle maatregelpakketten aan het minimum aandeel hernieuwbare energie (BENG 3) voldaan.

Combinatiegebouw



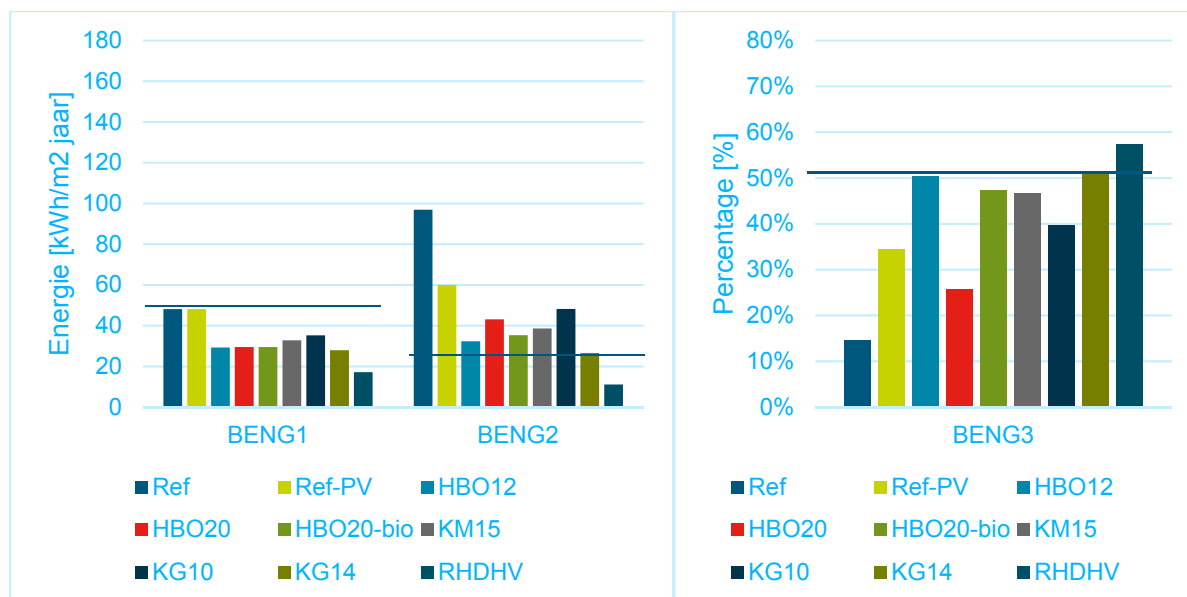
Figuur 9 BENG indicatoren van verschillende varianten met maatregelpakketten voor het FLUX gebouw TU/e, Eindhoven bestaande EPG berekening

4.2.2 Vereenvoudigde EPG-berekening

In Figuur 10 en 11 is het energiegebruik berekend met de oude rekenmethode vergeleken voor de gebruiksfunctie kantoorfunctie en onderwijsfunctie. De horizontale lijnen laten de eisen zien voor een kantoorgebouw (Figuur 10) en onderwijsgebouw (Figuur 11) zoals voorgenomen in 2015.

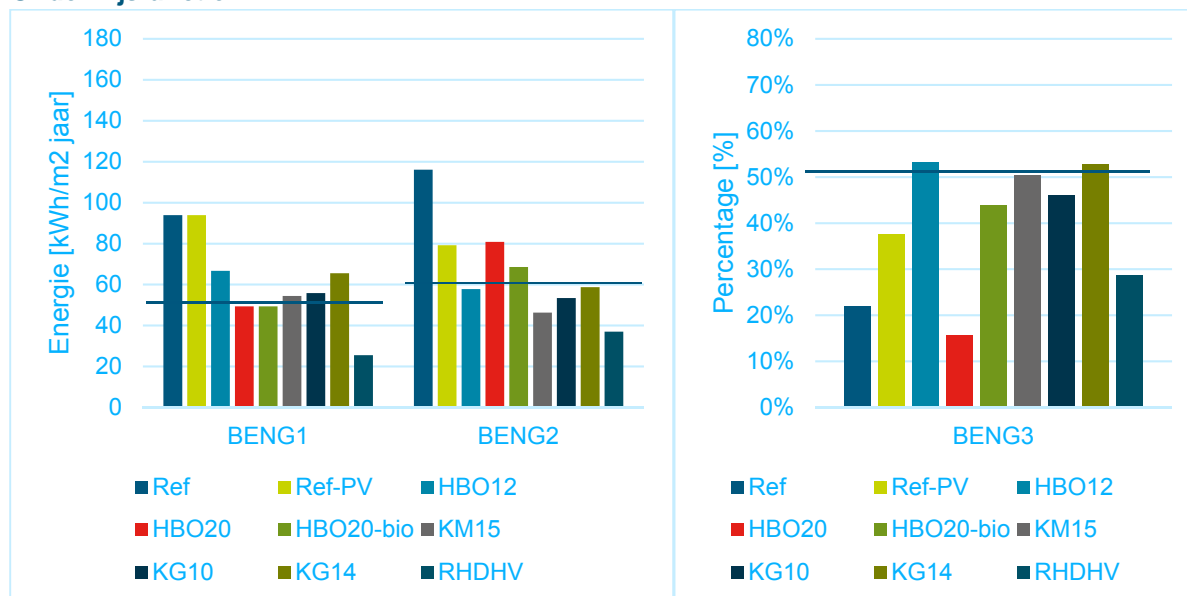
Wanneer het gebouw uit 100% kantoorfunctie bestaat wordt slechts voor enkele maatregelpakketten voldaan aan de BENG 2 en 3 eis uit 2015. Hetzelfde geldt voor het gebouw met 100% onderwijsfunctie.

Kantoorfunctie



Figuur 10 BENG indicatoren van verschillende varianten met maatregelpakketten voor het FLUX gebouw TU/e, Eindhoven Vereenvoudigde EPG berekening kantoorfunctie.

Onderwijsfunctie

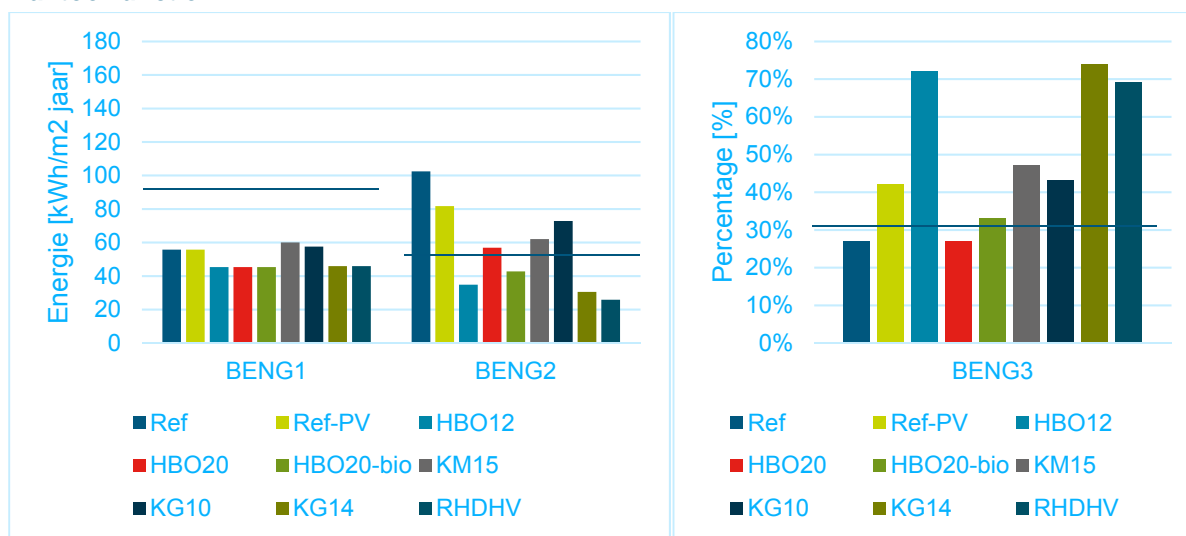


Figuur 11 BENG indicatoren van verschillende varianten met maatregelpakketten voor het FLUX gebouw TU/e, Eindhoven Vereenvoudigde EPG berekening onderwijsfunctie.

4.2.3 NTA 8800 berekening

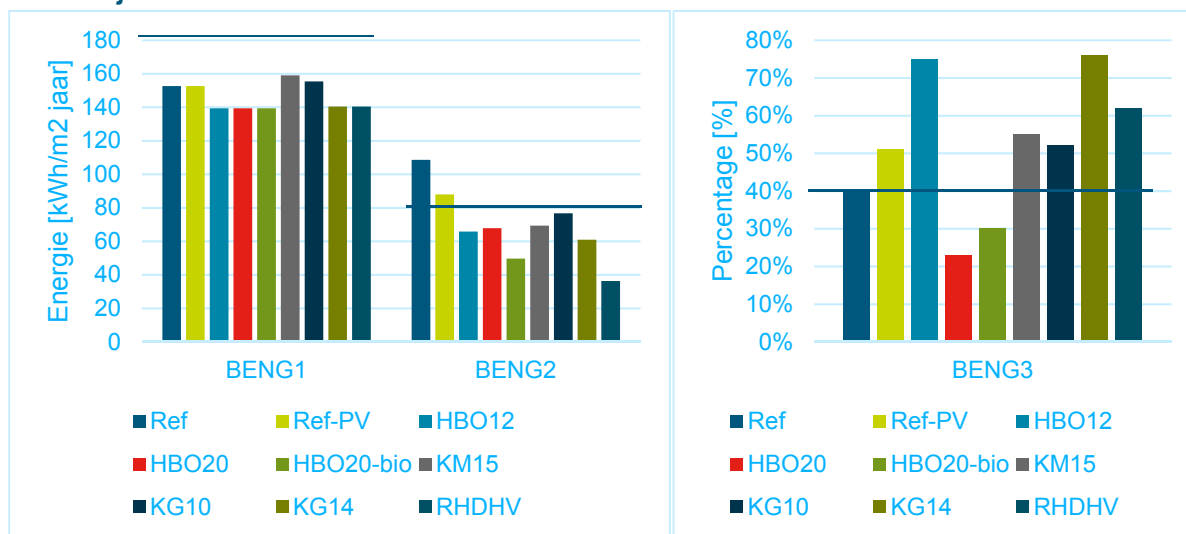
In Figuur 12 en 13 is het energiegebruik berekend met de nieuwe rekenmethodiek vergeleken voor de gebruiksfunctie kantoorfunctie en onderwijsfunctie. De horizontale lijnen laten de voorlopige eisen zien, zoals vastgesteld in de kamerbrief van 8-1-2019. Wanneer het gebouw uit 100% kantoorfunctie bestaat wordt zowel voor het referentie gebouw als voor de maatregelpakketten voldaan aan BENG 1. BENG 2 kan met enkele maatregelpakketten worden gehaald. Aan BENG 3 wordt voor alle maatregelpakketten op externe warmtelevering (HBO20) voldaan. Voor de onderwijsfunctie voldoen meer maatregelpakketten aan de eisen van BENG 2. De BENG 3 eis wordt met externe warmtelevering en biomassa niet gehaald. Met de andere maatregel pakketten wordt wel voldaan aan deze eis.

Kantoorfunctie



Figuur 12 BENG indicatoren van verschillende varianten met maatregelpakketten voor het FLUX gebouw TU/e, Eindhoven NTA 8800 berekening kantoorfunctie.

Onderwijsfunctie



Figuur 13 BENG indicatoren van verschillende varianten met maatregelpakketten voor het FLUX gebouw TU/e, Eindhoven NTA 8800 berekening onderwijsfunctie.

5 Discussie

De vereenvoudigde EPG's met één gebruiksfunctie laten zien dat de haalbaarheid van de BENG eisen afhangt van de combinatie van functies. Zo overschrijdt het gebouw met gezondheidszorg met bedfunctie de oude BENG eisen en voldoet gezondheidszorg overig ruim aan BENG 1 en 2.

De energiebehoefte van het gebouw is met de NTA 8800 methode enorm gestegen. Dit wordt (mede) veroorzaakt door het ontbreken van een gebalanceerd ventilatiesysteem met warmteteruwinning in de nieuwe formulering van BENG 1. Het primair fossiel energie verbruik is met name bij de gezondheidszorgfunctie met bedgebied en gezondheidszorgfunctie overig flink gestegen. In NTA 8800 is het verwarmingssetpoint voor de meeste functies verhoogd van 20 °C naar 21 °C. Voor gezondheidszorg met bedgebied blijft dit 22 °C.

In de NTA 8800 spreadsheet kan geen afgiftesysteem gekozen worden voor verwarming en koeling. In plaats daarvan moeten temperatuurverschil karakteristieken van het afgiftesysteem worden ingevuld. Voor deze getallen zijn voor zowel Bernhoven als het Flux gebouw default waardes aangehouden voor luchtverwarming/ koeling.

Leidingverliezen over distributieleidingen van watergevoede verwarming-/ koelsystemen en collectief warmtapwater heeft een aanzienlijke invloed op het energie verbruik. Deze zijn voor het Flux-gebouw bepaald aan de hand van de vereenvoudigde methode uit NTA 8800. Voor het Bernhoven ziekenhuis is de werkelijke lengte ingevuld. Voor het Flux gebouw wordt water verwarmd met electroboilers. De geïnstalleerde leidinglengte is daarmee gemiddeld korter dan 3 meter.

Per gebouwfunctie is de ventilatiecapaciteit vastgesteld op basis van de gerealiseerde ventilatiecapaciteit. Voor Bernhoven is dit voor het combinatiegebouw 1,8 maal de bouwbesluit eis. Voor het Flux gebouw is dit 1,4 maal de bouwbesluit eis. Het nominale asvermogen van de ventilatoren is voor beide gebouwen gelijk gebleven aan het totaal van alle geïnstalleerde ventilatoren in het gebouw.

In Bijlage 3 is per gebouw voor de vereenvoudigde EPG en NTA 8800 berekening de gemiddelde BENG score geplot voor de twee aangehouden gebouwfuncties. Hetzelfde is gedaan voor de eisen. We hebben hierbij de aanname gedaan dat in de nieuwe rekenmethodiek de gebouw-eis wordt bepaald aan de hand van de verhouding tussen gebruiksfuncties. In de grafieken is zichtbaar dat voor de vereenvoudigde EPG de BENG indicatoren vrijwel gelijk zijn aan de bestaande EPG berekening als combinatie gebouw. Voor het Bernhoven ziekenhuis werd voor BENG 2 en 3 voor beide gebruiksfuncties los met de nieuwe rekenmethodiek niet voldaan en daarom ook niet voor het combinatiegebouw. Voor het Flux gebouw geldt dat de onderwijsfunctie de kantoorfunctie deels compenseert. In Bijlage 3 worden de resultaten per scenario nader toegelicht.

6 Conclusie

Hoewel de eisen op het eerste gezicht zijn afgezwakt lijkt het moeilijker te zijn om voor ziekenhuizen en hoger onderwijsgebouwen te voldoen aan de nieuwe BENG 2 eisen. Ook is het nog steeds moeilijk voor ziekenhuizen om aan de BENG 3 eis te voldoen. Zowel energiebehoefte als het primair fossiel energiegebruik zijn hoger wanneer het gebouw wordt doorgerekend op basis van NTA 8800. De eis voor energiebehoefte is voor de meeste gebruiksfuncties ruim haalbaar. BENG 2 is voor het ziekenhuisgebouw moeilijker haalbaar geworden. Voor het onderwijsgebouw kan met diverse maatregelpakketten aan de eisen worden voldaan.

Verder blijkt uit de berekeningen:

- Opbrengst PV is lager in NTA8800 wat een negatief effect heeft op BENG 2 en BENG 3.
- Aandeel verwarming en warm tapwater is lager in NTA8800 waardoor inzet Biomassa minder effect heeft op BENG 2 en BENG 3.
- Koude uit WKO wordt meegenomen als aandeel duurzame energie wat een positief effect heeft op BENG 3. In BENG 2 werd dit wel al meegenomen.

7 Referenties

[1] *BENG eisen en Utiliteitsgebouwen voor Hoger Onderwijs en Universitair Medische Centra/Ziekenhuizen* met referentie I&BBF1511R001D1.2 d.d. 27 oktober 2017.

[2] Brief minister Ollongren, Verzamelbrief energiebesparing gebouwde omgeving, d.d. 8 januari 2019, zie <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2019/01/08/kamerbrief-over-voortgang-energiebesparing-gebouwde-omgeving>

[3] DGMR, *Referentiegebouwen BENG (Bijna EnergieNeutrale Gebouwen)*, Rapport E.2015.1371.00.R001, d.d. 7 november 2016, zie <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2017/02/Referentiegebouwen%20BENG.pdf>

Bijlage 1 Scenarios

Bernhoven Ziekenhuis

Tabel 1. Varianten die voor Bernhoven zijn beschouwd waarbij van links naar rechts steeds alleen is aangegeven wat er veranderd is ten opzichte van de eerst voorgaande variant aan de linkerkant.

	REF	ZH10	ZH11	ZH13	ZH20	ZH20-bio
1. Energie-reductie aan gebruikskant	Verl reg: vertrek, veeg + daglicht	Verl reg: overal Veeg-daglicht Aanwezigheidsdetectie voor gebieden zonder bedden Ventilatie met CO ₂ -regeling				
2. Reduceer eigen energie-verbruik	R _c = 3,5, 4 en 4 m ² K/W (vloer, gevel, dak) HR++ glas (U=1,6/1,7 W/m ² K, ZTA = 0,6) Zonw. Oost, west, zuid Infil. 0,6 dm ³ /s.m ² WTW = 70% Verlichting: 9,3 W/m ²	R _c = 7, 9 en 10 m ² K/W (vloer, gevel, dak) Triple glas (U=1,1 W/m ² K, ZTA = 0,5) Infil. 0,2 dm ³ /s.m ² Balansventilatie met CO ₂ regeling en volledige bypass WTW = 90% LT verwarming HT-koeling	Verlichting 8 W/m ² Douche-WTW	R _c dak = 12 m ² K/W	R _c dak = 10 m ² K/W	
3. Duurzame opwekking		4.750 m ² PV (50% van dakoppervlak)				Hout/Pellet ketel verwarming en warm tapwater
4. Uitwisseling & opslag		Koude opslag			Koude opslag	
5. Duurzame energie inkopen / Efficient gebruik fossiele energie	WKK HR-104 ketel AKM op WKK 3 CKM's w.tapw op WKK	Elektrische warmtepomp w. tapw collectief indirect gestookte boiler WKK HR-104 ketel AKM op WKK 3 CKM's			Elektrische warmtepomp w. tapw collectief indirect gestookte boiler Externe warmtelevering (η _{opwek} 1,5) Compressie-koelmachine	Externe warmtelevering (η _{opwek} 1,5)

Onderwijs gebouw FLUX

Tabel 2. Varianten die voor het FLUX-gebouw zijn beschouwd waarbij van links naar rechts steeds alleen is aangegeven wat er veranderd is ten opzichte van de eerst voorgaande variant aan de linkerkant.

	REF	REF-PV	HBO12	HBO20	HBO20-bio
1. Energie-reductie aan gebruikskant	Verl reg: aan detectie, veeg i.c.m. daglicht				
2. Reduceer eigen energie-verbruik	$R_c = 3,5, 5$ en $5 \text{ m}^2\text{K/W}$ (vloer, gevel, dak) HR++ glas ($U=1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$, $ZTA = 0,35$) Zonw. Oost, west, zuid Infil. $0,42 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$ WTW = 70% Verlichting: 9 W/m^2 LT verwarming HT-koeling		$R_c = 7, 9$ en $10 \text{ m}^2\text{K/W}$ (vloer, gevel, dak) Triple glas ($U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$, $ZTA = 0,35$) Infil. $0,2 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$ Natuurlijke ventilatie Luchtdebiet naar bouwbesluit WTW = 0% (nvt) Verlichting: 8 W/m^2	Mechanische ventilatie incl CO2 sturing en zonering WTW 90%	
3. Duurzame opwekking	Elektrische warmtepomp	2.250 m^2 PV (50% dakoppervlak)		Elektrische warmtepomp	Hout/pellet ketel voor verwarming en warm tapwater
4. Uitwisseling & opslag	Koude opslag			Koude opslag	
5. Duurzame energie inkopen / Efficiënt gebruik fossiele energie	Electroboiler			Electroboiler Externe warmtelevering verwarming en warm tapwater Koeling CKM	

Tabel 3. Varianten die voor het FLUX-gebouw zijn beschouwd waarbij van links naar rechts steeds alleen is aangegeven wat er veranderd is ten opzichte van de eerst voorgaande variant aan de linkerkant..

	REF	KM15	KG10	KG14	RHDHV
1. Energie-reductie aan gebruikskant	Verl reg: aanw detectie, veeg i.c.m. daglicht				
2. Reduceer eigen energie-verbruik	<p>R_c = 3,5, 5 en 5 m²K/W (vloer, gevel, dak)</p> <p>HR++ glas (U=1,6 W/m²K, ZTA = 0,35)</p> <p>Zonw. Oost, west, zuid</p> <p>Infil. 0,42 dm³/s.m²</p> <p>WTW = 70%</p> <p>Verlichting: 9 W/m²</p> <p>LT verwarming</p> <p>HT-koeling</p>	<p>R_c = 3,5, 4,5 en 6 m²K/W (vloer, gevel, dak)</p> <p>Toepassing volledige by-pass bij ventilatie</p> <p>Luchtdebiet naar 140% bouwbesluit</p> <p>WTW = 80%</p> <p>Verlichting: 4 W/m²</p>	<p>Verlichting: 7 W/m²</p>	<p>R_c = 7, 9 en 10 m²K/W (vloer, gevel, dak)</p> <p>HR++ glas (U=1,1 W/m²K, ZTA = 0,35)</p> <p>Natuurlijke ventilatie</p> <p>Infil. 0,20 dm³/s.m²</p> <p>WTW = 0% (nvt)</p>	<p>Ventilatie: Mechanische toe- en afvoer inclusief CO2 sturing en zonering</p> <p>Luchtdebiet naar 100% bouwbesluit</p> <p>WTW = 90%</p>
3. Duurzame opwekking	Elektrische warmtepomp	2.250 m ² PV (50% dakoppervlak)			
4. Uitwisseling & opslag	Koude opslag				
5. Duurzame energie inkopen / Efficient gebruik fossiele energie	Electroboiler				

Bijlage 2 Resultaten

Bernhoven ziekenhuis – bestaande berekening – combinatiegebouw

Tabel 1. Berekende BENG indicatoren en Q/Q volgens EPC-berekening voor referentie en varianten Bernhoven bestaande EPG berekening.

EPC en BENG indicatoren	REF	ZH10	ZH11	ZH13	ZH20	ZH20-bio*	Voorgeno men eisen 2015
Q/Q [-] (EPC eis 2015)	1,8	0,9	0,8	0,8	0,9	0,7	NVT
BENG 1 Energiebehoefte [kWh/m ² a]	95	60	55	55	55	55	< 65
BENG 2 Primair energiegebruik [kWh/m ² a]	210	115	105	105	110	83	< 120
BENG 3 Hernieuwbare energie [%]	0%	19%	21%	21%	12%	39%	> 50%

*De variant ZH20-bio is niet direct met ENORM berekend maar afgeleid van variant ZH20

Bernhoven ziekenhuis – vereenvoudigde berekening – gezondheidszorg met bedgebied

Tabel 2. Berekende BENG indicatoren en Q/Q volgens EPC-berekening voor referentie en varianten Bernhoven vereenvoudigde EPG berekening gezondheidszorg met bedgebied.

EPC en BENG indicatoren	REF	ZH10	ZH11	ZH13	ZH20	ZH20-bio*	Voorgeno men eisen 2015
Q/Q [-] (EPC eis 2015)	1,8	1,0	0,9	0,8	0,9	0,2	NVT
BENG 1 Energiebehoefte [kWh/m ² a]	125	79	71	71	71	71	< 65
BENG 2 Primair energiegebruik [kWh/m ² a]	297	177	157	157	169	129	< 120
BENG 3 Hernieuwbare energie [%]	0%	12%	14%	14%	9%	33%	> 50%

*De variant ZH20-bio is niet direct met ENORM berekend maar afgeleid van variant ZH20

Bernhoven ziekenhuis – vereenvoudigde berekening – gezondheidszorg overig

Tabel 3. Berekende BENG indicatoren en Q/Q volgens EPC-berekening voor referentie en varianten Bernhoven vereenvoudigde EPG berekening gezondheidszorg overig.

EPC en BENG indicatoren	REF	ZH10	ZH11	ZH13	ZH20	ZH20-bio*	Voorgeno men eisen 2015
Q/Q [-] (EPC eis 2015)	1,9	0,8	0,6	0,6	0,7	0,2	NVT
BENG 1 Energiebehoefte [kWh/m ² a]	53	37	33	33	33	33	< 65
BENG 2 Primair energiegebruik [kWh/m ² a]	115	51	40	40	46	35	< 120
BENG 3 Hernieuwbare energie [%]	0%	28%	32%	31%	26%	54%	> 50%

*De variant ZH20-bio is niet direct met ENORM berekend maar afgeleid van variant ZH20

Bernhoven ziekenhuis – vereenvoudigde berekening – gezondheidszorg met bedgebied/ gezondheidszorg overig

Tabel 4. Berekende BENG indicatoren volgens EPC-berekening voor referentie en varianten Bernhoven vereenvoudigde EPG berekening gezondheidszorg overig (44%) en gezondheidszorg met bedgebied (56%) naar rato gemiddeld.

EPC en BENG indicatoren	REF	ZH10	ZH11	ZH13	ZH20	ZH20-bio*	Voorgeno men eisen 2015
BENG 1 Energiebehoefte [kWh/m ² a]	93	60	54	54	54	54	< 65
BENG 2 Primair energiegebruik [kWh/m ² a]	217	122	106	106	115	88	< 120
BENG 3 Hernieuwbare energie [%]	0%	19%	22%	21%	16%	43%	> 50%

Bernhoven ziekenhuis – NTA 8800 berekening – gezondheidszorg met bedgebied

Tabel 5. Berekende BENG indicatoren volgens EPC-berekening voor referentie en varianten Bernhoven vereenvoudigde EPG berekening gezondheidszorg met bedgebied.

EPC en BENG indicatoren	REF	ZH10	ZH11	ZH13	ZH20	ZH20-bio	Voorgeno men eisen 2019
BENG 1 Energiebehoefte [kWh/m ² a]	240	219	222	222	222	222	< 350
BENG 2 Primair energiegebruik [kWh/m ² a]	269	225	209	209	230	175	< 150
BENG 3 Hernieuwbare energie [%]	0%	9%	10%	10%	8%	20%	> 30%

Bernhoven ziekenhuis – NTA 8800 berekening – gezondheidszorg overig

Tabel 6. Berekende BENG indicatoren volgens EPC-berekening voor referentie en varianten Bernhoven vereenvoudigde EPG berekening gezondheidszorg zonder bedgebied.

EPC en BENG indicatoren	REF	ZH10	ZH11	ZH13	ZH20	ZH20-bio	Voorgeno men eisen 2019
BENG 1 Energiebehoefte [kWh/m ² a]	58	45	45	45	45	45	< 100
BENG 2 Primair energiegebruik [kWh/m ² a]	123	89	83	83	97	75	< 60
BENG 3 Hernieuwbare energie [%]	0%	20%	21%	21%	18%	28%	> 40%

Bernhoven ziekenhuis – NTA 8800 berekening – gezondheidszorg met bedgebied/ gezondheidszorg overig

Tabel 7. Berekende BENG indicatoren volgens EPC-berekening voor referentie en varianten Bernhoven vereenvoudigde EPG berekening gezondheidszorg overig (44%) en gezondheidszorg met bedgebied (56%) naar rato gemiddeld.

EPC en BENG indicatoren	REF	ZH10	ZH11	ZH13	ZH20	ZH20-bio	Voorgeno men eisen 2019
BENG 1 Energiebehoefte [kWh/m ² a]	160	142	144	144	144	144	< 240
BENG 2 Primair energiegebruik [kWh/m ² a]	205	165	153	153	171	131	< 110
BENG 3 Hernieuwbare energie [%]	0%	14%	15%	15%	12%	24%	> 34%

Flux onderwijsgebouw – bestaande berekening – combinatiegebouw

Tabel 8. EPC (=Q/Q-waarde bij eis 2015) en BENG indicatoren van verschillende varianten met maatregelpakketten voor het FLUX gebouw TU/e, Eindhoven voor bestaande EPG berekening.

EPC en BENG indicatoren	REF	REF PV (50%)	HBO12	HBO20	HBO20 -bio	KM15	KG10	KG14	RHDHV	Voorgenom en eisen 2015
Q/Q [-] (EPC eis 2015)	1,3	0,8	0,5	0,7	0,6	0,5	0,6	0,5	0,22	NVT
BENG 1 Energiebehoefte [kWh/m ² a]	65	65	40	36	36	40	43	39	20	< 50
BENG 2 Primair energiegebruik [kWh/m ² a]	104	66	36	55	44	40	50,0	37	19	< 60
BENG 3 Hernieuwbare energie [%]	18%	37%	52%	21%	44%	51%	43%	52%	56%	> 50%

Flux onderwijsgebouw – Vereenvoudigde berekening – kantoorfunctie

Tabel 9. EPC (=Q/Q-waarde bij eis 2015) en BENG indicatoren van verschillende varianten met maatregelpakketten voor het FLUX gebouw TU/e, Eindhoven vereenvoudigde EPG berekening kantoorfunctie.

EPC en BENG indicatoren	REF	REF PV (50%)	HBO12	HBO20	HBO20 -bio	KM15	KG10	KG14	RHDHV	Voorgenom en eisen 2015
Q/Q [-] (EPC eis 2015)	1,3	0,8	0,4	0,6	0,1	0,5	0,7	0,4	0,2	NVT
BENG 1 Energiebehoefte [kWh/m ² a]	48	48	29	30	30	33	35	28	17	< 50
BENG 2 Primair energiegebruik [kWh/m ² a]	97	60	32	43	35	39	48	27	11	< 25
BENG 3 Hernieuwbare energie [%]	15%	34%	50%	26%	47%	47%	40%	51%	57%	> 50%

Flux onderwijsgebouw – Vereenvoudigde berekening – onderwijsfunctie

Tabel 10. EPC (=Q/Q-waarde bij eis 2015) en BENG indicatoren van verschillende varianten met maatregelpakketten voor het FLUX gebouw TU/e, Eindhoven vereenvoudigde EPG berekening onderwijsfunctie.

EPC en BENG indicatoren	REF	REF PV (50%)	HBO12	HBO20	HBO20 -bio	KM15	KG10	KG14	RHDHV	Voorgenom en eisen 2015
Q/Q [-] (EPC eis 2015)	1,3	0,9	0,7	0,9	0,1	0,5	0,6	0,7	0,4	NVT
BENG 1 Energiebehoefte [kWh/m ² a]	94	94	67	49	49	54	56	66	26	< 50
BENG 2 Primair energiegebruik [kWh/m ² a]	116	79	58	81	69	46	53	59	37	< 60
BENG 3 Hernieuwbare energie [%]	22%	38%	53%	16%	32%	51%	46%	53%	29%	> 50%

Flux onderwijsgebouw – Vereenvoudigde berekening – kantoorfunctie / onderwijsfunctie

Tabel 11. BENG indicatoren van verschillende varianten met maatregelpakketten voor het FLUX gebouw TU/e, Eindhoven vereenvoudigde EPG berekening onderwijsfunctie (38%) en kantoorfunctie (62%) naar rato gemiddeld.

EPC en BENG indicatoren	REF	REF PV (50%)	HBO12	HBO20	HBO20 -bio	KM15	KG10	KG14	RHDHV	Voorgenom en eisen 2015
BENG 1 Energiebehoefte [kWh/m ² a]	66	66	43	37	37	41	43	42	20	< 50
BENG 2 Primair energiegebruik [kWh/m ² a]	104	67	42	57	48	42	50	38	21	< 60
BENG 3 Hernieuwbare energie [%]	17%	36%	51%	22%	41%	48%	42%	52%	46%	> 50%

Flux onderwijsgebouw – NTA 8800 berekening – kantoorfunctie

Tabel 12. BENG indicatoren van verschillende varianten met maatregelpakketten voor het FLUX gebouw TU/e, Eindhoven NTA 8800 berekening kantoorfunctie.

EPC en BENG indicatoren	REF	REF PV (50%)	HBO12	HBO20	HBO20 -bio	KM15	KG10	KG14	RHDHV	Voorgenom en eisen 2019
BENG 1 Energiebehoefte [kWh/m ² a]	56	56	45	45	45	60	58	46	46	< 90
BENG 2 Primair energiegebruik [kWh/m ² a]	102	82	35	57	43	62	73	31	26	<50
BENG 3 Hernieuwbare energie [%]	27%	42%	72%	27%	33%	47%	43%	74%	69%	> 30%

Flux onderwijsgebouw – NTA 8800 berekening – onderwijsfunctie

Tabel 13. BENG indicatoren van verschillende varianten met maatregelpakketten voor het FLUX gebouw TU/e, Eindhoven NTA 8800 berekening onderwijsfunctie.

EPC en BENG indicatoren	REF	REF PV (50%)	HBO12	HBO20	HBO20 -bio	KM15	KG10	KG14	RHDHV	Voorgenom en eisen 2019
BENG 1 Energiebehoefte [kWh/m ² a]	153	153	139	139	139	159	155	140	140	< 180
BENG 2 Primair energiegebruik [kWh/m ² a]	109	88	66	68	50	69	77	61	36	< 80
BENG 3 Hernieuwbare energie [%]	40%	51%	75%	23%	30%	55%	52%	76%	62%	> 40%

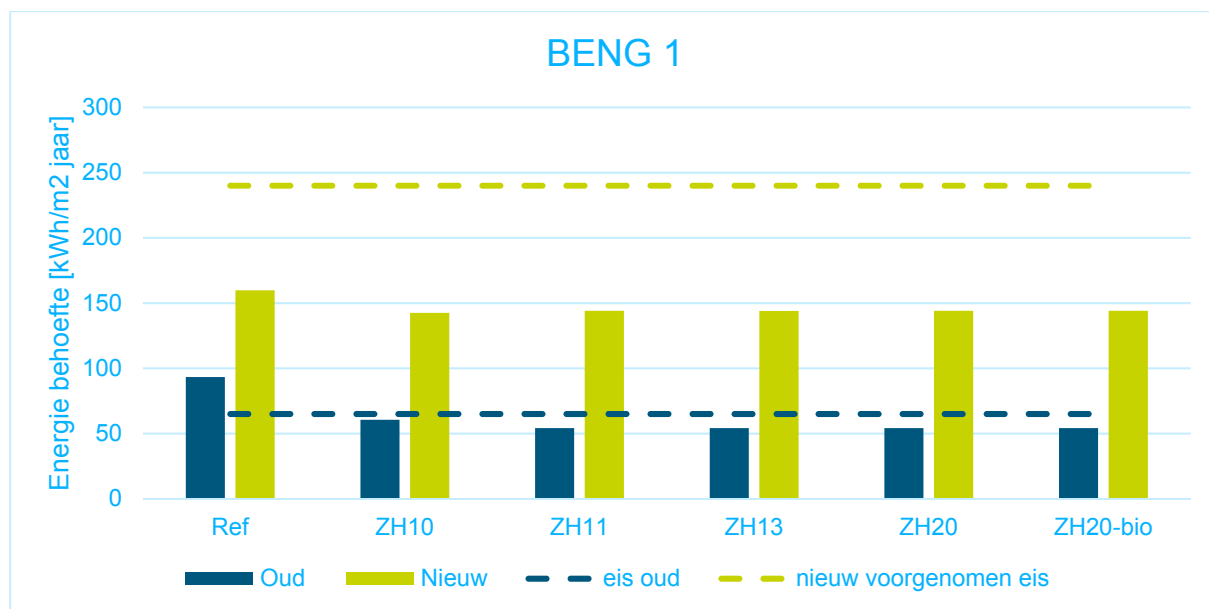
Flux onderwijsgebouw – NTA 8800 berekening – kantoorfunctie / onderwijsfunctie

Tabel 14. BENG indicatoren van verschillende varianten met maatregelpakketten voor het FLUX gebouw TU/e, Eindhoven NTA 8800 berekening onderwijsfunctie (38%) en kantoorfunctie (62%) naar rato gemiddeld.

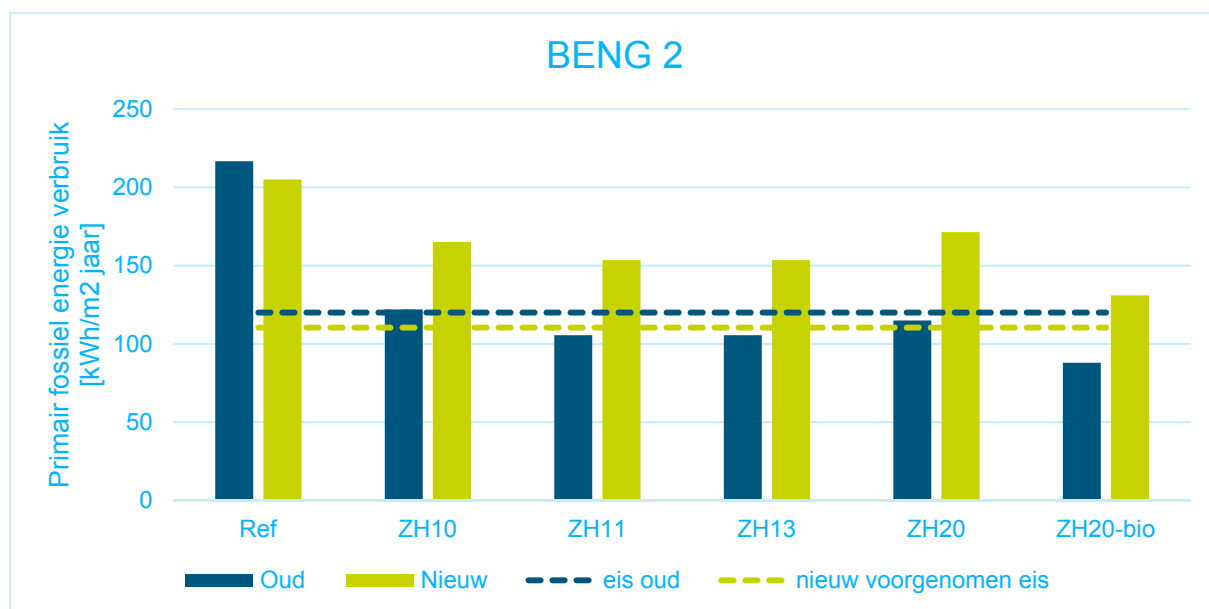
EPC en BENG indicatoren	REF	REF PV (50%)	HBO12	HBO20	HBO20 -bio	KM15	KG10	KG14	RHDHV	Voorgenom en eisen 2019
BENG 1 Energiebehoefte [kWh/m ² a]	93	93	81	81	81	98	95	82	82	< 124
BENG 2 Primair energiegebruik [kWh/m ² a]	105	84	47	61	45	65	74	42	30	< 61
BENG 3 Hernieuwbare energie [%]	32%	45%	73%	25%	32%	50%	46%	75%	66%	> 34%

Bijlage 3 Vergelijking oude en nieuwe methode

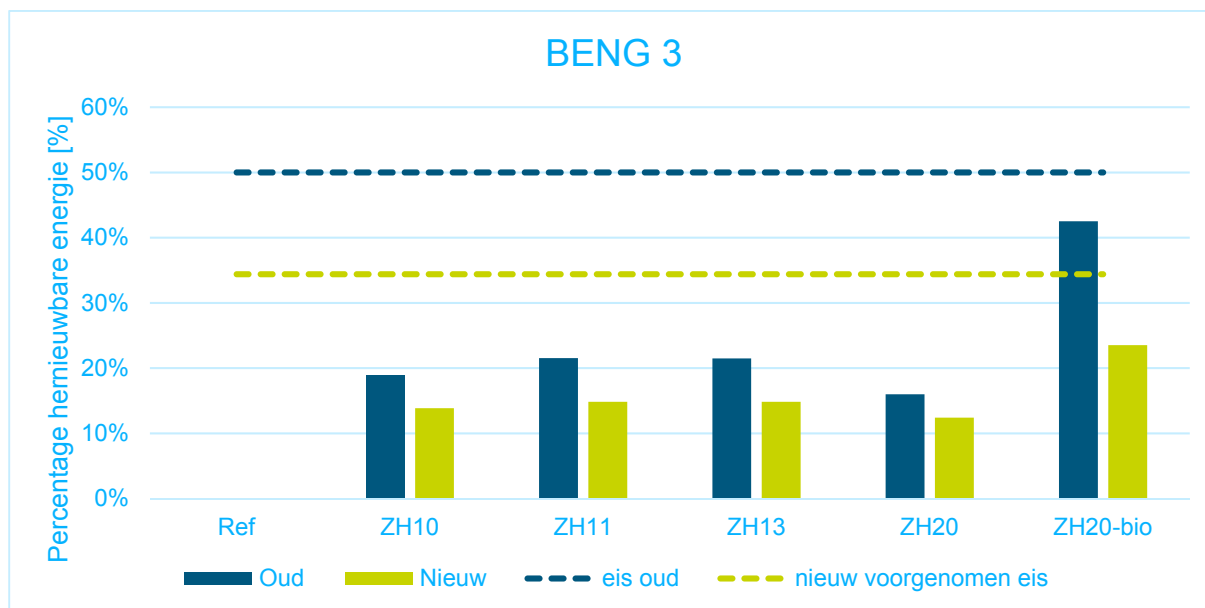
Bernhoven Ziekenhuis



Figuur 114 Energiebehoefte Bernhoven Ziekenhuis referentie en maatregelpaketten voor combinatie 56% gezondheidszorg met bedgebed en 44% gezondheidszorg overig voor huidige EPG berekening en nieuwe rekenmethode NTA8800.



Figuur 15 Primair fossiel energie verbruik Bernhoven Ziekenhuis referentie en maatregelpaketten voor combinatie 56% gezondheidszorg met bedgebed en 44% gezondheidszorg overig voor huidige EPG berekening en nieuwe rekenmethode NTA8800.



Figuur 3 Aandeel hernieuwbare energie Bernhoven Ziekenhuis referentie en maatregelpakketten voor combinatie 56% gezondheidszorg met bedgebied en 44% gezondheidszorg overig voor huidige EPG berekening en nieuwe rekenmethode NTA8800.

Vergelijking:

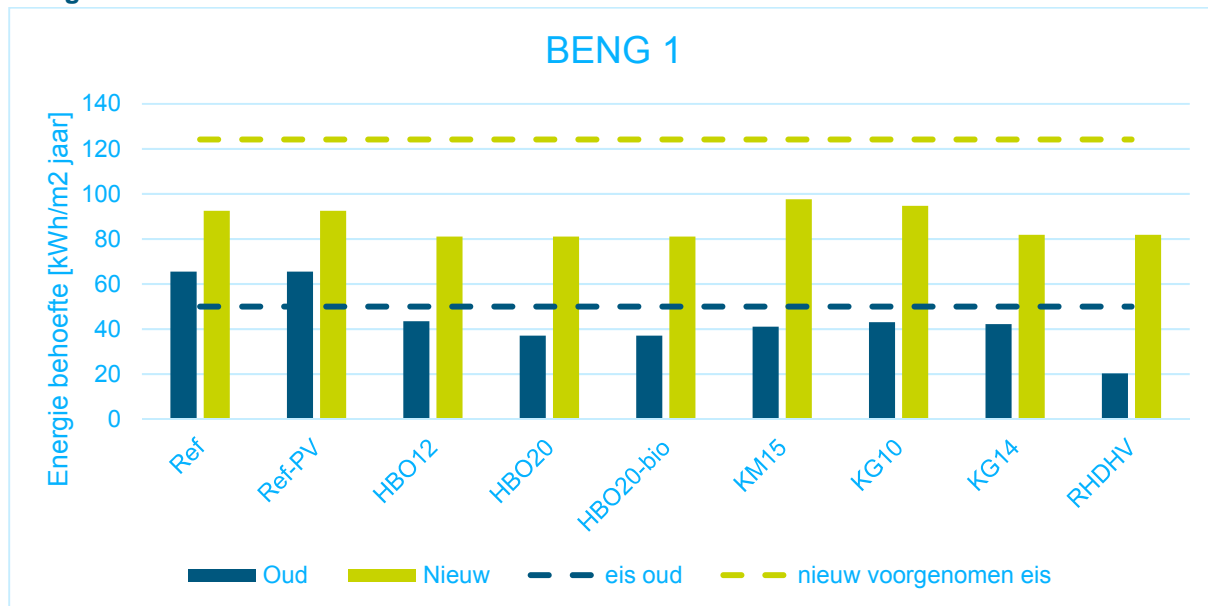
- BENG 1 haalbaar en makkelijker haalbaar voor Bernhoven.
- BENG 2 niet haalbaar en minder goed haalbaar bij Bernhoven. Een oorzaak: in NTA 8800 is de opbrengst van PV lager.
- BENG 3 niet haalbaar maar wel makkelijker haalbaar bij Bernhoven.
- De energiebehoefte is gestegen voor alle varianten in vergelijking tot de oude berekening. Dit kan worden verklaard door de nieuwe definitie van BENG 1 waarin wel de warmte en koudebehoefte ten gevolge van de benodigde verse buitenlucht wordt meegenomen maar het toegepaste ventilatiesysteem niet. Het effect van warmteterugwinning uit de afvoerlucht wordt dus niet meegenomen.
- Het primaire energie gebruik van het referentiegebouw is nagenoeg even hoog voor de oude en nieuwe berekening.
- In ZH10 wordt verwarmd met een warmtepomp i.c.m. warmte koude opslag. Daarnaast is PV toegepast op 50% van het dakoppervlak. Het primair energiegebruik daalt hiermee met 19% t.o.v. het referentie scenario, berekend met de nieuwe rekenmethodiek. De NTA 8800 berekening heeft een 35% hoger primair energie gebruik dan de oude EPG berekening.
- In ZH11 is het vermogen van de verlichting verlaagd van 9,3 naar 8 W/m² en is douchewater wtw toegepast. Dit geeft in de huidige EPG berekening een reductie van 16,4 kWh/m² per jaar en op de NTA 8800 11,6 kWh/m² per jaar. Dit komt overeen met een reductie van 13% en respectievelijk 7%.
- In ZH13 is het dak beter geïsoleerd tot Rc 12 m²K/W. Het primair energiegebruik blijft hierdoor ongewijzigd. De energiebehoefte daalt met 0,06%. t.o.v. ZH11 met dakisolatie met Rc 10 m²K/W.
- In ZH20 wordt warmte benut uit externe warmte levering met rendement 1,5 en gekoeld middels een compressiekoelmachine. Externe warmtelevering wordt slechter beoordeeld in de NTA 8800 dan in de huidige EPG. Het primair energie gebruik stijgt met 11% t.o.v. ZH11 in de nieuwe berekening. In de oude berekening is dit slechts 9%.
- Wanneer biomassa wordt benut voor verwarming en warm tap water is het primair energiegebruik 24% lager met de nieuwe berekening. Met de oude berekening is dit 23%

lager. Deze berekening is handmatig gecorrigeerd. De benodigde primaire energie exclusief hulpenergie voor verwarming en warmtapwater zijn bij elkaar opgeteld en teruggerekend naar primair energie per vierkante meter vloeroppervlak en afgetrokken van BENG 2. BENG 3 is op de volgende wijze herberekend:

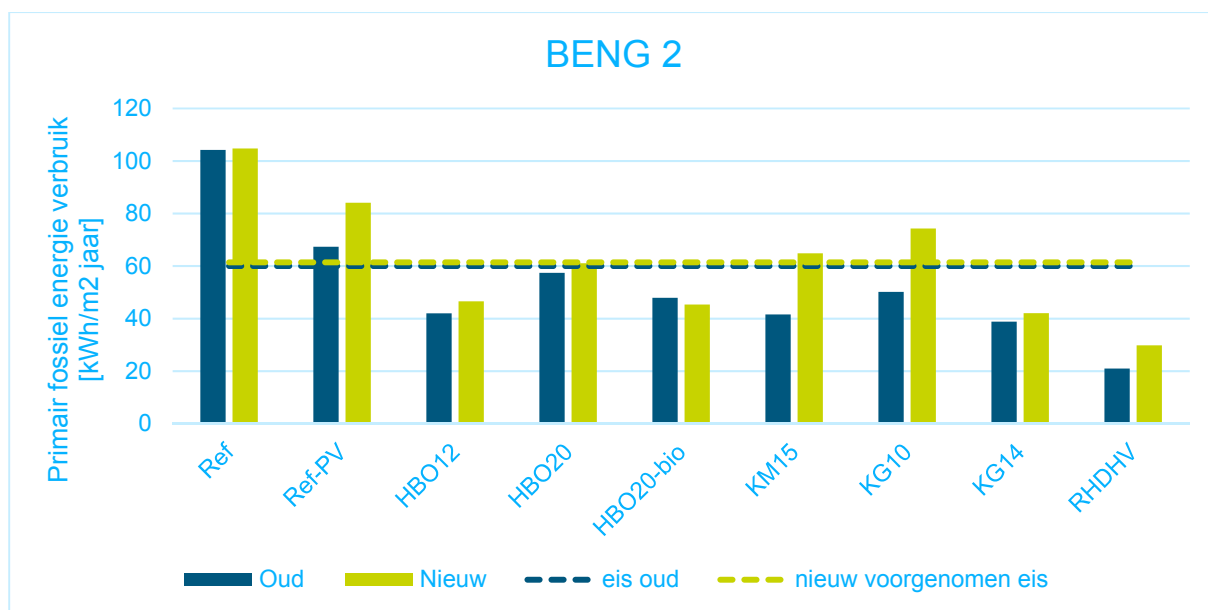
$$\frac{\text{BENG2}_{ZH10}}{\text{BENG2}_{ZH10} - \text{primaire energie verwarming en tapwater}} \times \text{BENG 3}_{ZH10} + \frac{(\text{primaire energie verwarming} / 1,5 + \text{primaire energie tapwater} / 1,35) / 3,6}{\text{vloeroppervlak}} \times 100\%$$

- Het aandeel hernieuwbare energie is bij de berekeningen met de NTA8800 lager. Dit wordt veroorzaakt door het hogere energiegebruik

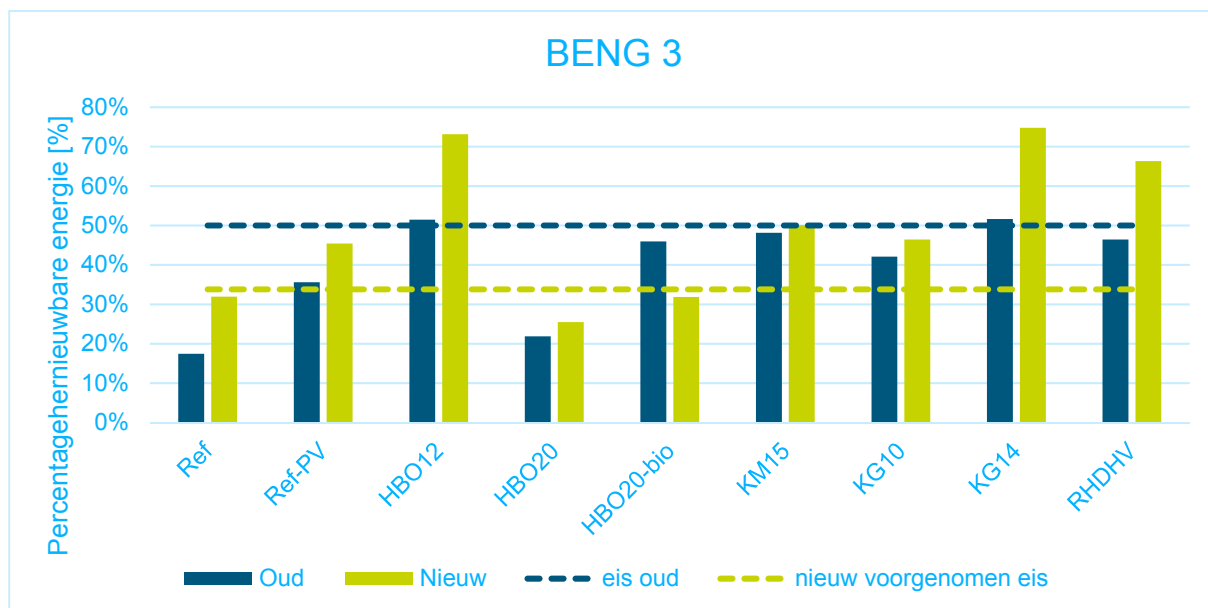
Fluxgebouw



Figuur 4 Energiebehoefte Flux gebouw referentie en maatregelpaketten voor combinatie 62% kantoorfunctie en 38% onderwijsfunctie voor huidige EPG berekening en nieuwe rekenmethode NTA8800.



Figuur 5 Primair fossiel energie verbruik Flux gebouw referentie en maatregelpaketten voor combinatie 62% kantoorfunctie en 38% onderwijsfunctie voor huidige EPG berekening en nieuwe rekenmethode NTA8800.



Figuur 6 Aandeel hernieuwbare energie Flux gebouw referentie en maatregelpaketten voor combinatie 62% kantoorfunctie en 38% onderwijsfunctie voor huidige EPG berekening en nieuwe rekenmethode NTA8800.

Vergelijking:

- BENG 1 haalbaar en makkelijker haalbaar voor Flux-gebouw.
- BENG 2 wel haalbaar maar minder makkelijk haalbaar bij Fluxgebouw. Een oorzaak: in NTA 8800 is de opbrengst van PV lager.
- BENG 3 wel haalbaar en makkelijker haalbaar bij Flux-gebouw.
- De energiebehoefte is voor alle varianten gestegen in vergelijking tot de oude berekening. Dit kan worden verklaard door de nieuwe definitie van BENG 1 waarin het ventilatiesysteem niet wordt meegenomen.
- Het primaire energie gebruik van het referentiegebouw is nagenoeg gelijk voor de oude en nieuwe berekening.
- In het scenario Ref-PV is zowel in de oude als in de nieuwe berekening 2250 m² PV opgenomen met 150 Wp per vierkante meter, zuid georiënteerd, sterk geventileerd onder een hoek van 45°. In de oude berekening daalt het primaire energiegebruik met 35%. In de nieuwe berekening daalt het primaire energiegebruik met 20%. De bijdrage van PV is dus lager in de berekeningen met de NTA8800.
- In scenario HBO12 is de thermische isolatie van het gebouw en luchtdichtheid verbeterd, is het vermogen van de verlichting verlaagd en wordt geventileerd met natuurlijke toevoer zonder warmteterugwinsysteem. Het primair energiegebruik is voor dit scenario vergelijkbaar voor de oude en nieuwe berekening. Uitgaande dat het energiegebruik verder daalde in de oude berekening wanneer PV werd toegepast betekent dit dat de onder deze bullet genoemde maatregelen een groter effect hebben op de nieuwe berekening.
- In scenario KM15 is de thermische isolatie van het gebouw aangepast naar bouwbesluit niveau, is volledig bypass toegepast op ventilatie, is WTW rendement verhoogd van 70% naar 80% en het verlichtingsvermogen verlaagd van 9 naar 4 W/m² en is 50% dak PV toegepast. Het primair energie gebruik daalt in dit scenario met 60% in de oude rekenmethode en met 38% in de nieuwe rekenmethode. Wanneer verlichtingsvermogen (KG10) niet wordt teruggebracht naar 4 maar naar 8 W/m² is bedraagt de reductie 54% en 29% met de oude en nieuwe rekenmethode.

- In scenario KG14 is de thermische isolatie verbeterd en wordt geventileerd op basis van natuurlijke toevoer. Het berekende energiegebruik is vergelijkbaar voor de oude en nieuwe rekenmethode.
- Scenario RHDHV is gelijk aan scenario KG14 met een gabalanceerd ventilatiesysteem met WTW met rendement 90% en ventilatiedebiet op bouwbesluitniveau.
- Het aandeel hernieuwbare energie is in alle scenario's op HBO20-bio na hoger. Dit komt vermoedelijk doordat de koude uit de wko in de nieuwe methode ook meegenomen wordt als hernieuwbare energie.