



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland

Onderzoek BENG voor ziekenhuizen

In opdracht van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties

>> *Duurzaam, Agrarisch, Innovatief
en Internationaal Ondernemen*

23 februari 2018

Onderzoek BENG voor ziekenhuizen

www.deerns.nl

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van de opdrachtgever. Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de DNR 2011, en naar de betreffende ter zake tussen partijen gesloten overeenkomst.

Onderzoek BENG voor ziekenhuizen

Roman Aalbers
Adviseur

roman.aalbers@deerns.com

+31 6 27 14 91 31

Aan :

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO)
De heer L. Hermkes en mevrouw ir. J.W.M. Hooijschuur
Prinses Beatrixlaan 2
2595 AL DEN HAAG

Deerns Nederland B.V.

Rijswijk, 23 februari 2018

Projectnr. RNL.160.04534.00.0001
Rapportage_BENG_ZH 20180201 v1_0

Inhoud

1	Inleiding	5
2	Gebruiksprofielen gezondheidszorgfunctie	6
2.1	Beoordeling	6
2.2	Invloed op BENG	7
3	BENG bestaande ziekenhuizen	8
3.1	Referentieprojecten	8
3.2	BENG-eisen per project	8
3.3	Optimalisatie gebouwconcept	10
3.4	BENG 3 – duurzame energieopwekking	10
4	Duurzame koude	12
4.1	BENG 3 – duurzame energieopwekking inclusief koude	12
5	Conclusie	13
	Bijlage 1 Rekenmethode duurzame koude	15
	Bijlage 2 Analyse EPC-berekeningen	17

1 Inleiding

Vanaf 1 januari 2020 moet alle nieuwbouw voldoen aan de eisen voor bijna energieneutrale gebouwen (BENG). De eisen voor energieprestatie zijn vastgelegd door de volgende indicatoren:

1. De maximale energiebehoefte in kWh per m² gebruiksoppervlak per jaar; (BENG 1)
2. Het maximale primaire fossiele energiegebruik, eveneens in kWh per m² gebruiksoppervlak per jaar; (BENG 2)
3. Het minimale percentage hernieuwbare energie (BENG 3)

Het introduceren van BENG heeft in alle markten een grote invloed, om die reden kan er weerstand ontstaan tegen de nieuwe eisen. Het aanscherpen van energie-eisen voor nieuwbouw is echter cruciaal voor het behalen van de klimaatdoelstellingen. In dit rapport beschrijven we de haalbaarheid van de BENG-eisen voor ziekenhuizen haalbaar zijn.

In hoofdstuk 2 worden de gebruiksprofielen voor gezondheidszorgfunctie bekeken. Deze gebruiksprofielen bevatten standaard waarden om de energieprestaties van gebouwen te berekenen. Er wordt beoordeeld of de profielen nog actueel zijn of wellicht aangepast moeten worden.

In hoofdstuk 3 wordt voor de referentiegebouwen en vijf recente ziekenhuisprojecten van Deerns de BENG-score bepaald. Vervolgens vindt er een optimalisatie van het gebouwconcept plaats en wordt bepaald wat er nodig is om te voldoen aan de eis van minimaal 50% duurzame energieopwekking.

In hoofdstuk 4 wordt vastgesteld wat de gevolgen zijn als koude uit koude-opslag als duurzame energie wordt aangemerkt.

De conclusies worden besproken in hoofdstuk 5.

2 Gebruiksprofielen gezondheidszorgfunctie

Het energiegebruik van een gebouw wordt voor een groot deel bepaald door de manier waarop het gebouw wordt gebruikt; onder andere het aantal personen, de temperatuursetpoints en de schakeltijden van de verlichting beïnvloeden het energiegebruik. Om gebouwen eenduidig met elkaar te kunnen vergelijken, zijn gebruiksprofielen opgesteld voor de verschillende gebruiksfuncties. Deze staan beschreven in de Nederlandse norm NEN 7120+C2 (Energieprestatie voor gebouwen – bepalingmethode). Aangezien de gebruiksprofielen een aanzienlijke invloed hebben op de berekende energieprestatie van gebouwen, is de vraag om kritisch naar deze profielen te kijken voor de gezondheidszorgfuncties.

De huidige gebruiksprofielen voor de gezondheidszorgfuncties met en zonder bedgebied worden getoond in Tabel 1.

Tabel 1. Gebruiksprofielen gezondheidszorgfunctie

Gebruiksprofielen zorg	Eenheid	Met bed	Zonder bed
Apparatuurgebruik	W/m ²	4	3
Personen	W/m ²	5	5
Temperatuur	°C	22	20
Verlaagde thermostaat	uur	23:00-7:00	18:00-8:00
Branduren overdag	uur	4.000	2.200
Branduren 's nachts	uur	1.000	300
Luchtvochtigheid	g/m ³	5	5
Tapwater	MJ/m ² /jaar	55	10
Tapwater	l/m ² /dag	0,719	0,131
Aandeel douche	%	40	40

2.1 Beoordeling

De gebruiksprofielen zijn beoordeeld door experts van Deerns en voorgelegd aan een ziekenhuis. De experts geven aan de gebruiksprofielen een reële weergave van de werkelijke situatie te vinden.

Hierna volgen enkele aandachtspunten:

Apparatuur

De waarde voor 4 W/m² voor apparatuurgebruik is een acceptabel gemiddelde. Voor gespecialiseerde ziekenhuizen is deze waarde aan de lage kant.

Personen

De waarde voor 5 W/m² voor personen is een acceptabel gemiddelde.

Temperatuur

Voor dit profiel is te verwachten dat er verschillen zijn tussen de binnentemperaturen in de zomerperiode en de winterperiode; dat zien we hier niet terug.

Verlichting

Voor verlichting is 16 - 17 W/m² een te hoge waarde. Voor conventionele nieuwbouw is xx-xx W/m² een reële waarde voor ziekenhuizen. Te hoge lichtsterktes, meer dan 400 lux, worden in bepaald gebruiksfuncties als hinderlijk ervaren, zo is onze ervaring bij onder andere het Reinier de Graaf Ziekenhuis.

Het aantal branduren is een acceptabele inschatting, ervan uitgaande dat dit geldt voor verlichting zonder daglichtschakeling..

Warm tapwater

De inschatting voor warm tapwater is een reële inschatting.

2.2 Invloed op BENG

Er zijn geen aanpassingen in de gebruiksprofielen nodig om deze beter te laten aansluiten bij het huidige gebruik van ziekenhuizen. Slechts het verlichtingsvermogen geeft een waarde die inmiddels achterhaald is. Echter, verlichting wordt in energieberekeningen vaak niet forfaitair berekend, waardoor aanpassing van deze waarde voor de meeste ziekenhuizen geen invloed heeft op de berekende energieprestatie.

Het aanpassen van de gebruiksprofielen voor de gezondheidszorgfuncties is niet nodig; hierdoor is er ook geen invloed op de BENG-eisen.

3 BENG bestaande ziekenhuizen

Door de jaren heen heeft Deerns een groot aantal ziekenhuizen ontworpen. Van een aantal recente projecten is onderzocht hoe de gebouwen scoren op de verschillende BENG-eisen. Vervolgens wordt bekeken hoe eventueel een betere score behaald kan worden.

3.1 Referentieprojecten

Als referentiegebouw wordt het BENG-referentiegebouw gezondheid met bed XL¹ gebruikt. Het referentiegebouw heeft drie energieconcepten:

- Een concept met inzet van gas
- Een all-electric concept met warmtepomp
- Een concept met externe warmtelevering.

Daarnaast zijn vijf recente projecten van Deerns zijn geanalyseerd. De EPC berekeningen zijn gemaakt tussen 2014 en 2017.

De gebouwen zijn hoogwaardig geïsoleerd en worden verwarmd en gekoeld middels een WKO-systeem, uitgezonderd ziekenhuis A dat gebruik maakt van warmtepompen en compressiekoeling. Ventilatie vindt plaats via balansventilatie met warmteterugwinning en de mogelijkheid tot terugregeling. De ventilatievoud varieert tussen de 1,4 en 2,9 m³/uur per m² GBO.

Bereiding van warm tapwater vindt op verschillende manieren plaats; elektrische boilers of elektrische doorstroomelementen, of via gasketels of een gaswarmtepomp. Verlichting is veelal geregeld via aanwezigheid en daglicht en varieert van 5 tot 11 W/m² BVO, mede afhankelijk van de gebruiksfunctie in het betreffende deel van het ziekenhuis (behandeling of verblijf). Drie van de vijf ziekenhuizen beschikken over een PV-installatie op het dak.

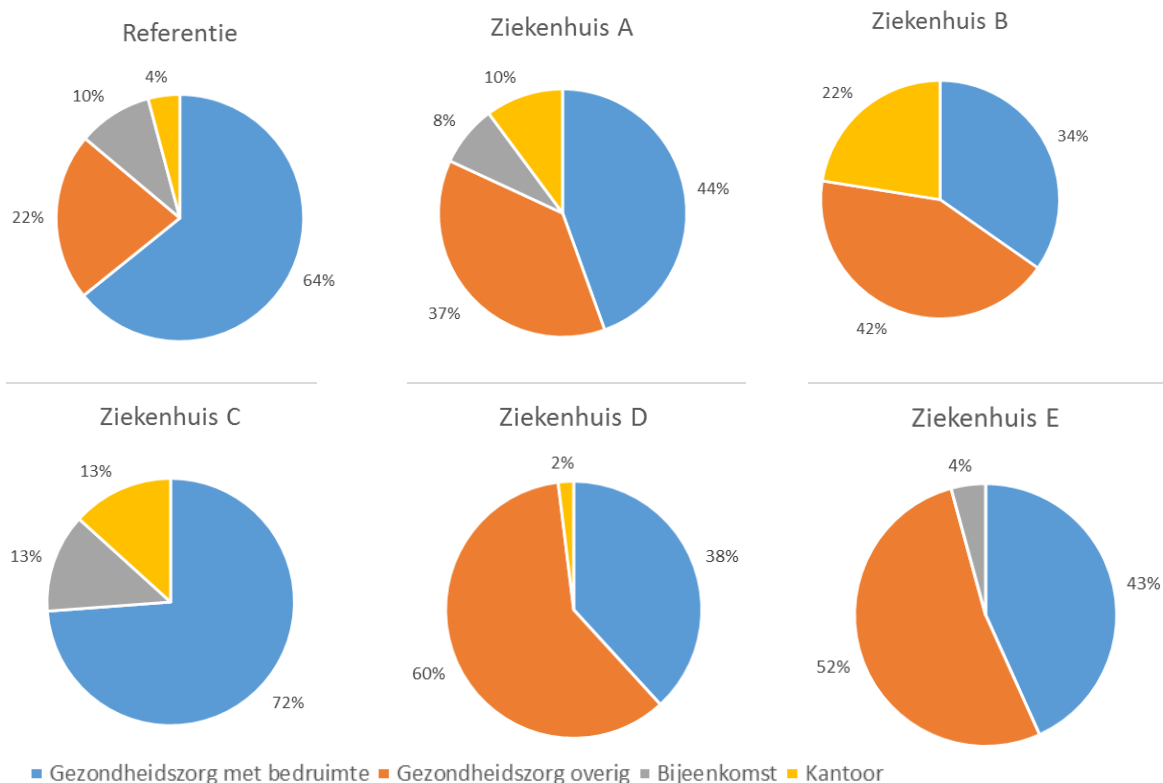
Een overzicht van de gebouwkenmerken voor de EPC-berekeningen is bijgevoegd in bijlage 2.

3.2 BENG-eisen per project

Voor verschillende gebruiksfuncties gelden verschillende waarden voor de BENG-criteria. Aangezien ziekenhuizen bestaan uit een combinatie van gebruiksfuncties, zie Figuur 1, moeten eerst de waarden per project inzichtelijk gemaakt worden. Vervolgens wordt met de EPC-berekening vastgesteld of aan de BENG-eisen wordt voldaan.

Het valt op dat de gebruiksfuncties binnen ziekenhuizen aanzienlijk verschillen. Dit kan veroorzaakt worden doordat ziekenhuizen werkelijk andere functies bevatten, maar het kan ook betekenen dat er verschillende interpretaties bestaan over de te gebruiken functies voor de energiemodellering.

¹ Referentiegebouwen BENG – DGMR – november 2017



Figuur 1: Verdeling gebruiksfuncties per ziekenhuis

Tabel 2. BENG-eisen per project (groen = voldoet, rood = voldoet niet)

BENG indicator	Energiebehoefte [kWh/m ²]		Primaire energie [kWh/m ²]		Aandeel duurzame energie	
	eis	EPG	eis	EPG	eis	EPG
Referentie - gas	≤ 63	66	≤ 106	92	≥ 50%	29%
Referentie - warmtepomp	≤ 63	66	≤ 106	68	≥ 50%	45%
Referentie - extern	≤ 63	71	≤ 106	75	≥ 50%	31%
Ziekenhuis A	≤ 62	62	≤ 103	176	≥ 50%	10%
Ziekenhuis B	≤ 62	56	≤ 98	61	≥ 50%	29%
Ziekenhuis C	≤ 61	67	≤ 94	211	≥ 50%	8%
Ziekenhuis D	≤ 65	56	≤ 118	95	≥ 50%	25%
Ziekenhuis E	≤ 64	60	≤ 116	156	≥ 50%	14%

Tabel 2 geeft een overzicht van de BENG-eisen per project en de gerealiseerde waarden. Hierbij betekent groen dat aan de eis wordt voldaan en rood dat niet aan de eis wordt voldaan.

Uit de tabel is af te lezen dat de beoordeelde ziekenhuisprojecten niet voldoen aan de BENG-eisen. Geen enkel ziekenhuis voldoet aan de gestelde eis van minimaal 50% duurzame energieopwekking (BENG 3). Het referentieziekenhuis voldoet in de huidige EPG-berekening (ENORM versie 3.60) daarnaast niet aan BENG-eis 1. Van de gerealiseerde ziekenhuizen voldoen slechts twee van de vijf ziekenhuizen aan de BENG-eisen 1 en 2. Merk hierbij op dat de gerealiseerde ziekenhuizen niet verplicht zijn aan de BENG-eisen te voldoen.

3.3 Optimalisatie energieconcept

Deerns experts op het gebied van gezondheidszorg en duurzaamheid hebben bekeken hoe het referentiegebouw en de referentieprojecten zouden kunnen voldoen aan de BENG-eisen.

Bij het referentiegebouw ligt de focus voornamelijk op bouwkundige optimalisatie (betere isolatiewaarden) en (te) weinig op installatietechnische gebieden. Aandacht voor nieuwe ventilatietechnieken en een andere wijze van tapwateropwekking zijn ons inziens van groter belang dan bijvoorbeeld het verder verhogen van de warmteweerstand van de gevels. Nieuw opkomende beschikbare technieken, zoals HT warmtepompen en elektrostatische filters voor luchtbehandelingskasten maken het mogelijk de energieprestatie van het ziekenhuis verder te verbeteren.

Het referentiegebouw is daarom opnieuw doorgerekend met de volgende uitgangspunten, het startpunt is de referentie met all-electric concept met warmtepomp:

- Dichte delen R_c vloer / gevel / dak 5,0 / 6,0 / 7,0 m²k/w
- Open delen $U_{\text{totaal}} = 0,8$ W/m²K
- Infiltratie $q_{v,10,\text{spec}} = 0,30$ dm³/sm²
- Verwarming Elektrische warmtepomp met aquifer als bron
- Tapwater HT warmtepomp op lucht
- Verlichting 6,0 W/m² met veegpuls, daglichtregeling en aanwezigheidsdetectie
- Koeling Koudeopslag
- Ventilatie Balansventilatie met wtw 80%, CO₂ regeling (D5a), 40% terugregeling, debiet 140% x Bouwbesluit, ventilatoren werkelijk opgenomen vermogen, 16% lager door toepassen elektrostatische filters
- PV 1.560.000 Wp, circa 7.800 m²

Tabel 3: BENG-eisen optimalisatie (groen = voldoet, rood = voldoet niet)

BENG indicator	Energiebehoefte [kWh/m ²]		Primaire energie [kWh/m ²]		Aandeel duurzame energie	
	eis	EPG	eis	EPG	eis	EPG
Referentie - aangepast	≤ 63	60	≤ 106	55	≥ 50%	50%

3.4 BENG 3 – duurzame energieopwekking

Om te voldoen aan BENG 3, minimaal 50% duurzame opwekking, is een significant oppervlak zonnepanelen nodig. Het beschikbare dakoppervlak is niet voor alle ziekenhuizen toereikend om de benodigde zonnepanelen te plaatsen. Dit betekent dat er andere opties gezocht moeten worden om voldoende duurzame energie op te wekken, zoals zonnepanelen op de gevels, zonnepanelen of windturbines in de nabije omgeving of verhoging van het rendement van de warmtepomp. Het verder reduceren van het (primaire) energiegebruik helpt daarnaast om de absolute hoeveelheid duurzaam op te wekken energie te verlagen. Voor ziekenhuis D kon helaas niet bepaald worden hoeveel zonnepanelen er nodig waren, wegens het ontbreken van het rekenbestand.

Tabel 4. Benodigde zonnepanelen voor BENG 3 \geq 50% duurzame opwekking

BENG indicator	Dakoppervlak	BENG 3 - PV		
		kWp	m2	m2 PV / m2 BVO
Referentie - gas	7.324	2.010	10.050	0,29
Referentie - warmtepomp	7.324	1.580	7.900	0,23
Referentie - extern	7.324	1.910	9.550	0,28
Ziekenhuis A	10.639		8.620	0,28
Ziekenhuis B	4.859		6.990	0,15
Ziekenhuis C	10.483		16.200	0,34
Ziekenhuis D	10.418			
Ziekenhuis E	20.364		15.540	0,23

4 Duurzame koude

In de huidige rekenmethodiek wordt koude-opslag niet meegeteld bij het aandeel duurzame energie. Dit is discutabel; warmte-opslag wordt immers wel gezien als duurzame energie, na correctie voor het energiegebruik van de pompen. Er is daarom onderzocht wat de invloed is op de BENG-eis voor het aandeel duurzame energie wanneer koude uit koude-opslag meegeteld mag worden als duurzame energie. *Tabel 5* toont de resultaten; zoals te verwachten stijgt het aandeel duurzame energie bij ziekenhuizen met een koude-opslag. Hoewel de stijging aanzienlijk is, leidt dit er niet toe dat aan de eis van minimaal 50% duurzame opwekking wordt voldaan.

Tabel 5. Invloed koude-opslag op aandeel duurzame energie (BENG 3)

BENG indicator	Aandeel duurzame energie		
	eis	EPG	incl koude-opslag
Referentie - gas	≥ 50%	29%	29%
Referentie - warmtepomp	≥ 50%	31%	46%
Referentie - extern	≥ 50%	31%	31%
Ziekenhuis A	≥ 50%	10%	10%
Ziekenhuis B	≥ 50%	29%	40%
Ziekenhuis C	≥ 50%	8%	15%
Ziekenhuis D	≥ 50%	25%	31%
Ziekenhuis E	≥ 50%	14%	24%

4.1 BENG 3 – duurzame energieopwekking inclusief koude

Wanneer koude-opslag als duurzame energie meetelt, zijn er logischerwijs minder zonnepanelen nodig om tot minimaal 50% duurzame energieopwekking te komen. Echter zijn er nog steeds grote hoeveelheden zonnepanelen nodig, veelal meer dan er op het dak gerealiseerd kan worden.

Tabel 6. Benodigde zonnepanelen voor BENG 3 ≥ 50% duurzame opwekking incl. koude-opslag

BENG indicator	Dakoppervlak	BENG 3 - PV		incl. koude-opslag
		kWp	m2	m2 PV
Referentie - gas	7.324	2.010	10.050	10.050
Referentie - warmtepomp	7.324	1.580	7.900	600
Referentie - extern	7.324	1.910	9.550	9.550
Ziekenhuis A	10.639	1.164	8.620	8.620
Ziekenhuis B	4.859	1.153	6.990	1.900
Ziekenhuis C	10.483	2.997	16.200	12.250
Ziekenhuis D	10.418	-	-	-
Ziekenhuis E	20.364	2.875	15.540	9.990

5 Conclusie

Er is onderzocht in hoeverre ziekenhuizen voldoen aan de BENG-eisen. Met de huidige gebouwconcepten kan voldaan worden aan de eis voor de energiebehoefte (BENG1). Opvallend hierbij is dat de referentiegebouwen voor gezondheidszorg met bed XL niet (meer) voldoet aan deze eis. De eis ten aanzien van primaire energie (BENG2) wordt bij drie van de vijf ziekenhuizen niet gehaald. De referentiegebouwen voldoen wel aan deze eis. Het minimale aandeel duurzame energie (BENG 3) wordt bij geen enkel project gehaald, ondanks aanzienlijke hoeveelheden zonnepanelen op het dak.

Het meerekenen van koude-opslag bij het aandeel duurzame energie heeft een aanzienlijke, positieve invloed, maar zorgt er niet voor dat aan de eis voor duurzame energie wordt voldaan.

Gebruiksprofiel

Het gebruiksprofiel voor gezondheidszorg met en zonder bed sluit voldoende aan bij de werkelijkheid. Slechts het verlichtingsvermogen vertoont een grote afwijking, maar aangezien er zelden met deze forfaitaire waarde gerekend wordt, is de invloed hiervan zeer beperkt. Er is geen update van het gebruiksprofiel nodig.

Bij een aantal gebruiksfuncties in het ziekenhuis is onduidelijk aan welke BENG-eis voldaan moet worden. Het gaat dan om winkel- en bijeenkomstfunctie; hiervoor zijn geen waarden opgegeven. Deze gebruiksfuncties zijn nu als utiliteit beoordeeld.

Energieprestatie

Twee recente projecten voldoen aan de huidige Bouwbesluit-eisen; deze projecten voldoen ook aan BENG 1 en BENG 2. Deze eisen lijken dan ook voldoende haalbaar.

Het blijkt moeilijk om aan BENG 3 (duurzame energie) te voldoen. In de praktijk komt het er op neer dat grote hoeveelheden zonnepanelen noodzakelijk zijn om voldoende duurzame energie op te wekken, vaak meer dan er op het dak van het ziekenhuis gerealiseerd kan worden. Daarbij dient er rekening mee gehouden te worden dat ook andere installaties vaak op het dak geplaatst worden. Gebouwen met relatief veel dakoppervlak hebben meer moeite om aan de eisen van BENG 1 te voldoen.

BENG 2 en BENG 3 zijn aan elkaar gerelateerd; hierdoor scoren gebouwen met een laag primair energiegebruik (BENG 2) beter op BENG 3 dan gebouwen met een hoger primair energiegebruik en een gelijk aantal zonnepanelen. Het aandeel duurzame energie kan dus ook verhoogd worden door de totale primaire energievraag verder terug te brengen. Dit is goed te zien bij de optimalisatie van het energieconcept. Met de focus op nieuwe technieken voor ventilatie en tapwater is het mogelijk om het energiegebruik nog verder terug te dringen.

Door koude-opslag mee te tellen bij het aandeel duurzame energieopwekking, wordt het voor projecten met een WKO-systeem eenvoudiger om aan deze eis te voldoen, zowel bij ziekenhuizen als bij andere bouwtypen. Echter is ook voor de ziekenhuisprojecten met WKO nog steeds een aanzienlijke hoeveelheid zonnepanelen nodig om tot minimaal 50% duurzame energie te komen.

Tabel 7. Samenvatting resultaten BENG-eisen

BENG indicator	Energiebehoefte [kWh/m ²]		Primaire energie [kWh/m ²]		Aandeel duurzame energie	
	eis	EPG	eis	EPG	eis	EPG
Referentie - gas	≤ 63	66	≤ 106	92	≥ 50%	29%
Referentie - warmtepomp	≤ 63	66	≤ 106	68	≥ 50%	45%
Referentie - extern	≤ 63	71	≤ 106	75	≥ 50%	31%
Ziekenhuis A	≤ 62	62	≤ 103	176	≥ 50%	10%
Ziekenhuis B	≤ 62	56	≤ 98	61	≥ 50%	29%
Ziekenhuis C	≤ 61	67	≤ 94	211	≥ 50%	8%
Ziekenhuis D	≤ 65	56	≤ 118	95	≥ 50%	25%
Ziekenhuis E	≤ 64	60	≤ 116	156	≥ 50%	14%
Referentie - aangepast	≤ 63	60	≤ 106	55	≥ 50%	50%

Bijlage 1 Rekenmethode duurzame koude

In hoofdstuk 4 wordt besproken wat de invloed is wanneer koude uit koude-opslag wordt aangemerkt als duurzame energie. In deze bijlage wordt de berekening van dit aandeel duurzame energie toegelicht.

De volgende twee vergelijkingen worden gebruikt om tot het aandeel duurzame energie conform BENG 3 te komen:

Vergelijking 1. Bepaling RER (Harmelink, 2015)

✓ Dit betekent dat voor de bepaling van de RER de volgende (tussen)resultaten uit de EPG berekening nodig zijn:

$$RER = \frac{EL_PV + W_zonth + W_bodem + W_omgeving}{\text{Totaal primair energiegebruik conform EPG} + EL_PV + W_zonth + W_bodem + W_omgeving}$$

EL_PV : elektriciteitsproductie met zon
W_zonth: warmteproductie zon
W_bodem: benutting van warmte uit de bodem
W_omgeving: benutting van warmte uit de omgeving

✓ Hoewel in de EPG expliciet wordt gesteld dat een warmtepomp die ventilatie-retourlucht als bron gebruikt niet meetelt als hernieuwbare bron (zie NEN pagina 69 opmerking 4), kan deze in de berekening van de RER niet apart worden onderscheiden en wordt deze dus wel als hernieuwbare energie meegerekend (zie 3.3).

Vergelijking 2. Bepalen van W_bodem (Harmelink, 2015)

Eb=	$QW;ren;t \cdot (1 - 1/\eta_{H;gen,t}) + QW;ren;r \cdot (1 - 1/\eta_{H;gen,r})$
Eb	bruto eindverbruik hernieuwbare energie
QW;ren;t	bijdrage van het warmtepompsysteem aan warm tapwater ten behoeve van systeem in MJ
$\eta_{H;gen,t}$	opwekkingrendement warm tapwater bereiding
QW;ren;r	bijdrage van het warmtepompsysteem aan ruimteverwarming ten behoeve van systeem in MJ
$\eta_{H;gen,r}$	opwekkingrendement ruimteverwarming

Op dit moment is het onduidelijk hoe E_PV exact bepaald worden, zowel ENORM als Harmelink 2015 geven hierover geen eenduidige toelichting. Het is daardoor niet mogelijk geweest om het aandeel duurzame energie, zoals bepaald middels ENORM, te reproduceren met de vergelijkingen van Harmelink. Voor projecten zonder zonnepanelen (ziekenhuis C en E) was dit wel mogelijk.

De invloed van duurzame koude-energie wordt op vergelijkbare wijze meegenomen als de bepaling van W_bodem, maar dan met het opwekkingsrendement voor koeling. Tabel 8 toont het overzicht van de berekening voor BENG 3 met ENORM, via de vergelijkingen van Harmelink en met uitbreiding van koude-opslag als duurzame energiebron.

Tabel 8: Berekening aandeel duurzame koude

Energie en indicatoren	Referentie WP [MJ]	Ziekenhuis A [MJ]	Ziekenhuis B [MJ]	Ziekenhuis C [MJ]	Ziekenhuis D [MJ]	Ziekenhuis E [MJ]
E_PV	10.069.218	115.110	5.800.981	0	1.879.244	0
W_zonth	0	0	0	0	0	0
W_bodem_(alleen warmte)	2.731.076	1.863.119	1.832.719	3.066.086	3.075.083	6.156.235
W_omgeving	0	0	0	0	0	0
Primair energiegebr. conform EPG	18.381.772	19.462.391	16.035.623	36.012.076	12.370.602	37.722.755
RER	41%	9%	32%	8%	29%	14%
BENG3_ENORM	45%	10%	29%	8%	25%	14%
Incl. duurzame koude						
W_bodem_	5.726.453	1.863.119	6.567.768	6.379.385	4.758.441	11.842.949
RER	46%	9%	44%	15%	35%	24%
η tapwater bereiding	0	0	0	0	1,55	0
η ruimteverwarming	5,25	5,25	3,9	4,7	4,2	4,45
η koeling	12	0	12	12	12	12

Bijlage 2 Analyse EPC- berekeningen

EPC berekeningen ziekenhuizen

	<i>Eenheid</i>	Ziekenhuis A	Ziekenhuis B	Ziekenhuis C	Ziekenhuis D	Ziekenhuis E
<i>Versie</i>						
<i>Bouwbesluit</i>						
Oppervlak	[m²]	30.930	46.621	47.461	31.074	67.153
Gezondheidszorg met bedgebied	[m²]	8.548	9.571	15.224	11.865	23.278
Gemeenschappelijke ruimte	[m²]	11.720	18.853	26.384	0	13.150
Bijeenkomstfunctie overig	[m²]	1.527	0	2.661	0	2.287
Kantoorfunctie	[m²]	1.951	6.196	2.738	606	0
Gezondheidszorg overig	[m²]	7.184	11.787	62	18.603	28.257
Winkel	[m²]	0	214	393	0	181
Onderwijs	[m²]	0	0	0	76	0
Dakoppervlak	[m²]	10.639	4.859	10.483	8.965	20.364
Slankheid	[-]	0,34	0,10	0,22	0,29	0,30
<i>Isolatiewaarden (Rc/U)</i>						
Vloer	[m²K/W]	3,5	3,5	4,5	3,8	3,5
Dak	[m²K/W]	6,0	6,0	6,0	6,0	5,0
Gevels	[m²K/W]	4,5	7,0	4,5	4,8	4,5
Ramen (U-waarde)	[W/m²K]	1,2	1,0	1,4	1,6	1,0
Infiltratie	[dm³/sm²]	0,42	0,15	0,2	0,42	0,2
Verwarming		Warmtepomp	WKO grondaquifer	WKO grondaquifer	WKO aquifer	WKO aquifer
Rendement		5,25	3,9	4,7	4,2	4,45
Niet preferent (ketel/externe levering)		0,925	1	0,925	nvt	0,925
Koeling		Compressie/verdamping	koudeopslag	koudeopslag	koudeopslag	koudeopslag
Rendement		5	12	12	12	12
Niet preferent (koelmachine)		4	5	8	nvt	8
Tapwater		Individueel elektrisch	Elektrisch doorstroom	Collectief HR107	Gas warmtepomp	Collectief HR107
Rendement		0,95	1	0,8	1,55	0,8
Ventilatielucht 1	[dm³/s]	58.083	67.500	55.278	69.400	75.000
Type		Tijdsturing en zonering	Tijdsturing en zonering	Tijdsturing en zonering	Zonder zonering, sturing	Tijdsturing en zonering
WTW	[-]	0,75	0,7	0,75	0,85	0,7
Terugregeling/recirculatie	[-]	20%	20%	50%	40%	20%
Ventilatielucht 2	[dm³/s]			33.806	22.000	45.000
Type				Tijdsturing en zonering	Zonder zonering, sturing	Tijdsturing en zonering
WTW	[-]			0,75	0,8	0,7
Terugregeling/recirculatie	[-]			0%	60% recirculatie	20%
Verlichting behandelgebouw	[W/m²]	10	7	11	8	6
Verlichting verblijf	[W/m²]	6,5	5	7	5	5
Verlichting verblijf/techniek	[W/m²]		3		3	1
PV-panelen	[m²]	242	4.330	0	1.300	0
EPC resultaten						
Verwarming	[MJ]	1.436.001	2.157.675	2.601.971	2.592.430	6.876.317
Warm tapwater	[MJ]	2.659.366	2.767.536	4.924.015	1.196.165	4.460.017
Koeling	[MJ]	1.663.949	2.099.457	869.673	393.198	1.562.596
Bevochtiging	[MJ]	688.899	0	1.661.097	514.709	837.882
Ventilatoren	[MJ]	6.038.842	4.019.136	12.094.806	3.488.699	13.562.269
Verlichting	[MJ]	6.975.334	4.991.819	13.860.514	4.185.401	10.423.674
Apparatuur	[MJ]	6.209.794	9.535.516	8.268.602	8.546.499	15.676.060
Apparatuur stelpost in EPC	[MJ]				3.373.927	
Totaal	[MJ]	19.462.391	16.035.623	36.012.076	12.370.602	37.722.755
Elektriciteitsproductie gebouwgebonden	[MJ]	-80.600	-3.252.533	0	-1.879.244	0
Afgenomen energie	[MJ]	19.381.791	12.783.090	36.012.076	14.249.846	37.722.755
Geexporteerde energie	[MJ]	0	0	0	0	0
Elektriciteitsproductie niet-gebouwgebonden	[MJ]	-34.510	-2.548.448	0	0	0
EPTot	[MJ]	19.347.281	10.234.642	36.012.076	10.652.379	37.722.755
EP;adm;tot	[MJ]	13.571.689	15.585.767	26.052.101	12.668.169	27.114.439
Specifieke energieprestatie per m²	[MJ]	580	220	711	342	512
EPTot/EP;adm;tot	[-]	1,426	0,657	1,382	0,841	1,391
EPC voldoet aan bouwbesluit 2012	[-]	nee	ja	nee	ja	nee
Ag;tot	[m²]	30.930	46.621	47.461	31.150	67.153
Averlies	[m²]	2.000	2.000	2.000	36.274	2.000
<i>Informatief</i>						
CO2-emissie totaal [kg]	[kg]	1.216.084	627.272	2.136.907	635.759	2.053.224

Deerns Nederland B.V.

Bouwfysica & Energie

Fleminglaan 10

2289 CP Rijswijk

Postbus 1211

2280 CE Rijswijk

bouwfysica@deerns.com

www.deerns.nl

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-158-1801/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!