



LenteAkkoord  
Zeer Energiezuinige Nieuwbouw

# Woningbouw volgens BENG en TO<sub>juli</sub>

Regelgeving en aandachtspunten voor (bijna) energie-  
neutrale woningbouw

september 2020



## REKENVOORBEELDEN

De consequenties van BENG en  $TO_{juli}$  zijn inzichtelijk gemaakt met doorrekening van twaalf praktijkprojecten. Deze projecten zijn aangeleverd door de deelnemers aan de ZEN themagroep BENG en  $TO_{juli}$ . Nieman Raadgevende Ingenieurs heeft de doorrekening gemaakt met het softwarepakket Uniec 3. Het is de vierde doorrekening. Eerdere doorrekeningen vonden plaats in 2016, 2018 en 2019.

Van ieder woningontwerp is eerst een uitgekilde basisvariant geschetst, die net voldoet aan de EPC-eis van 0,4. Van dat concept zijn de vier indicatoren (BENG 1, 2 en 3 en  $TO_{juli}$ ) berekend. Daarna is een verbeterd concept geschetst dat aan alle eisen voldoet. In de verbeterde variant zijn de extra maatregelen (ten opzichte van de basisvariant) oranje onderstreept. Versoberingen zijn blauw onderstreept. Let wel: de geschetste concepten laten niet zien hoe de woningen uiteindelijk zijn of worden gerealiseerd. De voorbeelden zijn slechts bedoeld als oefening om inzicht te krijgen in de consequenties van de nieuwe regelgeving.

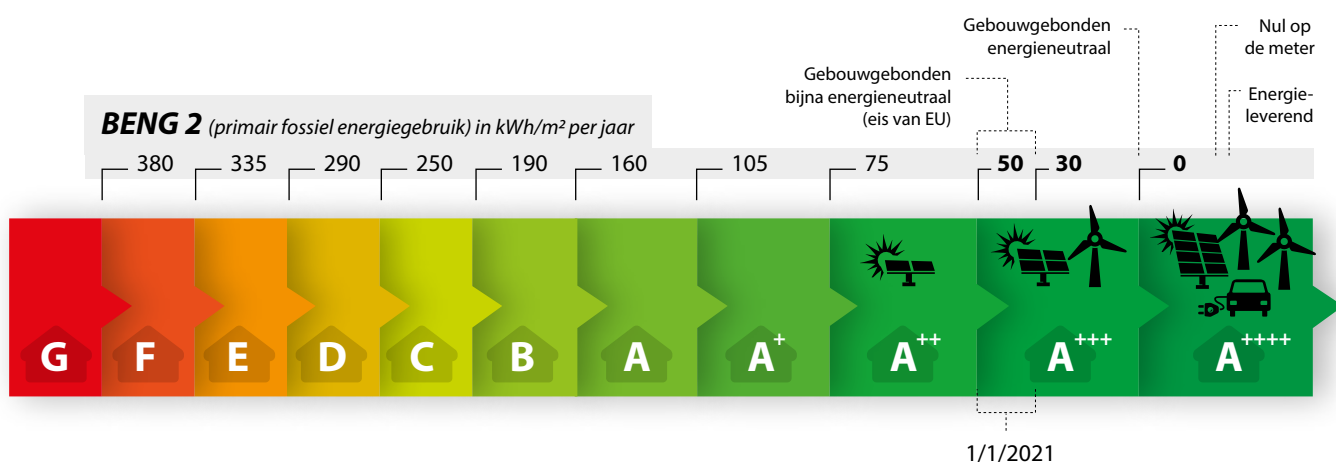
Het blijkt dat enkele woningen met een EPC van 0,4 ook voldoen aan de drie BENG-eisen. Voor andere woningen zijn enkele aanvullende maatregelen nodig. BENG 2 (primair fossiel energiegebruik) lijkt de grootste bottleneck, maar als er ruimte is voor PV-panelen, is er meestal geen probleem. Om aan de eis voor  $TO_{juli}$  te voldoen zijn in woningen zonder actief koelsysteem vaak wel extra maatregelen nodig.

In de berekening van de basisvariant is uitgegaan van thermische isolatie op niveau van het huidige Bouwbesluit met Rc-waarden van 3,5 (vloer), 4,5 (gevel) en 6,0 (dak). Vanaf 1 januari 2021 worden deze 'vangnet-eisen' in het Bouwbesluit verhoogd naar 3,7 (vloer), 4,7 (gevel) en 6,3 (dak). Deze verhoging is het gevolg van een andere berekeningswijze. Voor de daadwerkelijke isolatiewaarde maakt dit weinig verschil. In de doorrekening van de verbeterde concepten is minimaal uitgegaan van deze laatste waarden.

De rekenvoorbeelden staan uitgebreider beschreven in Energieconcepten BENG UNIEC3, Nieman RI i.o.v. Lente-akkoord, 27 juli 2020.

Woningen waarvoor vanaf 1 januari 2021 een omgevingsvergunning wordt aangevraagd, moeten voldoen aan de eisen voor BENG (bijna energieneutraal bouwen) en  $TO_{juli}$  (beperking van de kans op temperatuuroverschrijding). Hoe zit de regelgeving in elkaar en wat kunnen bouwpartijen doen om aan de eisen te voldoen? In deze publicatie wordt het nieuwe stelsel toegelicht voor nieuwbouw van appartementen en grondgebonden woningen.

# Bijna energieneutraal met oog voor zomercomfort



## Een nieuwe ondergrens

In 2050 moet Nederland CO<sub>2</sub>-neutraal zijn. Dat is één van de doelstellingen van de Klimaatwet. Bovendien krijgen nieuwe woningen in principe geen aardgasaansluiting meer. Tegelijk worden de zomers in Nederland langer en warmer. Aandacht voor zomercomfort is vanuit gezondheidsoogpunt noodzakelijk. De bouwsector staat daarmee voor een enorme uitdaging: bouw comfortabele en gezonde woningen die aardgasvrij én bijna energieneutraal zijn.

## Energieprestatie: BENG en NTA 8800

Sinds 1995 was de EPC met de onderliggende norm NEN 7120 de wettelijke indicator voor de energieprestatie van nieuwbouwwoningen. Met de EPC als knop om aan te draaien zijn de eisen in de afgelopen jaren aangescherpt. Voor (bijna) energieneutrale gebouwen is deze indicator minder geschikt. Bovendien is de EPC moeilijk te vergelijken met Europese normen. Vanaf 1 januari 2021 geldt daarom een nieuw stelsel om de energieprestatie van gebouwen uit te drukken, gebaseerd op de Nederlandse Technische Afspraak (NTA) 8800. De NTA 8800 geldt voor alle gebouwen, woningbouw en utiliteitsbouw, bestaand en

nieuw. Deze publicatie gaat over nieuwbouw van woningen. Het nieuwe stelsel is inmiddels bekend onder de naam BENG (Bijna Energie Neutrale Gebouwen).

## Temperatuuroverschrijding: TO<sub>juli</sub>

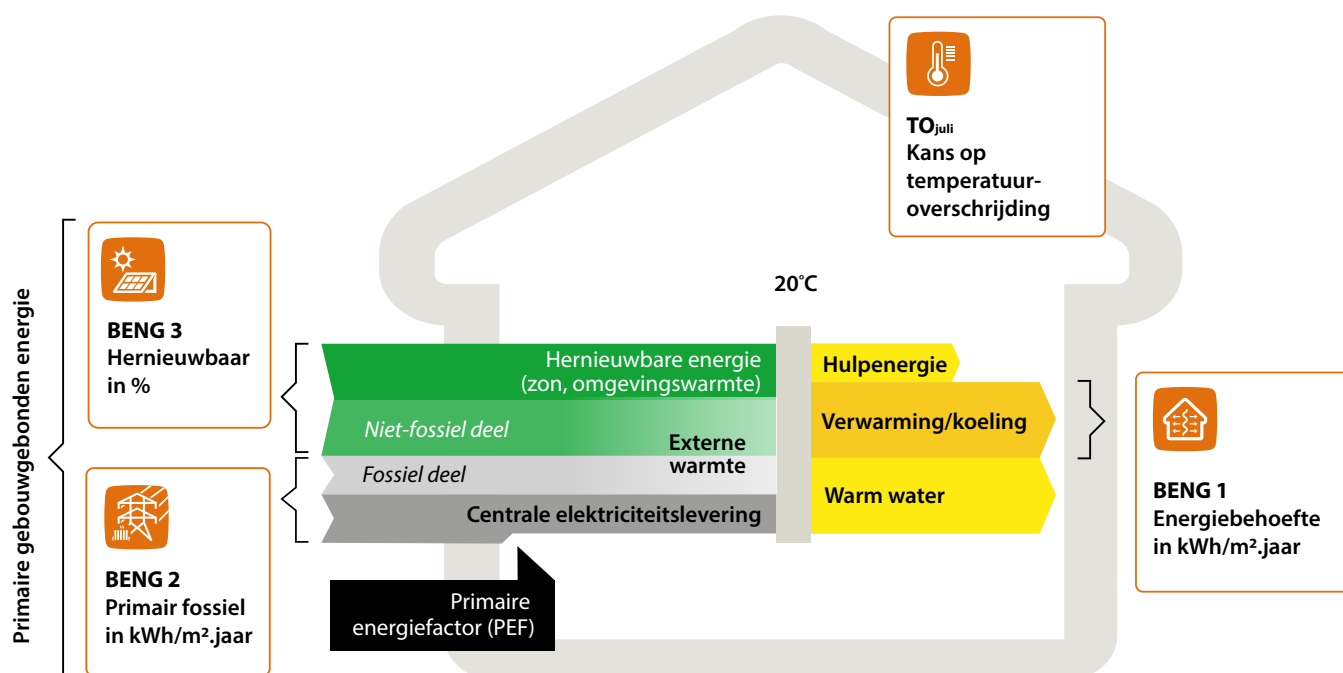
Tegelijk met de nieuwe energieprestatie-eisen wordt een eis gesteld aan het verminderen van het risico van temperatuuroverschrijding. Dit wordt uitgedrukt met het indicatiegetal TO<sub>juli</sub>. De berekening van TO<sub>juli</sub> volgt uit de BENG-berekening en is verplicht voor woningen die geen koelsysteem hebben zoals externe koudelevering of een warmtepomp met koelfunctie.

## Deze publicatie

De invoering van BENG en TO<sub>juli</sub> heeft gevolgen voor de hele keten van ontwikkelen, ontwerpen, bouwen, installeren en beheren. In deze publicatie laten we zien hoe de eisen met elkaar samenhangen en met welke maatregelen bouwpartijen eraan kunnen voldoen. Met doorrekening van twaalf projecten geven we inzicht in de praktische consequenties.

# De indicatoren voor BENG en $TO_{juli}$

## Woningbouw volgens BENG 1, 2 en 3



### Gebougebonden energie

BENG heeft alleen betrekking op gebouwgebonden energie. In woningen gaat het om verwarmen en koelen, tapwaterverwarming en hulpenergie voor installaties zoals pompen en ventilatoren. Huishoudelijk energiegebruik voor apparaten en verlichting blijven buiten beschouwing.

### Energiebalans

BENG zegt iets over de energiebalans van een woning. BENG 1 geeft aan hoeveel energie nodig is voor verwarmen en koelen. BENG 2 en 3 laten zien waar de energie vandaan komt. Daarbij gaat het in BENG 2 om de hoeveelheid fossiele energie en in BENG 3 om het percentage hernieuwbare energie.

### KWh als eenheid van energie





Als eenheid van energie wordt kilowattuur (kWh) gebruikt. Ook voor energie in de vorm van fossiele brandstof. Het gaat dus niet om de kilowatturen op de meter in huis. De hoeveelheid elektriciteit die via het net wordt geleverd, wordt vermenigvuldigd met de primaire energiefactor (PEF) en die is per 1 januari 2021 bepaald op 1,45.

### Temperatuuroverschrijding

De kans op temperatuuroverschrijding wordt uitgedrukt met het indicatiegetal  $TO_{juli}$ . Formeel is Kelvin (K) de eenheid voor  $TO_{juli}$ . Die eenheid heeft in de praktijk echter geen betekenis en wordt daarom weggelaten. Hoe groter  $TO_{juli}$  hoe groter de kans dat de temperatuur in huis te hoog oploopt.

De energieprestatie van een gebouw wordt uitgedrukt met drie indicatoren: de energiebehoefte voor verwarmen en koelen (BENG 1), het primair fossiel energiegebruik (BENG 2) en het aandeel hernieuwbare energie (BENG 3). De kans op temperatuuroverschrijding wordt uitgedrukt met het indicatiegetal  $TO_{juli}$ . Aan iedere indicator is een eis verbonden en een gebouw moet tegelijk aan alle vier de eisen voldoen.

### BENG 1, 2 en 3 en $TO_{juli}$ op hoofdlijnen

	Indicator	Wat houdt deze in?	Eis grondgebonden woningen	Eis woongebouwen
BENG 1 	Energiebehoefte	Behoefte aan energie voor verwarming en koeling.	$\leq 55 \text{ kWh/m}^2\text{.jr}$	$\leq 65 \text{ kWh/m}^2\text{.jr}$
			De grenswaarde is hoger bij woningen met een ongunstige geometrie en/of een lichte bouwconstructie (zie verder pagina 9 en 10).	
BENG 2 	Primair fossiel energiegebruik	De hoeveelheid fossiele brandstof die wordt gebruikt voor verwarming, koeling, warm tapwater en installaties.	$\leq 30 \text{ kWh/m}^2\text{.jr}$	$\leq 50 \text{ kWh/m}^2\text{.jr}$
BENG 3 	Aandeel hernieuwbare energie	De hoeveelheid hernieuwbare energie als deel van het totaal primaire energiegebruik.	$\geq 50\%$	$\geq 40\%$
$TO_{juli}$ 	Kans op temperatuuroverschrijding	Hoe hoger het $TO_{juli}$ -getal, hoe groter de kans op temperatuuroverschrijding	$\leq 1,2$	$\leq 1,2$ (op appartementsniveau)





# Tussenwoning Trebbe

## Trebbe Wonen

Rekenvoorbeeld aan de hand van een concept voor een rij-tussenwoning. De  $A_{15}/A_g$ -ratio van deze woning is 1,39.

### Basisvariant





Doorrekening van een basisvariant (EPC 0,4) met de volgende kenmerken: Rc vloer 3,5; gevel 5,22; dak 6,09 /  $Q_{v,10}$ : 0,3 / U-raam 1,4 / geen zonwering / luchtwarmtepomp / vloerverwarming / douche-wtw / mechanische ventilatie met natuurlijke toevoer / geen PV.

 BENG 1 ( $\leq 55$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	53,0 kWh/m <sup>2</sup> .jr
 BENG 2 ( $\leq 30$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	34,8 kWh/m <sup>2</sup> .jr
 BENG 3 ( $\geq 50\%$ )	57%
 TO <sub>juli</sub> ( $\leq 1,2$ )	1,45

### Verbeterd concept

Ter vergelijking is een verbeterd concept doorgerekend met de volgende kenmerken: Rc vloer 3,7; gevel 5,22; dak 6,3 /  $Q_{v,10}$ : 0,3 / U-raam 1,35 / zonwerend glas in de achtergevel / luchtwarmtepomp / vloerverwarming / douche-wtw / mechanische ventilatie met natuurlijke toevoer met extra CO<sub>2</sub>-sensoren / 2 PV-panelen.

Dit concept voldoet aan alle BENG-eisen en aan de TO-juli-eis:

 BENG 1 ( $\leq 55$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	53,7 kWh/m <sup>2</sup> .jr
 BENG 2 ( $\leq 30$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	28,1 kWh/m <sup>2</sup> .jr
 BENG 3 ( $\geq 50\%$ )	62%
 TO <sub>juli</sub> ( $\leq 1,2$ )	0,69

Zonwerend glas toegepast om te kunnen voldoen aan eis aan TO<sub>juli</sub>. BENG 1 wordt daardoor iets hoger. PV-panelen zijn toegevoegd omdat de basisvariant niet voldeed aan de BENG 2-eis. CO<sub>2</sub>-sensoren zijn toegevoegd aan het ventilatiesysteem om het comfort in de woning te verhogen.

### Kwaliteit bij vergunningverlening

De berekening van BENG en TO<sub>juli</sub> wordt gemaakt volgens de bepalingsmethode NTA 8800. Daarbij stelt de BRL 9500 eisen aan het product, het proces en de personen die de berekening maken. De NTA 8800 is kosteloos beschikbaar via NEN.nl. Deze methodiek is verwerkt in rekensoftware. Voor bouwpartijen zijn momenteel drie geattesteerde softwarepakketten beschikbaar: Uniec 3, Vabi en BouwConnect. De praktijkvoorbeelden in deze publicatie zijn doorge-rekend met Uniec 3. De BENG-berekening is voor alle nieuwbouwwoningen vereist. De TO<sub>juli</sub>-berekening volgt eveneens uit de rekensoftware. Voor woningen met een actief koelsysteem is de TO<sub>juli</sub> automatisch op nul gesteld.

### Kwaliteit bij oplevering

Vanaf 1 januari 2021 zijn bouwpartijen bovendien verplicht een projectdossier conform de BRL 9500 bij te houden: per woning, in alle bouwfases, zowel bouwkundig als installatie-technisch. Het projectdossier bevat tekeningen, verklaringen, foto's en facturen waarmee kan worden aangetoond welke materialen, installaties en constructies zijn toegepast. Dit is een vereiste voor het energielabel per 1 januari 2021. Deze verplichting sorteert ook voor op de Wet kwaliteitsborging voor het bouwen die naar verwachting vanaf 1 januari 2022 stapsgewijs wordt ingevoerd. Die wet bepaalt onder meer dat de situatie bij oplevering maatgevend is voor de energieprestatie van een nieuwbouwwoning. Het softwarepakket Uniec 3 heeft een functie waarmee het projectdossier gemakkelijk kan worden bijgehouden.

Van het Trebbe-woning-concept zijn onder andere 44 sociale huurwoningen gebouwd in Veenendaal Eiland.



## REKENVOORBEELD 1

# Rijwoningen Wij Wonen

Van Wijnen

Rekenvoorbeeld aan de hand van een concept voor een tussen- en een hoekwoning. De  $A_{15}/A_g$ -ratio van de tussenwoning is 1,39. Voor de hoekwoning is deze 2,12.

### Basisvariant

Doorrekening van een basisvariant (EPC 0,4) met de volgende kenmerken: Rc vloer 3,5; gevel 4,5; dak 6,0 /  $Q_{v,10}$ : 0,4 / U-raam 1,3 / geen zonwering / luchtwarmtepomp / vloerverwarming / balansventilatie met wtw / 1 PV-paneel.

tussenwoning	
🟢 BENG 1 ( $\leq 55$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	51,4 kWh/m <sup>2</sup> .jr
🟢 BENG 2 ( $\leq 30$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	26,9 kWh/m <sup>2</sup> .jr
🟢 BENG 3 ( $\geq 50\%$ )	56%
🔴 TO <sub>juli</sub> ( $\leq 1,2$ )	1,69

hoekwoning	
🟢 BENG 1 ( $\leq 73,7$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	60,0 kWh/m <sup>2</sup> .jr
🔴 BENG 2 ( $\leq 30$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	30,1 kWh/m <sup>2</sup> .jr
🟢 BENG 3 ( $\geq 50\%$ )	58%
🔴 TO <sub>juli</sub> ( $\leq 1,2$ )	3,07

Dankzij de 'vormfactor' voldoen de hoekwoning en de tussenwoning met hetzelfde maatregelenpakket aan BENG 1.

### Verbeterd concept

Ter vergelijking is een verbeterd concept doorgerekend met de volgende kenmerken: Rc vloer 3,7; gevel 4,7; dak 6,3 /  $Q_{v,10}$ : 0,4 / U-raam 1,3 / zonwering achtergevel (zwarte screens) / lucht-warmtepomp / vloerverwarming / douche-wtw (alleen in de hoekwoning) / balansventilatie met wtw en CO<sub>2</sub>-sturing per zone / geen PV.

tussenwoning	
🟢 BENG 1 ( $\leq 55$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	52,7 kWh/m <sup>2</sup> .jr
🟢 BENG 2 ( $\leq 30$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	28,9 kWh/m <sup>2</sup> .jr
🟢 BENG 3 ( $\geq 50\%$ )	51%
🟢 TO <sub>juli</sub> ( $\leq 1,2$ )	1,07

hoekwoning	
🟢 BENG 1 ( $\leq 73,7$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	63,5 kWh/m <sup>2</sup> .jr
🟢 BENG 2 ( $\leq 30$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	29,5 kWh/m <sup>2</sup> .jr
🟢 BENG 3 ( $\geq 50\%$ )	57%
🟢 TO <sub>juli</sub> ( $\leq 1,2$ )	0,94

Zonwering is een effectieve maatregel om de kans op temperatuuroververschrijding te verkleinen. Hierdoor gaat de energiebehoefte (BENG 1) iets omhoog. CO<sub>2</sub>-sturing op de ventilatie is aan het verbeterd concept toegevoegd. Daardoor zijn geen PV-panelen nodig. Het dakvlak blijft dan vrij voor PV om ook het huishoudelijk energiegebruik te kunnen dekken.

In de Ermelose wijk Groevebeek-Noord zijn 39 woningen volgens het concept Wij-Wonen gebouwd.



## BENG 1

De jaarlijkse energiebehoefte

BENG 1 is de indicator van de energiebehoefte voor verwarmen en koelen. Het gaat om de hoeveelheid energie die nodig is om verlies van warmte of koude ten gevolge van transmissie en luchtverversing te compenseren zodat de temperatuur in huis stabiel is.

*Door PV integraal in het ontwerp mee te nemen, is een maximale benutting mogelijk.*





# Woningbouw volgens BENG 1

## Warmte- en koudeverlies via de schil

Warmteverlies via de thermische schil, warmte-winst doordat de zon naar binnen schijnt en het warmte- en koudeverlies via luchtverversing bepalen de energiebalans in huis. Voor een stabiele binnentemperatuur moeten winst en verlies worden gecompenseerd: verwarming, als het buiten koud is, en in de zomermaanden soms koeling om een teveel aan warmte af te voeren. BENG 1 geeft aan hoeveel energie hiervoor nodig is.

## Warmte- en koudeverlies door ventilatie

De keuze van een ventilatiesysteem heeft geen effect op BENG 1. De berekening gaat uit van ventilatie met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer, zonder vraagsturing en zonder warmteterugwinning. Installatie van een beter systeem brengt het energiegebruik voor verwarming en koeling omlaag. Dat komt echter alleen tot uitdrukking in BENG 2; niet in BENG 1.

## De geometrie van het gebouw

Wanneer de verhouding tussen verliesoppervlak ( $A_{is}$ ) en gebruiksoppervlak ( $A_g$ ) van de woning groot is, dan is de grenswaarde voor BENG 1 hoger. Een rij-eindwoning kan daardoor met eenzelfde maatregelenpakket aan BENG voldoen als een tussenwoning. Bij grondgebonden woningen telt deze factor mee als  $A_{is}/A_g$  groter is dan 1,5. Dat is het geval bij veel hoekwoningen, rij-eindwoningen, vrijstaande woningen en zeer

kleine woningen (tiny houses). Bij woongebouwen gaat dit tellen als  $A_{is}/A_g$  groter is dan 1,83. De meeste woongebouwen blijven daar onder.

## Lichte bouwconstructies

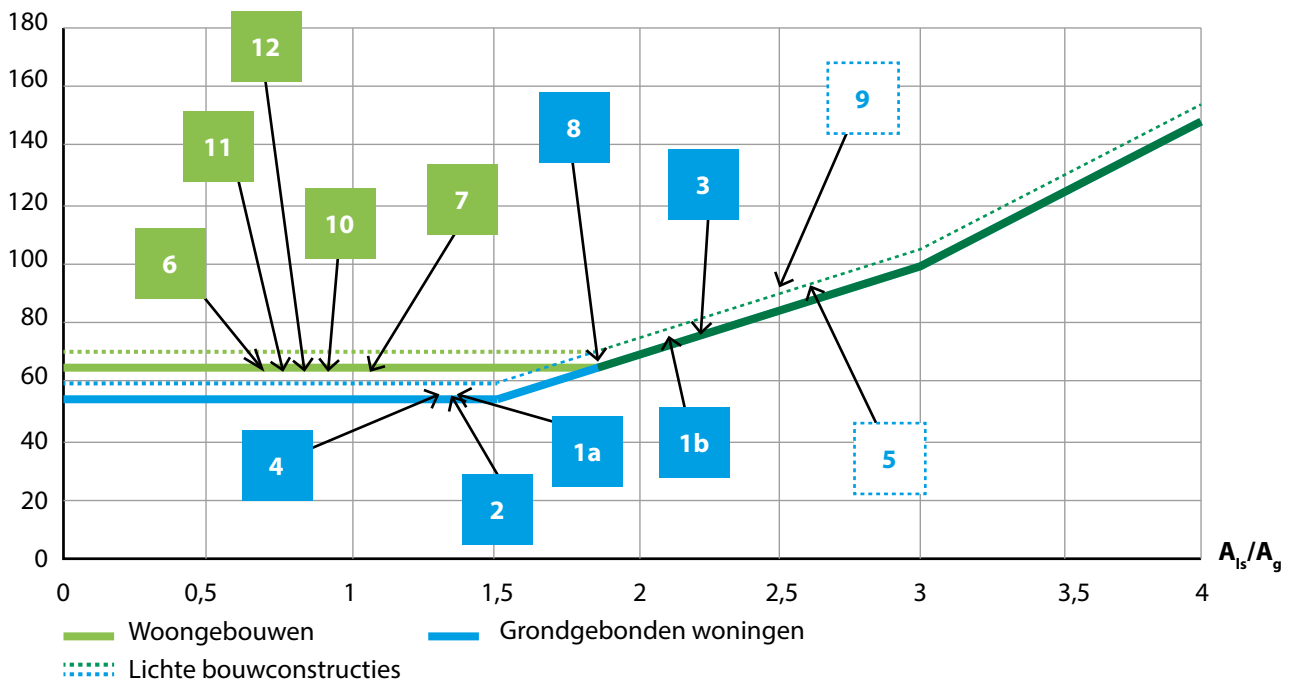
Gebouwen met een lichte constructie (zoals skeletbouw op basis van staal of hout) zijn zuinig met grondstoffen. De energiebehoefte voor verwarming en koeling is echter groter. De grenswaarde voor BENG 1 is daarom bij lichte bouwconstructies 5 kWh/m<sup>2</sup>.jr hoger dan bij zwaardere. De toeslag geldt bij constructies die lichter zijn dan 500 kg/m<sup>2</sup>.

Grenswaarden voor BENG 1			
Grondgebonden woningen		Woongebouwen	
Geometrie	Grenswaarde	Geometrie	Grenswaarde
$A_{is}/A_g \leq 1,5$	$\leq 55$	$A_{is}/A_g \leq 1,83$	$\leq 65$
$1,5 < A_{is}/A_g \leq 3,0$	$\leq 55 + 30 \cdot (A_{is}/A_g - 1,5)$	$1,83 < A_{is}/A_g \leq 3,0$	$\leq 55 + 30 \cdot (A_{is}/A_g - 1,5)$
$A_{is}/A_g > 3,0$	$\leq 100 + 50 \cdot (A_{is}/A_g - 3,0)$	$A_{is}/A_g > 3,0$	$\leq 100 + 50 \cdot (A_{is}/A_g - 3,0)$
Bij bouwconstructies lichter dan 500 kg/m <sup>2</sup> is de grenswaarde 5 kWh/m <sup>2</sup> .jr hoger.			

### Grenswaarden in grafiek

De grenswaarden voor BENG 1 staan ook in de onderstaande grafiek. De groene lijn toont de grenswaarden voor woongebouwen en de blauwe voor grondgebonden woningen. Te zien is dat de grenswaarden voor BENG 1 voor grondgebonden woningen en die voor woongebouwen gelijk zijn wanneer het verhoudingsgetal  $A_{ls}/A_g$  groter is dan 1,83. De gestippelde lijn laat de grenswaarden zien bij toepassing van een lichte bouwconstructie.

### BENG 1 in kWh/m<sup>2</sup>.jr



De nummers verwijzen naar de praktijkvoorbeelden die in deze publicatie zijn doorgerekend. De voorbeelden 6, 7, 10, 11 en 12 zijn woongebouwen. De andere voorbeelden zijn grondgebonden woningen. De voorbeelden 5 en 9 zijn woningen met een lichte bouwconstructie.

## Hoekwoning





ERA Contour/Stadlander

Rekenvoorbeeld aan de hand van een concept voor een hoekwoning met één en twee bouwlagen en een plat dak. De  $A_{15}/A_g$ -ratio van deze woning is 2,21.

### Basisvariant

Doorrekening van een basisvariant (EPC 0,4) met de volgende kenmerken: Rc vloer 5,0; gevel 6,5; dak 7,0 /  $Q_{v,10^{\circ}}$ : 0,5 / U-raam 1,1 / geen zonwering / luchtwarmtepomp / vloerverwarming / douche-wtw / mechanische ventilatie met natuurlijke toevoer / 7 PV-panelen.





Dit concept voldoet niet aan alle eisen:

 BENG 1 ( $\leq 76,35 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{jr}$ )	61,1 kWh/m <sup>2</sup> .jr
 BENG 2 ( $\leq 30 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{jr}$ )	25,9 kWh/m <sup>2</sup> .jr
 BENG 3 ( $\geq 50\%$ )	74%
 TO <sub>juli</sub> ( $\leq 1,2$ )	1,47

### Verbeterd concept

Ter vergelijking is een verbeterd energieconcept doorgerekend met de volgende kenmerken: Rc vloer 5,0; gevel 6,5; dak 7,0 /  $Q_{v,10^{\circ}}$ : 0,4 / U-raam 1,1 / zonwering op zuid en oost (zwarte screens) / luchtwarmtepomp / vloerverwarming / douche-wtw / mechanische ventilatie met natuurlijke toevoer / CO<sub>2</sub>-gestuurde roosters / 4 PV-panelen.

Dit concept voldoet aan alle BENG-eisen en aan de TO<sub>juli</sub>-eis:

 BENG 1 ( $\leq 76,35 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{jr}$ )	61,7 kWh/m <sup>2</sup> .jr
 BENG 2 ( $\leq 30 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{jr}$ )	28,4 kWh/m <sup>2</sup> .jr
 BENG 3 ( $\geq 50\%$ )	67%
 TO <sub>juli</sub> ( $\leq 1,2$ )	0,79

De toepassing van buitenzonwering is een doorslaggevende maatregel die de kans op temperatuuroverschrijding effectief beperkt. Binnen de BENG-eisen kan met vier in plaats van zeven PV-panelen worden volstaan.



ERA Contour heeft in opdracht van Stadlander 34 energieneutrale nultredenhoeke woningen gebouwd in Steenberg.



#### REKENVOORBEELD 4





## Tussenwoning Houthaven pier 2, Amsterdam

*Bouwfonds Property Development*

Rekenvoorbeeld aan de hand van een concept voor een tussenwoning met vier tot vijf bouwlagen en een schuine kap. De  $A_s/A_g$ -ratio van deze woning is 1,29.

### Basisvariant

Doorrekening van een basisvariant (EPC 0,4) met de volgende kenmerken: Rc bg vloer 3,5; vloer boven buiten 6,0; gevel 4,5; dak 6,0 /  $Q_{v,10}$ : 0,7 / U-raam 1,45 / externe warmte- en koudelevering (0% hernieuwbaar) / douche-wtw / mechanische ventilatie met natuurlijke toevoer / zonwering schuifpui en ramen achtergevel / geen PV.





 BENG 1 ( $\leq 55$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	64,6 kWh/m <sup>2</sup> .jr
 BENG 2 ( $\leq 30$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	47,2 kWh/m <sup>2</sup> .jr
 BENG 3 ( $\geq 50\%$ )	0,0%
 TO <sub>juli</sub> ( $\leq 1,2$ )	0,0

De koudelevering geldt als actieve koeling waardoor TO<sub>juli</sub> automatisch op 0,0 is gesteld.

### Verbeterd concept

Ter vergelijking is een verbeterd energieconcept doorgerekend met de volgende kenmerken: Rc bg vloer 3,7; vloer boven buiten 6,3; gevel 4,7; dak 6,3 /  $Q_{v,10}$ : 0,3 / U-raam 1,0 / externe warmte- en koudelevering / douche-wtw / balansventilatie met wtw / zonwering schuifpui en ramen achtergevel / 8 PV-panelen.

Dit concept voldoet aan alle BENG-eisen en aan de TO<sub>juli</sub>-eis:

 BENG 1 ( $\leq 55$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	54,8 kWh/m <sup>2</sup> .jr
 BENG 2 ( $\leq 30$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	14,1 kWh/m <sup>2</sup> .jr
 BENG 3 ( $\geq 50\%$ )	52%
 TO <sub>juli</sub> ( $\leq 1,2$ )	0,0

Ten opzichte van het basisconcept is de thermische schil op onderdelen verbeterd. Verder is balansventilatie met wtw toegepast. Merk op dat zonwering is toegepast om de koudebehoefte in BENG 1 te beperken én het comfort voor de bewoners te verhogen. De woning heeft in de basis veel glas. Zelfs met koeling kan het dus wenselijk zijn om zonwering te hebben. Doorslaggevend is de toepassing van zonnepanelen. Voor externe warmtelevering is uitgegaan van 0% hernieuwbaar omdat hier op dit moment nog geen kwaliteitsverklaring voor beschikbaar is.

*BPD bouwt circa 130 woningen op Pier2 in de Amsterdamse Houthaven.*

## Hoe zorg je voor een lage BENG 1?

Belangrijke aandachtspunten zijn het stedenbouwkundig ontwerp, de oriëntatie van de woning, schilisolatie, luchtdichtheid, zomernachtventilatie en zonwering.

### Stedenbouwkundig ontwerp

In een stedenbouwkundig ontwerp of beeldkwaliteitsplan zijn verkavelingen, oriëntaties en (dak)vormen vastgelegd. Een plan dat ruimte biedt voor zongerichte woningontwerpen geeft de meeste mogelijkheden om woningen te bouwen die aan BENG 1 voldoen.

### Kwaliteit van de thermische schil

Een hoge isolatiewaarde van de thermische schil is essentieel. Per 1 januari 2021 zijn volgens het Bouwbesluit Rc-waarden van 3,7 (vloer), 4,7 (gevel) en 6,3 (dak) minimaal vereist. Een hogere isolatiewaarde brengt de energiebehoefte verder omlaag. Daarnaast hebben luchtdicht bouwen (infiltratie;  $Q_{v,10}$ -waarde) en het beperken van lineaire warmteverliezen (koudebruggen;  $\Psi$ -waarden) veel invloed. Zorg voor een gedetailleerd ontwerp en een gecontroleerde uitvoering. Let op dat het voor de vergunningaanvraag vanaf 1 januari 2021 verplicht is lineaire warmteverliezen gedetailleerd te berekenen.

### Oriëntatie en glas

Een dicht geveldeel isoleert vier tot vijf keer beter dan het beste glas. Via glas gaat dus relatief veel warmte verloren. Daar tegenover staat de warmtewinst doordat de zon naar binnen schijnt. Dit pleit voor toepassing van drie- of zelfs viervoudig glas. Om de kans op temperatuuroverschrijding te beperken, wordt vaak gekozen voor zonwerend glas. Dat beperkt echter ook de warmtewinst in de winter. Door deze aspecten zijn de open-dichtverhouding, de oriëntatie van ramen en de U- en g-waarde (ZTA-waarde) van het glas van grote invloed op de energiebehoefte van de woning.



### Do's

- Maak indien mogelijk een gebiedsplan waarin woningen op de zon zijn gericht.
- Let in het ontwerp op de hoeveelheid en de oriëntatie van glas.
- Zorg dat de winterzon naar binnen kan schijnen; houd de zomerzon tegen.
- Let op aansluitdetails: beperk koudebruggen en zorg voor een goede luchtdichtheid.
- Maak al op basis van een schetsontwerp een eerste energieberekening.



### Don'ts

- Houd niet vast aan stokpaardjes en ingesleten gewoontes. BENG vereist een nieuw proces.
- Ga niet pas rekenen als de architect klaar is. In het ontwerpstadium wordt voor een belangrijk deel vastgelegd welke keuzes later nog mogelijk zijn.
- Reken er niet op dat het energieplaatje sluitend kan worden gemaakt met extra zonnepanelen. In BENG is compenseren geen optie.

## Seniorenwoning

Geveke Bouw

Rekenvoorbeeld aan de hand van een concept voor een seniorenwoning met één bouwlaag en een plat dak. De woning is gebouwd in houtskeletbouw (250-500 kg/m<sup>2</sup>). De A<sub>15</sub>/A<sub>g</sub>-ratio van deze woning is 2,61.

### Basisvariant

Doorrekening van een basisvariant (EPC 0,4) met de volgende kenmerken: Rc vloer 3,5; gevel 4,5; dak 6,0 / Q<sub>v,10</sub>: 0,4 / U-raam 1,4 / geen zonwering / luchtwarmtepomp / vloerverwarming / balansventilatie met wtw / 7 PV-panelen.

🌱 BENG 1 (≤93,39 kWh/m <sup>2</sup> .jr)	74,0 kWh/m <sup>2</sup> .jr
🌱 BENG 2 (≤30 kWh/m <sup>2</sup> .jr)	5,1 kWh/m <sup>2</sup> .jr
🌱 BENG 3 (≥50%)	94%
🌱 TO <sub>juli</sub> (≤1,2)	2,49

De A<sub>15</sub>/A<sub>g</sub>-verhouding is 2,61 en de bouwconstructie is licht. De eis voor BENG 1 is daardoor maximaal 93,39.

### Verbeterd concept

Ter vergelijking is een verbeterd concept doorgerekend met de volgende kenmerken: Rc vloer 4,0; gevel 7,0; dak 9,0 / Q<sub>v,10</sub>: 0,3 / U-raam 1,0 / zonwering op oost en west (zwarte screens) / luchtwarmtepomp / douche-wtw / balansventilatie met wtw / geen PV.

🌱 BENG 1 (≤93,39 kWh/m <sup>2</sup> .jr)	64,1 kWh/m <sup>2</sup> .jr
🌱 BENG 2 (≤30 kWh/m <sup>2</sup> .jr)	30,0 kWh/m <sup>2</sup> .jr
🌱 BENG 3 (≥50%)	57%
🌱 TO <sub>juli</sub> (≤1,2)	0,97

De toepassing van zonwering is effectief om de kans op temperatuuroverschrijding te verkleinen. De thermische schil is verbeterd om geen PV-panelen meer nodig te hebben om aan de BENG-eisen te voldoen. Om die reden is ook voor een douche-wtw gekozen.

*Het Geveke Perspectief-concept is op diverse locaties in de provincie Groningen gerealiseerd. Het is een uitgekend concept voor senioren, kleine gezinnen en starters.*



TO<sub>juli</sub>

De kans op temperatuuroverschrijding

Tegelijk met de drie BENG-eisen wordt in de bouwregelgeving een grenswaarde opgenomen voor de kans op temperatuuroverschrijding. Die kans wordt uitgedrukt met het indicatiegetal TO<sub>juli</sub>. De grenswaarde is bepaald op 1,2.

### Wel of geen actief systeem?

Als een woning een actief koelsysteem heeft, wordt verondersteld dat zo'n systeem voldoende capaciteit heeft om aan de koudebehoefte tegemoet te komen. TO<sub>juli</sub> wordt dan automatisch op 0,0 gesteld. Ook passieve koeling door circulatie van bronwater (bij een bodemwarmtepomp, zie verder pagina 21) en externe koudelevering gelden in dit verband als actief koelsysteem.

### Tegelijk met BENG-berekening

Bij grondgebonden woningen volgt de TO<sub>juli</sub>-berekening rechtstreeks uit de berekening van de energieprestatie. Gegevens worden dus maar één keer ingevoerd. De berekening wordt per oriëntatie gemaakt. De oriëntatie met de hoogste TO<sub>juli</sub>-waarde is maatgevend. Bij een woongebouw wordt voor de vergunningaanvraag de BENG-berekening voor het gebouw als geheel gemaakt. De TO<sub>juli</sub>-berekening moet echter per appartement worden gemaakt. Dit vergt dus wél een aanvullende berekening.



# Woningbouw volgens $TO_{\text{juli}}$



## Globale $TO_{\text{juli}}$ -indicator

De  $TO_{\text{juli}}$ -berekening gaat uit van gemiddelden. Pieken in buitentemperatuur, verschillen tussen verblijfsruimten en verschillen in activiteitsniveaus van bewoners komen niet tot uitdrukking. De uitkomst geeft daarom slechts een globale indicatie. Een laag  $TO_{\text{juli}}$ -getal biedt nog geen garantie voor zomercomfort en  $TO_{\text{juli}}$  is zeker geen ontwerp-instrument.

## Gedetailleerde GTO-berekening

In plaats van een  $TO_{\text{juli}}$ -berekening is ook een gewogen temperatuuroverschrijdingsberekening geldig (GTO-berekening). Dit is een uitgebreide simulatieberekening die gemaakt wordt met speciale software. Zo'n berekening is nauwkeuriger en biedt meer inzicht. Een omgevingsvergunning mag worden verleend als het aantal gewogen overschrijdingsuren op jaarbasis niet meer is dan 450, ook al zou het berekende  $TO_{\text{juli}}$ -getal groter zijn dan 1,2.

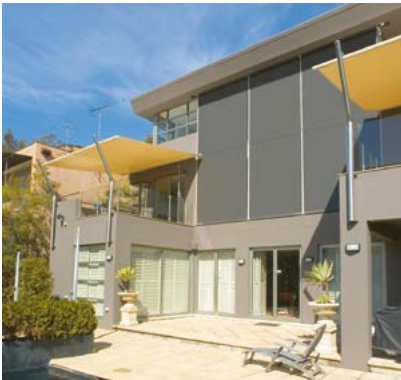
## Grenswaarden voor temperatuuroverschrijding

$TO_{\text{juli}} \leq 1,2$

Of GTO  $\leq 450$  uur

## Neem oververhitting serieus

Door klimaatverandering worden de zomers warmer en door steeds betere isolatie komt die warmte vertraagd binnen. Eenmaal binnen, blijft de warmte lang in huis. In de winter is dat een voordeel; in de zomer leidt een te hoge warmtelast tot oververhitting. Bewoners zijn bovendien kritischer omdat steeds meer mensen het comfort kennen van een koele auto, trein of werkplek. Uit oogpunt van gezondheid is het beperken van oververhitting vaak een must. Aandacht voor zomercomfort is bij ontwerp en bouw van woningen noodzakelijk.



*Voorkom oververhitting door het toepassen van diepe overstekken, buitenzonwering, luifels of luiken.*

## TO<sub>juli</sub>: knoppen om aan te draaien

Maatregel	Effect
Groote en oriëntatie van ramen .....	Zeer groot
Buitenzonwering .....	Zeer groot
Overstekken.....	Groot
Bouwmassa .....	Groot
Zomernachtventilatie en/of spuiventilatie.....	Groot
Keuze van het type glas .....	Groot
Schaduw door verspringende gevels.....	Beperkt
Keuze van ventilatiesysteem ..	Beperkt

## Hoe zorg je voor een lage TO<sub>juli</sub>?

Maatregelen zijn: voorkomen dat teveel warmte binnenkomt, overmatige warmte wegventileren en passief of actief koelen. Vooral actieve koeling gaat ten koste van de energieprestatie van een woning.

### Warmte tegenhouden

Passieve maatregelen om temperatuuroverschrijding te beperken, verdienen de voorkeur. Niet alleen vanwege de energieprestatie, maar ook in de beleving van bewoners. Voorbeelden zijn een gunstige oriëntatie en woningindeling met zonwering door diepe overstekken. Andere effectieve maatregelen zijn bedienbare buitenzonwering, screens, luiken en zonwerend glas. Let op dat deze maatregelen soms leiden tot een (iets) hogere energiebehoefte conform BENG 1.

### Ventilatieve koeling

Voorzieningen voor spuiventilatie en zomernachtventilatie zijn effectief om overmatige warmte snel af te voeren. Dit wordt ook wel ventilatieve koeling genoemd. In de NTA 8800 staan eisen waaraan een systeem voor zomernachtventilatie moet voldoen. Het belangrijkste is, dat zomernachtventilatie altijd kan worden gebruikt. Het systeem moet daarom inbraakwerend en regen-inslagvrij zijn en voorzien zijn van insectenwering. Ook balansventilatie helpt. Het ventilatiesysteem moet dan wel zijn uitgerust met een temperatuurafhankelijke bypass. Balansventilatie kan eventueel worden uitgebreid met een koelunit.

### Actief koelsysteem

Wanneer een woning een actief koelsysteem heeft, wordt aangenomen dat de kans op temperatuuroverschrijding beperkt is. TO<sub>juli</sub> wordt in de berekening dan automatisch op 0,0 gesteld. Voorbeelden zijn koeling met een warmtepomp, externe koudelevering en een aparte koelinstallatie. Het energiegebruik van actieve koeling telt mee in BENG 2. Daarom is het belangrijk te letten op de efficiëntie van het systeem. Zie verder pagina 21.

### Het één en het ander

Bij toepassing van actieve koeling is de TO<sub>juli</sub> automatisch nul. Maar dat hoeft de bouwpartij er niet van te weerhouden ook maatregelen te treffen om warmte te weren. Het levert niet alleen een betere energieprestatie op, maar ook een huis met een comfortabel binnenklimaat. Bij iedere woning met grote glaspartijen is zonwering daarom aan te bevelen, óók in woningen met actieve koeling waar dat volgens de regelgeving niet noodzakelijk is.





### Do's

- Bereken zo vroeg mogelijk het risico van temperatuuroverschrijding.
- Stem oriëntatie van glas en indeling van de woning af op de zon.
- Denk in het ontwerp aan overstekken, spuiventilatie, zomernachtventilatie en buitenzonwering.



### Don't

- Een airco kan de grootste temperatuuroverschrijding wegnemen, maar maakt het lastig om nog te voldoen aan de eis voor BENG 2.
- Denk niet dat zonwering overbodig is, ook al heeft een woning een actief koelsysteem. Voorkomen is beter dan genezen.

## REKENVOORBEELD 6

# @Home Amstelkwartier / De Spakler

Lingotto, APF en Hurks Vastgoedontwikkeling

Rekenvoorbeeld aan de hand van een concept voor een woongebouw met 22 woonlagen. De  $A_{is}/A_g$ -ratio van dit gebouw is 0,77.

### Basisvariant

Doorrekening van een basisvariant (EPC 0,4) met de volgende kenmerken: Rc vloer 3,5; gevel 4,5; dak 6,0 /  $Q_{v,10}$ : 0,5 / U-raam 0,9 / geen zonwering / externe warmtelevering (0% hernieuwbaar) / vloerverwarming / douche-wtw / mechanische ventilatie met natuurlijke toevoer / geen PV.

BENG 1 ( $\leq 65$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	50,9 kWh/m <sup>2</sup> .jr
BENG 2 ( $\leq 50$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	54,3 kWh/m <sup>2</sup> .jr
BENG 3 ( $\geq 40\%$ )	0 %
TO <sub>juli</sub> ( $\leq 1,2$ )	niet bepaald op appartementsniveau

### Verbeterd concept

Ter vergelijking is een verbeterd energieconcept doorgerekend met de volgende kenmerken: Rc vloer 3,7; gevel 4,7; dak 6,3 /  $Q_{v,10}$ : 0,42 / U-raam 0,9 / externe warmtelevering (0% hernieuwbaar) / douche-wtw / balansventilatie met wtw en CO<sub>2</sub>-sturing / 459 PV-panelen dak en gevel.

BENG 1 ( $\leq 65$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	51,2 kWh/m <sup>2</sup> .jr
BENG 2 ( $\leq 50$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	21,0 kWh/m <sup>2</sup> .jr
BENG 3 ( $\geq 40\%$ )	40%
TO <sub>juli</sub> ( $\leq 1,2$ )	niet bepaald op appartementsniveau

In dit gebouw is het aandeel hernieuwbare energie bepalend. In de berekening is er vanuit gegaan dat het aandeel hernieuwbaar in de externe warmtelevering 0 is. Daarom is maximaal ingezet op toepassing van PV-panelen.

*De Spakler is in 2017 in opdracht van Hurks gebouwd. Het is de allereerste energieneutrale woontoren van Nederland (EPC=nul): 24 bouwlagen, 160 appartementen, 500 m<sup>2</sup> commerciële ruimte.*





## BENG 2

Het jaarlijkse primair fossiele energiegebruik

### REKENVOORBEELD 8

## Twee-onder-één-kapwoning

SCW

Rekenvoorbeeld aan de hand van een concept voor een twee-onder-één-kapwoning met een schuine kap. De  $A_{1s}/A_g$ -ratio van deze woning is 1,91.

### Basisvariant

Doorrekening van een basisvariant (EPC 0,4) met de volgende kenmerken: Rc vloer 3,5; gevel 4,5; dak 6,0 /  $Q_{v,10}$ : 0,3 / U-raam 1,34 / bodemwarmtepomp / douche-wtw / balansventilatie met wtw / geen PV.

BENG 1 ( $\leq 67,32$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	61,8 kWh/m <sup>2</sup> .jr
BENG 2 ( $\leq 30$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	31,6 kWh/m <sup>2</sup> .jr
BENG 3 ( $\geq 50\%$ )	52 %
TO <sub>juli</sub> ( $\leq 1,2$ )	0,0

De bodemwarmtepomp levert 's zomers koude, waardoor de kans op temperatuuroverschrijding beperkt is en TO<sub>juli</sub> automatisch op 0,0 wordt gesteld.

### Verbeterd concept

Ter vergelijking is een verbeterd concept doorgerekend met de volgende kenmerken: Rc vloer 3,7; gevel 4,7; dak 6,3 /  $Q_{v,10}$ : 0,3 / U-raam 1,34 / bodemwarmtepomp met verbeterd tapwaterrendement / douche-wtw / balansventilatie met wtw / 1 PV-paneel.

BENG 1 ( $\leq 67,32$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	61,5 kWh/m <sup>2</sup> .jr
BENG 2 ( $\leq 30$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	27,0 kWh/m <sup>2</sup> .jr
BENG 3 ( $\geq 50\%$ )	64%
TO <sub>juli</sub> ( $\leq 1,2$ )	0,0

Door verhoging van het tapwaterrendement en één PV-paneel wordt het primair fossiele energiegebruik (BENG 2) beperkt tot onder de gestelde eis.

BENG 2 geeft aan hoeveel primair fossiele energie wordt gebruikt voor gebouwgebonden functies: verwarming, koeling, warmwater en hulpenergie. In de berekening blijven verlichting en huishoudelijke apparaten buiten beschouwing.



# Woningbouw volgens BENG 2

## Primair fossiel energiegebruik

Een deel van de energie die een woning krijgt uit energienetten, bestaat uit fossiele energie. Per levering wordt teruggerekend om hoeveel fossiele energie het gaat. De som is het totaal primair fossiele energiegebruik van de woning. Dat mag niet meer zijn dan 30 kWh/m<sup>2</sup> per jaar bij grondgebonden woningen en 50 kWh/m<sup>2</sup> per jaar bij woongebouwen.

## Elektriciteitslevering

Bij elektriciteit die door het net wordt geleverd, moet het aantal kilowatturen op de meter in huis worden vermenigvuldigd met de primaire energiefactor (PEF). Deze factor is gebaseerd op het fossiele aandeel in de landelijke elektriciteitsproductie en het rendement van elektriciteitsopwekking in kolen- en gascentrales. Deze factor wordt om de circa vijf jaar door de overheid herzien, op basis van de meest recente gegevens over de elektriciteitsproductie. Per 1 januari 2021 is de PEF bepaald op 1,45.

## Levering van aardgas

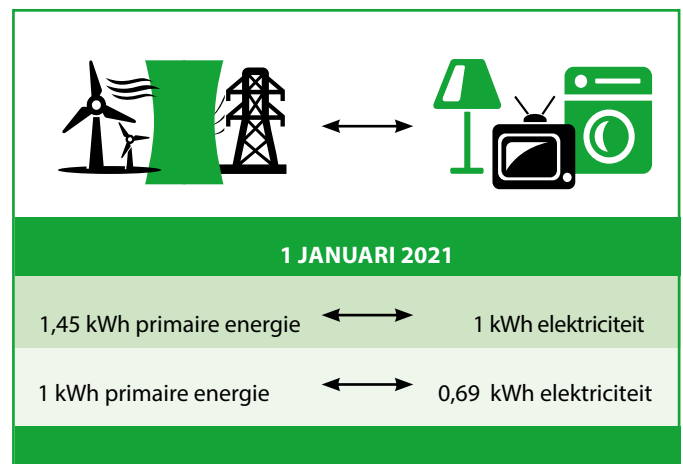
Het gebruik van aardgas voor verwarming, warm tapwater en koken telt volledig mee in BENG 2. Omdat nieuwe woningen in de regel geen aansluiting meer krijgen, laten we het gebruik van aardgas in deze publicatie buiten beschouwing.

## Externe warmtelevering

De grote warmtenetten worden gevoed door industriële restwarmte, koel- en aftapwarmte van elektriciteitscentrales (stadsverwarming) en verbrandingswarmte van AVI's. Veel kleinere netten worden gevoed door diverse andere bronnen zoals koelwarmte van bedrijven, geothermie en warmte uit biomassa. Sommige bronnen gelden als fossiele energie terwijl andere bronnen (geheel of gedeeltelijk) hernieuwbaar zijn. Per warmtenet wordt bepaald welk deel van de geleverde warmte meetelt als primair fossiel energiegebruik.

Grenswaarden voor BENG 2 (in kWh/m <sup>2</sup> .jr)	
Grondgebonden woningen	Woongebouwen
≤ 30 kWh/m <sup>2</sup> .jr	≤ 50 kWh/m <sup>2</sup> .jr

## Primaire energie versus energie op de meter



## Warmtenetten en primair fossiele energie

Bij externe warmtelevering wordt het aandeel fossiele energie uitgedrukt met de primaire energiefactor  $f_{P;del}$ . Deze factor wordt door de warmteleverancier berekend. BCRG (Bureau Controle en Registratie Gelijkwaardigheid) toetst de berekening en geeft conform de NTA 8800 een kwaliteitsverklaring af. Als die niet is afgegeven, geldt een forfaitaire  $f_{P;del}$  van 0,9. Soms heeft de warmteleverancier zelf meer actuele informatie, bijvoorbeeld als een net wordt verduurzaamd. De gemeente kan dan ontheffing verlenen en een lagere waarde toestaan.

## Hoe zorg je voor een lage BENG 2?

Aandachtspunten zijn efficiënte installaties, warmteafgifte op lage temperatuur, ventilatie met vraagsturing en warmteterugwinning, korte leidingen voor warmwater, gebruik van een douche-wtw en toepassing van hernieuwbare energie.

### Lagetemperatuurverwarming

Verwarming met een afgifte op een temperatuur van 25 tot 40 °C is efficiënter dan verwarming op een hogere temperatuur. Dat leidt dus tot een lagere waarde voor BENG 2. Bovendien kan daarmee geprofiteerd worden van warmtenetten met een groot aandeel hernieuwbare energie. Die leveren immers vaak warmte op een lage temperatuur. Verdere besparingen zijn mogelijk door te zorgen dat het systeem met zo weinig mogelijk (extra) circulatiepompen werkt. Hoe efficiënter de installaties, hoe minder primaire energie de woning gebruikt.

### Tapwaterverwarming

Woningen gebruiken voor warmwater tegenwoordig vaak meer energie dan voor verwarming en koeling. Een lagere BENG 2 wordt in de eerste plaats bereikt door minder warm water te gebruiken. Korte leidinglengtes en gebruik van

een douche-wtw komen in de berekening tot uitdrukking. In de tweede plaats is het opwekingsrendement van het tapwatertoestel bepalend. Een zonneboiler en een warmtepomp kennen het hoogste rendement (ook al is het rendement van de warmtepomp voor tapwater lager dan het rendement van een warmtepomp voor verwarming). In combinatie met een lagetemperatuurwarmtenet heeft ook een boosterwarmtepomp een relatief hoog rendement. Bovendien maakt zo'n toestel korte transportafstanden mogelijk. Een elektrisch doorstroomtoestel heeft een lager rendement. In de derde plaats tellen stilstandsverliezen mee in de berekening van BENG 2. Stilstandsverliezen treden op bij gebruik van een voorraadvat (boilervat).

### Ventilatie

Goede ventilatie is essentieel voor comfort en een gezond binnenmilieu. Met de afvoer van ventilatielucht gaat echter ook warmte verloren die door een verwarmingstoestel moet worden aangevuld. Besparingen zijn mogelijk door de ventilatiecapaciteit nauwkeurig af te stemmen op de vraag per zone of vertrek en door terugwinning van warmte.

### Kookafzuiging

Voor kookafzuiging is een capaciteit van minimaal 300 m<sup>3</sup>/uur gewenst met bij voorkeur afvoer rechtstreeks naar buiten. Dan worden



### Do's

- Kies voor lagetemperatuurverwarming, ook als hoge temperatuur beschikbaar is.
- Kies voor ventilatie met gezoneerde CO<sub>2</sub>-sturing en warmteterugwinning.
- Gebruik een zonneboiler en/of een (booster)warmtepomp voor warmwater.
- Zorg voor korte aanvoerleidingen voor warmwater en installeer een douche-wtw.



### Don'ts

- Pas op met ventilatie via gevelroosters in combinatie met vloerverwarming. Dat geeft vaak tocht.
- Elektrische weerstandsverwarming als hoofdverwarming maakt het lastig om aan BENG 2 te voldoen.
- Dat geldt ook voor het gebruik van een elektrische (keuken)boiler voor warmwater.

# Galerijflat Trebbe

## Trebbe Wonen

Rekenvoorbeeld aan de hand van een concept voor een galerijflat met zes bouwlagen. De  $A_{is}/A_g$ -ratio van dit gebouw is 1,07.

### Basisvariant

Doorrekeningen van een basisvariant (EPC 0,4) met de volgende kenmerken: Rc vloer 3,5; gevel 5,2; dak 6,0 /  $Q_{v,10}$ : 0,3 / U-raam 1,45 / geen zonwering / luchtwarmtepomp / vloerverwarming / douche-wtw / mechanische ventilatie met natuurlijke toevoer / 136 PV-panelen.

🌱 BENG 1 ( $\leq 65$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	58,0 kWh/m <sup>2</sup> .jr
🌱 BENG 2 ( $\leq 50$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	32,1 kWh/m <sup>2</sup> .jr
🌱 BENG 3 ( $\geq 40\%$ )	66%
🌡️ TO <sub>juli</sub> ( $\leq 1,2$ )	1,91 - 3,92

De kans op temperatuuroverschrijding is voor vier maatgevende appartementen berekend. Deze overschrijden allemaal de grenswaarde.

### Verbeterd concept

Ter vergelijking is een verbeterd concept doorgerekend met de volgende kenmerken: Rc vloer 3,7; gevel 5,2; dak 6,3 /  $Q_{v,10}$ : 0,3 / U-raam 1,45 / zonwering op oost- en westgevel, zonwerend glas op noordgevel / luchtwarmtepomp / vloerverwarming / douche-wtw / mechanische ventilatie met natuurlijke toevoer met CO<sub>2</sub>-sturing / geen PV.

🌱 BENG 1 ( $\leq 65$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	56,4 kWh/m <sup>2</sup> .jr
🌱 BENG 2 ( $\leq 50$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	47,2 kWh/m <sup>2</sup> .jr
🌱 BENG 3 ( $\geq 40\%$ )	50,2%
🌡️ TO <sub>juli</sub> ( $\leq 1,2$ )	0,59 - 1,14

Aan BENG 3 wordt voldaan door toepassing van een warmtepomp. Om de kans op temperatuuroverschrijding te verkleinen is zonwering op de oost- en de westgevel aangebracht. Als dat ongewenst is, is waarschijnlijk actieve koeling nodig. Het effect daarvan is niet doorgerekend. Door CO<sub>2</sub>-sturing op het ventilatiesysteem wordt het energiegebruik verlaagd en het comfort in de woning verhoogd. Door deze maatregelen zijn geen PV-panelen nodig om aan BENG te voldoen.

kookluchtjes, vocht en fijnstof effectief uit de woning afgevoerd. Met de kooklucht gaat echter ook warmte verloren. Energieverlies kan worden beperkt door aansluiting van de kookafzuiging op een ventilatiesysteem met warmteterugwinning. Er zijn nieuwe principes in ontwikkeling waarbij tijdens het koken alle ventilatiecapaciteit ten goede komt aan kookafzuiging. Energieverlies kan ook worden beperkt door toepassing van een recirculatieafzuigkap. Dan wordt geen of minder lucht afgevoerd. De effectiviteit van de kookafzuiging wordt dan bepaald door de kwaliteit en het onderhoud van de filters. Het Lente-akkoord heeft hierover een aparte publicatie uitgebracht.

### Actieve koeling

Wanneer een woning een koelsysteem heeft, telt het energiegebruik daarvan mee bij de berekening van BENG 2. Bij een bodemwarmtepomp gebruikt de koelfunctie weinig energie. Hierbij is alleen de circulatiepomp in bedrijf. Deze pompt relatief koel water uit de bodembron rond waarbij overtollige warmte uit de woning wordt benut om de bron te regenereren. In de BENG-berekening wordt automatisch rekening gehouden met deze functie.

Een luchtwarmtepomp of een airconditioning gebruikt veel meer energie. Om te koelen is immers ook de compressor van de installatie in bedrijf. Dat kost minimaal enkele honderden kilowatturen per jaar, afhankelijk van de koelbehoefte van de woning en het rendement van de installatie. Als een luchtwarmtepomp voor koeling wordt ingezet, moet dat in de BENG-berekening expliciet worden aangegeven.

### Hernieuwbare energie

De energie die een woning gebruikt, kan worden geleverd door hernieuwbare bronnen. Een woning met veel hernieuwbare energie zal navenant minder primair fossiele energie gebruiken. In BENG 3 wordt het aandeel hernieuwbare energie uitgedrukt. Als alle energie voor gebouwgebonden functies wordt geleverd door hernieuwbare bronnen, is BENG 3 gelijk aan 100 procent en BENG 2 gelijk aan nul.





### **BENG 3**

Het aandeel hernieuwbare energie

BENG 3 is de indicator voor het aandeel hernieuwbare energie ten opzichte van het totale primaire energieverbruik voor gebouwgebonden functies.



# Woningbouw volgens BENG 3

## Hernieuwbare energie

Hernieuwbare energie die op en rond de woning wordt gewonnen, telt mee in BENG 3. De zogenoemde postcode-roos-regeling telt bij BENG 3 niet. Dat betekent dat zonnepanelen op of aan het gebouw moeten zijn bevestigd. Externe warmte, voor zover hernieuwbaar, telt in BENG 3 wel mee. Hernieuwbare energie die onderdeel is van de landelijke elektriciteitsmix zoals windenergie op zee, telt niet mee. Die is immers al verrekend in de PEF (zie pagina 19).

## Grenswaarden

De berekening van BENG beperkt zich tot de energie die nodig is voor gebouwgebonden functies. BENG 3 wordt berekend door de hoeveelheid hernieuwbare energie te delen door de totale hoeveelheid primaire energie die een woning hiervoor gebruikt.

$$\text{BENG 3} = \frac{\text{Hoeveelheid geleverde hernieuwbare energie (per jaar)}}{\text{Totaal primair energiegebruik voor gebouwgebonden functies}} \times 100\%$$

De grenswaarde voor BENG 3 is voor woongebouwen lager dan voor grondgebonden woningen, omdat bij gestapelde bouw minder dakvlak is voor PV-panelen.

Grenswaarden voor BENG 3	
Grondgebonden woningen	Woongebouwen
≥ 50%	≥ 40%

## Energieneutraal en nul op de meter

Een woning met een BENG 3 van 100% wint op jaarbasis evenveel hernieuwbare energie als nodig is voor gebouwgebonden functies. Zo'n woning wordt gebouwgebonden energieneutraal genoemd. In een nul-op-de-meterwoning moet ook de energie voor huishoudelijke apparaten en verlichting gegarandeerd worden gecompenseerd. In de praktijk kan dat met een BENG 3 van ongeveer 140% of hoger.



De dakramen van de woningen in Groevenbeek-Noord (Ermelo) passen naadloos in het PV-dak. Een geïntegreerde chip in het dakraam, ook werkend op PV, communiceert met andere apparaten in huis en regelt de automatische buitenzonwering.



### Do's

- Probeer binnen het stedenbouwkundig plan zoveel mogelijk ruimte te krijgen voor zonne-energie.
- Maak gebruik van omgevingswarmte en onderzoek de mogelijkheden van externe warmtelevering. Vooral bij hoogbouw is dat laatste vaak essentieel.
- Maak een ontwerp dat geschikt is voor PV-panelen op het dak en eventueel langs de gevel.
- Bied als optie extra PV-panelen aan om ook het huishoudelijke energiegebruik te dekken.



### Don'ts

- Ga niet per se voor de laagste kosten. Investerings in hernieuwbare energie verdienen zich in het gebruik terug.
- Denk niet dat PV-panelen lelijk zijn. De architect kan zonnepanelen goed in het ontwerp integreren zonder dat deze in de schaduw van dakdoorvoeren of een dakkapel komen.

## Hoe zorg je voor een hoge BENG 3?

Belangrijke aandachtspunten zijn het gebruik van zonne-energie, omgevingswarmte (via een warmtepomp) en externe warmte met een groot aandeel hernieuwbare energie.

### Zonne-energie

Actieve benutting van zonne-energie is mogelijk met PV-panelen, een zonneboiler, PVT-panelen, zonnegevels en transparante zonnepanelen. Grondgebonden woningen hebben meestal genoeg dakvlak. Zeker als daar in het ontwerp aan is gedacht. Bij hoogbouw ligt dat anders. Dan zijn meestal ook andere hernieuwbare bronnen nodig. Let op dat het in de BENG-berekening niet mogelijk is om een hoge energiebehoefte voor verwarmen of koelen te compenseren met extra PV-panelen. Het is juist de kunst om met zo weinig mogelijk PV-panelen aan BENG te voldoen. Dan is er nog dakvlak over zodat de bewoners ook het elektriciteitsgebruik voor huishoudelijke apparaten en misschien zelfs de elektrische auto kunnen dekken met zonne-energie.

### Externe warmtelevering

Externe warmte kan geheel of gedeeltelijk worden aangemerkt als hernieuwbare energie. Het aandeel hernieuwbare energie wordt door de warmteleverancier berekend en door het Bureau Controle en Registratie Gelijkwaardigheid getoetst (zie ook pagina 19). Vooral kleinere, innovatieve warmtenetten kennen een relatief groot aandeel hernieuwbare energie. Voorbeelden zijn omgevingswarmte uit oppervlaktewater of bodembronnen en warmte die anders wordt weggegooid, zoals koelwarmte van datacenters en koelhuizen.

### Omgevingswarmte

Warmte in de omgeving van de woning (buitenlucht, bodem of oppervlaktewater) kan dienen als bronwarmte voor een warmtepomp en telt dan in BENG 3 mee als hernieuwbare energie. Als het jaarrendement (SPF) van een warmtepomp voor verwarming bijvoorbeeld 400 procent is, wil dat zeggen dat 1 kWh elektriciteit 4 kWh nuttige warmte oplevert. De hoeveelheid (hernieuwbare) omgevingswarmte is dan dus 3 kWh.







## Vrijstaande woning

### Particuliere ontwikkeling

Rekenvoorbeeld aan de hand van een concept voor een vrijstaande houtskeletbouw woning met drie bouwlagen en een schuine kap. De  $A_{is}/A_g$ -ratio van deze woning is 2,5.

### Basisvariant





Doorrekening van een basisvariant (EPC 0,4) met de volgende kenmerken: Rc vloer 4,0; gevel 5,0-5,25; dak 6,0-6,5 /  $Q_{v,10}$ : 0,4 / U-raam 1,0 / luchtwarmtepomp / compressiekoelmachine / balansventilatie met wtw / 1 PV-paneel.

 BENG 1 ( $\leq 90,11$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	80,9 kWh/m <sup>2</sup> .jr
 BENG 2 ( $\leq 30$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	40,9 kWh/m <sup>2</sup> .jr
 BENG 3 ( $\geq 50\%$ )	53 %
 TO <sub>juli</sub> ( $\leq 1,2$ )	0,0

De  $A_{is}/A_g$ -verhouding is 2,5 en de bouwconstructie is licht. De eis voor BENG 1 is daardoor 90,11 kWh/m<sup>2</sup>.jr. TO<sub>juli</sub> wordt automatisch op 0,0 gesteld omdat er actieve koeling aanwezig is.

### Verbeterd concept

Ter vergelijking is een verbeterd concept doorgerekend met de volgende kenmerken: Rc vloer 4,0; gevel 5,0-5,25; dak 6,0-6,5 /  $Q_{v,10}$ : 0,4 / U-raam 1,0 / zonwering zuid, oost en west / luchtwarmtepomp / compressiekoelmachine / balansventilatie met wtw en CO<sub>2</sub>-sturing per verblijfsruimte / 4 PV-panelen.

 BENG 1 ( $\leq 90,11$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	75,1 kWh/m <sup>2</sup> .jr
 BENG 2 ( $\leq 30$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	29,4 kWh/m <sup>2</sup> .jr
 BENG 3 ( $\geq 50\%$ )	65%
 TO <sub>juli</sub> ( $\leq 1,2$ )	0,0

In dit type vrijstaande woningen wordt vaak een hoog comfort-niveau verwacht. Daarom is in de verbeterde variant gekozen voor buitenzonwering. Het energiegebruik van de (onzuinige) koeling wordt hiermee ook verlaagd. BENG 2 is verder verlaagd door extra PV-panelen en een betere regeling van het ventilatiesysteem.



## Zes-spanner Trebbe

### Trebbe Wonen

Rekenvoorbeeld aan de hand van een concept voor een woongebouw met zes bouwlagen. De  $A_{is}/A_g$ -ratio van dit gebouw is 0,96.

#### Basisvariant

Doorrekening van een basisvariant (EPC 0,4) met de volgende kenmerken: Rc vloer 3,5-4,5; gevel 5,2; dak 6,0 /  $Q_{v,10}$ : 0,3 / U-raam 1,45 / geen zonwering / luchtwarmtepomp / vloerverwarming / douche-wtw / mechanische ventilatie met natuurlijke toevoer en CO<sub>2</sub>-sturing / 54 PV-panelen.

🌱 BENG 1 ( $\leq 65$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	48,0 kWh/m <sup>2</sup> .jr
🌱 BENG 2 ( $\leq 50$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	31,5 kWh/m <sup>2</sup> .jr
🌱 BENG 3 ( $\geq 40\%$ )	56,5 %
🚫 TO <sub>juli</sub> ( $\leq 1,2$ )	1,22 – 4,45

De basisvariant voldoet ruimschoots aan BENG 1, 2 en 3. TO<sub>juli</sub> is op appartementsniveau berekend en voldoet in vier maatgevende appartementen niet aan de grenswaarde.

#### Verbeterd concept

Ter vergelijking is een verbeterd concept doorgerekend met de volgende kenmerken: Rc vloer 3,7; gevel 5,2; dak 6,3 /  $Q_{v,10}$ : 0,3 / U-raam 1,45 / geen zonwering / luchtwarmtepomp met koeling / douche-wtw / balansventilatie met wtw en CO<sub>2</sub>-sturing / 5 PV-panelen.

🌱 BENG 1 ( $\leq 65$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	48,9 kWh/m <sup>2</sup> .jr
🌱 BENG 2 ( $\leq 50$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	38,6 kWh/m <sup>2</sup> .jr
🌱 BENG 3 ( $\geq 40\%$ )	40,0%
🌱 TO <sub>juli</sub> ( $\leq 1,2$ )	0,0

Voor actieve koeling is de koelfunctie van de luchtwarmtepomp geactiveerd. De TO<sub>juli</sub> is daarmee automatisch 0,0. Hierbij zijn nog 5 PV-panelen nodig om aan de eis voor BENG 3 te voldoen. Als alternatief voor actieve koeling is zonwering en zonwerende beglazing mogelijk. Dan is voor BENG 3 helemaal geen PV meer nodig.

*In opdracht van woningcorporatie de Alliantie bouwt Trebbe het project Molenwiek met 76 sociale huurappartementen in het centrum van Almere Buiten.*



# Comfortabel, gezond én BENG

In de afgelopen jaren is de bouwsector erin geslaagd zeer energiezuinige woningen te bouwen die ook gezond en comfortabel zijn. Bewoners zijn er over het algemeen positief over. Maar er zijn ook verbeterpunten.

## Daglicht

Daglicht in huis staat bij bewoners met stip op één. Het is bepalend voor comfort, welbevinden en gezondheid. Uit energieoogpunt vraagt glas om een goed ontwerp. Zorg dat glas zodanig is georiënteerd dat zonlicht tot ver in de woning doordringt, maar dat overmatige zomerzon effectief kan worden tegengehouden. Let bij gebruik van drievoudig glas in draairamen op bedienbaarheid. Drievoudig glas is immers 50 procent zwaarder.

## Verwarming

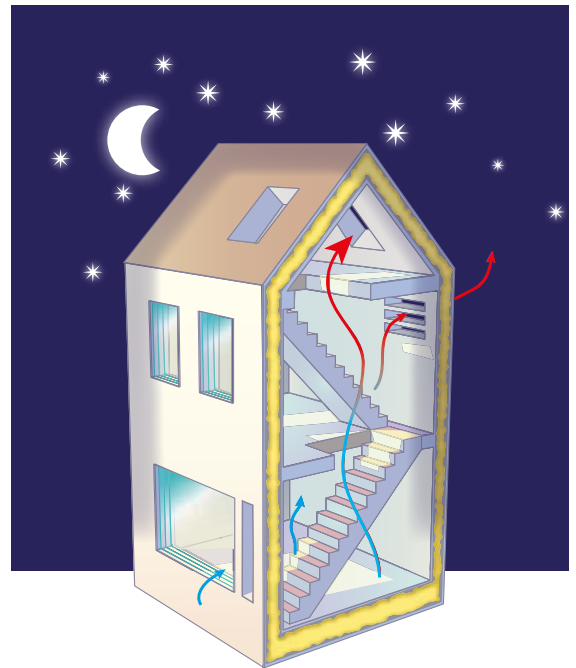
Zeer energiezuinige nieuwbouwwoningen hebben vaak een constante binnentemperatuur, onafhankelijk van de buitentemperatuur. Bewoners waarderen dat. Ook de ervaring met vloerverwarming is positief. Een punt van aandacht is de regelbaarheid. Vloerverwarming reageert traag en sommige bewoners kunnen daar slecht aan wennen. Welke mogelijkheden zijn er om de temperatuur per vertrek en per moment naar behoefte te regelen?

## Koeling

Oververhitting verdient serieus aandacht. Het leidt tot discomfort en soms gezondheidsrisico's. Bewoners willen graag makkelijk bedienbare zonwering en mogelijkheden voor zomernachtventilatie. Ook vloerverwarming met een koelfunctie is een pre, liefst op basis van een bodemwarmtepomp.

## Verse lucht

Voldoende luchtverversing is essentieel voor gezondheid. Daarvoor is een goede regeling nodig, bijvoorbeeld op basis van CO<sub>2</sub>-concentratie per zone of vertrek. Tocht moet worden voorkomen. Toevoer van verse lucht via gevelroosters is bij vloerverwarming daarom riskant. Het negatieve imago van balansventilatie is verdwenen. Bewoners zijn steeds vaker te spreken over de



## Principe van zomernachtventilatie

*Zet 's nachts (inbraakwerende) ramen op de begane grond en een dakraam boven het trapgat open, zodat warme lucht weg kan.*

## Woonbelevingsonderzoek

In opdracht van het Lente-akkoord heeft WONO in 2019 onderzoek gedaan naar het oordeel van bewoners van 31 projecten met zeer energiezuinige nieuwbouwwoningen. Zij geven gemiddeld een hoog rapportcijfer (7,9) maar doen ook suggesties voor verbetering.



### Do's

- Denk bij het ontwerpen en bouwen van een woning vanuit het perspectief van de bewoner: 'Zou ik dat in m'n eigen huis ook zo doen?'
- Communiceer met de bewoner op meerdere momenten. Ook na oplevering. Luister naar bewoners en leer van ervaringen om daarmee concepten steeds beter te kunnen maken.



### Don't

- Maak energie niet tot doel. Het doel is een gezond en comfortabel huis. Energie is een randvoorwaarde.

voordelen van dit systeem: voorverwarming en filtering van verse lucht, nooit meer tocht en minder buitengeluid. Naast een goed ventilatiesysteem stellen bewoners het op prijs als er ramen open kunnen om te luchten.

### Kookafzuiging

Het is niet prettig en niet gezond als kooklucht te lang blijft hangen. Daarom geniet kookafzuiging met een hoge capaciteit en een afvoer direct naar buiten op dit moment de voorkeur. Met de kooklucht vliegt echter ook warmte naar buiten. Bovendien is er een aparte voorziening nodig voor toevoer van verse lucht. Er zijn nog veel innovaties nodig, zoals recirculatieafzuigkappen met betere filters en aansluiting van de afzuigkap op balansventilatie met warmteterugwinning.

### Geluid

In een goed geïsoleerd huis valt installatiegeluid extra op. Vooral het geluid van ventilatie en een warmtepomp verdienen aandacht. De eis voor installatiegeluid in het Bouwbesluit is maximaal 30 dB, maar het is aan te bevelen verder te gaan. Bijvoorbeeld door te kiezen voor grote ventilatieroosters en ruime ventilatiekanalen zonder vertakkingen zodat lucht niet gaat fluiten. Zorg bij een luchtwaterwarmtepomp dat het geluid van de buitenunit geen hinder veroorzaakt. Vanaf 1 januari 2021 verbindt het Bouwbesluit hier eisen aan.

### Installatieruimte

Een warmtepomp met boiler, de wtw-unit van balansventilatie met alle aansluitingen en de inverter van PV-panelen nemen veel ruimte in. Een aparte installatieruimte wordt door bewoners gewaardeerd, vooral als daar ook plaats is voor een wasmachine en een droger. Apparaten kunnen hier overzichtelijk staan en zo'n ruimte kan geluiddicht worden afgewerkt.

### Gebruiksvriendelijkheid

Een huis moet eenvoudig te bedienen zijn. Laat installaties voor zich spreken en zorg dat bewoners niets 'fout' kunnen doen. Bewoners zijn geen regeltechnici. Bied een onderhoudscontract aan. Bewoners vinden het prettig als het onderhoud goed geregeld is. Zij kunnen daar zelf moeilijk een geschikt bedrijf voor vinden omdat veel technieken nog nieuw zijn.

### Communicatie

Een zeer energiezuinige woning werkt op een aantal punten net even anders dan waar de meeste mensen aan gewend zijn. Er leven veel vragen over inregeling, gebruik en onderhoud. Soms twijfelen bewoners eraan of een installatie het wel goed doet. Ook over het slim gebruik van zonwering en zomernachtventilatie moeten bewoners voorgelicht worden. Goede communicatie met bewoners, voor, tijdens en na oplevering is essentieel. Zorg voor eenvoudige voorlichting op meerdere momenten en via meerdere kanalen. Als bewoners hun huis snappen, zijn zij meer tevreden.





# Vlietpoort Den Haag

Stebru Bouwgroep

Rekenvoorbeeld aan de hand van een concept voor een woongebouw met 24 bouwlagen. De  $A_{1s}/A_g$ -ratio van dit gebouw is 0,82.

## Basisvariant





Doorrekening van een basisvariant (EPC 0,4) met de volgende kenmerken: Rc vloer 3,5-6,0; gevel 5,0; dak 7,0 /  $Q_{v,10}$ : 0,3 / U-raam 1,05 / externe warmtelevering / vloerverwarming / balansventilatie met wtw en CO<sub>2</sub>-sturing / 90 PV-panelen.

 BENG 1 ( $\leq 65$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	53,2 kWh/m <sup>2</sup> .jr
 BENG 2 ( $\leq 50$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	31,3 kWh/m <sup>2</sup> .jr
 BENG 3 ( $\geq 40\%$ )	12%
 TO <sub>juli</sub> ( $\leq 1,2$ )	0,31 – 3,60

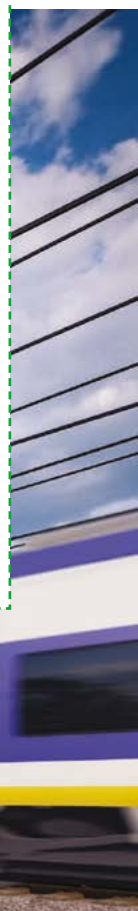
TO<sub>juli</sub> wordt op appartementsniveau bepaald. Niet alle appartementen voldoen aan de grenswaarde.

## Verbeterd concept

Ter vergelijking is een verbeterd concept doorge-rekend met de volgende kenmerken: Rc vloer 5,0-6,3; gevel 5,0; dak 7,0 /  $Q_{v,10}$ : 0,3 / U-raam 0,9 (ZTA 0,2-0,3) / externe warmtelevering / vloerverwarming / douche-wtw / balansventilatie met wtw en CO<sub>2</sub>-sturing / 90 PV-panelen.

 BENG 1 ( $\leq 65$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	54,2 kWh/m <sup>2</sup> .jr
 BENG 2 ( $\leq 50$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	34,0 kWh/m <sup>2</sup> .jr
 BENG 3 ( $\geq 40\%$ )	11%
 TO <sub>juli</sub> ( $\leq 1,2$ )	0,31 – 1,13

Door extra zonwerend glas wordt de kans op temperatuuroverschrijding effectief verkleind. In de basisvariant zijn al veel energiemaatregelen getroffen, zoals een goede thermische schil, het toepassen van een douche-wtw en de plaatsing van 90 PV-panelen. Doordat bij de externe warmtelevering is gerekend met 0 procent hernieuwbaar, zijn echter nog 304 PV-panelen nodig om aan BENG 3 te voldoen. Dit is een voorbeeld van een gebouw waarvoor bij de gemeente ontheffing aangevraagd zou kunnen worden.



# Frank is een Binck, Den Haag

Stebru Bouwgroep

Rekenvoorbeeld aan de hand van een concept voor een woongebouw met 18 bouwlagen. De  $A_{18}/A_g$ -ratio van dit gebouw is 0,85.

## Basisvariant

Doorrekening van een basisvariant (EPC 0,4) met de volgende kenmerken: Rc vloer 4,5; gevel 4,5; dak 6,0 /  $Q_{v,10}$ : 0,3 / U-raam 1,2 / collectieve bodemwarmtepomp / bodemkoeling / balansventilatie met wtw en CO<sub>2</sub>-sturing / 220 PV-panelen.

🌱 BENG 1 ( $\leq 65$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	55,7 kWh/m <sup>2</sup> .jr
🌱 BENG 2 ( $\leq 50$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	44,5 kWh/m <sup>2</sup> .jr
🌱 BENG 3 ( $\geq 40\%$ )	68%
🌱 TO <sub>juli</sub> ( $\leq 1,2$ )	0,0

## Verbeterd concept

Het concept voldoet in de basisvariant aan alle eisen. Ter vergelijking is een concept doorgerekend met minder PV-panelen: Rc vloer 4,5; gevel 5,0; dak 6,0 /  $Q_{v,10}$ : 0,3 / U-raam 1,2 / collectieve bodemwarmtepomp / bodemkoeling / balansventilatie met wtw en CO<sub>2</sub>-sturing / [110 PV-panelen](#).

🌱 BENG 1 ( $\leq 65$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	55,3 kWh/m <sup>2</sup> .jr
🌱 BENG 2 ( $\leq 50$ kWh/m <sup>2</sup> .jr)	49,8 kWh/m <sup>2</sup> .jr
🌱 BENG 3 ( $\geq 40\%$ )	64%
🌱 TO <sub>juli</sub> ( $\leq 1,2$ )	0,0

Het blijkt dat het gebouw met de helft van het aantal PV-panelen nog steeds aan alle eisen voldoet.



## Verder lezen

- [Warmtenetten in BENG, Lente-akkoord](#), juni 2019.
- [Eisen aan temperatuuroverschrijding in nieuwe woningen](#), Lente-akkoord, september 2019.
- [Communicatie bij ZEN-woningen](#), Lente-akkoord, juni 2016.
- [Consequenties definitieve BENG-eisen en TO<sub>juli</sub>](#), Nieman RI i.o.v. Lente-akkoord, 24 oktober 2019.
- [Woonbelevingsonderzoek bij bewoners van ZEN nieuwbouwwoningen](#), bureau voor woononderzoek i.o.v. Lente-akkoord, oktober 2019.
- [Betere kookafzuiging in nieuwbouwwoningen](#), Lente-akkoord, september 2020.
- [Energieconcepten BENG UNIEC3, Nieman RI](#) i.o.v. Lente-akkoord, 27 juli 2020.

Alle publicaties staan op [www.lente-akkoord.nl](http://www.lente-akkoord.nl).

Kijk ook op [www.rvo.nl/beng](http://www.rvo.nl/beng).

## Colofon

Deze tekst is gemaakt in samenwerking met de Themagroep BENG en TO<sub>juli</sub>, geïnitieerd door Lente-akkoord Zeer Energiezuinige Nieuwbouw. Aan de themagroep is deelgenomen door Nico Blaauw (Trebbe Wonen), Jos van Boxtel (Stebru Bouwgroep), Ruud Geerligs (RVO), Irmine van der Geest (Syntrus Achmea Real Estate & Finance), Dick van Ginkel (TBI), Bram Gubbens (Hoedemakers bouw en ontwikkeling), Niek Habraken (Kleurrijk Wonen), Jochem Joosten (Synchroon), Marco Kranenburg (ERA Contour), Cees Leenaerts (W/E Adviseurs), Johan Riezebos (Ter Steege Advies & Innovatie), Jasper Ritsema (Aalberts Ontwikkeling), Lars Roossien (Geveke Bouw), Stefan de Ruijter (Hurks Vastgoedontwikkeling), Gelly Sehat (PlanGarant Nederland), Dennis Strijards (Heijmans), Jos de Vries (BPD), Louise van de Worp, Van Wijnen. Voorzitter: Claudia Bouwens (Lente-akkoord ZEN).

**Samenstelling & redactie** > Claudia Bouwens (NEPROM, Lente-akkoord)

Speciale dank aan Harm Valk en Marit Cornelisse (Nieman Raadgevende Ingenieurs)

**Tekst** > Henk Bouwmeester

**Vormgeving** > Menno van der Veen  
September 2020

**Fotoverantwoording voorkant** > BPD

**Overige illustraties en foto's** > met dank aan Trebbe Wonen, Romazo, Crédit Photo Dickson, BPD, Geveke Bouw, Hurks Vastgoed Ontwikkeling, Ivo van Rooy, ERA Contour, Van Wijnen, Stebru Bouwgroep.

Vanaf 1 januari 2021 kent Nederland nieuwe regelgeving voor energieprestatie en zomercomfort.

Aan vier indicatoren worden eisen gesteld:

- De energiebehoefte van het gebouw (BENG 1)
- Het primair fossiele energiegebruik (BENG 2)
- Het aandeel hernieuwbare energie (BENG 3)
- De kans op temperatuuroverschrijding ( $TO_{juli}$ )

Een nieuwbouwwoning moet tegelijkertijd aan alle eisen voldoen. Dat is een voorwaarde voor het verkrijgen van een omgevingsvergunning.

De vier indicatoren hangen nauw met elkaar samen. Energie en zomercomfort moeten daarom integraal aandacht krijgen, gedurende het hele proces van ontwikkelen en bouwen. De eisen zijn streng. Tegelijk bepalen die slechts de ondergrens van wat is toegestaan.

De nieuwe regelgeving geldt voor alle gebouwen. Deze publicatie gaat in op de nieuwbouw van woningen. We lichten de regels toe en beschrijven hoe bouwpartijen aan de eisen kunnen voldoen. Met rekenvoorbeelden maken we de consequenties inzichtelijk.