



Nieman

RAADGEVENDE INGENIEURS

In't Hart van de Bouw

ONDERZOEK CONSEQUENTIES NTA 8800 / concept BENG-eisen

Samenvatting onderzoeksresultaten



ONDERZOEK CONSEQUENTIES

NTA 8800 / concept BENG-eisen

Samenvatting onderzoeksresultaten

Lente-akkoord

Postbus 620
2270 AP Voorburg



Vertegenwoordigd door: Mevrouw ir. C. Bouwens

Nieman Raadgevende Ingenieurs B.V.

Vestiging Zwolle
Postbus 40147
8004 DC Zwolle
T(038) 467 00 30
www.nieman.nl



Uitgevoerd door: Mevrouw ir. M. Cornelisse
De heer ing. T.G. Haytink
De heer ing. A.F. Kruithof
De heer ir. H.J.J. Valk

Wij gaan vertrouwelijk met uw gegevens om, geheel volgens de richtlijnen voor Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG). [Lees onze privacyverklaring.](#)

Referentie: 20181960 / 15123
Status: definitief
Datum: 27 februari 2019

Inhoudsopgave

| | |
|---|-----------|
| Hoofdstuk 1 Inleiding | 1 |
| Hoofdstuk 2 Uitgangspunten onderzoek | 3 |
| 2.1 Wijzigingen BENG en bepalingsmethode | 3 |
| 2.2 Praktijkprojecten | 6 |
| Hoofdstuk 3 Energieconcepten praktijkprojecten | 8 |
| 3.1 Maatregelenpakketten: EPC: 0,4, BENG 2015 en BENG 2018 | 8 |
| 3.2 Samenvatting maatregelen en rekenresultaten | 21 |
| Hoofdstuk 4 Analyse concepten grondgebonden woningen | 23 |
| 4.1 Analyse energieconcepten | 24 |
| 4.2 Analyse energielasten per concept | 28 |
| 4.3 Analyse BENG bij energieneutraal / NOM | 29 |
| 4.4 Analyse investering versus aanscherping eisen | 30 |
| 4.5 Analyse warmtevraag (EPV) | 33 |
| Hoofdstuk 5 Analyse componenten woning/woongebouw | 35 |
| 5.1 Analyse bouwkundig | 36 |
| 5.2 Analyse W-installaties | 45 |
| 5.3 Analyse E-installaties | 47 |
| 5.4 Analyse primaire energiefactor (PEF) | 49 |
| Hoofdstuk 6 Conclusie | 50 |
| 6.1 Algemeen | 50 |
| 6.2 BENG 1. Energiebehoefte | 51 |
| 6.3 BENG 2. Primair fossiel energiegebruik | 52 |
| 6.4 BENG 3. Aandeel hernieuwbare energie | 52 |

Bijlage 1 Energieconcepten per woningtype

Bijlage 2 Gevoeligheidsanalyses

Bijlage 3 Vragen vanuit themagroep BENG

Hoofdstuk 1 Inleiding

Nieman Raadgevende Ingenieurs heeft in opdracht van Lente-Akkoord onderzoek verricht naar de consequenties van de concept BENG-eisen op de bouwpraktijk. De concept BENG-eisen zijn berekend met de NTA 8800 als bepalingmethode. Het onderzoek richt zich op grondgebonden woningen en woongebouwen. De samenvatting van de rekenresultaten zijn in deze rapportage opgenomen.

Aanleiding

BENG staat voor 'bijna energieneutraal gebouw' en vormt een stelsel van energie-eisen dat op 1 januari 2020 in de plaats komt van de huidige EPC-eisen. De definitie van BENG is in Europa globaal vastgesteld in de EPBD-Recast (Energy Performance of Buildings Directive). Het Ministerie van BZK en RVO hebben de BENG-indicatoren en -eisen binnen dat kader uitgewerkt. De energieprestatie wordt per 1 januari 2020 uitgedrukt met drie indicatoren:

- BENG 1: De energiebehoefte van het gebouw in kWh per m² gebruiksoppervlak per jaar.
- BENG 2: Het primair (fossiele) energiegebruik in kWh per m² gebruiksoppervlak per jaar.
- BENG 3: Het aandeel hernieuwbare energie in procenten.

In de kamerbrief van 2 juli 2015 over de 'voortgang energiebesparing gebouwde omgeving' zijn voorgenomen eisen vastgelegd om de markt te informeren over het voorgenomen beleid. Voor BENG 1 en BENG 2 zou 25 kWh per m² per jaar als maximum gelden en voor BENG 3 werd 50 procent als minimum gesteld, zie tabel 1. Vanuit het Lente Akkoord is in 2016 door Nieman en DGMR onderzoek verricht naar de consequenties van de voorgenomen BENG-eisen uit 2015 op de bouwpraktijk (woningbouw). Hieruit ontstond het beeld dat de voorgenomen eisen uit 2015 voor rijwoningen goed haalbaar zijn. Voor vrijstaande woningen, hoogbouw (5 lagen en hoger) en woningen met een ongunstige schilverhouding zoals eenlaagse woningen of een patio was de eerste BENG-eis ambitieus. Voor deze woningtypen waren ingrijpende maatregelen nodig om te voldoen aan BENG 1, waardoor vanuit het Lente Akkoord aan de Rijksoverheid gevraagd is om de ambitie voor BENG 1 met 5-10 kWh/m².jaar bij te stellen.

Tabel 1: voorgenomen BENG-eisen 2015 voor woonfuncties

| Gebouw | BENG 1 | BENG 2 | BENG 3 |
|--------------|-------------------------|-------------------------|--------|
| Woonfuncties | ≤ 25 kWh/m ² | ≤ 25 kWh/m ² | ≥ 50 % |

Op 20 november 2018 werd tijdens het congres NTA 8800 vanuit het Ministerie van BZK de concept eisen bekend gemaakt, die zijn in tabel 2 opgenomen. De concept eisen zijn in een kamerbrief van het Ministerie van BZK d.d. 8 januari 2019 toegelicht. De concepteisen worden getoetst met de bepalingmethode NTA 8800. Dit in tegenstelling tot de in 2015 gepubliceerde voorgenomen eisen: die werden berekend op basis van de 'handreiking BENG' die gebruik maakt van deelresultaten uit NEN 7120 (EPC-berekening).

Tabel 2: conceptBENG-eisen 2018 voor woonfuncties

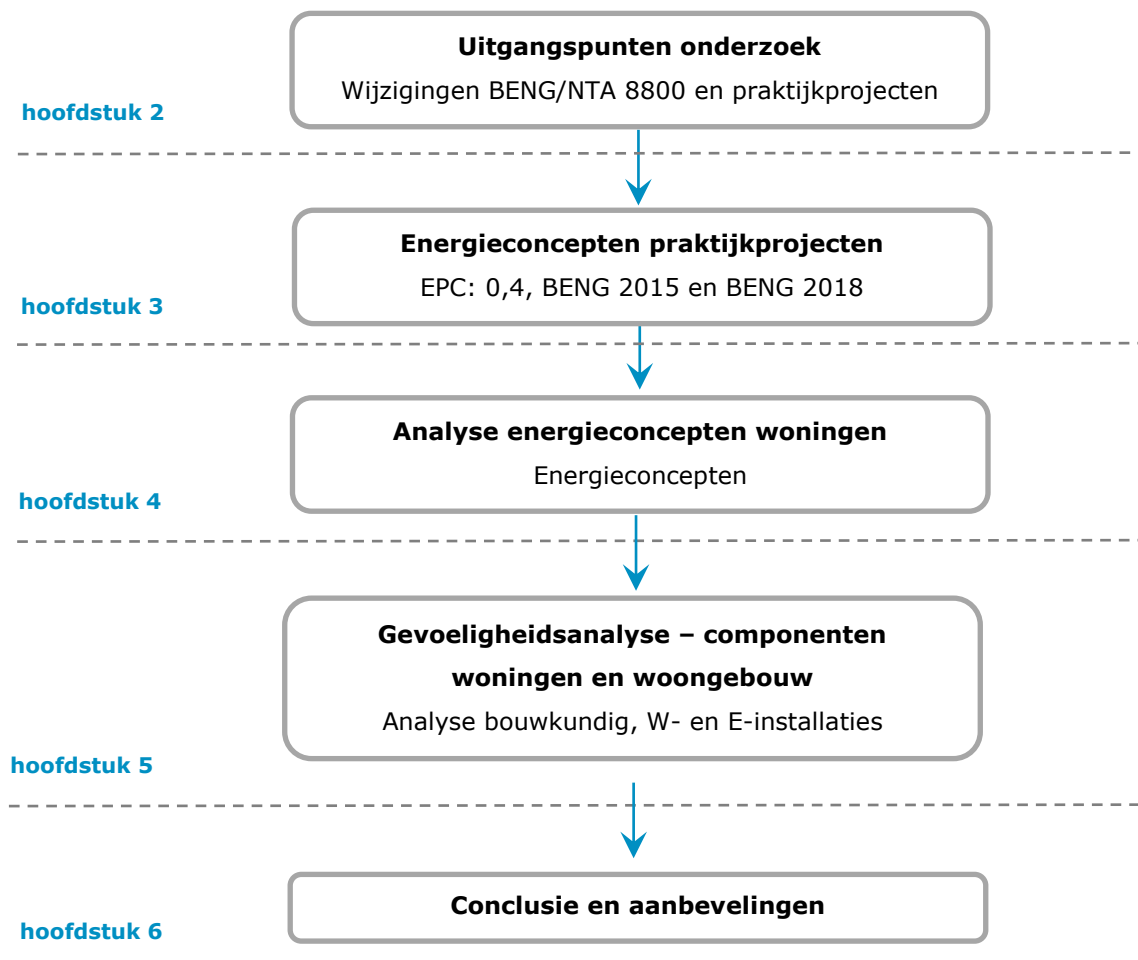
| Gebouw | BENG 1 | BENG 2 | BENG 3 |
|---------------------------|---|---------------------------|--------------|
| Woongebouw | $A_{Is}/A_g \leq 2,2 \text{ à } 70 \text{ kWh/m}^2$ $A_{Is}/A_g > 2,2 \text{ à } 70 + 50 * (A_{Is}/A_g - 2,2) \text{ kWh/m}^2$ | $\leq 50 \text{ kWh/m}^2$ | $\geq 40 \%$ |
| Grondgebonden woningen | $A_{Is}/A_g \leq 2,2 \text{ à } 70 \text{ kWh/m}^2$ $A_{Is}/A_g > 2,2 \text{ à } 70 + 50 * (A_{Is}/A_g - 2,2) \text{ kWh/m}^2$ | $\leq 30 \text{ kWh/m}^2$ | $\geq 50 \%$ |

Doel onderzoek

Na de publicatie van de concept BENG-eisen is onrust ontstaan over de hoogte van met name de eerste BENG-eis. Naar aanleiding daarvan zijn vragen ontstaan over de hoogte van de BENG-eisen in relatie tot de investering, CO₂-uitstoot, energierekening, wooncomfort en gezondheid. Daarnaast is er behoefte aan meer gevoel bij de concept eisen in relatie tot de nieuwe bepalingsmethode NTA 8800. Met dit onderzoek dragen we bij aan meer inzicht in de consequenties hiervan.

Leeswijzer

De opbouw van deze rapportage is onderstaand weergegeven met daarbij de betreffende hoofdstukken.



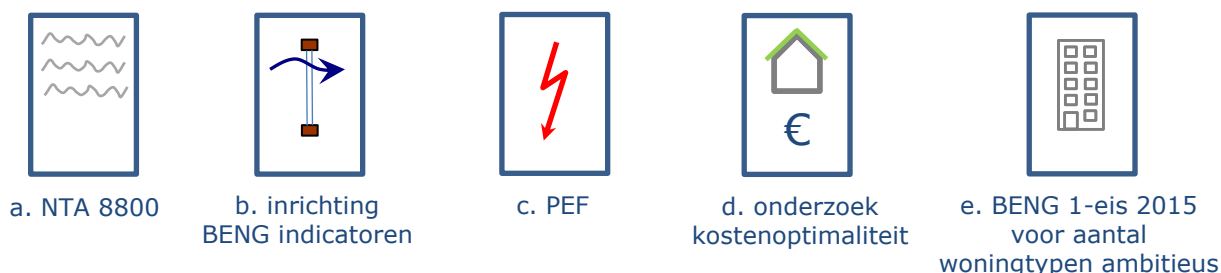
Hoofdstuk 2 Uitgangspunten onderzoek

Voor dit onderzoek zijn vanuit de bouwsector twaalf praktijkprojecten aangeleverd. Het betreft een diversiteit in woningtypen van rijwoningen, vrijstaande woningen en gestapelde bouw. Voor deze projecten zijn verschillende rekensessies uitgevoerd op basis van NTA 8800 en getoetst aan de concept eisen. Voordat ingegaan wordt op praktijkprojecten worden in dit hoofdstuk eerst de wijzigingen in bepalingsmethoden (NEN 7120/NTA 8800) en BENG-eisen toegelicht.

2.1 Wijzigingen BENG en bepalingsmethode

De BENG-analyses die in 2016 zijn uitgevoerd met de tijdelijke bepalingsmethode verschillen op diverse onderdelen ten opzichte van de BENG-analyse die nu wordt gedaan. Namelijk:

- a. de bepalingsmethode is gewijzigd van de Handreiking BENG d.d. september 2015 die gebruik maakt van deelresultaten uit de NEN 7120, naar de bepalingsmethode volgens NTA 8800;
- b. Andere inrichting BENG-indicatoren: voorbeeld hiervan is de manier waarop om wordt gegaan met ventilatie in BENG 1 en koude in BENG 3;
- c. Andere (beleidsmatige) keuzes zoals de primaire energiefraction (PEF) voor elektriciteit;
- d. Andere eisen die gesteld worden aan de BENG-indicatoren als gevolg van:
 - onderzoek kostenoptimaliteit; en
 - de reactie vanuit de markt dat de voorgenomen eerste BENG-eis uit 2015 voor een aantal woningtypen te ambitieus was.



Figuur 1: Wijzigingen rondom bepaling BENG

Ad. a. Wijziging bepalingsmethode NTA 8800

De bepalingsmethode voor het berekenen van BENG is gewijzigd. NTA 8800 is gebaseerd op een groot aantal geactualiseerde Europese normen en vervangt NEN 7120 en een hele serie andere normbladen. Kortom: de rekenmethode is integraal herzien. Dat betekent dat uitkomsten (ook al staan ze in dezelfde grootte) niet vergelijkbaar zijn. Over het algemeen vallen de uitkomsten berekend met NTA 8800 iets hoger uit. Dat is in lijn met eerder veel gehoord commentaar dat de uitkomsten van EPC- en EI-berekeningen een te gunstig energiegebruik suggereerden ten opzichte van wat in de praktijk mogelijk was.

Ad. b. Inrichting BENG-indicatoren

Een belangrijke wijziging tussen de tijdelijke bepalingsmethode uit 2015 en de nieuwe bepalingsmethode conform NTA 8800 is het vastgestelde ventilatiesysteem in BENG 1. Het ventilatiesysteem heeft geen invloed meer op de uitkomst van BENG 1, nog wel steeds op de uitkomst van BENG 2. Als gevolg daarvan wordt er in BENG 1 gerekend met een (aanzienlijke) hoeveelheid op te warmen (of af te koelen)

ventilatielucht; er wordt gerekend met ventilatiesysteem C1. Omdat dit leidt tot hogere uitkomsten van de eerste BENG-indicator, is het ook logisch dat de grenswaarde hoger uitvalt.

De belangrijkste wijziging voor BENG 3 is dat koude in de NTA8800 onder bepaalde omstandigheden ook als hernieuwbare energie gezien wordt (bijvoorbeeld bij een WKO) en dat bij de bepaling van de benutte hoeveelheid hernieuwbare energie nu rekening wordt gehouden met primaire factoren.

Ad. c. Primaire energiefactor (PEF)

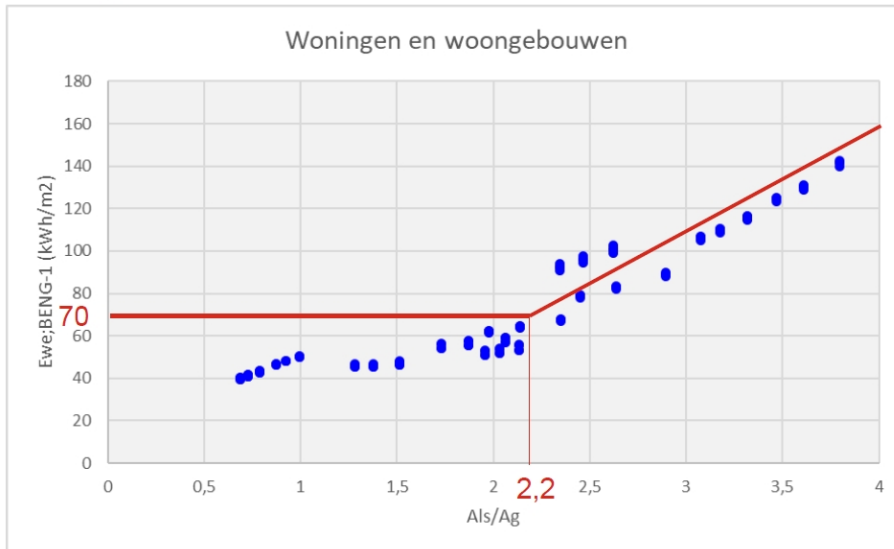
Voor het gebruik van netstroom wordt het rendement van elektriciteitsproductie verrekend om tot een primair energiegebruik te komen. Tot nu toe moest gerekend worden met een gemiddeld opwekrendement van 39 % (primaire energiefactor 2,56). In de nieuwe voorgenomen eis wordt gerekend met een rendement van 69 % (primaire energiefactor van 1,45). Het Rijk anticipeert hiermee op de situatie in 2020. Volgens de Nationale Energieverkenning 2017 is deze factor in dat jaar realistisch dankzij verdere verduurzaming van de elektriciteitsvoorziening, vooral dankzij het groeiende aandeel windenergie, biomassa en zonne-energie.

Ad. d. Kostenoptimaliteit

De kostenoptimaliteitstoets is een andere bepalende invloedfactor. Zowel nationaal als in Europees verband is overeen gekomen dat de 'duimschroef' van (sinds 1995) steeds strengere energieprestatie-eisen voor nieuwe gebouwen afgezet moet worden tegen de daardoor stijgende bouwkosten. Kortweg worden de bouwkosten 'nu' vergeleken met de kosten 'straks' met de nieuwe eisen. In de praktijk wordt een optimum gezocht tussen strengere eisen en stijgende kosten en de baten (lagere energielasten). Bij het vergelijken tussen 'nu' (bouwproductie 2017-2018) en straks (bouwproductie 2020-2021) speelt dan ook het gasloos bouwen een rol. De realiteit is dat de afgelopen tijd nog erg veel nieuwe gebouwen een gasketel hebben gekregen. Alleen al door het rekenen met gebouwen met een alternatief voor de gasketel, bijvoorbeeld warmtepompen, wordt een autonome kostenstijging geïntroduceerd. Voor meer 'aanscherping' in de maatregelpakketten blijft dan simpelweg geen ruimte over. Ook dit leidt tot minder strenge grenswaarden dan eerder gedacht.

Ad. e. BENG 1-eis 2015 voor hoogbouw, patio's, eenlaagse woningen te ambitieus

De BENG-definities en inrichting van de eisen zijn aangepast naar aanleiding van ingekomen commentaar. De sector heeft uitgebreid en inhoudelijk gereageerd op de voorgenomen eisen die in 2015 zijn gepubliceerd. De algemene lijn was dat de eerste BENG-eis voor bepaalde woningtypen (vrijstaande woningen, patio's e.d.) te ambitieus was. Daarmee is rekening gehouden, onder andere door het inbouwen van een correctie voor gebouwen met een ongunstige verhouding tussen verliesoppervlak en gebruiksoppervlak (A_{Is}/A_g in jargon).



Figuur 2: verhouding gebruiksoppervlak/verliesoppervlak BENG 1 (bron: Ministerie van BZK)

Als de verhouding tussen verliesoppervlak en gebruiksoppervlak van een woning groter is dan 2,2 krijgt de woning meer 'budget' voor BENG 1; de eis wordt minder scherp. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om kleine vrijstaande woningen (zoals Tiny Houses). Met dit extra 'budget' wil de overheid voorkomen dat via de achterdeur van energie-eisen wordt voorgeschreven hoe woningen eruit moeten komen te zien.



Daarnaast is voor BENG 2 en BENG 3 de geadviseerde grenswaarde bijgesteld en gesplitst in grondgebonden woningen en woongebouwen. Dat is een wijziging ten opzichte van de voorgenomen BENG-eisen in 2015. Dat is onder andere gedaan omdat woongebouwen in vergelijking met grondgebonden woningen minder ruimte hebben voor PV-panelen. Daardoor kan de energiebehoefte minder worden ingevuld met eigen opwekking.

2.2 Praktijkprojecten

Uitgangspunt voor dit onderzoek wordt gevormd door twaalf projecten, bestaande uit verschillende gebouwtypen: standaard eengezinswoning (EGW), EGW met 4 á 5 bouwlagen, EGW met 1 bouwlaag, vrijstaande woning, 2[^]1-kapwoning en woongebouwen. Zie voor een nadere toelichting tabel 3.

Tabel 3: geselecteerde praktijkprojecten

| projecten | impressie | woningtype |
|--|---|--------------------------------------|
| 1. Woningconcept, Van Wijnen |  | EGW – hoek- en tussenwoning |
| 2. Woningconcept, Trebbe |  | EGW – tussenwoning |
| 3. Hoekwoning Noord-Brabant, ERA Contour/Stadlander |  | EGW – plat dak |
| 4. Houthaven Pier 2 Amsterdam, BPD |  | EGW – 5 bouwlagen |
| 5. HSB seniorenwoning aardbevingbestendig Geveke Bouw |  | EGW – hoekwoning 1 bouwlaag (HSB) |
| 6. @Home Amstelkwartier, Hurks/Lingotto/APF |  | Gestapelde bouw, 22 bouwlagen |
| 7. Hoogwonen, Trebbe |  | Gestapelde bouw, 6 bouwlagen |
| 8. 2 [^] 1-kapwoning Tiel, SCW |  | 2 [^] 1-kapwoning |
| 9. Vrijstaande woning Utrecht, particuliere opdrachtgever |  | Vrijstaande woning |
| 10. Zes-spanner, Trebbe |  | Gestapelde bouw, 6 bouwlagen |

| projecten | impressie | woningtype |
|---|---|--|
| 11. Vlietpoort – Den Haag, Stebru |  | Gestapelde bouw, waarvan 24 bouwlagen met woningen |
| 12. Frank is een Binck – Den Haag, Stebru |  | 23 bouwlagen, waarvan 18 bouwlagen met woningen |

Hoofdstuk 3 Energieconcepten praktijkprojecten

3.1 Maatregelenpakketten: EPC: 0,4, BENG 2015 en BENG 2018

Om meer gevoel te krijgen bij de concept BENG-eisen worden in deze paragraaf de praktijkprojecten getoetst aan verschillende energie-ambities. Voor elke referentiewoning zijn de volgende varianten berekend:

- EPC-uitkomst 0,4 op basis van NEN 7120, ter referentie;
- BENG volgens tijdelijke bepalingmethode (op basis van NEN 7120) en dit maatregelenpakket gekoppeld aan de NTA 8800 (op basis van INNAX rekentool). De rekenresultaten op basis van NEN 7120 volgen uit het voorgaande onderzoek uit 2016;
- Het minimale maatregelenpakket (op basis van NTA 8800) om te voldoen aan de concept BENG-eisen.

In onderstaand schema staat weergegeven op welke wijze bovenstaande varianten zijn verwerkt in de hierna volgende projecten. Een compleet overzicht met de gehanteerde uitgangspunten is in bijlage 1 opgenomen.

| Project 1 | EPC 0,4 (NEN 7120) | BENG 2015 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2018 (NTA 8800) |
|---|---|---|--|
| Type | Tussen- en hoekwoning | | |
| Oriëntatie: | voorgevel oost | | |
| Verhouding A _v /A _c : | TW: 1,39; HW: 2,12 | | |
| vloer | R _e : 3,50 m ² K/W | R _e : 3,50 m ² K/W | R _e : 3,50 m ² K/W |
| gevel | R _e : 4,50 m ² K/W | R _e : 7,00 m ² K/W | R _e : 4,50 m ² K/W |
| dak | R _e : 6,00 m ² K/W | R _e : 7,00 m ² K/W | R _e : 6,00 m ² K/W |
| ramen - glas | U _g : 1,30 W/m ² K | U _g : 1,00 W/m ² K | TW: U _g : 1,60 W/m ² K HW: U _g : 1,00 W/m ² K |
| glas | HR++-glas | triple-glas | HR++-glas |
| voordeur | U _d : 1,20 W/m ² K | U _d : 1,00 W/m ² K | TW: U _d : 1,60 W/m ² K HW: U _d : 1,50 W/m ² K |
| zonwering | geen zonwering | geen zonwering | geen zonwering |
| infiltratie | Q _{o,10} : 0,25 l/m ² .s/m ² | Q _{o,10} : 0,25 l/m ² .s/m ² | TW: Q _{o,10} : 0,70 l/m ² .s/m ² HW: Q _{o,10} : 0,25 l/m ² .s/m ² |
| verwarming/ tapwater | Lucht/water-warmtepomp | Lucht/water-warmtepomp | Lucht/water-warmtepomp |
| ventilatie | gebalanceerde ventilatie met WTW | gebalanceerde ventilatie met WTW | gebalanceerde ventilatie met WTW |
| zonne-energie | TW: 1 paneel á 295 Wp HW: 6 paneel á 295 Wp | TW: 5 paneel á 295 Wp HW: 6 paneel á 295 Wp | TW: 2 paneel á 295 Wp HW: 6 paneel á 295 Wp |
| BENG conform NEN 7120 - tussenwoning | | | |
| EPC | 0,386 | 0,225 | |
| BENG 1 (≤ 25 kWh/m ²) | 31,5 kWh/m ² | 18,0 kWh/m ² | |
| BENG 2 (≤ 25 kWh/m ²) | 48,2 kWh/m ² | 24,0 kWh/m ² | |
| BENG 3 (± 50 %) | 48,2 kWh/m ² | 24,0 kWh/m ² | |
| BENG conform NTA | | | |
| BENG 1 (≤ 70 kWh/m ²) | 54,6 kWh/m ² | 27,0 kWh/m ² | |
| BENG 2 (≤ 30 kWh/m ²) | 32,0 kWh/m ² | 16,0 kWh/m ² | |
| BENG 3 (± 50 %) | 32,0 kWh/m ² | 16,0 kWh/m ² | |

Figuur 3: Leeswijzer variantenberekeningen per project

Rekentool

De berekeningen volgens NTA 8800 zijn uitgevoerd met de rekentool NTA 8800 v190109 (versie 1.04). Deze tool is gebaseerd op NTA 8800 van september 2018. De door INNAX ontwikkelde rekentool is niet-gevalideerde software. Ten opzichte van de NTA 8800 van september 2018 wordt nog een aantal aanpassingen (vereenvoudigingen) in de rekenmethodiek verwacht. De invloed van deze aanpassingen zijn op voorhand niet goed in te schatten. In dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van diverse beleidsmatige uitgangspunten die momenteel ter discussie worden gesteld (onder andere: de hoogte van de concept BENG-eisen en de primaire energiefactor (PEF) voor elektriciteit).

Op de volgende pagina's volgen de projecten met de maatregelenpakketten en rekenresultaten, waarbij de te treffen maatregelen om te voldoen aan de concept eisen kort worden geanalyseerd.

Project 1 – woningconcept Van Wijnen

Type Tussen- en hoekwoning
 Oriëntatie: voorgevel oost
 Verhouding A_{Is}/A_g : TW: 1,39; HW: 2,12



| | EPC: 0,4 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2015 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2018 (NTA 8800) |
|--|--|--|---|
| vloer | $R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 5,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| gevel | $R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 7,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| dak | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 7,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| ramen - glas | $U_w: 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w: 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| glas | HR ⁺⁺ -glas | triple-glas | HR ⁺⁺ -glas |
| voordeur | $U_d: 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d: 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| zonwering | geen zonwering | geen zonwering | geen zonwering |
| infiltratie | $q_{v,10}: 0,4 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ | $q_{v,10}: 0,25 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ | TW: $q_{v,10}: 0,70 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ HW: $q_{v,10}: 0,84 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ (beide forfaitair) |
| verwarming/ tapwater | Lucht/water warmtepomp | Lucht/water warmtepomp | Lucht/water warmtepomp |
| ventilatie | gebalanceerde ventilatie met WTW (D2) | gebalanceerde ventilatie met WTW (D2) | gebalanceerde ventilatie met WTW (D2) |
| zonne-energie | TW: 1 paneel á 295 Wp HW: 1 paneel á 295 Wp | TW: 5 panelen á 295 Wp HW: 6 paneel á 295 Wp | TW: 2 paneel á 295 Wp HW: 4 paneel á 295 Wp |
| BENG conform NEN 7120 - tussenwoning | | | |
| EPC | 0,386 | 0,225 | |
| BENG 1 ($\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 31,5 kWh/m² | 24,5 kWh/m ² | |
| BENG 2 ($\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 48,2 kWh/m² | 22,8 kWh/m ² | |
| BENG 3 ($\geq 50 \%$) | 41 % | 61 % | |
| BENG conform NTA 8800 – tussenwoning | | | |
| BENG 1 ($\leq 70 \text{ kWh/m}^2$) | 47,9 kWh/m ² | 41,2 kWh/m ² | 54,5 kWh/m ² |
| BENG 2 ($\leq 30 \text{ kWh/m}^2$) | 29,1 kWh/m² | 14,4 kWh/m ² | 28,5 kWh/m ² |
| BENG 3 ($\geq 50 \%$) | 50 % | 71 % | 58 % |
| BENG conform NEN 7120 – hoekwoning | | | |
| EPC | 0,382 | 0,194 | |
| BENG 1 ($\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 45,3 kWh/m² | 34,0 kWh/m ² | |
| BENG 2 ($\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 54,9 kWh/m² | 21,5 kWh/m ² | |
| BENG 3 ($\geq 50 \%$) | 45 % | 68 % | |
| BENG conform NTA 8800 – hoekwoning | | | |
| BENG 1 ($\leq 70 \text{ kWh/m}^2$) | 60,3 kWh/m ² | 49,8 kWh/m ² | 68,9 kWh/m ² |
| BENG 2 ($\leq 30 \text{ kWh/m}^2$) | 33,6 kWh/m² | 15,0 kWh/m ² | 27,4 kWh/m ² |
| BENG 3 ($\geq 50 \%$) | 55 % | 76 % | 68 % |

Analyse concept eisen

- Voor de hoek- en tussenwoning zijn de bouwkundige maatregelen die benodigd zijn om te voldoen aan de concept BENG-eisen minder vergaand dan met het huidige energieconcept EPC: 0,4. De bouwkundige maatregelen die benodigd zijn om te voldoen aan de concept BENG-eisen zijn gelijk aan minimale eisen uit het Bouwbesluit.
- Installatietechnisch is in het basisconcept al rekening gehouden met een lucht/water warmtepomp en gebalanceerde ventilatie. Ten opzichte van het referentieconcept EPC: 0,4 zijn bij de concept BENG-eisen meer PV-panelen benodigd.
- Voor deze woningtypen zijn de concept eisen eenvoudig te behalen.
- In de gevoeligheidsanalyse in hoofdstuk 3 zijn voor dit woningtype diverse variaties in bouwkundige schil, W- en E-installaties berekend.

Project 2 – woningconcept Trebbe

Type Tussenwoning
 Oriëntatie: voorgevel oost
 Verhouding A_{ls}/A_g : 1,39



| | EPC: 0,4 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2015 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2018 (NTA 8800) |
|--|--|---|--|
| vloer | $R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 5,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| gevel | $R_c: 5,22 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 8,49 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| dak | $R_c: 6,09 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 6,09 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| ramen - glas | $U_w: 1,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w: 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| glas | HR ⁺⁺ -glas | triple-glas | HR ⁺⁺ -glas |
| voordeur | $U_d: 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d: 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| zonwering | geen zonwering | geen zonwering | geen zonwering |
| infiltratie | $q_{v,10}: 0,3 \text{ dm}^3 \cdot \text{s/m}^2$ | $q_{v,10}: 0,3 \text{ dm}^3 \cdot \text{s/m}^2$ | $q_{v,10}: 0,7 \text{ dm}^3 \cdot \text{s/m}^2$ (forfaitair) |
| verwarming/ tapwater | Lucht/water warmtepomp + douche-WTW | Lucht/water warmtepomp + douche-WTW | Lucht/water warmtepomp + douche-WTW |
| ventilatie | natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a) | natuurlijke toevoer en mechanische afvoer extra CO₂-sturing (C4c) | natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a) |
| zonne-energie | geen panelen | 5 panelen á 280 Wp | 5 panelen á 280 Wp |
| BENG conform NEN 7120 | | | |
| EPC | 0,39 | 0,23 | |
| BENG 1 ($\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 31,5 kWh/m² | 24,8 kWh/m ² | |
| BENG 2 ($\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 48,2 kWh/m² | 22,5 kWh/m ² | |
| BENG 3 ($\geq 50 \%$) | 41 % | 58 % | |
| BENG conform NTA 8800 | | | |
| BENG 1 ($\leq 70 \text{ kWh/m}^2$) | 48,5 kWh/m ² | 44,5 kWh/m ² | 51,6 kWh/m ² |
| BENG 2 ($\leq 30 \text{ kWh/m}^2$) | 39,8 kWh/m² | 26,4 kWh/m ² | 28,4 kWh/m ² |
| BENG 3 ($\geq 50 \%$) | 49 % | 65 % | 66 % |

Analyse concept eisen

- Voor de tussenwoning zijn de bouwkundige maatregelen om te voldoen aan de concept BENG-eisen gelijk aan minimale eisen uit het Bouwbesluit.
- Installatietechnisch is in het basisconcept al rekening gehouden met een lucht/water warmtepomp. Ten opzichte van het referentieconcept EPC: 0,4 zijn bij de concept BENG-eisen meer PV-panelen benodigd.
- Voor dit woningtype zijn de concept eisen eenvoudig te behalen.

Project 3 – hoekwoning ERA Contour

Type: Hoekwoning 1 en 2 bouwlagen - plat dak
 Oriëntatie: voorgevel noord
 Verhouding A_{Is}/A_g : **2,21**



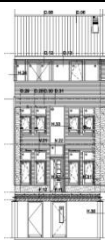
| | EPC: 0,4 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2015 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2018 (NTA 8800) |
|--|--|---|--|
| vloer | $R_c: 5,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| gevel | $R_c: 6,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 9,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| dak | $R_c: 7,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 10,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| ramen - glas | $U_w: 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w: 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| glas | HR ⁺⁺ -glas | triple-glas | HR ⁺⁺ -glas |
| voordeur | $U_d: 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d: 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| zonwering | geen zonwering | geen zonwering | geen zonwering |
| infiltratie | $q_{v,10}: 0,5 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ | $q_{v,10}: 0,40 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ | $q_{v,10}: 0,588 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ (forfaitair) |
| verwarming/ tapwater | HR-107 combiketel + douche-WTW | HR-107 combiketel + douche- WTW | Lucht/water warmtepomp + douche-WTW |
| ventilatie | Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a) | gebalanceerde ventilatie met WTW met CO₂-sturing (D3) | Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a) |
| zonne-energie | 7 panelen W á 260 Wp | 10 panelen O + 4 panelen W á 260 Wp | 5 panelen O + 4 panelen W á 260 Wp |
| BENG conform NEN 7120 | | | |
| EPC | 0,40 | 0,03 | |
| BENG 1 ($\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 57,0 kWh/m² | 24,4 kWh/m ² | |
| BENG 2 ($\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 70,1 kWh/m² | 22,8 kWh/m ² | |
| BENG 3 ($\geq 50 \%$) | 15 % | 52 % | |
| BENG conform NTA 8800 | | | |
| BENG 1 ($\leq 70,6 \text{ kWh/m}^2$) | 57,0 kWh/m ² | 47,5 kWh/m ² | 66,4 kWh/m ² |
| BENG 2 ($\leq 30 \text{ kWh/m}^2$) | 75,4 kWh/m² | 27,7 kWh/m ² | 28,6 kWh/m ² |
| BENG 3 ($\geq 50 \%$) | 18 % | 54 % | 73 % |

Analyse concept eisen

- De verhouding A_{Is}/A_g ligt net boven de 2,2 waardoor de BENG 1-eis (energiebehoefte) een fractie boven de 70 kWh/m² ligt (70,6 kWh/m²).
- De thermische schil kan bij de concept BENG-eisen naar de minimale thermische eisen uit het Bouwbesluit.
- Installatietechnisch is de woning aardgasvrij door toepassing van een lucht/water warmtepomp, deze maatregel draagt ook bij aan het aandeel hernieuwbare energie.

Project 4 – tussenwoning BPD

Type Tussenwoning 4 á 5 bouwlagen
 Oriëntatie: voorgevel noordwest
 Verhouding A_{ls}/A_g : 1,28



| | EPC: 0,4 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2015 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2018 (NTA 8800) |
|---|--|--|--|
| vloer | $R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| gevel | $R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| dak | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| ramen - glas | $U_w: 1,45 \text{ en } 1,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w: 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| glas | HR ⁺⁺ -glas | triple-glas | HR ⁺⁺ -glas |
| voordeur | $U_d: 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d: 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| zonwering | geen zonwering | op ZO gevel | geen zonwering |
| infiltratie | $q_{v,10}: 0,7 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ | $q_{v,10}: 0,40 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ | $q_{v,10}: 0,70 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ (forfaitair) |
| verwarming/ tapwater | externe warmtelevering + douche-WTW | externe warmtelevering + douche-WTW | externe warmtelevering + douche-WTW |
| ventilatie | natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a) | gebalanceerde ventilatie met WTW en CO₂ regeling (D5a) | natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a) |
| zonne-energie | geen panelen | 8 panelen ZO á 265 Wp | 8 panelen ZO + 9 panelen NW á 295 Wp |
| BENG conform NEN 7120 | | | |
| EPC | 0,35 | 0,21 | |
| BENG 1 ($\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 46,0 kWh/m² | 25,0 kWh/m ² | |
| BENG 2 ($\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 35,9 kWh/m² | 24,7 kWh/m ² | |
| BENG 3 ($\geq 50 \%$) | 0 % | 52 % | |
| BENG conform NTA 8800 | | | |
| BENG 1 ($\leq 70 \text{ kWh/m}^2$) | 62,1 kWh/m ² | 51,8 kWh/m ² | 64,3 kWh/m ² |
| BENG 2 ($\leq 30 \text{ kWh/m}^2$) | 27,5 kWh/m ² | 13,1 kWh/m ² | 21,4 kWh/m ² |
| BENG 3 ($\geq 50 \%$) | 35 % | 53 % | 51 % |

Analyse concept eisen

- Voor deze woning zijn ten opzichte van de referentiesituatie (EPC: 0,4) extra PV-panelen nodig.
- De thermische schil kan bij de concept BENG-eisen naar de minimale thermische eisen uit het Bouwbesluit.
- Voor externe warmtelevering wordt er vanuit gegaan dat 0% van de warmte hernieuwbaar is. Als uitgegaan wordt van 49% hernieuwbare energie bij externe warmtelevering komt hetzelfde concept uit op BENG 3: 73%.

Project 5 – seniorenwoning Geveke

Type: Hoekwoning 1 bouwlaag - HSB
 Oriëntatie: voorgevel oost
 Verhouding A_{Is}/A_g : 2,61



| | EPC: 0,4 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2015 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2018 (NTA 8800) |
|--|---|--|--|
| vloer | $R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| gevel | $R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 9,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| dak | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 12,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| ramen - glas | $U_w: 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w: 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| glas | HR ⁺⁺ -glas | triple-glas | HR ⁺⁺ -glas |
| voordeur | $U_d: 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d: 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| zonwering | geen zonwering | geen zonwering | geen zonwering |
| infiltratie | $q_{v,10}: 0,4 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ | $q_{v,10}: 0,15 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ | $q_{v,10}: 0,588 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ (forfaitair) |
| bouwsysteem | houtskeletbouw | houtskeletbouw | houtskeletbouw |
| verwarming/ tapwater | Lucht/water warmtepomp | Lucht/water warmtepomp | Lucht/water warmtepomp |
| ventilatie | gebalanceerde ventilatie met WTW (D5a) | gebalanceerde ventilatie met WTW (D5a) | Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a) |
| zonne-energie | 7 panelen á 250 Wp | 11 panelen á 250 Wp | 10 panelen á 250 Wp |
| BENG conform NEN 7120 | | | |
| EPC | 0,38 | 0,17 | |
| BENG 1 ($\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 50,6 kWh/m² | 24,7 kWh/m ² | |
| BENG 2 ($\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 63,6 kWh/m² | 20,8 kWh/m ² | |
| BENG 3 ($\geq 50 \%$) | 46 % | 68 % | |
| BENG conform NTA 8800 | | | |
| BENG 1 ($\leq 90,5 \text{ kWh/m}^2$) | 77,9 kWh/m² | 57,5 kWh/m ² | 83,0 kWh/m ² |
| BENG 2 ($\leq 30 \text{ kWh/m}^2$) | 33,7 kWh/m² | 10,1 kWh/m ² | 28,3 kWh/m ² |
| BENG 3 ($\geq 50 \%$) | 66 % | 86 % | 78 % |

Analyse concept eisen

- De verhouding A_{Is}/A_g ligt op 2,61 waardoor de BENG 1-eis (energiebehoefte) op 90,5 kWh/m² ligt.
- Deze woning is uitgevoerd in houtskeletbouw, deze thermische massa is van invloed op het warmte accumulerend vermogen en dus op BENG 1. In de gevoeligheidsanalyse in hoofdstuk 5 wordt hier nader op ingegaan.
- In de studie van de voorgenomen BENG-eisen uit 2015 was dit een woning waar alleen met forse maatregelen aan de energiebehoefte van 25 kWh/m² kon worden voldaan. Mede als gevolg van de verhouding A_{Is}/A_g kan de thermische schil met aanzienlijk minder maatregelen worden uitgevoerd (Bouwbesluit niveau).

Project 6 – @home Hurks/Lingotto

Type: Woongebouw – 22 bouwlagen
 Oriëntatie: voorgevel zuidwest
 Glaspercentage: ZO: 21%, ZW: 25%, NW: 28%, NO: 37%
 Verhouding A_{Is}/A_g : 0,76



| | EPC: 0,4 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2015 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2018 (NTA 8800) |
|---|--|--|---|
| vloer | $R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 5,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| gevel | $R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| dak | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 8,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| ramen - glas | $U_w: 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w: 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| glas | triple-glas – ZTA: 0,6 | triple-glas – ZTA: 0,4 | HR⁺⁺-glas – ZTA: 0,6 |
| voordeur | $U_d: 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d: 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| zonwering | geen zonwering | zonwering ZW/W/ZO | geen zonwering |
| infiltratie | $q_{v,10}: 0,5 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ | $q_{v,10}: 0,25 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ | $q_{v,10}: 0,42 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ (forfaitair) |
| verwarming/ tapwater | Externe warmtelevering + douche-WTW | Externe warmtelevering + douche-WTW | Externe warmtelevering + douche-WTW |
| ventilatie | natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a) | natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a) | natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a) |
| zonne-energie | geen PV-panelen | dak: 283 á 270 Wp/paneel gevel: 963 á 270 Wp/paneel | dak: 283 á 270 Wp/paneel gevel: 420 á 270 Wp/paneel |
| BENG conform NEN 7120 | | | |
| EPC | 0,40 | 0,05 | |
| BENG 1 ($\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 39,5 kWh/m² | 23,3 kWh/m ² | |
| BENG 2 ($\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 54,3 kWh/m² | 20,3 kWh/m ² | |
| BENG 3 ($\geq 50 \%$) | 0 % | 50 % | |
| BENG conform NTA 8800 | | | |
| BENG 1 ($\leq 70 \text{ kWh/m}^2$) | 51,1 kWh/m² | 44,9 kWh/m ² | 56,0 kWh/m ² |
| BENG 2 ($\leq 50 \text{ kWh/m}^2$) | 46,7 kWh/m² | 16,0 kWh/m ² | 30,1 kWh/m ² |
| BENG 3 ($\geq 40 \%$) | 0 % | 65 % | 40 % |

Analyse concept eisen

- Het woongebouw heeft een compacte verhouding gebruiksoppervlak versus verliesoppervlak waardoor de energiebehoefte op maximaal 70 kWh/m² ligt.
- Met een thermische schil op het niveau Bouwbesluit wordt ruimschoots voldaan aan de maximale energiebehoefte.
- Voor dit woongebouw geldt dat in combinatie met externe warmtelevering het aandeel hernieuwbare energie bepalend is. Het aantal PV-panelen blijft hoog om BENG 3 te behalen.
- Het effect van het wijzigen van de ZTA-waarde van het glas heeft een beperkt effect op BENG 1, maar kan wel een aanzienlijke bijdrage hebben op de TO_{juli} .
- Voor externe warmtelevering wordt er vanuit gegaan dat 0% van de warmte hernieuwbaar is. Zoals te zien is er bij de concept BENG-eisen het aandeel hernieuwbaar (BENG 3) de maatgevende eis. Als uitgegaan wordt van 49% hernieuwbare energie bij externe warmtelevering komt hetzelfde concept uit op BENG 3: 67%. Het aandeel hernieuwbare energie is dus essentieel, dit komt bij de gevoeligheidsanalyse nader aan de orde.

Project 7 – Hoogwonen Trebbe

Type: Woongebouw – 6 bouwlagen
 Oriëntatie: galerijgevel oost
 Glaspercentage: Z: 9%, W: 43%, N: 36%, O: 23%
 Verhouding A_{15}/A_g : 1,03



| | EPC: 0,4 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2015 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2018 (NTA 8800) |
|--------------------------------------|--|--|---|
| vloer | $R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 5,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| gevel | $R_c: 5,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 5,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| dak | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 8,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| ramen - glas | $U_w: 1,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w: 0,99 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| glas | HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,6 | triple-glas – ZTA: 0,5 | HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,6 |
| voordeur | $U_d: 1,45 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d: 1,45 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| zonwering | geen zonwering | geen zonwering | geen zonwering |
| infiltratie | $q_{v,10}: 0,3 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ | $q_{v,10}: 0,3 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ | $q_{v,10}: 0,42 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ (forfaitair) |
| verwarming/ tapwater | Warmtepompboiler * + douche-WTW | Lucht/water warmtepomp + douche-WTW | Lucht/water warmtepomp |
| ventilatie | natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a) | gebalanceerde ventilatie met WTW (D5a, 9 m toevoerlengte) | natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a) |
| zonne-energie | 136 panelen oost-west á 325 Wp/paneel | 205 panelen oost-west á 325 Wp/paneel | geen panelen |
| BENG conform NEN 7120 | | | |
| EPC | 0,40 | 0,23 | |
| BENG 1 ($\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 46,3 kWh/m² | 24,5 kWh/m ² | |
| BENG 2 ($\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 52,2 kWh/m² | 24,8 kWh/m ² | |
| BENG 3 ($\geq 50 \%$) | 17 % | 59 % | |
| BENG conform NTA 8800 | | | |
| BENG 1 ($\leq 70 \text{ kWh/m}^2$) | * | 47,5 kWh/m ² | 57,8 kWh/m ² |
| BENG 2 ($\leq 50 \text{ kWh/m}^2$) | * | 17,2 kWh/m ² | 49,8 kWh/m ² |
| BENG 3 ($\geq 40 \%$) | * | 70 % | 48 % |

* Met de huidige rekentool is het niet mogelijk om een warmtepompboiler op ventilatieretourlucht in te voeren. Daarom zijn voor de BENG-berekeningen individuele lucht-water warmtepompen aangehouden.

Analyse concept eisen

- Met een thermische schil op het niveau Bouwbesluit wordt ruimschoots voldaan aan de maximale energiebehoefte.
- De maatregelen die nodig zijn om aan de concept BENG-eisen te kunnen voldoen zijn minder vergaand dan de benodigde maatregelen voor een EPC-eis van 0,4.
- Het minimale aandeel hernieuwbare energie is volledig afkomstig van de lucht/water warmtepomp, er zijn geen PV-panelen benodigd om aan de BENG 3-eis te kunnen voldoen. Hetzelfde geldt voor de BENG 2-eis; hiervoor zijn geen PV-panelen noodzakelijk.

Project 8 – 2[^]1-kapwoning SCW

Type 2[^]1kapwoning (links met topgevel)
 Oriëntatie: voorgevel zuidwest
 Verhouding A_{ls}/A_g : 1,91



| | EPC: 0,4 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2015 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2018 (NTA 8800) |
|--|---|--|---|
| vloer | $R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| gevel | $R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 6,70 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| dak | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 8,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| ramen - glas | $U_w: 1,34 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w: 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| glas | HR ⁺⁺ -glas | triple-glas | HR ⁺⁺ -glas |
| voordeur | $U_d: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d: 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| zonwering | geen zonwering | geen zonwering | geen zonwering, wel zomernachtventilatie |
| infiltratie | $q_{v,10}: 0,3 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ | $q_{v,10}: 0,15 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ | $q_{v,10}: 0,84 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ (forfaitair) |
| verwarming/ tapwater | Bodem/water warmtepomp + douche-WTW | Lucht/water warmtepomp + douche-WTW | Lucht/water warmtepomp + douche-WTW |
| ventilatie | gebalanceerde ventilatie met WTW (D2) | gebalanceerde ventilatie met WTW (D2) | gebalanceerde ventilatie met WTW (D2) |
| zonne-energie | geen panelen | 8 ZW panelen á 300 W_p | 7 ZW panelen á 300 W_p |
| BENG conform NEN 7120 | | | |
| EPC | 0,40 | | |
| BENG 1 ($\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 43,8 kWh/m² | 23,7 kWh/m ² | |
| BENG 2 ($\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 57,2 kWh/m² | 23,6 kWh/m ² | |
| BENG 3 ($\geq 50 \%$) | 38 % | 63 % | |
| BENG conform NTA 8800 | | | |
| BENG 1 ($\leq 70 \text{ kWh/m}^2$) | 69,2 kWh/m ² | 61,0 kWh/m ² | 69,7 kWh/m ² |
| BENG 2 ($\leq 30 \text{ kWh/m}^2$) | 47,5 kWh/m² | 13,5 kWh/m ² | 26,6 kWh/m ² |
| BENG 3 ($\geq 50 \%$) | 44 % | 82 % | 73 % |

Analyse concept eisen

- Voor deze woning zijn ten opzichte van de referentiesituatie (EPC: 0,4) extra PV-panelen nodig.
- Ten opzichte van de voorgenoemen BENG-eisen uit 2015 zijn bij de concept BENG-eisen aanzienlijk minder bouwkundige maatregelen nodig. De thermische schil kan bij de concept BENG-eisen naar de minimale thermische eisen uit het Bouwbesluit.

Project 9 – vrijstaande woning, particulier

Type Vrijstaande woning
 Oriëntatie: voorgevel west
 Verhouding A_{Is}/A_g : **2,5**



| | EPC: 0,4 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2015 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2018 (NTA 8800) |
|--|---|--|---|
| vloer | $R_c: 4,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| gevel | $R_c: 5,00 \text{ á } 5,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 9,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| dak | $R_c: 6,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 10,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| ramen - glas | $U_w: 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w: 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| glas | triple-glas | triple-glas | HR⁺⁺-glas |
| voordeur | $U_d: 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d: 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| zonwering | geen zonwering | zonwering | geen zonwering |
| infiltratie | $q_{v,10}: 0,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{s/m}^2$ | $q_{v,10}: 0,15 \text{ dm}^3 \cdot \text{s/m}^2$ | $q_{v,10}: 0,9 \text{ dm}^3 \cdot \text{s/m}^2$ |
| bouwsysteem | gemengd zwaar | gemengd zwaar | gemengd zwaar |
| verwarming/ tapwater | Lucht/water warmtepomp | Lucht/water warmtepomp | Lucht/water warmtepomp |
| ventilatie | gebalanceerde ventilatie met WTW (D2) | gebalanceerde ventilatie met WTW + CO₂-sturing (C5a) | Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a) |
| zonne-energie | 1 stuks á 280 W_p /paneel | 7 stuks á 225 W_p/paneel | 14 stuks á 225 W_p/paneel |
| BENG conform NEN 7120 | | | |
| EPC | 0,40 | 0,21 | |
| BENG 1 ($\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 54,1 kWh/m^2 | 24,9 kWh/m^2 | |
| BENG 2 ($\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 58,4 kWh/m^2 | 23,2 kWh/m^2 | |
| BENG 3 ($\geq 50 \%$) | 39 % | 58 % | |
| BENG conform NTA 8800 | | | |
| BENG 1 ($\leq 85 \text{ kWh/m}^2$) | 70,6 kWh/m^2 | 50,6 kWh/m^2 | 84,8 kWh/m^2 |
| BENG 2 ($\leq 30 \text{ kWh/m}^2$) | 48,6 kWh/m^2 | 24,2 kWh/m^2 | 29,4 kWh/m^2 |
| BENG 3 ($\geq 50 \%$) | 44 % | 61 % | 75 % |

Analyse concept eisen

- De verhouding A_{Is}/A_g ligt op 2,5 waardoor de maximale energiebehoefte op 85,0 kWh/m^2 ligt.
- De vrijstaande woning vormde in de voorgaande studie een uitdaging om te voldoen aan de voorgenomen eisen uit 2015. Als de vrijstaande woning getoetst wordt aan de concept BENG-eisen kan met aanzienlijk minder bouwkundige en installatietechnische maatregelen worden voldaan. Mede als gevolg van het extra budget voor BENG 1.
- De bouwkundige maatregelen kunnen op het niveau van het bouwbesluit worden uitgevoerd, behalve de infiltratiewaarde. Deze is aangehouden op een $q_{v,10}$ van 0,9 $\text{dm}^3 \cdot \text{s/m}^2$ in plaats van 0,98 $\text{dm}^3 \cdot \text{s/m}^2$, wat forfaitair is.
- In plaats van ventilatiesysteem C kan ook systeem D worden toegepast. Dan is er 1 PV-paneel minder benodigd.

Project 10 – Zes-spanner Trebbe

Type: Woongebouw – 6 bouwlagen
 Oriëntatie: voorgevel noordwest
 Glaspercentage: Z: 12%, W: 35%, N: 12%, O: 34%
 Verhouding A_{15}/A_g : 0,96



| | EPC: 0,4 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2015 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2018 (NTA 8800) |
|--------------------------------------|---|--|--|
| BG vloer | $R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| Vloer boven AOR | $R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| gevel | $R_c: 5,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 5,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| dak | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| ramen - glas | $U_w: 1,45 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w: 0,99 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| glas | HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,6 | triple-glas – ZTA: 0,5 | HR⁺⁺-glas – ZTA: 0,6 |
| voordeur | $U_d: 1,45 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d: 0,99 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| zonwering | geen zonwering | geen zonwering | geen zonwering |
| infiltratie | $q_{v,10}: 0,3 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ | $q_{v,10}: 0,3 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ | $q_{v,10}: 0,42 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ (forfaitair) |
| verwarming/ tapwater | Lucht/water warmtepomp + douche-WTW | Lucht/water warmtepomp + douche-WTW | Lucht/water warmtepomp |
| ventilatie | natuurlijke toevoer en mechanische afvoer + CO ₂ -sensoren (C4c) | natuurlijke toevoer en mechanische afvoer + CO ₂ - sensoren (C4c) | natuurlijke toevoer en mechanische afvoer + CO₂-sensor (C4a) |
| zonne-energie | 54 panelen oost-west á 325 Wp/paneel | 122 panelen oost-west á 325 Wp/paneel | Geen PV-panelen |
| BENG conform NEN 7120 | | | |
| EPC | 0,38 | | |
| BENG 1 ($\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 26,9 kWh/m² | 23,4 kWh/m ² | |
| BENG 2 ($\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 45,9 kWh/m² | 24,6 kWh/m ² | |
| BENG 3 ($\geq 50 \%$) | 39 % | 59 % | |
| BENG conform NTA 8800 | | | |
| BENG 1 ($\leq 70 \text{ kWh/m}^2$) | 44,3 kWh/m ² | 40,2 kWh/m ² | 53,3 kWh/m ² |
| BENG 2 ($\leq 50 \text{ kWh/m}^2$) | 30,6 kWh/m ² | 19,2 kWh/m ² | 45,1 kWh/m ² |
| BENG 3 ($\geq 40 \%$) | 56 % | 70 % | 51 % |

Analyse concept eisen

- Met een thermische schil op het niveau Bouwbesluit wordt ruimschoots voldaan aan de maximale energiebehoefte.
- De maatregelen die nodig zijn om aan de concept BENG-eisen te kunnen voldoen zijn minder vergaand dan de benodigde maatregelen voor een EPC-eis van 0,4.
- Het minimale aandeel hernieuwbare energie is volledig afkomstig van de lucht/water warmtepomp, er zijn geen PV-panelen benodigd om aan de BENG 3-eis te kunnen voldoen. Hetzelfde geldt voor de BENG 2-eis; hiervoor zijn geen PV-panelen noodzakelijk.

Project 11 – Vlietpoort Den Haag, Stebru

Type: Woongebouw – 24 bouwlagen
 Oriëntatie: voorgevel noordwest
 Glaspercentage: ZO: 27%, ZW: 32%, NW: 28%, NO: 37%
 Verhouding A_{is}/A_g : 0,82



| | EPC: 0,4 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2015 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2018 (NTA 8800) |
|---|---|--|--|
| vloer | $R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| vloer boven AOR | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| gevel | $R_c: 5,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 5,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 5,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| dak | $R_c: 7,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 7,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 7,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| ramen - glas | $U_w: 1,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w: 1,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w: 1,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| glas | triple-glas – ZTA: 0,5 | triple-glas – ZTA: 0,5 | triple-glas – ZTA: 0,5 |
| voordeur | $U_d: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| zonwering | geen zonwering | zonwering ZO en ZW | zonwering ZO en ZW |
| infiltratie | $q_{v,10}: 0,3 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ | $q_{v,10}: 0,3 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ | $q_{v,10}: 0,3 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ |
| verwarming/ tapwater | Externe warmtelevering | Externe warmtelevering | Externe warmtelevering |
| ventilatie | gebalanceerde ventilatie met WTW met CO ₂ sensoren (D5a) | gebalanceerde ventilatie met WTW met CO ₂ sensoren (D5a) | gebalanceerde ventilatie met WTW met CO ₂ sensoren (D5a) |
| zonne-energie | 90 panelen zuidwest á 360 Wp/paneel | Dak: 90 panelen zuidwest á 360 Wp/paneel Gevel: 920 panelen ZW/ZO á 360 Wp/paneel | Dak: 90 panelen zuidwest á 360 Wp/paneel Gevel: 410 panelen ZW/ZO á 360 Wp/paneel |
| BENG conform NEN 7120 | | | |
| EPC | 0,40 | 0,02 | |
| BENG 1 ($\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 27,4 kWh/m ² | 22,7 kWh/m ² | |
| BENG 2 ($\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 49,8 kWh/m ² | 24,1 kWh/m ² | |
| BENG 3 ($\geq 50 \%$) | 6 % | 50 % | |
| BENG conform NTA 8800 | | | |
| BENG 1 ($\leq 70 \text{ kWh/m}^2$) | 52,0 kWh/m ² | 50,7 kWh/m ² | 50,7 kWh/m ² |
| BENG 2 ($\leq 50 \text{ kWh/m}^2$) | 39,6 kWh/m ² | 9,5 kWh/m ² | 26,4 kWh/m ² |
| BENG 3 ($\geq 40 \%$) | 10 % | 79 % | 40 % |

Analyse concept eisen

- De verhouding A_{is}/A_g ligt op 0,82 waardoor de maximale energiebehoefte op 70,0 kWh/m² ligt.
- Om aan de concept BENG-eis 2018 te voldoen is er voor gekozen om het aantal PV-panelen te verhogen. Vanwege het beperkte dakoppervlak zijn PV-panelen aan de gevel benodigd, dit heeft grote consequenties voor het ontwerp/gevelbeeld. In bijlage 1 is nog een variant gemaakt waarbij de thermische schil verder geoptimaliseerd is, het aantal PV-panelen aan de gevel wordt dan verminderd van 410 naar 320 stuks. In een tweede variant worden alleen de 90 PV-panelen op het dak geplaatst. Het warmtenet moet dan voor 41% hernieuwbaar om aan BENG 3 te kunnen voldoen.
- Om het aantal PV-panelen aan de gevel te beperken liggen de bouwkundige maatregelen boven bouwbesluit niveau.
- Voor externe warmtelevering wordt er vanuit gegaan dat 0% van de warmte hernieuwbaar is. Zoals te zien is er bij de concept BENG-eisen het aandeel hernieuwbaar (BENG 3) de maatgevende eis. Als uitgegaan wordt van 49% hernieuwbare energie bij externe warmtelevering komt hetzelfde concept uit op BENG 3: 67%. Het aandeel hernieuwbare energie is dus essentieel, dit komt bij de gevoeligheidsanalyse nader aan de orde.

Project 12 – Frank is een Binck Den Haag, Stebru

Type: Woongebouw – 18 bouwlagen (alleen hoge toren)
 Oriëntatie: voorgevel noordwest
 Glaspercentage: ZO: 76%, ZW: 23%, NW: 60%, NO: 43%
 Verhouding A_{15}/A_g : 0,85



| | EPC: 0,4 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2015 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2018 (NTA 8800) |
|--------------------------------------|---|---|---|
| vloer | $R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| vloer boven AOR | $R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| gevel | $R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| dak | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 8,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| ramen - glas | $U_w: 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w: 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w: 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| glas | triple-glas – ZTA: 0,3 | triple-glas – ZTA: 0,5 | HR⁺⁺-glas – ZTA: 0,6 |
| voordeur | $U_d: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d: 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d: 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| zonwering | geen zonwering | zonwering alle gevels | geen zonwering |
| infiltratie | $q_{v,10}: 0,3 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ | $q_{v,10}: 0,15 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ | $q_{v,10}: 0,42 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$ (forfaitair) |
| verwarming/ tapwater | Collectieve bodem warmtepomp + externe warmtelevering (niet preferent) ¹⁾ | Collectieve bodem warmtepomp + externe warmtelevering (niet preferent) | Collectieve bodem warmtepomp + externe warmtelevering (niet preferent) |
| ventilatie | gebalanceerde ventilatie met WTW met CO ₂ sensoren (D5a) | gebalanceerde ventilatie met WTW met CO ₂ sensoren (D5a) | Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer (C4a) |
| zonne-energie | 220 panelen zuidoost á 350 Wp/paneel | 325 panelen zuidoost á 350 Wp/paneel | geen panelen |
| BENG conform NEN 7120 | | | |
| EPC | 0,40 | 0,26 | |
| BENG 1 ($\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 44,5 kWh/m² | 25,0 kWh/m ² | |
| BENG 2 ($\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 44,9 kWh/m² | 24,3 kWh/m ² | |
| BENG 3 ($\geq 50 \%$) | 42 % | 50 % | |
| BENG conform NTA 8800 | | | |
| BENG 1 ($\leq 70 \text{ kWh/m}^2$) | 60,7 kWh/m² | 51,7 kWh/m ² | 69,3 kWh/m ² |
| BENG 2 ($\leq 50 \text{ kWh/m}^2$) | 19,0 kWh/m² | 9,6 kWh/m ² | 37,5 kWh/m ² |
| BENG 3 ($\geq 40 \%$) | 74 % | 86 % | 62 % |

1) Externe warmtelevering vormt in dit energieconcept het niet preferente toestel, momenteel kan externe warmtelevering niet als een niet preferent toestel ingevoerd worden in de rekentool.







Analyse concept eisen

- Met een thermische schil op het niveau Bouwbesluit wordt, met uitzondering van de U-waarde van de deuren en ramen, voldaan aan de maximale energiebehoefte.
- Het minimale aandeel hernieuwbare energie is volledig afkomstig van de collectieve bodem/water warmtepomp, er zijn geen PV-panelen benodigd om aan de BENG 3-eis te kunnen voldoen. Hetzelfde geldt voor de BENG 2-eis; hiervoor zijn geen PV-panelen noodzakelijk.

3.2 Samenvatting maatregelen en rekenresultaten

| Projecten – grondgebonden woningen | Oriëntatie achtergevel  | R _c / U-waarden   | Infiltratie  | Opwekking  | Ventilatie  | Zonne-energie  | Resultaten |
|--|--|---|--|--|---|--|--|
| | | | q _{v10} | cv / wp / ext. | Type + sturing | PV | BENG 1 / 2 / 3 |
| 1. Hoekwoning Van Wijnen | ZO | 3,5/4,5/6 / 1,65 | 0,84 | Lucht WP | WTW (D2) | 1.180 Wp, ZO, 6,4 m² | 54,5 kWh/m ² 28,5 kWh/m² 58% |
| 1b. Tussenwoning Van Wijnen | ZO | 3,5/4,5/6 / 1,65 | 0,7 | Lucht WP | WTW (D2) | 590 Wp, ZO, 3,2 m² | 68,9 kWh/m ² 27,4 kWh/m² 68% |
| 2. Tussenwoning Trebbe | W | 3,5/ 4,5/6 / 1,65 | 0,7 | Lucht WP + douche-WTW | mv (c4a) | 1.400 Wp, W, 8,0 m² | 51,6 kWh/m ² 28,4 kWh/m² 66% |
| 3. Hoekwoning ERA Contour | Z | 3,5/4,5/6 / 1,65 | 0,588 | Lucht WP + douche-WTW | mv (c4a) | 2.340 Wp, O/W, 3,2 m² | 66,4 kWh/m ² 28,6 kWh/m² 73% |
| 4. Tussenwoning BPD houthavens | ZO | 3,5/4,5/6 / 1,65 | 0,7 | ext. wl. + douche-WTW | mv (c4a) | 5.015 Wp, ZO/NW, 27,2 m² | 64,3 kWh/m ² 21,4 kWh/m ² 51% |
| 5. Seniorenwoning Geveke | W | 3,5/4,5/6 / 1,65 | 0,588 | Lucht WP | mv (c4a) | 2.500 Wp, Z, 16 m² | 83,0 kWh/m ² 28,3 kWh/m² 78% |
| 8. 2 [^] 1-kapwoning SCW | O | 3,5/4,5/6 / 1,65 | 0,84 | Lucht WP | WTW (D2) | 2.100 Wp, ZW, 11,2 m² | 69,7 kWh/m ² 26,6 kWh/m² 73% |
| 9. Vrijstaande woning particulier | O | 3,5/4,5/6 / 1,65 | 0,9 | Lucht WP | mv (c4a) | 3.150 Wp, Z, 22,4 m² | 84,8 kWh/m ² 29,4 kWh/m² 75% |

* vetgedrukte en blauwe tekst is versoepeling ten opzichte van de kenmerken benodigd voor een EPC 0,4. Oranje tekst is aanscherping ten opzichte van EPC 0,4.

| Projecten - woongebouwen | Type  | R _c / U-waarden  | Infiltratie  | Opwekking  | Ventilatie  | Zonne-energie  | Resultaten |
|--------------------------------|--|--|--|---|--|---|--|
| | | | q _{v10} | wp / ext. | Type + sturing | PV | BENG 1 / 2 / 3 |
| 6. @home Hurks | WG – 22 lagen | 3,5 / 4,5 / 6 / 1,65 | 0,42 | ext. wl. + douche-WTW | mv (c4a) | 189.810 Wp, 1125 m² | 56,0 kWh/m ² 30,1 kWh/m ² 40% |
| 7. Hoogwonen Trebbe | WG – 6 lagen | 3,5 / 4,5 / 6 / 1,65 | 0,42 | Lucht WP | mv (c4a) | - | 57,8 kWh/m ² 49,8 kWh/m ² 48% |
| 10. Zes-spanner Trebbe | WG – 6 lagen | 3,5 / 4,5 / 6 / 1,65 | 0,42 | Lucht WP | mv (c4a) | - | 53,3 kWh/m ² 45,1 kWh/m ² 51% |
| 11. Vlietpoort, Stebru | WG – 24 lagen | 3,5 / 5,0 / 7,0 / 1,05 | 0,3 | ext. wl. | WTW + CO ₂ (D5a) | 180.000 Wp, 800 m² | 50,7 kWh/m ² 26,4 kWh/m ² 40% |
| 12. Frank is een Binck, Stebru | WG – 18 lagen | 3,5 / 4,5 / 6 / 1,40 | 0,42 | bodem wp | mv (c4a) | - | 69,3 kWh/m ² 37,5 kWh/m ² 62% |

* vetgedrukte en blauwe tekst is versoepeling ten opzichte van de kenmerken benodigd voor een EPC 0,4. Oranje tekst is aanscherping ten opzichte van EPC 0,4.

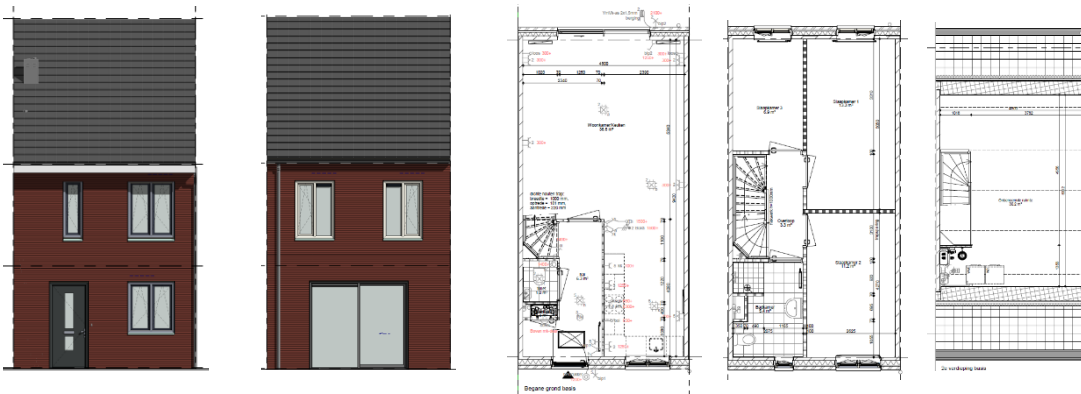
Analyse rekenresultaten

- Alle woningen voldoen met het de minimale eisen uit het Bouwbesluit aan de concept eisen.
- BENG 1 is voor de meeste gebouwen geen knelpunt, behalve wanneer de verhouding tussen het verliesoppervlak en het gebruiksoppervlak net onder de 2,2 is, of wanneer er sprake is van skeletbouw.
- De resultaten van BENG 2 en BENG 3 zijn de maatgevende parameters.
- Externe warmtelevering kan zorgen voor een knelpunt in de hoogbouw bij BENG 3, zeker wanneer het aandeel hernieuwbaar van de warmtelevering laag is.
- Het toepassen van warmtepompen in hoogbouw draagt bij aan BENG 3, waardoor deze hoogbouw veel beter haalbaar is.

Hoofdstuk 4 Analyse concepten grondgebonden woningen

Uit de beoordeelde voorbeeldprojecten is een hoek- en tussenwoning geselecteerd waarvoor een gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd. Voor de woning is een referentiesituatie uitgewerkt op basis van een minimaal maatregelenpakket waarmee zowel aan de Bouwbesluiteisen als de concept BENG-eisen volgens NTA 8800 wordt voldaan. Vervolgens zijn in dit hoofdstuk voor de grondgebonden woning analyses gedaan naar:

- verschillende energieconcepten
- energielasten
- BENG bij energieneutraal / NOM
- investeringen
- warmtevraag



Figuur 4: Impressie referentiewoning hoek- en tussen (bron: Van Wijnen)

Tabel 4: Referentiesituatie voor gevoeligheidsanalyse

| Maatregelenpakket - referentiesituatie | | |
|--|---|-------------------------|
| oriëntatie woning | noordwest/zuidoost | |
| vloer | $R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | |
| gevel | $R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | |
| dak | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | |
| ramen - glas | $U_w: 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ | |
| glas | HR ⁺⁺ -glas | |
| voordeur | $U_d: 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ | |
| zonwering | geen zonwering | |
| infiltratie | $q_{v,10}: 0,4 \text{ dm}^3\cdot\text{s/m}^2$ | |
| verwarming/tapwater | lucht/water warmtepomp met vloerverwarming | |
| ventilatie | gebalanceerde ventilatie met WTW | |
| zonne-energie | Hoekwoning: 3 paneel ZO á 295 Wp Tussenwoning: 1 panelen ZO á 295 Wp | |
| BENG conform NTA 8800 | hoekwoning | tussenwoning |
| BENG 1 ($\leq 70 \text{ kWh/m}^2$) | 69,7 kWh/m ² | 56,2 kWh/m ² |
| BENG 2 ($\leq 30 \text{ kWh/m}^2$) | 28,3 kWh/m ² | 29,3 kWh/m ² |
| BENG 3 ($\geq 50 \%$) | 65,4 % | 53,9 % |

In bijlage 1 is een compleet overzicht opgenomen met gehanteerde uitgangspunten en rekenresultaten.

4.1 Analyse energieconcepten

Voor de hoek- en tussenwoningen zijn verschillende energieconcepten berekend om meer gevoel te krijgen bij de uitkomsten op basis van de nieuwe bepalingmethode NTA 8800. Het betreft de volgende varianten:

1. Basis

De basiswoning is uitgevoerd als een all-electric energieconcept met een lucht-water warmtepomp, die voldoet aan $EPC \leq 0,4$.

2. BENG variant (volgens tijdelijke bepalingmethode)

Het energieconcept is vastgesteld aan de hand van de voorgenomen BENG-eisen en de tijdelijke bepalingmethode (op basis van NEN 7120). In dit energieconcept is de thermische schil verbeterd en zonwering toegepast op de hoekwoning om te kunnen voldoen aan de voorgenomen BENG-eisen, ook worden er meer PV-panelen toegepast dan in het basisconcept.

3a. BENG variant 'weerstandverwarming' (volgens NTA 8800)

Onderzocht is welke maatregelen kunnen vervallen, ten opzichte van variant 2, waarbij er nog steeds aan de concept BENG eisen wordt voldaan. De maatregelen die komen te vervallen zijn in eerste instantie de bouwkundige maatregelen waarbij de ondergrens is opgezocht; namelijk de Bouwbesluit-eisen op component niveau. Hiernaast is de warmtepomp vervangen door een concept met weerstandverwarming en een elektrische boiler (beiden COP: 1). Daarnaast zijn er extra PV-panelen nodig om aan de concept eisen te kunnen voldoen.

3b. BENG variant 'weerstandverwarming' (volgens NTA 8800)

Onderzocht is welke maatregelen benodigd zijn om met de BENG-schil van variant 2, inclusief een gebalanceerd ventilatiesysteem, en een all-electric concept met weerstandverwarming en een elektrische boiler te kunnen voldoen. Het minimale aantal PV-panelen dat benodigd is voor BENG 2 is aangehouden, rekening houdend met het beschikbare dakvlak.

Een overzicht van de belangrijkste verschillen tussen de concepten 1 t/m 3 staan in tabel 5 weergegeven. Voor een volledig overzicht van de gehanteerde uitgangspunten wordt verwezen naar bijlage 1.

Tabel 5: Analyse energieconcepten 1 t/m 3 met NTA 8800 (hoekwoning)

| | 1. EPC: 0,4 | 2. BENG (2015) | 3a/b. elektrische weerstandsverwarming | |
|--|-------------------------|-------------------------|--|-------------------------|
| | | | | |
| | 1. EPC: 0,4 | 2. BENG 2015 | 3a. BB / COP: 1 | 3b. BB+ / COP: 1 |
| Thermische schil | BB: 3,5/4,5/6,0 | BB+:5,0/7,0/7,0 | BB: 3,5/4,5/6,0 | BB+:5,0/7,0/7,0 |
| Ramen | HR ⁺⁺ | triple | HR ⁺⁺ | triple |
| Infiltratie / q _{v,10} | 0,40 | 0,25 | 0,84 | 0,25 |
| Verwarming / tapwater | WP | WP | COP 1 | COP 1 |
| Ventilatie | WTW | WTW | MV (C4c) | WTW |
| Zonne-energie | 1 paneel | 6 panelen | 29 panelen (voldoet niet: 20 PV-panelen extra nodig) | 24 panelen |
| Resultaten BENG cf. NTA 8800 (hoekwoning) | | | | |
| BENG 1 (≤ 70 kWh/m ²) | 60,3 kWh/m ² | 49,8 kWh/m ² | 68,9 kWh/m ² | 49,8 kWh/m ² |
| BENG 2 (≤ 30 kWh/m ²) | 33,6 kWh/m ² | 15,0 kWh/m ² | 77,4 kWh/m ² | 28,3 kWh/m ² |
| BENG 3 (≥ 50 %) | 55% | 76% | 48% | 68% |

Legenda: WP: warmtepomp

COP: 1 elektrische weerstandsverwarming

WTW: gebalanceerde ventilatie met WTW

MV: mechanische ventilatie

Analyse rekenresultaten energieconcepten 1 t/m 3

Het verschil in BENG-uitkomsten tussen de tijdelijke bepalingsmethode volgens NEN 7120 en de nieuwe situatie met NTA 8800 is groot. De resultaten laten zien dat de referentiesituatie (EPC: 0,4) al bijna voldoen aan de concept BENG-eisen op basis van de NTA 8800. De woning voldoet aan de BENG 1-eis, maar niet aan de BENG 2-eis. Dit kan worden opgelost door het plaatsten van twee extra PV-panelen. De tussenwoning heeft een energiebehoefte (BENG 1) die ongeveer 10 kWh/m² lager is dan die van de hoekwoning. Dit is in lijn met resultaten volgens de 'handreiking BENG' d.d. september 2015.

Variant 2: De BENG-woning, zoals die ontworpen is op basis van de oude BENG methode, voldoet ruim aan de concept BENG-eisen wanneer er gerekend wordt volgens de NTA 8800. De extra maatregelen zoals driebladig glas en zonwering zijn met de concept eisen in combinatie met de NTA 8800 dus niet noodzakelijk.

Variant 3a: De derde variant die berekend is laat het minimale bouwkundige pakket zien dat benodigd is om te voldoen aan de BENG 1-eis. In deze variant wordt elektrische weerstandsverwarming en een elektrische boiler toegepast. Voor de hoek- en tussenwoning geldt hier dat er voor de bouwkundige schil kan worden teruggevallen op het minimale bouwbesluitniveau.

Het primaire energiegebruik in deze variant is hoog door het lage rendement van de elektrische verwarming en boiler (COP = 1). Dit levert een jaarlijks energiegebruik van 10.545 kWh op. Dit kan niet worden gecompenseerd door de maximale hoeveelheid PV-panelen op het dak te plaatsen omdat het dakvlak dan niet groot genoeg is voor de benodigde elektriciteitsopwekking. Met dit concept kan er dus wel worden voldaan aan de BENG 1-eis, maar niet aan de BENG 2- en 3-eis.

Variant 3b: Wanneer er een verbeterde bouwkundige schil zoals bij variant 2 wordt toegepast kan de woning met elektrische weerstandsverwarming wel voldoen aan de concept BENG-eisen. Volgens de resultaten komt de BENG 2-eis op 28,3 kWh/m². Dit voldoet dus aan de eis van maximaal 30 kWh/m².

Daarnaast zijn nog verschillende varianten doorgerekend om te onderzoeken of een strengere grenswaarde voor BENG 1 haalbaar is.

4a/b. BENG variant BENG 1 < 70 kWh/m² (volgens NTA 8800)

Onderzocht is welke maatregelen benodigd zijn om met een minimale bouwkundige schil zoals bij variant 3a is weergegeven te voldoen aan de concept BENG eisen. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen een variant met gebalanceerde ventilatie en een variant met ventilatie met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer.

5. BENG variant BENG 1 < 60 kWh/m² (volgens NTA 8800)

Onderzocht is welke maatregelen er extra benodigd zijn voor de hoekwoning, ten opzichte van concept 4a, waarbij er wordt voldaan aan een BENG 1 die kleiner of gelijk is aan 50 kWh/m². De tussenwoning voldoet met concept 4 al aan de fictieve grenswaarde van 60 kWh/m².

6. BENG variant BENG 1 < 50 kWh/m² (volgens NTA 8800)

Onderzocht is welke maatregelen er extra benodigd zijn, ten opzichte van concept 5, waarbij er wordt voldaan aan een BENG 1 die kleiner of gelijk is aan 50 kWh/m². De maatregelen die zijn genomen zijn bouwkundige maatregelen, waarbij geprobeerd is om de energieconcepten evenwichtig te houden.

7. BENG variant BENG 1 < 45 kWh/m² (volgens NTA 8800)

Variant 6 is nog verder doorgevoerd om te onderzoeken welke maatregelen er benodigd zijn om een BENG 1 kleiner of gelijk aan 45 te realiseren.

Een overzicht van de belangrijkste verschillen tussen de concepten 4 t/m 6 staan in tabel 6 weergegeven. Voor een volledig overzicht van de gehanteerde uitgangspunten wordt verwezen naar bijlage 1.

Tabel 6: Analyse energieconcepten 4 t/m 6 met NTA 8800 (hoekwoning)

| | 4a/b. BENG 1 < 70 kWh/m ² | | 5. BENG 1 < 60 kWh/m ² | 6. BENG 1 < 50 kWh/m ² |
|--|---|--|--|--|
| | | | | |
| | 4a. BENG 1 < 70 kWh/m² + WTW | 4b. BENG 1 < 70 kWh/m² + MV | 5. BENG 1 < 60 kWh/m² + WTW | 6. BENG 1 < 50 kWh/m² + WTW |
| Thermische schil | BB: 3,5/4,5/6,0 | BB: 3,5/4,5/6,0 | BB: 3,5/4,5/6,0 | BB+: 5,0/7,0/8,0 |
| Ramen | HR ⁺⁺ | HR ⁺⁺ | triple | triple |
| Infiltratie / q _{v,10} | 0,84 | 0,84 | 0,40 | 0,20 |
| Verwarming / tapwater ¹⁾ | WP | WP | WP | WP |
| Ventilatie ¹⁾ | WTW | MV (C4c) | WTW | WTW |
| Zonne-energie ¹⁾ | 4 panelen | 6 panelen | 3 panelen | 2 panelen |
| Resultaten BENG cf. NTA 8800 (hoekwoning) | | | | |
| BENG 1 (≤ 70 kWh/m ²) | 68,9 kWh/m ² | 68,9 kWh/m ² | 59,3 kWh/m ² | 49,8 kWh/m ² |
| BENG 2 (≤ 30 kWh/m ²) | 27,4 kWh/m ² | 27,6 kWh/m ² | 27,3 kWh/m ² | 27,2 kWh/m ² |
| BENG 3 (≥ 50 %) | 68% | 74% | 63% | 56% |

1) Verwarming/tapwater, ventilatie en zonne-energie hebben geen invloed op de uitkomst van BENG 1.

Analyse rekenresultaten energieconcepten 4 t/m 6

Variant 4a/b: De vierde variant die berekend is laat het minimale bouwkundige pakket zien wat benodigd is om te voldoen aan de BENG 1-eis, zoals ook bij de derde variant is toegepast. De energiebehoefte (BENG 1) is hier hetzelfde, alleen het primair energiegebruik is veel lager dan met het concept met elektrische weerstandsverwarming, omdat het rendement van de warmtepomp veel hoger is. De verschillen in CO₂-uitstoot tussen een woning met gebalanceerde ventilatie en een woning met natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer zijn klein. Dit kan worden verklaard doordat de extra benodigde energie (ruimteverwarming) voor een ventilatiesysteem met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer wordt gecompenseerd door twee extra PV-panelen.

Variant 5: Voor de vijfde variant is voor de hoek- en tussenwoning een maximale toegestane BENG 1 van 60 kWh/m² onderzocht. De tussenwoning voldoet met variant 4 al aan deze fictieve grenswaarde. Voor de hoekwoning zijn aanvullende maatregelen nodig zoals triple-glas en een luchtdichtheid van 0,40 dm³.s/m².

Variant 6: Voor de zesde variant is de maximale toegestane BENG 1 verlaagd naar 50 kWh/m². Om de hoekwoning hieraan te kunnen laten voldoen zijn er extra bouwkundige maatregelen benodigd, zoals het verhogen van de R_c-waarden van de vloer, gevel en het dak, het toepassen van triple glas, het verlagen van de lineaire warmteverliezen (optimaliseren detaillering), toepassen van zonwering en een maximale infiltratie van 0,20 dm³/s.m². Dit zijn maatregelen die grote investeringen vragen en extra aandacht tijdens het bouwproces. Voor de tussenwoning zijn de benodigde maatregelen minder vergaand.

Variant 7 (alleen tussenwoning): De zevende variant geeft de benodigde maatregelen weer wanneer een tussenwoning moet voldoen aan een BENG 1 kleiner of gelijk aan 45 kWh/m². Dit concept is opgenomen

in bijlage 1. Hier zijn vergelijkbare maatregelen benodigd die nodig waren voor de hoekwoning in variant zes. Voor deze hoekwoning is het met de huidige bouwstandaarden niet realistisch om te voldoen aan een BENG 1 kleiner of gelijk aan 45 kWh/m². Daarom is deze variant niet berekend voor de hoekwoning.

4.2 Analyse energielasten per concept

Voor de hoek- en tussenwoning zijn voor de energieconcepten zoals omschreven in de vorige paragraaf de energielasten bepaald. Voor de bepaling van de energiekosten is uitgegaan van:

- Gebouwbonden energiegebruik in kWh op de meter conform NTA 8800-berekening.
- Gemiddeld huishoudelijk energiegebruik 2.600 kWh, inclusief koken op electra 200 kWh.
- Opbrengst PV-panelen conform NTA 8800 berekend
- Energietarief elektra: €0,23 / kWh (prijsspeil 2019, bron: Milieucentraal)
- Heffingskorting elektra €311,62 (prijsspeil 2019)
- Leveringskosten electra €71,88 en netwerkkosten €230,29 (gemiddelde)

Een indicatie van de energielasten is weergegeven in tabel 7.

Tabel 7: Indicatie energielasten per energieconcept HW (€/maand)

| | Hoekwoning | | | | |
|---|--|------------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------|
| | Gebouw gebonden verbruik, excl. PV-panelen [kWh] | Huishoudelijk verbruik [kWh] | Opbrengst PV-panelen [kWh] | Netto verbruik [kWh] | €/maand |
| 1. EPC: 0,4 (all-electric) | 2.864 | 2.600 | 237 | 2.627 | €99,- |
| 2. BENG (pakket 2015) | 2.590 | 2.600 | 1.422 | 1.168 | €71,- |
| 3a. Minimaal bouwkundig + COP:1 | 11.523 | 2.600 | 5.474 | 6.049 | €165,- ¹⁾ |
| 3b. Goed bouwkundig + COP: 1 | 6.964 | 2.600 | 4.755 | 2.209 | €91,- |
| 4a. BENG 1 < 70 kWh/m ² met WTW | 3.088 | 2.600 | 948 | 2.140 | €90,- |
| 4b. BENG 1 < 70 kWh/m ² met natuurlijke toevoer/mechanische afvoer | 3.575 | 2.600 | 1.422 | 2.153 | €90,- |
| 5. BENG 1 < 60 kWh/m ² | 2.844 | 2.600 | 711 | 2.133 | €90,- |
| 6. BENG 1 < 50 kWh/m ² | 2.597 | 2.600 | 474 | 2.123 | €90,- |

1) Variant 3a met een minimaal bouwkundige schil en elektrische weerstandsverwarming en elektrische boiler voldoet nog niet aan de concept BENG-eis. Hierdoor zijn de energielasten aan de hoge kant.

Analyse energielasten

- Ten opzichte van de referentiesituatie EPC: 0,4 zijn de energielasten bij de meeste varianten lager, met uitzondering van variant 3a.
- De energielasten van een woning met elektrische weerstandsverwarming en elektrische boiler (variant 3a) is hoog, ook omdat bij deze variant niet aan de BENG-eisen wordt voldaan. Bij een verregaande verbetering van de thermische schil zoals goede thermische schil, gebalanceerde ventilatie aangevuld met tijdsturing en lage infiltratie ontstaan vergelijkbare energielasten. Wel is in de praktijk het concept minder robuust, dat wil zeggen: meer afhankelijk van specifieke omstandigheden, en afwijkingen van het aangenomen bewonersgedrag, waardoor de energielasten bij een concept met een COP van 1 hoog kunnen oplopen, ondanks de toepassing van PV-panelen.
- De laagste energielasten worden in deze rekensessie gerealiseerd bij variant 2 (BENG-eisen 2015).

- De energielasten van variant 4 (BENG 1 van 70 kWh/m²), variant 5 (BENG 60 kWh/m²) en variant 6 (BENG 50 kWh/m²) zijn vrijwel vergelijkbaar met elkaar. Reden hiervan is dat het aantal PV-panelen bij variant 4a/b, 5 en 6 is gefit op de einduitkomst. Hierdoor zijn de extra maatregelen in de schil gecompenseerd met minder PV-panelen.
- Bij concepten met weinig PV-panelen staat de mogelijkheid open om met behulp van extra PV (waarvoor dan nog ruimte beschikbaar is), de energielasten verder te verlagen.

De energielasten voor de bewoner waren bij de voorgenomen BENG-eisen uit 2015 lager (zie onderzoek uit 2016) dan met de huidige concept BENG-eisen. De volgende factoren zijn daarvan de oorzaak: met de concept BENG-eisen zijn aanzienlijk minder PV-panelen benodigd dan bij de voorgenomen eisen, het energietarief en heffingskorting is gewijzigd en de NTA 8800 berekent een hoger gebouwgebonden verbruik dan de NEN 7120 (in NTA 8800 wordt bijvoorbeeld in deze concepten gerekend met forfaitair vermogen ventilatoren).

4.3 Analyse BENG bij energieneutraal / NOM

De eisen die gesteld worden aan BENG zijn het wettelijk minimum, ze vormen anders gezegd de 'bezemwagen' qua energetische ambitie. Om enig gevoel te krijgen bij de BENG-uitkomsten van een energieneutrale of NOM-woning zijn ook die varianten voor de tussenwoning berekend. Onder energieneutraal / NOM wordt het volgende verstaan:

- Energieneutraal: een woning waarbij BENG 2 ≤ 0 kWh/m² bedraagt en daarmee BENG 3 op minimaal 100%;
- Voor de Nul-op-de-Meter is uitgegaan dat het gebouwgebonden en huishoudelijke verbruik over een jaar gezien wordt gecompenseerd door de opwekking van elektra. Voor het gebouwgebonden energiegebruik is de uitkomst van de NTA 8800 berekening aangehouden. Voor het huishoudelijke energieverbruik 2.600 kWh aangehouden + circa 150 kWh voor monitoring.

Tabel 8: BENG-uitkomst bij ambitie energieneutraal en NOM (tussenwoning)

| | Energieneutraal (BENG 2 = 0 kWh/m ²) | Nul-op-de-Meter (NOM) |
|---|---|--|
| vloer | R _c : 3,50 m ² K/W | R_c: 5,00 m²K/W |
| gevel | R _c : 4,50 m ² K/W | R_c: 7,00 m²K/W |
| dak | R _c : 6,00 m ² K/W | R_c: 7,00 m²K/W |
| ramen - glas | U _w : 1,30 W/m ² K | U_w: 1,00 W/m²K |
| glas | HR ⁺⁺ -glas | triple-glas |
| voordeur | U _d : 1,20 W/m ² K | U_d: 1,00 W/m²K |
| zonwering | geen zonwering | geen zonwering |
| infiltratie | q _{v,10} : 0,4 dm ³ .s/m ² | q_{v,10}: 0,25 dm³.s/m² |
| verwarming/tapwater | Lucht/water warmtepomp | Lucht/water warmtepomp |
| ventilatie | gebalanceerde ventilatie met WTW | gebalanceerde ventilatie met WTW |
| zonne-energie | TW: 11 panelen á 295 Wp | TW: 28 panelen á 295 Wp |
| BENG conform NTA 8800 | | |
| BENG 1 (≤ 70 kWh/m ²) | 47,7 kWh/m ² | 41,6 kWh/m ² |
| BENG 2 (≤ 30 kWh/m ²) | -2,14 kWh/m ² | -39,8 kWh/m ² |
| BENG 3 (≥ 50 %) | 104 % | 177 % |
| Indicatie energielasten/maand | | |
| Indicatie energielasten | €46,-/maand | -€3,-/maand |

Analyse rekenresultaten

- Voor de variant energieneutraal is er voor gekozen om de bouwkundige maatregelen conform het huidige EPC: 0,4 concept aan te houden en BENG 2 en 3 te behalen door het aantal PV-panelen te verhogen. Het dakvlak biedt ruimte aan 3x5 PV-panelen per dakvlak. Er is gerekend met 1 PV-paneel minder in verband met doorvoeringen en/of een dakraam.
- Voor de variant nul-op-de-meter (NOM) is er voor gekozen om de bouwkundige uitgangspunten aan te scherpen. Dit leidt tot een lagere energiebehoefte (BENG 1).
- Als er sprake van een Nul-op-de-Meter woning is BENG 2 $<< 0$ kWh/m² en bedraagt BENG 3 $>> 100\%$.
- De energielasten per maand liggen bij de energieneutrale woning op circa €46,-, bij de Nul-op-de-Meter rond de €0,-
- Het verschil tussen de beide schilpakketten bedraagt in BENG 1: 6,1 kWh/m².

4.4 Analyse investering versus aanscherping eisen

In onderstaande tabel is op basis van kostenkengetallen een analyse verricht naar de meerinvestering ten opzichte van de referentiesituatie, een all-electric EPC: 0,4 woning met een thermische schil op het niveau Bouwbesluit, een lucht/water warmtepomp en gebalanceerde ventilatie met WTW.

Tabel 9: Meerinvestering per energieconcept hoek- en tussenwoning project 1 ¹⁾

| | 1. EPC: 0,4 | 2. BENG (2015) | 3a/b. elektrische weerstandsverwarming | |
|--|----------------------------|--------------------------------|---|----------------------------------|
| | | | | |
| | 1. EPC: 0,4 | 2. BENG 2015 | 3a. BB / COP: 1 | 3b. BB+ / COP: 1 |
| Thermische schil | BB: 3,5/4,5/6,0 | BB+:5,0/7,0/7,0 | BB: 3,5/4,5/6,0 | BB+:5,0/7,0/7,0 |
| Ramen | HR ⁺⁺ | triple | HR ⁺⁺ | triple |
| Infiltratie / q _{v,10} | 0,40 | 0,25 | 0,84 | 0,25 |
| Verwarming / tapwater | WP | WP | COP 1 | COP 1 |
| Ventilatie | WTW | WTW | MV (C4c) | WTW |
| Zonne-energie | HW:1 paneel TW:1 paneel | HW: 6 panelen TW: 5 panelen | HW / TW: 29 panelen (voldoet niet: HW: 20 panelen extra nodig, TW: 9 panelen extra) | HW: 24 panelen TW: 15 panelen |
| Meerinvestering t.o.v. EPC: 0,4 | | | | |
| Tussenwoning | - | € 5.500,- | € 3.400,- (incl. 9 extra PV-panelen die niet op het dak passen) | - € 2.900,- |
| Hoekwoning | - | € 7.000,- | € 8.400,- (incl. 20 extra PV-panelen die niet op het dak passen) | € 2.200,- |

1) Indicatie meerinvestering/minderinvestering op basis van kostenkengetallen

Tabel 10: Meerinvestering per energieconcept hoek- en tussenwoning project 1 ¹⁾

| | 4a/b. BENG 1 < 70 kWh/m ² | | 5. BENG 1 < 60 kWh/m ² | 6. BENG 1 < 50 kWh/m ² |
|--|---|--|--|--|
| | | | | |
| | 4a. BENG 1 < 70 kWh/m² + WTW | 4b. BENG 1 < 70 kWh/m² + MV | 5. BENG 1 < 60 kWh/m² + WTW | 6. BENG 1 < 50 kWh/m² + WTW |
| Thermische schil | BB: 3,5/4,5/6,0 | BB: 3,5/4,5/6,0 | BB: 3,5/4,5/6,0 | HW: BB+: 5,0/7,0/8,0 TW: BB+: 3,5/4,5/6,0 |
| Ramen | HR ⁺⁺ | HR ⁺⁺ | triple | HW: triple TW: HR ⁺⁺ |
| Infiltratie / q _{v,10} | 0,84 | 0,84 | 0,40 | HW: 0,20 TW: 0,50 |
| Verwarming / tapwater ¹⁾ | WP | WP | WP | WP |
| Ventilatie ¹⁾ | WTW | MV (C4c) | WTW | WTW |
| Zonne-energie ¹⁾ | HW: 4 panelen TW: 2 panelen | HW: 6 panelen TW: 4 panelen | HW: 3 panelen TW: 2 panelen | HW: 2 panelen TW: 2 panelen |
| Meerinvestering t.o.v. EPC: 0,4 | | | | |
| Tussenwoning | € 500,- | € 1.000,- | n.v.t. | € 451,- |
| Hoekwoning | € 1.350,- | € 1.900,- | € 2.600,- | € 6.000,- |

1) Indicatie meerinvestering/minderinvestering op basis van kostenkengetallen

Overzicht meer- en minderinvesteringen per project

Voor alle praktijkprojecten zijn de investeringskosten bepaald per maatregelenpakket. De meer- of minderinvestering ten opzichte van een all-electric EPC: 0,4 concept zijn in tabel 11 opgenomen, waarbij in tabel 12 de kosten per m² gebruiksoppervlakte zijn weergegeven. De minderinvestering wanneer er een gasketel toegepast wordt is ook weergegeven.

De meerkosten zijn door de deelnemers van de themagroep BENG bepaald. Alle bedragen zijn gebaseerd op het prijspeil Q1 2019. De genoemde investeringen zijn bouwkosten inclusief opslagen (algemene kosten aannemer, winst en risico aannemer, bijkomende kosten (bouwleges, honoraria architect, adviseurs, makelaars), algemene kosten en winst ontwikkelaar), incl. btw. Om van bouwkosten zonder opslagen naar consumentenprijs incl. btw te komen zijn de bouwkosten met een factor 1,5 verhoogd.

Tabel 11: Meer- en minderinvestering per energieconcept – totale investering ¹⁾

| | EPC: 0,4 (gasketel) | EPC: 0,4 (all- electric) | Gefit op BENG 2015 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2018 (NTA 8800) | Totaal BENG 2018 (vanaf EPC 0,4 met gasketel) |
|---|--------------------------------|-------------------------------------|--|--|--|
| <i>EPC: 0,4 – all-electric (uitgangspunt)</i> | | | | | |
| 1. Hoekwoning Van Wijnen Tussenwoning Van Wijnen | -€ 14.000,- | € 0,- | € 7.130,- € 5.580,- | € 1.670,- € 620,- | € 15.670,- € 14.660,- |
| 2. Tussenwoning Trebbe | -€ 15.500,- | € 0,- | € 7.400,- | € 3.000,- | € 18.800,- |
| 3. Hoekwoning ERA contour ²⁾ | -€ 13.500,- | € 0,- | € 12.090,- (gas) | € 17.105,- (warmtepomp) | € 30.605,- |
| 4. Tussenwoning Houthaven | € 0,- (warmtenet) | € 0,- (warmtenet) | | € 8.712,- | € 8.712,- |
| 5. HSB seniorenwoning | -€ 7.500,- | € 0,- | € 19.800,- | - € 800,- | € 6.700,- |
| 6. @home Hurks | | € 0,- | | | |
| 7. Galerijflat - Trebbe | -€ 18.300,- | € 0,- | € 13.300,- | -€ 1.200,- | € 17.100,- |
| 8. 2^1-kapwoning SCW | -€ 23.660,- | € 0,- | € 18.910,- | € 8.000,- | € 31.670,- |
| 9. Vrijstaande woning | -€ 12.300,- | € 0,- | € 29.330,- | -€ 6.140,- | € 6.160,- |
| 10. Zes-spanner Trebbe | -€ 20.900,- | € 0,- | € 4.800,- | - € 1000,- | € 19.900,- |
| 11. Vlietpoort, Stebru | | € 0,- | | € 4.815,- | |
| 12. Frank in een Binck, Stebru | -€ 8.000,- | € 0,- | | - € 4.210,- | € 3.790,- |

1) Meerinvestering/minderinvestering bepaald door deelnemers van de themagroep BENG

2) De woning is in de variant gefit op BENG 2015 (NEN 7120) voorzien van een gasketel. Daarom is de investering wanneer gefit is op BENG 2018 (NTA 8800) hoger dan in vergelijkbare woningen. Wanneer de woning in de basis al voorzien zou zijn van een warmtepomp zou de minderinvestering voor BENG 2018 € 1.190 zijn.

Tabel 12: Meer- en minderinvestering per energieconcept – investering in €/m² ¹⁾

| | EPC: 0,4 (gasketel) | EPC: 0,4 (all-electric) | Gefit op BENG 2015 (NEN 7120) | Gefit op BENG 2018 (NTA 8800) | Totaal BENG 2018 (vanaf EPC 0,4 met gasketel) |
|---|--------------------------------|------------------------------------|--|---|--|
| <i>EPC: 0,4 – all-electric (uitgangspunt)</i> | | | | | |
| 1. Hoekwoning Van Wijnen Tussenwoning Van Wijnen | -€ 124,-/m ² | € 0,- | € 63,-/m ² € 49,-/m ² | € 15,-/m ² € 5,-/m ² | € 138,-/m ² € 129,-/m ² |
| 2. Tussenwoning Trebbe | -€ 141,-/m ² | € 0,- | € 67,-/m ² | € 27,-/m ² | € 168,-/m ² |
| 3. Hoekwoning ERA contour ²⁾ | -€ 135,-/m ² | € 0,- | € 120,-/m ² | € 169,-/m ² | € 304,-/m ² |
| 4. Tussenwoning Houthaven | | € 0,- | | € 34,-/m ² | € 34,-/m ² |
| 5. HSB seniorenwoning | -€ 100,-/m ² | € 0,- | € 260,-/m ² | -€ 10,-/m ² | € 90,-/m ² |
| 6. @home Hurks | | € 0,- | | | |
| 7. Galerijflat - Trebbe | -€ 261,-/m ² | € 0,- | € 190,-/m ² | -€ 17,-/m ² | € 244,-/m ² |
| 8. 2^1-kapwoning SCW | -€ 305,-/m ² | € 0,- | € 243,-/m ² | € 103,-/m ² | € 408,-/m ² |
| 9. Vrijstaande woning | -€ 65,-/m ² | € 0,- | € 155,-/m ² | -€ 32,-/m ² | € 33,-/m ² |
| 10. Zes-spanner Trebbe | -€ 298,-/m ² | € 0,- | € 69,-/m ² | -€ 14,-/m ² | € 284,-/m ² |
| 11. Vlietpoort, Stebru | | € 0,- | | € 68,-/m ² | |
| 12. Frank in een Binck, Stebru | -€ 100,-/m ² | € 0,- | | -€ 53,-/m ² | € 47,-/m ² |

1) Meerinvestering/minderinvestering bepaald door deelnemers van de themagroep BENG

2) Zie de opmerking bij tabel 11. De minderinvestering voor BENG 2018 zou €12,00 per m² zijn.

4.5 Analyse warmtevraag (EPV)

Een verhuurder mag een energieprestatievergoeding (EPV) in rekening brengen op het moment dat er sprake is van een Nul-op-de-meter (NOM) woning. De voorwaarden en uitgangspunten hiervoor zijn in wetgeving vastgelegd. De EPV komt in feite in de plaats van een energierekening.

Om als verhuurder een energieprestatievergoeding (EPV) in rekening te mogen brengen, moet de warmtevraag van de woning worden aangetoond. De warmtevraag is hier de hoeveelheid energie die nodig is om te voldoen aan de vraag naar warmte. Dit wordt uitgedrukt in kWh/m². De warmtevraag ten behoeve van de EPV komt niet overeen met BENG 1 (of BENG 2). De warmtevraag kijkt uitsluitend naar de warmtebehoefte waarbij het type ventilatiesysteem wordt meegenomen. Bij BENG 1 wordt echter gerekend met een vaste hoeveelheid ventilatielucht (die opgewarmd moet worden) en wordt naast de warmtevraag ook de koudebehoefte meegenomen. De BENG 1 kan dus niet vergeleken worden met de warmtevraag van de EPV.

Momenteel wordt in de wetgeving die de EPV beschrijft verwezen naar NEN 7120 voor de bepaling van de warmtevraag. Het ligt voor de hand dat in de toekomst hiervoor naar NTA 8800 wordt verwezen waarin de warmtevraag ook wordt bepaald; in de bijgestelde versie van NTA 8800 (NTA 8800:2019) die februari 2019 beschikbaar komt is de bepalingmethode van de warmtevraag opgenomen. Als er vanuit de EPV wetgeving verwezen gaat worden naar NTA 8800 voor het bepalen van de netto warmtevraag dan zullen de grenswaarden die gesteld gaan worden opnieuw worden ingeijkt. De warmtevraag is zowel volgens NEN 7120 (voor zover er van de variant een EPC-berekening is opgesteld) als volgens NTA 8800 bepaald. De resultaten zijn in tabel 13 weergegeven.

Tabel 13: Netto warmtevraag - EPV

| Projecten | Tussenwoning | | Hoekwoning | |
|---|--------------|-------------------------------------|------------|---------------|
| | NEN 7120 | NTA 8800 | NEN 7120 | NTA 8800 |
| 1. EPC: 0,4 | 24,4 | 18,8 | 39,6 | 31,9 |
| 2. BENG (pakket 2015) | 16,7 | 12,0 | 28,5 | 21,3 |
| 3a. Minimaal bouwkundig + COP:1 | - | 39,0 | - | 54,3 |
| 3b. Goed bouwkundig + COP: 1 | - | 12,0 | - | 21,3 |
| 4a. BENG 1 < 70 kWh/m ² met WTW | - | 25,5 | - | 40,6 |
| 4b. BENG 1 < 70 kWh/m ² met natuurlijke toevoer/mechanische afvoer | - | 39,0 | - | 54,3 |
| 5. BENG 1 < 60 kWh/m ² | - | niet berekend (zie variant 4a/b) | - | 31,1 |
| 6. BENG 1 < 50 kWh/m ² | - | 20,8 | - | 21,6 |
| 7. BENG 1 < 45 kWh/m ² (TW) | - | 16,1 | - | niet haalbaar |

1. Als 'toetskader' in deze tabel is een warmtevraag van 30 kWh/m² aangehouden. Een warmtevraag > 30 kWh/m² is met oranje/cursief weergegeven.
2. In rood is een warmtevraag > 50 kWh/m² weergegeven. Voor een warmtevraag > 50 kWh/m² (berekend volgens NEN 7120) mag geen EPV in rekening worden gebracht.

Analyse rekenresultaten

- Als gevolg van een andere bepalingmethode is de warmtevraag conform NTA 8800 een fractie lager dan volgens de NEN 7120.



- Het verschil tussen ventilatiesysteem C (natuurlijke toevoer) en ventilatiesysteem D (gebalanceerde ventilatie) op de warmtevraag komt duidelijk naar voren bij variant 4a/b.
- De kwaliteit van de thermische schil en het ventilatiesysteem bepalen bij beide bepalingmethoden in hoge mate de warmtevraag.

Hoofdstuk 5 Analyse componenten woning/woongebouw

Uit de beoordeelde voorbeeldprojecten zijn drie woningtypen geselecteerd waarvoor een gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd. Dit betreft:

- een tussen- en hoekwoning, een veel voorkomend woningtype in de Nederlandse bouwsector. Voor de gevoeligheidsanalyse is gebruik gemaakt van project 1 in dit onderzoek, de woning van Van Wijnen (Wij Wonen).
- een hoogbouwproject, zeker in steden een veel voorkomend woningtype. Voor de gevoeligheidsanalyse is gebruik gemaakt van project 11 Vlietpoort te Den Haag van Stebru.

Voor de woning en het woongebouw is een referentiesituatie uitgewerkt op basis van een minimaal maatregelenpakket waarmee zowel aan de Bouwbesluiteisen als de concept BENG-eisen volgens NTA 8800 wordt voldaan.



Figuur 5: Impressie referentiewoning hoek- en tussen en woongebouw

Tabel 14: Referentiesituatie voor gevoeligheidsanalyse

| Maatregelenpakket - referentiesituatie | | | |
|--|---|-------------------------|--|
| oriëntatie woning | noordwest/zuidoost | | |
| vloer | $R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | | |
| gevel | $R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | | |
| dak | $R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | | |
| ramen - glas | $U_w: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ | | |
| glas | HR ⁺⁺ -glas | | |
| voordeur | $U_d: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ | | |
| zonwering | geen zonwering | | |
| infiltratie | $q_{v,10}$: forfaitair (zie tabel 19) | | |
| verwarming/tapwater | Woningen: lucht/water warmtepomp met vloerverwarming Woongebouw: collectieve warmtepomp incl. koeling, met afleverzet en vloerverwarming | | |
| ventilatie | gebalanceerde ventilatie met WTW | | |
| zonne-energie | Hoekwoning: 3 paneel ZO á 295 Wp Tussenwoning: 1 panelen ZO á 295 Wp Woongebouw: geen PV-panelen | | |
| BENG - woningen | hoekwoning | tussenwoning | |
| BENG 1 ($\leq 70 \text{ kWh/m}^2$) | 69,7 kWh/m ² | 56,2 kWh/m ² | |
| BENG 2 ($\leq 30 \text{ kWh/m}^2$) | 28,3 kWh/m ² | 29,3 kWh/m ² | |
| BENG 3 ($\geq 50 \%$) | 65,4 % | 53,9 % | |
| BENG - woongebouw | | woongebouw | |
| BENG 1 ($\leq 70 \text{ kWh/m}^2$) | | 60,6 kWh/m ² | |
| BENG 2 ($\leq 50 \text{ kWh/m}^2$) | | 45,3 kWh/m ² | |
| BENG 3 ($\geq 40 \%$) | | 56,4 % | |

5.1 Analyse bouwkundig

De eerste BENG-indicator wordt door de verschillende wijzigingen zoals in hoofdstuk 2 omschreven steeds meer een schilindicator. Vandaar dat in deze paragraaf onderzocht is wat de consequenties zijn van:

- a. veranderen oriëntatie
- b. verhogen warmteweerstand dichte delen
- c. verlagen warmtedoorgangscoefficiënt transparante delen
- d. wijziging glaspercentage
- e. wijziging infiltratie
- f. invloed zonwering / zonwerende maatregelen / zomernachtventilatie
- g. invloed van kopersopties
- h. invloed van warmte accumulerend vermogen

Hiervoor is het energieconcept zoals omschreven aan het begin van hoofdstuk 4 als uitgangspunt gehanteerd. Voor de berekeningen van de lineaire warmteverliezen is voor de hoek- en tussenwoning uitgegaan van de uitgebreide methode en voor het woongebouw van de forfaitaire methode.

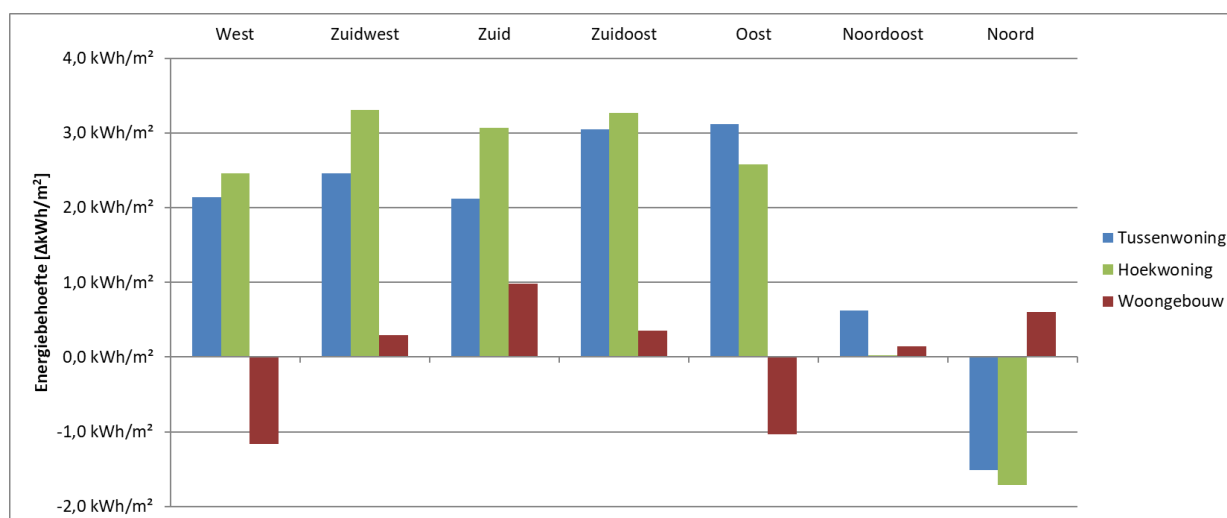
a. Oriëntatie

In tabel 15 en figuur 6 is het effect weergegeven van een andere oriëntatie op de energiebehoefte. Voor de acht windrichtingen is het effect per woningtype berekend. In de referentiesituatie is uitgegaan van de voorgevel op het noordwesten en de achtergevel op het zuidoosten.



Tabel 15: Effect warmteweerstand dichte delen – energiebehoefte (BENG 1)

| Oriëntatie voorgevel | Tussenwoning | Hoekwoning | Woongebouw |
|------------------------------------|--|--|--|
| Referentie BENG 1 | 54,7 kWh/m² | 69,1 kWh/m² | 60,6 kWh/m² |
| Voorgevel noordwest (uitgangspunt) | ΔBENG 1 [kWh/m²] | ΔBENG 1 [kWh/m²] | ΔBENG 1 [kWh/m²] |
| West | 2,1 kWh/m ² | 2,5 kWh/m ² | -1,2 kWh/m ² |
| Zuidwest | 2,5 kWh/m ² | 3,3 kWh/m ² | 0,3 kWh/m ² |
| Zuid | 2,1 kWh/m ² | 3,1 kWh/m ² | 1,0 kWh/m ² |
| Zuidoost | 3,1 kWh/m ² | 3,3 kWh/m ² | 0,3 kWh/m ² |
| Oost | 3,1 kWh/m ² | 2,6 kWh/m ² | -1,0 kWh/m ² |
| Noordoost | 0,6 kWh/m ² | 0,0 kWh/m ² | 0,1 kWh/m ² |
| Noord | -1,5 kWh/m ² | -1,7 kWh/m ² | 0,6 kWh/m ² |



Figuur 6: Effect oriëntatie voorgevel – energiebehoefte (BENG 1)

Het wijzigen van de oriëntatie heeft effect op de warmte- en koudebehoefte van de woning. De grondgebonden woningen hebben met name een warmtebehoefte, waardoor een zon georiënteerde achtergevel (op zuidwest, zuid en zuidoost) beter wordt gewaardeerd.

Voor het woongebouw is het effect minder groot. Het woongebouw heeft op alle gevels ramen waardoor de wijziging in oriëntatie een minder groot effect heeft op de energiebehoefte in vergelijking met de eengezinswoningen.

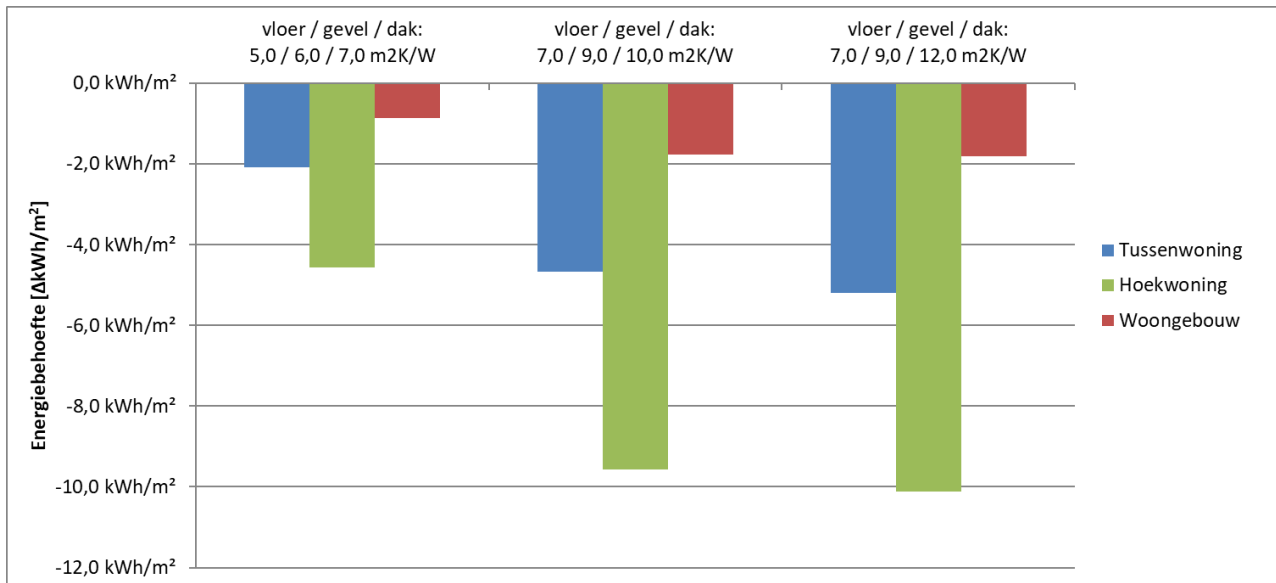
b. Dichte delen

In tabel 16 en figuur 7 is het effect weergegeven van het verhogen van de warmteweerstand van de vloer-, gevel- en dakconstructie. De warmteweerstand is ten opzichte van het vigerende Bouwbesluit niveau stelselmatig verhoogd.



Tabel 16: Effect warmteweerstand dichte delen – energiebehoefte (BENG 1)

| R _c -waarde: vloer/gevel/dak | Tussenwoning | Hoekwoning | Woongebouw |
|--|---|---|---|
| Referentie BENG 1 | 54,7 kWh/m ² | 69,1 kWh/m ² | 60,6 kWh/m ² |
| R _c : 3,5/4,5/6,0 m ² K/W (uitgangspunt) | ΔBENG 1 [kWh/m ²] | ΔBENG 1 [kWh/m ²] | ΔBENG 1 [kWh/m ²] |
| Bouwbesluit+ (R _c : 5,0/6,0/7,0 m ² K/W) | -2,1 kWh/m ² | -4,6 kWh/m ² | -0,9 kWh/m ² |
| Passief (R _c : 7,0/9,0/10,0 m ² K/W) | -4,7 kWh/m ² | -9,6 kWh/m ² | -1,8 kWh/m ² |
| Passief +12 (R _c : 7,0/9,0/12,0 m ² K/W) | -5,2 kWh/m ² | -10,1 kWh/m ² | -1,8 kWh/m ² |



Figuur 7: Effect warmteweerstand – energiebehoefte (BENG 1)

De energiebehoefte neemt bij de hoek- en tussenwoning door de hogere isolatiewaarden vanzelfsprekend af. De eerste twee stappen zijn het meest effectief. De thermische schil heeft daarmee een bijdrage aan de uitkomst van de energiebehoefte, maar als gevolg van een minder scherpe BENG 1-eis is de bijdrage van de thermische schil relatief gezien kleiner dan bij de eisen in 2015. De beperkte toename bij de derde variant kan worden verklaard doordat alleen de isolatiewaarde van het dak is verhoogd.

Het verbeteren van de thermische schil van het woongebouw heeft een minder groot effect dan bij de eengezinswoningen. Dat kan worden verklaard door de grotere mate van transparantie bij het woongebouw (meer ramen, minder dichte delen).

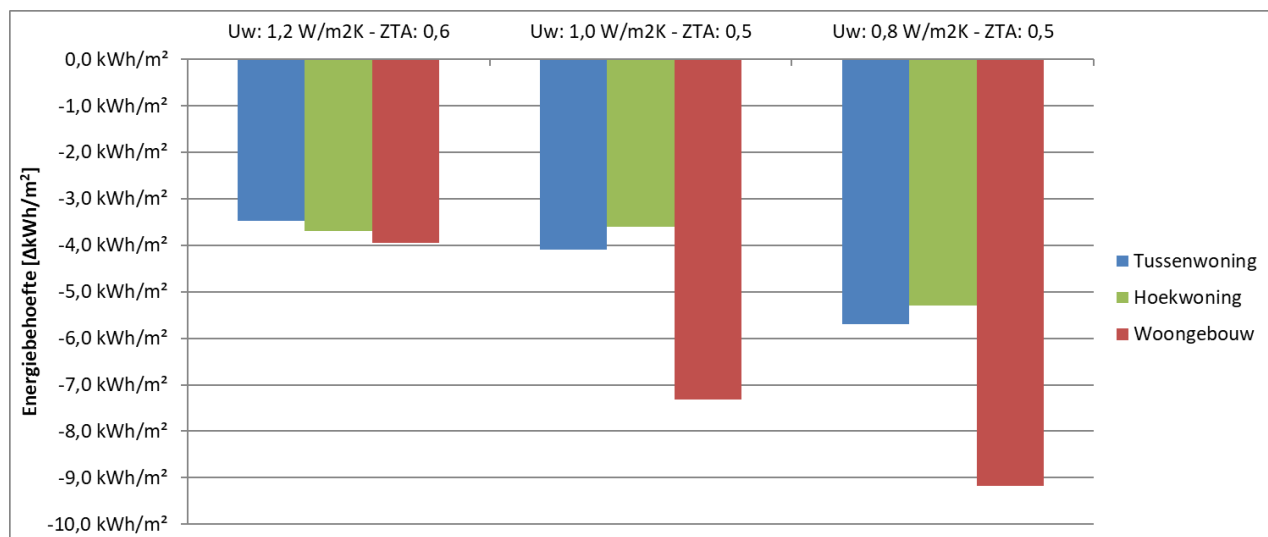
c. Transparante delen

In tabel 17 en figuur 8 is het effect weergegeven van het verlagen van de warmtedoorgangscoefficiënt van de ramen; de U_w -waarde. Er is gekeken naar het effect van een lagere U -waarde door de toepassing van HR⁺⁺-glas en triple-glas. Voor een U -waarde van 1,0 W/m²K is eveneens een lagere ZTA-waarde aangehouden. Het ligt voor de hand dat dit met triple-glas wordt bereikt. Het extra glasblad zorgt er voor dat de ZTA-waarde daalt. De zontoetredingsfactor heeft naast de verlaging van de U -waarde ook effect op de koelbehoefte in BENG 1 en TO_{juli}.



Tabel 17: Effect warmtedoorgangscoefficiënt ramen – energiebehoefte (BENG 1)

| U-waarde + ZTA-waarden ramen | Tussenwoning | Hoekwoning | Woongebouw |
|--|---|---|---|
| Referentie BENG 1 | 54,7 kWh/m ² | 69,1 kWh/m ² | 60,6 kWh/m ² |
| U_{raam} 1,65 W/m ² K (HR ⁺⁺ -glas) – ZTA: 0,6 (uitgangspunt) | ΔBENG 1 [kWh/m ²] | ΔBENG 1 [kWh/m ²] | ΔBENG 1 [kWh/m ²] |
| U_{raam} 1,2 W/m ² K (HR ⁺⁺ -glas) – ZTA: 0,6 | -3,5 kWh/m ² | -3,6 kWh/m ² | -4,0 kWh/m ² |
| U_{raam} 1,0 W/m ² K (triple-glas) – ZTA: 0,5 | -4,1 kWh/m ² | -3,6 kWh/m ² | -7,3 kWh/m ² |
| U_{raam} 0,8 W/m ² K (triple-glas) – ZTA: 0,5 | -5,7 kWh/m ² | -5,3 kWh/m ² | -9,2 kWh/m ² |



Figuur 8: Effect warmtedoorgangscoefficiënt ramen – energiebehoefte (BENG 1)

Een lagere U-waarde van de ramen heeft een lagere energiebehoefte tot gevolg. Houd bij de toepassing van lagere U-waarden ook rekening met de ZTA-waarde. Een lagere ZTA-waarde kan in de woningbouw ongunstig zijn op de energiebehoefte. Reden hiervan is dat een lagere ZTA-waarde in de winterperiode voor meer verwarmingsbehoefte zorgt dan de vermindering van de koelbehoefte in de zomerperiode. Een lagere ZTA-waarde kan dus negatief werken. In dit voorbeeld heeft de hoekwoning geen ramen in de kopgevel waardoor het effect vrijwel gelijk is aan de tussenwoning.

Het effect van het verbeteren van de thermische kwaliteit van de ramen is voor het woongebouw fors groter dan bij de eengezinswoningen. Dat kan worden verklaard door de grotere mate van transparantie bij het woongebouw (meer ramen, minder dichte delen).

d. Glaspercentage

De tussenwoning heeft in basis een glaspercentage van circa 30%. Het woongebouw heeft een glaspercentage variërend tussen de 28% en 37 %. In tabel 18 is het effect weergegeven als het glaspercentage met 20% zou toe- of afnemen dus voor de tussenwoning naar 36% of 24%.



Tabel 18: Effect glaspercentage – energiebehoefte (BENG 1)

| | Tussenwoning | Hoekwoning | Woongebouw |
|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Referentie BENG 1 | 54,7 kWh/m² | 69,1 kWh/m² | 60,6 kWh/m² |
| Glaspercentage TW: 30% / HW: 18% / woongebouw 31% (uitgangspunt) | ΔBENG 1 [kWh/m²] | ΔBENG 1 [kWh/m²] | ΔBENG 1 [kWh/m²] |
| Glaspercentage +20% | 1,3 kWh/m² | 0,6 kWh/m² | 4,6 kWh/m² |
| Glaspercentage -20% | -0,9 kWh/m² | -0,2 kWh/m² | -4,0 kWh/m² |

Uit de resultaten blijkt dat een toe- of afname van het glaspercentage voor de eengezinswoningen een beperkte invloed heeft op de uitkomst van de energiebehoefte. Ook de invloed op BENG 2 is bij een toe- of afname van 20% beperkt, in dit voorbeeld 0,3 kWh/m².

De invloed op de uitkomsten van het woongebouw zijn groter; een optimalisatie van de glasoppervlakte speelt hierbij een grotere rol dan bij de eengezinswoningen. De oriëntatie van de openingen speelt hierbij tevens een belangrijke rol.

e. Infiltratie

De luchtdoorlatendheid van de thermische schil bleek in het BENG-onderzoek in 2016 een belangrijke invloedsfactor te zijn. In de rekentool van de NTA 8800 is een vergelijking gemaakt tussen de forfaitaire waarden en een $q_{v,10}$ -waarde van 0,40 (eengezinswoningen), 0,3 $\text{dm}^3/\text{s.m}^2$ (woongebouw) en 0,15 $\text{dm}^3/\text{s.m}^2$. De forfaitaire luchtdichtheid verschilt per woningtype en kapvorm, zie daarvoor tabel 19.



Tabel 19: Forfaitaire waarden infiltratie nieuwbouw

| Woningtype | Forfaitaire waarden |
|---------------------------------|----------------------------------|
| Tussenwoning met kap | 0,70 $\text{dm}^3/\text{s.m}^2$ |
| Hoekwoning met kap | 0,84 $\text{dm}^3/\text{s.m}^2$ |
| Vrijstaande woning met kap | 0,98 $\text{dm}^3/\text{s.m}^2$ |
| Tussenwoning met plat dak | 0,49 $\text{dm}^3/\text{s.m}^2$ |
| Hoekwoning met plat dak | 0,588 $\text{dm}^3/\text{s.m}^2$ |
| Vrijstaande woning met plat dak | 0,686 $\text{dm}^3/\text{s.m}^2$ |
| Meerlaags gebouw | 0,42 $\text{dm}^3/\text{s.m}^2$ |

Tabel 20: Effect infiltratie – energiebehoefte (BENG 1)

| | Tussenwoning | Hoekwoning | Woongebouw |
|--|---|--|--|
| Referentie BENG 1 | 54,7 kWh/m² | 69,1 kWh/m² | 60,6 kWh/m² |
| | ΔBENG 1 [kWh/m ²] forfaitair q_{v10} -waarde TW: 0,7 $\text{dm}^3/\text{s.m}^2$ | ΔBENG 1 [kWh/m ²] forfaitair q_{v10} -waarde HW: 0,84 $\text{dm}^3/\text{s.m}^2$ | ΔBENG 1 [kWh/m ²] forfaitair q_{v10} -waarde WG: 0,42 $\text{dm}^3/\text{s.m}^2$ |
| q_{v10} -waarde: 0,40 $\text{dm}^3/\text{s.m}^2$ | -3,6 kWh/m ² | -5,4 kWh/m ² | niet berekend |
| q_{v10} -waarde: 0,30 $\text{dm}^3/\text{s.m}^2$ | niet berekend | niet berekend | -1,6 kWh/m ² |
| q_{v10} -waarde: 0,15 $\text{dm}^3/\text{s.m}^2$ | -6,6 kWh/m ² | -8,6 kWh/m ² | -3,5 kWh/m ² |

Uit tabel 20 blijkt dat het verlagen van de luchtdichtheid van de forfaitaire waarde naar 0,4 / 0,3 $\text{dm}^3/\text{s.m}^2$ of 0,15 $\text{dm}^3/\text{s.m}^2$ voor een aanzienlijke vermindering zorgt van de energiebehoefte. Die invloed is voor de eengezinswoningen groter dan de invloed voor het woongebouw.

f. Zonwering / zonwerende maatregelen / zomernachtventilatie

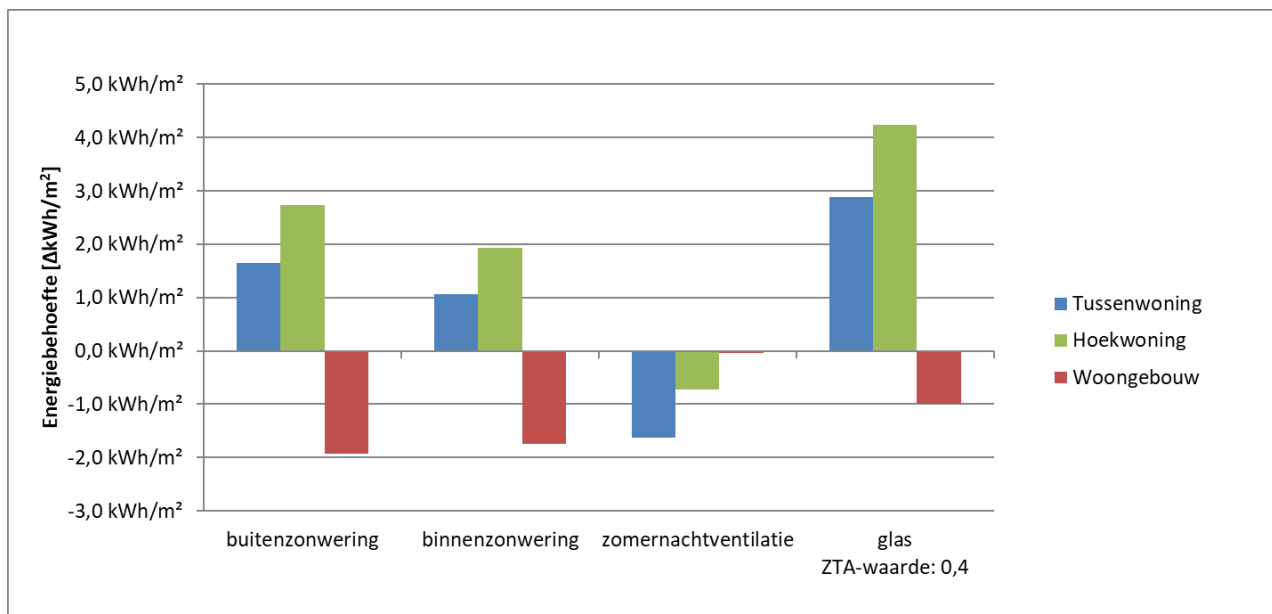
De post zomercomfort is verdwenen uit de bepalingmethode NTA 8800. Het energiegebruik voor koeling wordt alleen maar meegenomen als er een koelsysteem is. Om te voorkomen dat gebouwen zonder koeling automatisch een voordeel krijgen en mogelijk last van oververhitting hebben, moet er bij gebouwen zonder koeling een toets plaats vinden van het maximale aantal uren met temperatuuroverschrijving (TO_{juli} -indicator). Momenteel is de hoogte van de eis aan TO_{juli} nog niet bekend.



Tabel 21: Effect zonwering/ZTA-waarde – energiebehoefte (BENG 1) en TO juli

| | Tussenwoning | | Hoekwoning | | Woongebouw | |
|--|--|---|--|---|--|---|
| Referentie BENG 1 & TOjuli | 54,7 kWh/m² | 3,2 | 69,1 kWh/m² | 4,01 | 60,6 kWh/m² | 7,46 |
| Geen zonwering / ZTA: 0,6 (uitgangspunt) | ΔBENG 1 [kWh/m²] | TO_{juli} [K]* | ΔBENG 1 [kWh/m²] | TO_{juli} [K]* | ΔBENG 1 [kWh/m²] | TO_{juli} [K]* |
| buitenzonwering achtergevel (begane grond: knikarmscherm en verdieping: screens wit) | 1,7 kWh/m ² | 1,52 | 2,7 kWh/m ² | 1,92 | -1,9 kWh/m ² | 3,37 |
| binnenzonwering achtergevel (begane grond en verdieping: gemetalliseerd weefsel) | 1,1 kWh/m ² | 1,91 | 1,9 kWh/m ² | 2,41 | -1,8 kWh/m ² | 4,44 |
| zomernachtventilatie (eengezinswoningen tweezijdig, woongebouw enkelzijdig) | -1,6 kWh/m ² | 0,05 | -0,7 kWh/m ² | 0,23 | 0,0 kWh/m ² | 7,41 |
| glas ZTA-waarde 0,4 | 2,9 kWh/m ² | 1,32 | 4,2 kWh/m ² | 1,67 | -1,0 kWh/m ² | 4,14 |

* De getallen van TO_{juli} zijn de absolute getallen voor de zon georiënteerde gevel

**Figuur 9: Effect zonwering / zonwerende maatregelen – energiebehoefte (BENG 1)**

Uit de berekening van de hoek- en tussenwoning blijkt dat zonwering een effectieve maatregel is om TO_{juli} te verlagen en daarmee het risico op temperatuuroverschrijding te verlagen. De invoer van zonwering is uitgebreid ten opzichte van de vorige bepalingsmethode. In de NTA 8800 speelt naast het type zonwering (screens, jaloezieën, knikarmscherm of uitvalscherm) ook de kleur van de zonwering een rol.

Zowel buiten- als binnenzonwering dragen voor de eengezinswoningen niet bij aan het verlagen van de energiebehoefte, de energiebehoefte stijgt zelfs. Dit is contra intuïtief. Oorzaak hiervan is dat de eengezinswoningen een hoge warmtebehoefte hebben en een beperkte koudebehoefte. Daarnaast wordt het gebruik van zonwering in de NTA 8800 in de periode maart tot en met oktober beoordeeld. In NEN 7120 had zonwering geen invloed in de maanden dat er sprake is van een warmtebehoefte. Met name in de voor- en naseizoen kan zonwering volgens de NTA 8800 een negatief effect hebben op de warmtebehoefte, waardoor BENG 1 een fractie stijgt in plaats van daalt.

In het woongebouw is in de gevoeligheidsanalyse uitgegaan van actieve koeling. Dat heeft als gevolg dat het TO_{juli} getal 0 bedraagt. Om toch inzicht te geven in het effect van de maatregelen voor het woongebouw is gerekend zonder actieve koeling; voor de uitkomst van de energiebehoefte (BENG 1) heeft dat geen invloed.

De doorgerekende maatregelen heeft voor het woongebouw, anders dan voor eengezinswoningen, wél een positief effect op de energiebehoefte. Voor het beschouwde woongebouw ligt de verhouding tussen de warmte- en koelbehoefte anders; de koelbehoefte is hoger.

Andere aspecten die uit de gevoeligheidsanalyse naar voren komen:

- Het effect van buitenzonwering hangt mede af van de keuze in type zonwering: uitvalscherf, knikarmscherf etc. Het effect van buitenzonwering op TO_{juli} is in dit voorbeeld groter dan de toepassing van binnenzonwering.
- Het toepassen van glas met een lagere ZTA-waarde werkt voor de eengezinswoningen negatief voor BENG 1, maar is wel gunstig voor het verlagen van TO_{juli} .
- Naast wijzigingen in waardering van zonwering wordt in de NTA 8800 een nieuw klimaatjaar toegepast, waarin rekening is gehouden met hogere temperaturen.
- In de NTA 8800 is de berekening van de zomernachtventilatie volledig aangepast. Zomernachtventilatie heeft een positieve bijdrage voor de energiebehoefte en TO_{juli} . Voor het woongebouw is de toepassing van zomernachtventilatie niet / minder effectief dan in de eengezinswoningen. Dat heeft ermee te maken dat er geen hoogteverschil is tussen openingen in een appartement en omdat er gerekend is met enkelzijdige ventilatie. In de eengezinswoningen is gerekend met een hoogteverschil tussen voorzieningen voor de zomernachtventilatie in combinatie met dwarsventilatie.

Analyse TO_{juli}

De eisen/grenswaarden aan TO_{juli} zijn nog niet vastgesteld. De benodigde maatregelen om aan de grenswaarde te kunnen voldoen zijn dus nog niet vast te stellen.

g. Kopersopties (alleen grondgebonden woningen)

Er is bij de nieuwbouw van rijwoningen doorgaans ruime keuze in kopersopties. Veel kopersopties zijn van invloed op de energiebehoefte doordat de geometrie van de woning wijzigt (uitbouw, erker of dakkapel) of het warmteverlies wijzigt (ramen in kopgevel, dakraam). Daarnaast kunnen kopersopties ook van invloed zijn op bijvoorbeeld de post warmtapwater (optie bad of positie keuken). In deze analyse zijn drie opties berekend: het betreft een uitbouw, een dakraam en extra glas in de kopgevel.



Tabel 22: Effect kopersopties – energiebehoefte (BENG 1) alleen grondgebonden woningen

| | Tussenwoning | Hoekwoning |
|--|--|--|
| Referentie BENG 1 | 54,7 kWh/m² | 69,1 kWh/m² |
| Geen kopersopties (uitgangspunt) | ΔBENG 1 [kWh/m²] | ΔBENG 1 [kWh/m²] |
| Uitbouw 2400 mm (achterzijde zuidoost) | 1,0 kWh/m ² | 0,6 kWh/m ² |
| Dakraam | 0,5 kWh/m ² | 0,0 kWh/m ² |
| Ramen in kopgevel (4 m ²) | n.v.t. | 1,6 kWh/m ² |
| Erker 3 m breed - glasoppervlak: 8 m ² (voorzijde noordwest) | 4,0 kWh/m ² | 2,6 kWh/m ² |
| Dakkapel – 2200 mm breed (voorzijde noordwest) | 2,6 kWh/m ² | 1,7 kWh/m ² |

De berekende opties voor de grondgebonden woningen verslechteren de energiebehoefte (BENG 1), maar het effect op basis van NTA 8800 in combinatie met de concept BENG-eisen is over het algemeen beperkt. Een uitzondering hierop vormt de erker met veel glas aan de noordzijde van de woning. Het effect van de kopersopties op BENG 2 en BENG 3 is beperkt: maximaal 0,5 kWh/m² (BENG 2) of 1,2% (BENG 3). In bijlage 2 zijn de rekenresultaten van de gevoeligheidsanalyse opgenomen, daarin zijn ook de effecten op BENG 2 en BENG 3 weergegeven.

h. Accumulerend vermogen

In de BENG-berekeningen wordt de thermische capaciteit van een materiaal gekoppeld aan de massa van de bouwconstructie (van < 250 kg/m² tot > 750 kg/m²). In de huidige woningbouw is vaak sprake van een zware constructie zoals beton/kalkzandsteen. Lichtere constructies met een lagere massa zijn ook in te voeren zoals houtskeletbouw of staalframebouw, dit zijn constructies met een massa van 250 á 500 kg/m².



Tabel 23: Effect warmte-accumulerend vermogen – energiebehoefte (BENG 1)

| | Tussenwoning | | Hoekwoning | | Woongebouw | |
|--|--|-----------------------------------|--|-----------------------------------|--|-----------------------------------|
| Referentie BENG 1 | 56,2 kWh/m² | 3,20 | 69,7 kWh/m² | 4,01 | 60,6 kWh/m² | 7,46 |
| <i>Uitgangspunt: > 750 kg/m²</i> | ΔBENG 1 [kWh/m²] | TO_{juli} [K]* | ΔBENG 1 [kWh/m²] | TO_{juli} [K]* | ΔBENG 1 [kWh/m²] | TO_{juli} [K]* |
| Skeletbouw 250-500 kg/m ² | 4,9 kWh/m ² | 3,73 | 5,2 kWh/m ² | 4,62 | 7,6 kWh/m ² | 7,64 |
| Skeletbouw < 250 kg/m ² | 12,6 kWh/m ² | 4,42 | 13,1 kWh/m ² | 5,31 | 18,0 kWh/m ² | 8,09 |

* De getallen van TO_{juli} zijn de absolute getallen voor de zon georiënteerde gevel

Uit de resultaten blijkt dat de interne warmtecapaciteit een grote invloed heeft op de BENG 1 indicator en op de TO_{juli} . Het effect is het grootste voor het beschouwde woongebouw waarbij opgemerkt wordt dat hoogbouw doorgaans in de categorie $> 750/m^2$ valt. Het effect van het warmte-accumulerend vermogen is bij een vrijstaande woning naar verwachting nog groter dan bij de tussen- en hoekwoning.

Resumerend zijn er meerdere maatregelen om de BENG 1-indicator te verlagen: hogere isolatiewaarden, toepassing van triple glas, verminderde infiltratie, gunstige oriëntatie, compacte geometrie en voldoende thermische massa. Vooral de compacte geometrie en de thermische massa hebben effect op de uitkomst.

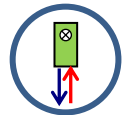
5.2 Analyse W-installaties

Voor de analyse van de W-installaties is de consequentie van de volgende varianten onderzocht op BENG 2 en/of BENG 3:

- Wijziging verwarming/warmtapwatersysteem
- Invloed zonneboiler/douche-WTW
- Invloed ventilatiesysteem

a. Verwarming/warmtapwater

Voor de energiepost verwarming/warmtapwater is gekeken naar verschillende varianten. Als gevolg van de wet VET is de woning in basis voorzien van een all-electric oplossing; een lucht/water warmtepomp. Vervolgens is gekeken naar een bodem/water warmtepomp, elektrische verwarming/tapwater met een COP: 1 en externe warmtelevering met en zonder kwaliteitsverklaring (incl. aandeel hernieuwbare energie). Andere opties zoals een ventilatieretourwarmtepomp en de combinatie van een warmtepomp en elektrische radiatoren op de verdieping kunnen momenteel nog niet in de rekentool worden ingevoerd, deze zijn vooralsnog buiten beschouwing gelaten. Het effect van de verschillende vormen van verwarming en warmtapwater is in tabel 24 weergegeven.



Tabel 24: Verwarming – primair fossiel energiegebruik (BENG 2) & hernieuwbare energie (BENG 3)

| | Tussenwoning | | Hoekwoning | | Woongebouw * | |
|--|---|-----------------------|---|-----------------------|---|-----------------------|
| Referentie BENG 2 / BENG 3 | 29,4 kWh/m² | 54 % | 28,4 kWh/m² | 66 % | 45,3 kWh/m² | 56 % |
| Warmtepomp COP _{verw.} : 5,0 / COP _{tap.} : 1,8 (uitgangspunt) woningen: lucht/water woongebouw: bodem/water | ΔBENG 2 [kWh/m ²] | ΔBENG 3 [%] | ΔBENG 2 [kWh/m ²] | ΔBENG 3 [%] | ΔBENG 2 [kWh/m ²] | ΔBENG 3 [%] |
| Warmtepomp met hoger rendement + vrije koeling (COP verw.: 6,0 / COP tap.: 1,95) | 0,6 kWh/m ² | 6 % | -0,4 kWh/m ² | 3,7 % | -4,1 kWh/m ² | 2,9 % |
| Elektrische verwarming + elec. boiler (COP verw.: 1,0 / COP tap.: 1,0) | 63,3 kWh/m ² | -51,0 % | 82,8 kWh/m ² | -58,3 % | 47,4 kWh/m ² | -56,4 % |
| Externe warmtelevering (rendement 100%) – 0% hernieuwbare energie (forfaitair) | 18,1 kWh/m ² | -48,1 % | 8,9 kWh/m ² | -46,2 % | 28,8 kWh/m ² | -56,4 % |
| Externe warmtelevering (rendement 195%) – 0% hernieuwbare energie | -2,7 kWh/m ² | -44,0 % | 0,8 kWh/m ² | -42,0 % | -5,4 kWh/m ² | -56,4 % |
| Externe warmtelevering (rendement 195%) – 49% hernieuwbare energie | -2,7 kWh/m ² | -3,4 % | 0,8 kWh/m ² | -6,7 % | -5,4 kWh/m ² | -8,8 % |

*. Voor het woongebouw is in basis gerekend met een collectieve warmtepomp met afleverzet.

Analyse rekenresultaten:

- Bij de lucht/water en bodem/water warmtepomp is de COP-waarde voor verwarming en warmtapwater van invloed op BENG 2 en 3. Beide systemen leveren een aanzienlijke bijdrage aan de reductie van het primaire fossiele energiegebruik en de stijging van het aandeel hernieuwbare energie.
- Het toepassen van elektrische weerstandsverwarming in combinatie met een elektrische boiler/doorstroomtoestel (COP 1) levert een forse stijging van BENG 2 op en vergt ten opzichte van een warmtepomp aanzienlijk meer PV-panelen voor het behalen van BENG 3 die doorgaans niet op de beschikbare dak past.
- Naast het opwekkingsrendement is ook het aandeel hernieuwbare energie van het warmtenet van belang. Beide zijn afhankelijk van het warmtenet. Voor externe warmtelevering (met kwaliteitsverklaring) wordt er vanuit gegaan dat 49% van de warmte hernieuwbaar is.

b. Warmtapwater (alleen grondgebonden woningen)

In tabel 25 is het effect weergegeven van twee maatregelen om het energiegebruik voor warmtapwater bij de hoek- en tussenwoning te verlagen.

Tabel 25: Verwarming – primair fossiel energiegebruik (BENG 2) & hernieuwbare energie (BENG 3)

| | Tussenwoning | | Hoekwoning | |
|--|--|------------------------------|--|------------------------------|
| Referentie BENG 2 / BENG 3 | 29,4 kWh/m² | 54 % | 28,4 kWh/m² | 66 % |
| Lucht/water warmtepomp COP _{verw.} : 5,0 / COP _{tap.} : 1,8 (uitgangspunt) | ΔBENG 2 [kWh/m²] | ΔBENG 3 [%] | ΔBENG 2 [kWh/m²] | ΔBENG 3 [%] |
| Zonneboiler (2,4 m ²) | -3,4 kWh/m ² | 4,8 % | -3,4 kWh/m ² | 3,8 % |
| Douchepijp-WTW (η = 0,5) | -3,4 kWh/m ² | 1,9 % | -3,4 kWh/m ² | 2,1 % |

Het effect van de zonneboiler op BENG 2 is in dit voorbeeld gelijk aan het effect van de douche-WTW.

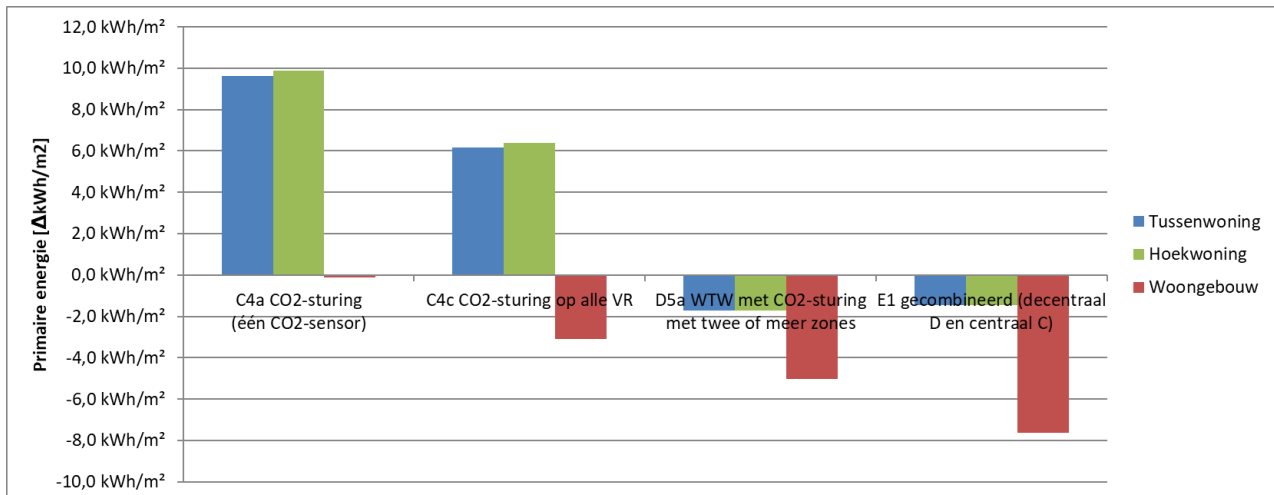
c. Ventilatie

Het onderdeel ventilatie heeft alleen nog maar invloed op de tweede BENG-indicator. Het toe passen ventilatiesysteem is niet meer van invloed op BENG 1, de energiebehoefte. In BENG 1 wordt nu gerekend met een (aanzienlijke) hoeveelheid op te warmen (of af te koelen) ventilatielucht. Dit is gebaseerd op ventilatiesysteem C1, natuurlijke toevoer en mechanische afvoer, dat is het ventilatiesysteem dat het meest voorkomt in de bestaande bouw. In tabel 26 en figuur 10 is het effect weergegeven van vier ventilatiesystemen op het primaire energiegebruik.



Tabel 26: Ventilatie –primaire fossiel energiegebruik (BENG 2)

| | Tussenwoning | Hoekwoning | Woongebouw |
|--|--|--|--|
| Referentie BENG 2 | 29,4 kWh/m² | 28,4 kWh/m² | 45,3 kWh/m² |
| D2b2 WTW-sturing, zonder zonering of sturing, volledige bypass (uitgangspunt) | ΔBENG 2 [kWh/m²] | ΔBENG 2 [kWh/m²] | ΔBENG 2 [kWh/m²] |
| C4a CO ₂ -sturing (één CO ₂ -sensor) | 9,6 kWh/m ² | 9,9 kWh/m ² | -0,1 kWh/m ² |
| C4c. CO ₂ -sturing op alle VR | 6,2 kWh/m ² | 6,4 kWh/m ² | -3,1 kWh/m ² |
| D5a. CO ₂ -sturing met twee of meer zones | -1,7 kWh/m ² | -1,7 kWh/m ² | -5,0 kWh/m ² |
| E. gecombineerd (decentraal en systeem C) | -1,5 kWh/m ² | -1,5 kWh/m ² | -7,6 kWh/m ² |



Figuur 10: Effect ventilatiesystemen – primair fossiel energiegebruik (BENG 2)

Analyse rekenresultaten:

- Het toepassen van natuurlijke toevoer en mechanische afvoer heeft voor de eengezinswoningen ten opzichte van gebalanceerde ventilatie (zonder sturing) een negatief effect op BENG 2. Voor het woongebouw heeft het juist een (beperkt) positief effect op BENG 2.
- Door het toepassen van extra sturing bij systeem C en D neemt het primaire fossiele energiegebruik verder af.
- Vooral nog kan in deze versie van de rekentool systeem E worden ingevoerd zonder een nadere indeling in vloeroppervlak dat gekoppeld is aan systeem C en D. Dit vormt momenteel een beperking in de rekentool.

5.3 Analyse E-installaties

Om het aandeel hernieuwbare energie te behalen is toepassing van hernieuwbare energie, in de vorm van zonne-energie, WKO, biomassa, windenergie of externe warmtelevering met biogeen deel nodig. Door het toepassen van hernieuwbare energie wordt als neveneffect het primaire fossiel energiegebruik per saldo verlaagd. In deze analyse is het effect van het verhogen van het aantal PV-panelen op de tweede en derde BENG-indicator onderzocht.



Tabel 27: PV-panelen grondgebonden woningen – hernieuwbare energie (BENG 3)

| Referentie BENG 2 / BENG 3 | Tussenwoning | | Hoekwoning | |
|--|------------------|-------------|------------------|-------------|
| | ΔBENG 2 [kWh/m²] | ΔBENG 3 [%] | ΔBENG 2 [kWh/m²] | ΔBENG 3 [%] |
| HW: 3 PV-panelen á 295 Wp/paneel TW: 1 PV-panelen á 295 Wp/paneel (uitgangspunt) | 29,3 kWh/m² | 54 % | 28,3 kWh/m² | 65 % |
| 10 PV-panelen á 295 Wp/paneel | -27,3 kWh/m² | 43 % | -21,2 kWh/m² | 26 % |
| 15 PV-panelen á 295 Wp/paneel | -42,5 kWh/m² | 66 % | -36,4 kWh/m² | 44 % |
| 20 PV-panelen á 295 Wp/paneel | -57,6 kWh/m² | 90 % | -51,6 kWh/m² | 63 % |

Voor het woongebouw is in tabel 28 het effect van het aantal PV-panelen op BENG 2 en BENG 3 weergegeven. Ten opzichte van de grondgebonden woningen is het aantal panelen verhoogd.

Tabel 28: PV-panelen woongebouw – hernieuwbare energie (BENG 3)

| | Woongebouw | |
|---|--|------------------------|
| Referentie BENG 2 / BENG 3 | 45,3 kWh/m² | 56 % |
| <i>WG: geen PV-panelen (uitgangspunt)</i> | ΔBENG 2 [kWh/m²] | ΔBENG 3 [%] |
| 100 PV-panelen á 295 Wp/paneel | -3,9 kWh/m ² | 3,7 % |
| 150 PV-panelen á 295 Wp/paneel | -5,9 kWh/m ² | 5,6 % |
| 200 PV-panelen á 295 Wp/paneel | -7,8 kWh/m ² | 7,5 % |

Uit de rekenresultaten komt naar voren dat PV-panelen een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan het aandeel hernieuwbare energie, dat geldt met name voor de eengezinswoningen. In NEN 7120 werden PV-panelen op de eigen woning als gevolg van een lagere primaire energiefactor (PEF) meer gewaardeerd dan in de NTA 8800. In de volgende paragraaf wordt nader ingegaan op het wijzigen van de primaire energiefactor.

5.4 Analyse primaire energiefactor (PEF)

Voor het gebruik van netstroom wordt het rendement van elektriciteitsproductie verrekend om tot een primair energiegebruik te komen. Tot nu toe moest gerekend worden met een gemiddeld opwekrendement van 39 % (primaire energiefactor 2,56). In de nieuwe voorgenoemde eis wordt gerekend met een rendement van 69 % (primaire energiefactor van 1,45). Het Rijk anticipeert hiermee op de situatie in 2020.

a. Invloed wijziging PEF op BENG 2/BENG 3

Volgens de nieuwe bepalingsmethode NTA 8800 (september 2018) is de primaire energiefactor (PEF) 1,45. Het is interessant om te zien welke maatregelen er benodigd zijn wanneer er wordt gerekend met een hogere PEF dan volgens NTA 8800 geldt. Voor de hoek- en tussenwoning is de BENG 2 en BENG 3 uitkomst berekend met een primaire energiefactor (PEF) van 2,14 (47%), zoals vermeld in NEN 7120;A1 (die niet van kracht is geworden) en informatief ten opzichte van de huidige PEF (2,56).



Tabel 29: Effect Primaire energiefactor (PEF) – BENG 2 en BENG 3

| | Tussenwoning | | Hoekwoning | | Woongebouw | |
|--|---|-----------------------|---|-----------------------|---|-----------------------|
| Referentie BENG 2 / BENG 3 | 29,3 kWh/m² | 54 % | 28,3 kWh/m² | 65 % | 45,3 kWh/m² | 56 % |
| PEF 1,45 - 69% conform NTA 8800 (uitgangspunt) | ΔBENG 2 [kWh/m ²] | ΔBENG 3 [%] | ΔBENG 2 [kWh/m ²] | ΔBENG 3 [%] | ΔBENG 2 [kWh/m ²] | ΔBENG 3 [%] |
| PEF 2,14 - 47% | 14,0 kWh/m ² | -8,6% | 13,5 kWh/m ² | -7,4% | 21,6 kWh/m ² | -9,7% |
| PEF 2,56 - 39% | 22,5 kWh/m ² | -12,5% | 21,7 kWh/m ² | -10,7% | 34,7 kWh/m ² | -14,1% |

De resultaten laten zien dat bij een minder gunstige (hogere) PEF er extra PV-panelen benodigd zijn om te kunnen voldoen aan de BENG 2 en/of BENG 3. Dat is het geval ondanks de hogere opbrengst (compensatie primaire energie) van de PV-panelen. Bij een PEF van 2,14 (in plaats van 1,45) komt dit voor beide eengezinswoningen neer op circa 3 PV-panelen extra om tot dezelfde BENG-waardes te komen. Bij een PEF van 2,56 in plaats van 1,45 komt dit neer op circa 5 PV-panelen extra.

b. Invloed wijziging PEF op CO₂

Het wijzigen van de PEF heeft uiteraard ook gevolgen voor de CO₂-uitstoot van de woning. Het verschil tussen een PEF van 1,45 en 2,14 is bij de hoek- en tussenwoning circa 370 kg CO₂ per woning.

Tabel 30: Effect Primaire energiefactor (PEF) – CO₂-uitstoot

| | Tussenwoning | Hoekwoning | Woongebouw |
|-------------------------------|---|---|--|
| | CO₂-uitstoot per jaar [kg] | CO₂-uitstoot per jaar [kg] | CO₂-uitstoot per jaar [kg] |
| PEF 69% - 1,45 (uitgangspunt) | 790 | 759 | 99.732 |
| PEF 47% - 2,14 | 1.166 | 1.120 | 147.190 |

Hoofdstuk 6 Conclusie

6.1 Algemeen

Sinds de introductie van de voorgenomen BENG eisen in 2015 is er veel onderzoek gedaan naar de nieuwe manier van eisen stellen (in plaats van de EPC). Op grond daarvan hebben bouwpartijen de afgelopen jaren gevoel ontwikkeld voor wat er moet gebeuren om 'BENG' te bouwen. Deze inzichten zijn ook gebruikt om feedback te geven aan de beleidsmakers over zowel de inhoud van de BENG-eisen als de hoogte van de eisen. De eisen uit 2015 waren nog *voorgenomen* eisen, gebaseerd op de NEN 7120. Met de komst van de nieuwe bepalingmethode NTA 8800 en de concept eisen is het speelveld gewijzigd. In deze rapportage is voor twaalf praktijkprojecten inzicht gegeven in de eerste consequenties van de nieuwe bepalingmethode en de concept BENG-eisen. Voor een eengezinswoning en een woongebouw is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd.

In de algemene beoordeling is het goed om de verschillen in de bepalingmethoden en achtergrond van de BENG-eisen scherp te hebben. Dit betreft:

- a. de bepalingmethode is gewijzigd van de Handreiking BENG die gebruik maakt van deelresultaten uit de NEN 7120, naar de bepalingmethode volgens NTA 8800;
- b. Andere inrichting BENG-indicatoren: voorbeeld hiervan is de manier waarop om wordt gegaan met ventilatie in BENG 1 en koude in BENG 3;
- c. Andere (beleidsmatige) keuzes zoals een verhoging van de primaire energiefractie (PEF) voor elektriciteit;
- d. Andere eisen die gesteld worden aan de BENG-indicatoren als gevolg van:
 - onderzoek kostenoptimaliteit; en
 - de reactie vanuit de markt dat de voorgenomen BENG-eisen uit 2015 voor een aantal woningtypen (te) ambitieus was.

De rekenresultaten in dit rapport zijn gebaseerd op een niet gevalideerde rekentool en de NTA8800 die nog verder wordt ontwikkeld, deze aspecten kunnen invloed hebben op de rekenresultaten. Daarmee zijn de rekenresultaten dus ook een voorlopige uitkomst, gebaseerd op de stand van zaken van september 2018. In februari 2019 is een bijgestelde versie van de NTA 8800 beschikbaar gekomen (NTA 8800:2019) en begin maart wordt een herziene versie van de validatietool (voorlopige rekeninstrument) verwacht. De definitieve grenswaarden worden naar verwachting in de loop van het tweede kwartaal van 2019 door BZK voorgelegd aan de Tweede Kamer. Gevalideerde software is naar verwachting na de zomer van 2019 beschikbaar.

Algemene conclusies hoofdvraag

De hoofdvraag van dit onderzoek is: *Wat zijn de gevolgen van de hoogte van de concept BENG-eisen in relatie tot de investering, CO₂-uitstoot, energierekening, wooncomfort en gezondheid?*

Wij komen tot de volgende bevindingen:

- Om aan de concept BENG-eisen te kunnen voldoen zijn de minimale eisen vanuit het Bouwbesluit (Rc- en U-waarden) over het algemeen voldoende, met uitzondering van project 6 met een

aangescherpte luchtdichtheid. Dit zijn dus minder verregaande bouwkundige maatregelen dan met de voorgenomen BENG-eisen uit 2015.

- Voor wat betreft comfort/gezondheid er is momenteel nog geen eis aan het risico op temperatuuroverschrijding (TO_{juli}) bekend. Als deze eis wel bekend wordt is de verwachting dat er een keuze komt in: of zonwerende maatregelen (zonwering/ZTA-glas) of actieve koeling. Deze eis kan daarmee bijdragen aan een beter zomercomfort.
- Door het wijzigen van de inrichting van BENG 1 worden ventilatiesystemen alleen gewaardeerd in BENG 2. Combinaties van natuurlijke toevoer en laag temperatuursystemen blijven daardoor mogelijk. Dit vraagt net als nu aandacht om comfortklachten te voorkomen.
- De energielasten zijn sterk afhankelijk van het maatregelenpakket. De energielasten zoals in dit voorbeeld berekend zijn ongeveer 10% lager dan bij een EPC: 0,4.
- Als gevolg van de wijziging PEF is de CO_2 -uitstoot van de energieconcepten berekend met NTA 8800 substantieel lager dan bij NEN 7120.
- Vooral voor de gestapelde bouw heeft de warmteopwekker invloed op het benodigde maatregelenpakket. Bij een all-electric concept met een warmtepomp is de bijdrage op BENG 2 en 3 aanzienlijk waardoor geen / slechts beperkt PV-panelen nodig zijn om te kunnen voldoen. Op het moment dat er sprake is van externe warmtelevering zonder een aandeel hernieuwbare energie dan is de benodigde hoeveelheid PV-panelen om aan BENG 3 te kunnen voldoen aanzienlijk, het dakvlak is daarbij vaak onvoldoende groot.

6.2 BENG 1. Energiebehoefte

Uit de hiervoor uitgevoerde rekensessies komen de volgende bevindingen naar voren ten aanzien van BENG 1 energiebehoefte:

- Als gevolg van de hiervoor beschreven wijzigingen is de concept eis voor BENG 1 van 70 kWh/m^2 niet direct te vergelijken met de voorgenomen eis uit 2015 van 25 kWh/m^2 .
- Het algemene beeld is dat concept eis voor BENG 1 voor 'standaard' hoek- en tussenwoningen niet kritisch is. Met een bouwkundige schil die voldoet aan de minimum eisen uit het Bouwbesluit wordt voldaan.
- Voor vrijstaande woningen en/of woningen met een ongunstige verhouding $A_{i,s}/A_g$ wordt de factor 2,2 overschreden. Dit levert een extra 'budget' op die de 70 kWh/m^2 overschrijdt. Voor vrijstaande woningen van HSB kunnen meer maatregelen benodigd zijn.
- Effect van hogere R_c -waarden is beperkt. De geometrie, het oppervlak en de U-waarde van het glas en het accumulerend vermogen van de constructie vormen een groter effect op de energiebehoefte.
- Zonwerende maatregelen zoals het verlagen van de ZTA-waarde van het glas en zonwering dragen bij aan het verlagen van TO_{juli} , maar dragen afhankelijk van het project niet bij aan het verlagen van de energiebehoefte.
- Zomernachtventilatie is een maatregel die voornamelijk bij de eengezinswoningen een groot effect heeft op de TO_{juli} . De mogelijkheden voor zomernachtventilatie bij woongebouwen is beperkter (geen hoogteverschil tussen openingen, ontbreken dwarsventilatie). Zomernachtventilatie draagt beperkt bij aan het verlagen van de energiebehoefte.

6.3 BENG 2. Primair fossiel energiegebruik

Uit de hiervoor uitgevoerde rekensessies komen de volgende bevindingen naar voren ten aanzien van BENG 2 het primaire fossiele energiegebruik:

- Het algemene beeld dat ontstaat is dat de tweede BENG indicator maatgevend wordt.
- Voor woongebouwen vormt het behalen van BENG 2 en BENG 3 een grotere uitdaging dan bij grondgebonden woningen.
- Het gevreesde beeld dat all-electric concepten met een COP: 1 eenvoudig aan de concept BENG-eisen voldoen is niet juist. Bij verwarming- en tapwatersystemen met COP: 1 zijn meer PV-panelen benodigd dan het dakvlak dat beschikbaar is. Daardoor is het concept minder interessant dan een verwarmingssysteem met een hoger rendement.
- Het type ventilatiesysteem wordt uitsluitend in BENG 2 gewaardeerd. In BENG 1 wordt gerekend met een vastgesteld ventilatiesysteem, namelijk C1, natuurlijke toevoer met mechanische afvoer. Hierdoor is het vaste aandeel van het ventilatiesysteem behoorlijk hoog. Dit heeft als effect dat schilmaatregelen verhoudingsgewijs minder effect lijken te hebben.

6.4 BENG 3. Aandeel hernieuwbare energie

Uit de hiervoor uitgevoerde rekensessies komen de volgende bevindingen naar voren ten aanzien van BENG 3 het aandeel hernieuwbare energie:

- Externe koudelevering wordt meegenomen in BENG 3.
- Door toepassing van een warmtepomp of externe warmtelevering (met een aandeel hernieuwbare energie) is over het algemeen een beperkte hoeveelheid PV nodig om aan de BENG 3-eis te voldoen.
- Externe warmtelevering met een laag aandeel hernieuwbare energie heeft als consequentie dat er meer PV-panelen toegepast moeten worden. Dit kan met name voor woongebouwen grote consequenties hebben voor het ontwerp of het gevelbeeld.
- In vergelijking tot de bepalingsmethode BENG 2015 is het effect van PV-panelen op BENG 3 kleiner in verband met wijziging Primaire Energie Factor (PEF).
- Het effect van het wijzigen van de primaire energiefactor (PEF) van 2,56 naar 1,45 op BENG 3 van de hoek- en tussenwoning zijn circa vijf PV-panelen.

27 februari 2019

Nieman Raadgevende Ingenieurs B.V.



Mevrouw ir. M. Cornelisse



de heer ir. H.J.J. Valk

Bijlage 1

Energieconcepten per woningtype



Energieconcepten Wij Wonen
Referentievarianten en COP1

Projectgegevens

| | |
|---------------|-----------------------|
| project | Uitkomsten BENG-eisen |
| projectnummer | 20181846 |
| opdrachtgever | Van Wijnen Midden |
| datum | 27 februari 2019 |

Uitgangspunten

| | |
|----------------------|--|
| Oriëntatie | noordwest/zuidoost |
| Eisen | BENG |
| Berekeningsprogramma | Validatietool NTA 8800, versie 1.04 - januari 2019 |

| | Referentiewoning basis | Referentiewoning BENG 2015 | Minimaal bouwkundig, COP 1 | Goed bouwkundig, COP 1 |
|-------------------------------------|---|---|--|--|
| Bouwkundig | 1. BENG | 2. BENG | 3a. eindwoning | 3b. tussenvoning |
| Begane grondvloer | R _g = 3,50 m ² /K/W | R _g = 5,00 m ² /K/W | R _g = 3,50 m ² /K/W | R _g = 5,00 m ² /K/W |
| Langsgevel/kopgevel | R _v = 4,50 m ² /K/W | R _v = 7,00 m ² /K/W | R _v = 4,50 m ² /K/W | R _v = 7,00 m ² /K/W |
| Hellend dakconstructie | R _d = 6,00 m ² /K/W | R _d = 7,00 m ² /K/W | R _d = 6,00 m ² /K/W | R _d = 7,00 m ² /K/W |
| Beglazing | HR++-glas g _{gl} = 0,6 | triple glas g_{gl} = 0,6 | U _{gl} = ... W/m ² /K g _{gl} = 0,6 Ψ _{gl} = ... W/mK | triple glas g_{gl} = 0,6 |
| Kozijn | kunststof | kunststof | onbekend, U _k = ... W/m ² /K | onbekend, U _k = ... W/m ² /K |
| Glasopeningen (incl. kozijn) | U _g = 1,30 W/m ² /K | U _g = 1,00 W/m ² /K | U _g = 1,65 W/m ² /K | U _g = 1,65 W/m ² /K |
| Glasopeningen (aluminium schuifp) | U _g = 1,40 W/m ² /K | U _g = 1,00 W/m ² /K | U _g = 1,65 W/m ² /K | U _g = 1,65 W/m ² /K |
| Voordeur | U _d = 1,20 W/m ² /K | U _d = 1,00 W/m ² /K | U _d = 1,65 W/m ² /K | U _d = 1,65 W/m ² /K |
| Lineaire warmteverliezen | werkelijke Ψ-waarden SBR-details + 25% | werkelijke Ψ-waarden SBR-details + 25% | werkelijke Ψ-waarden SBR-details + 25% | werkelijke Ψ-waarden SBR-details + 25% |
| Kelder-, kruipruimtevanden boven mv | R _k = 4,50 m ² /K/W | R _k = 5,00 m ² /K/W | R _k = 4,50 m ² /K/W | R _k = 4,50 m ² /K/W |
| Kelder-, kruipruimtevanden onder mv | R _k = 0,15 m ² /K/W | R _k = 0,15 m ² /K/W | R _k = 0,15 m ² /K/W | R _k = 0,15 m ² /K/W |
| Kelder-, kruipruimtevloer | R _v = 0,00 m ² /K/W | R _v = 0,00 m ² /K/W | R _v = 0,00 m ² /K/W | R _v = 0,00 m ² /K/W |
| Kruipruimteventilatie | forfaitair | forfaitair | forfaitair | forfaitair |
| Buitenzonwering | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| Thermische capaciteit | traditioneel, gemengd zwaar (> 750 kg/m ²) | traditioneel, gemengd zwaar (> 750 kg/m ²) | traditioneel, gemengd zwaar (> 750 kg/m ²) | traditioneel, gemengd zwaar (> 750 kg/m ²) |
| Infiltratie | Q _{l0,900} = 0,400 dm ³ /s/m ² | Q _{l0,900} = 0,250 dm ³ /s/m ² | forfaitair: q _{l0,900} = 0,840 dm ³ /s/m ² 2) | forfaitair: q _{l0,900} = 0,700 dm ³ /s/m ² 3) |

Installatietechnisch

| | Referentiewoning basis | Referentiewoning BENG 2015 | Minimaal bouwkundig, COP 1 | Goed bouwkundig, COP 1 |
|---|---|---|---|--|
| Verwarming - opwekking | combi-waarmtepomp buitenlucht (Mitsubishi Electric (Alkima) Ecodan Cylinderunit 5 kW (COP = 5,05) | combi-waarmtepomp buitenlucht (Mitsubishi Electric (Alkima) Ecodan Cylinderunit 5 kW (COP = 5,05) | Elektrische weerstandsverwarming (COP = 1) | Elektrische weerstandsverwarming (COP = 1) |
| Verwarming - afgifte | vloerverwarming | vloerverwarming | elektrische radiatoren (7 stuks) | elektrische radiatoren (7 stuks) |
| Temperatuurniveau | LT (30 <Θsup <= 35°) | LT (30 <Θsup <= 35°) | n.v.t. | n.v.t. |
| Aanvullende circulatiepomp | nee | nee | nee | nee |
| Warmtapwater - opwekking | combi-waarmtepomp buitenlucht (Mitsubishi Electric (Alkima) Ecodan Cylinderunit 5 kW (η = 1,80) | combi-waarmtepomp buitenlucht (Mitsubishi Electric (Alkima) Ecodan Cylinderunit 5 kW (η = 1,80) | elektrische boiler (energie label C, voorraadvat 150 L) | elektrische boiler (energie label C, voorraadvat 150 L) |
| Leidinglengten | werkelijk (badruimte: 2-4m, keuken 8-10m) | werkelijk (badruimte: 2-4m, keuken 8-10m) | werkelijk (badruimte: 2-4m, keuken 8-10m) | werkelijk (badruimte: 2-4m, keuken 8-10m) |
| Koeling | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| Douchewarmtewisselaar | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| Ventilatieprincipe | D2, gebalanceerde ventilatie | D2, gebalanceerde ventilatie | C4c. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer | gebalanceerde ventilatie met |
| Specificatie ventilatiesysteem | Brink Flair 300 | Brink Flair 300 | luchtdrukgestuurde toevoer, CO2-sturing op afvoer per VR | Brink Flair 300 |
| max. benutting geïnstalleerde ventilatie voor koudebehoefte | ja | ja | ja | ja |
| max. benutting geïnstalleerde spuicapaciteit voor koudebehoefte | ja | ja | ja | ja |
| luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen | LUKA D | LUKA D | LUKA D | LUKA D |
| Lengte kanaal | 2,0 m | 2,0 m | 2,0 m | 2,0 m |
| Zonneboiler | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| Kenmerken PV-panelen | 295 Wp/paneel, helling 38°, matig geventileerd | 295 Wp/paneel, helling 38°, matig geventileerd | 295 Wp/paneel, helling 38°, matig geventileerd | 295 Wp/paneel, helling 38°, matig geventileerd 1) |
| PV-panelen | 1 stuks zuidoost | 1 stuks zuidoost | Eindwoning: 6 stuks zuidoost | Eindwoning: 24 stuks zuidoost/noordwest 1) |
| | | | Tussenvoning: 5 stuks zuidoost | Tussenvoning: 15 stuks zuidoost/noordwest |

| Resultaten | Referentiewoning basis | | Referentiewoning BENG 2015 | | Minimaal bouwkundig, COP 1 | | Goed bouwkundig, COP 1 | |
|--|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | Eindwoning | Tussenvoning | Eindwoning | Tussenvoning | Eindwoning | Tussenvoning | Eindwoning | Tussenvoning |
| EPC conform NEN 7120 | 0,382 | 0,386 | 0,194 | 0,225 | | | | |
| BENG conform NEN 7120 | | | | | | | | |
| BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik ≤ 25 kWh/m ²) | 45,3 kWh/m ² | 31,5 kWh/m ² | 34,0 kWh/m ² | 24,5 kWh/m ² | | | | |
| BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 25 kWh/m ²) | 54,9 kWh/m ² | 48,2 kWh/m ² | 21,5 kWh/m ² | 22,8 kWh/m ² | | | | |
| BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 50%) | 45% | 41% | 68% | 61% | | | | |
| BENG conform NTA 8800 1) | | | | | | | | |
| BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik ≤ 70 kWh/m ²) | 60,3 kWh/m ² | 47,9 kWh/m ² | 49,8 kWh/m ² | 41,2 kWh/m ² | 68,9 kWh/m ² | 54,5 kWh/m ² | 49,8 kWh/m ² | 41,2 kWh/m ² |
| BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 30 kWh/m ²) | 69,6 kWh/m ² | 50,1 kWh/m ² | 33,6 kWh/m ² | 14,4 kWh/m ² | 77,4 kWh/m ² | 51,1 kWh/m ² | 33,3 kWh/m ² | 28,5 kWh/m ² |
| BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 50%) | 46% | 50% | 76% | 71% | 48% | 58% | 68% | 61% |
| aantal PV-panelen extra benodigd om te voldoen aan BENG2 en BENG3 | 2 PV-panelen extra benodigd | 2 PV-panelen extra benodigd | 20 PV-panelen extra benodigd | 9 PV-panelen extra benodigd | 24 PV-panelen extra benodigd | 13 PV-panelen extra benodigd | 5 PV-panelen extra benodigd | 5 PV-panelen extra benodigd |
| Elektriciteitsgebruik (kWh per jaar op de meter) | 2627 kWh | 2273 kWh | 1168 kWh | 1125 kWh | 6049 kWh | 3995 kWh | 2209 kWh | 2249 kWh |
| CO ₂ uitstoot per jaar (op basis van primair energiegebruik volgens NTA 8800) | 893 kg | 773 kg | 397 kg | 383 kg | 2056 kg | 1358 kg | 751 kg | 765 kg |
| EPV | | | | | | | | |
| Warmtevraag (conform NEN 7120) | 39,6 kWh/m ² | 24,4 kWh/m ² | 28,5 kWh/m ² | 16,7 kWh/m ² | | | | |
| Warmtevraag (conform NTA 8800) | 31,9 kWh/m ² | 18,8 kWh/m ² | 21,3 kWh/m ² | 12,0 kWh/m ² | 54,3 kWh/m ² | 39,0 kWh/m ² | 21,3 kWh/m ² | 12,0 kWh/m ² |
| BENG conform NTA 8800 - PEF = 2,14 (47 %) | | | | | | | | |
| BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik ≤ 70 kWh/m ²) | 60,3 kWh/m ² | 47,9 kWh/m ² | 49,8 kWh/m ² | 41,2 kWh/m ² | 68,9 kWh/m ² | 54,5 kWh/m ² | 49,8 kWh/m ² | 41,2 kWh/m ² |
| BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 30 kWh/m ²) | 49,6 kWh/m ² | 43,0 kWh/m ² | 22,1 kWh/m ² | 21,3 kWh/m ² | 114,7 kWh/m ² | 75,5 kWh/m ² | 42,5 kWh/m ² | 42,5 kWh/m ² |
| BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 50%) | 46% | 42% | 72% | 67% | 48% | 58% | 68% | 61% |
| aantal PV-panelen extra benodigd om te voldoen aan BENG2 en BENG3 | 5 PV-panelen extra benodigd | 3 PV-panelen extra benodigd | 24 PV-panelen extra benodigd | 13 PV-panelen extra benodigd | 24 PV-panelen extra benodigd | 13 PV-panelen extra benodigd | 5 PV-panelen extra benodigd | 5 PV-panelen extra benodigd |
| Elektriciteitsgebruik (kWh per jaar op de meter) | 2627 kWh | 2273 kWh | 1168 kWh | 1125 kWh | 6049 kWh | 3995 kWh | 2209 kWh | 2249 kWh |
| CO ₂ uitstoot per jaar (op basis van primair energiegebruik met PEF = 2,14) | 1318 kg | 1141 kg | 586 kg | 565 kg | 3035 kg | 2004 kg | 1108 kg | 1128 kg |

1) Er is oerekend met de NTA 8800 van september 2018 en de rekentool NTA 8800 v181102 (versie 1.01). Dit is een gecertificeerde software. Daarbij is er oestuurd op de concept eadviseerde BENG-eisen.

2) Er passen maximaal 29 PV-panelen op het dak. Hierbij is rekening gehouden met enkele dakdoorvoeren.

3) Een betere q_{l,0,900} waarde is dooroans goed realiseerbaar. Omdat dit vanuit de BENG-grenswaarde niet noodzakelijk is, is er met de forfaitaire infiltratie waarde gerekend.

4) De extra benodigde PV-panelen zijn niet verwerkt in de gepresenteerde rekenresultaten

2. Energieconcept - tussenwoning Trebbe

Berekening conform NEN 7120:2011/C4+C5 en NTA 8800



| Projectgegevens | |
|-----------------|---|
| project | Onderzoek concept geadviseerde BENG-eisen |
| projectnummer | 20181960 |
| opdrachtgever | Lente Akkoord |
| datum | 27 februari 2019 |

| Uitgangspunten | |
|--------------------------------|--|
| A ₀ /A ₃ | 1,39 |
| Oriëntatie | 27-2-2019 |
| Woningtype | tussenwoning 001A-EWPL |
| Berekeningsprogramma | Validatietool NTA 8800, versie 1.04 - januari 2019 |

| Bouwkundig | EPC: 0,4 - NEN 7120 | voorgenomen BENG eisen 2015 - NEN 7120 | concept geadviseerde BENG eisen 2018 - NTA 8800 |
|---|---|--|---|
| Begane grondvloer | R _c = 3,50 m ² K/W | R _c = 5,00 m ² K/W | R _c = 3,50 m ² K/W |
| Langsgevel/kopgevel | R _c = 5,22 m ² K/W | R _c = 8,49 m ² K/W | R _c = 4,50 m ² K/W |
| Hellend dakconstructie | R _c = 6,09 m ² K/W | R _c = 6,09 m ² K/W | R _c = 6,00 m ² K/W |
| Beglazing | HR ⁺⁺ -glas - g _{gl} = 0,6 | triple-glas - g _{gl} = 0,5 | HR ⁺⁺ -glas - g _{gl} = 0,6 |
| Glasopeningen (incl. kozijn) | U _g = 1,35 W/m ² K | U _g = 1,00 W/m ² K | U _g = 1,65 W/m ² K |
| Voordeur | U _d = 1,50 W/m ² K | U _d = 1,50 W/m ² K | U _d = 1,65 W/m ² K |
| Lineaire warmteverliezen | werkelijke ψ-waarden SBR-details + 25% | werkelijke ψ-waarden SBR-details + 25% | werkelijke ψ-waarden SBR-details + 25% |
| Buitenzonwering | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| Thermische capaciteit | traditioneel, gemengd zwaar | traditioneel, gemengd zwaar | traditioneel, gemengd zwaar |
| Infiltratie | Q _{v10;spec} = 0,300 dm ³ /s·m ² | Q _{v10;spec} = 0,300 dm ³ /s·m ² | forfaitaire waarde Q _{v10;spec} = 0,700 |
| Installatietechnisch | | | |
| Verwarming - opwekking | combi-warmtepomp buitenlucht | combi-warmtepomp buitenlucht | combi-warmtepomp buitenlucht |
| Verwarming - afgifte | Nibe F2040-6 + externe boiler in trapkast (COP = 5,35) | Nibe F2040-6 + externe boiler in trapkast (COP = 5,35) | Nibe F2040-6 + externe boiler in trapkast (COP = 5,35) |
| Temperatuurniveau | vloerverwarming | vloerverwarming | vloerverwarming |
| Aanvullende circulatiepomp | LT (30 <Θ _{sup} ≤ 35°) | LT (30 <Θ _{sup} ≤ 35°) | LT (30 <Θ _{sup} ≤ 35°) |
| Warmtapwater - opwekking | niet aanwezig | niet aanwezig | niet aanwezig |
| specificatie warmtapwatersysteem | combi-warmtepomp buitenlucht | combi-warmtepomp buitenlucht | combi-warmtepomp buitenlucht |
| Leidinglengten | Nibe F2040-6 + externe boiler in trapkast (COP = 1,4) | Nibe F2040-6 + externe boiler in trapkast (COP = 1,4) | Nibe F2040-6 + externe boiler in trapkast (COP = 1,4) |
| Koeling | werkelijk (badruimte: 6-8m, keuken 4-6m) | werkelijk (badruimte: 6-8m, keuken 4-6m) | werkelijk (badruimte: 6-8m, keuken 4-6m) |
| Douchewarmtewisselaar | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| Ventilatieprincipe | DSS-T-DW 3 (alleen douchemengkraan) | DSS-T-DW 3 (alleen douchemengkraan) | DSS-T-DW 3 (alleen douchemengkraan) |
| Specificatie ventilatiesysteem | C4a, natuurlijke toevoer, mechanische afvoer | C4c, natuurlijke toevoer, mechanische afvoer | C4a, natuurlijke toevoer, mechanische afvoer |
| luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen | luchtdrukgestuurde toevoer, 1 CO ₂ -sensor (+extra CO ₂ -sensor sijk 1) | luchtdrukgestuurde toevoer, CO ₂ -sensoren in alle verblijfsruimten | luchtdrukgestuurde toevoer, 1 CO ₂ -sensor (+extra CO ₂ -sensor sijk 1) |
| Lengte kanaal | LUKA D | LUKA D | LUKA D |
| opgesteld vermogen | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| Zonneboiler | forfaitair | forfaitair | forfaitair |
| Kenmerken PV-panelen | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| PV-panelen | geen PV-panelen | 280 Wp/paneel, helling 40°, matig geventileerd | 280 Wp/paneel, helling 40°, matig geventileerd |
| | n.v.t. | 5 stuks west | 5 stuks west |

| Resultaten | | | |
|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| EPC conform NEN 7120 | Tussenwoning | Tussenwoning | Tussenwoning |
| | 0,39 | 0,23 | |
| BENG conform NEN 7120 | | | |
| BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik ≤ 25 kWh/m ²) | 31,5 kWh/m ² | 24,8 kWh/m ² | |
| BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 30 kWh/m ²) | 48,2 kWh/m ² | 22,5 kWh/m ² | |
| BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 50%) | 41% | 58% | |
| BENG conform NTA 8800 ¹⁾ | | | |
| BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik ≤ 70 kWh/m ²) | 48,5 kWh/m ² | 44,5 kWh/m ² | 51,6 kWh/m ² |
| BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 30 kWh/m ²) | 39,8 kWh/m ² | 26,4 kWh/m ² | 28,4 kWh/m ² |
| BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 50%) | 49% | 65% | 66% |
| Elektriciteitsgebruik (kWh per jaar op de meter) | 3001,1 kWh | 675,2 kWh | 728,0 kWh |
| CO ₂ uitstoot per jaar (op basis van primair energiegebruik volgens NTA 8800) | 1020 kg | 1986 kg | 2141 kg |
| EPV | | | |
| Warmtevraag (conform NEN 7120) | | | |
| Warmtevraag (conform NTA 8800) | 37,2 kWh/m ² | 34,1 kWh/m ² | 40,8 kWh/m ² |

3. Energieconcept - Hoekwoning plat dak te Noord-Brabant

Berekening conform NEN 7120:2011/C4+C5 en NTA 8800



| Projectgegevens | |
|-----------------|---|
| project | Onderzoek concept geadviseerde BENG-eisen |
| projectnummer | 20181960 |
| opdrachtgever | Lente Akkoord |
| datum | 27 februari 2019 |

| Uitgangspunten | |
|----------------------|--|
| A_{t}/A_{s} | 2,21 |
| Type woning | Hoekwoning |
| Oriëntatie | 27-2-2019 |
| Berekeningsprogramma | Validatietool NTA 8800, versie 1.04 - januari 2019 |

| Bouwkundig | EPC: 0,4 - NEN 7120 | voorgenomen BENG eisen 2015 - NEN 7120 | concept geadviseerde BENG eisen 2018 - NTA 8800 |
|------------------------------|---|--|--|
| begane grondvloer | $R_c = 5,00 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ | $R_c = 6,0 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ | $R_c = 3,50 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ |
| Langsgevel/kopgevel | $R_c = 6,50 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ | $R_c = 9,0 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ | $R_c = 4,50 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ |
| plat dak | $R_c = 7,00 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ | $R_c = 10,0 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ | $R_c = 6,00 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$ |
| hellend dak | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| panelen | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| glas | HR**glas - ZTA-waarde 0,5 | triple-glas - ZTA-waarde 0,5 | HR**glas - ZTA-waarde 0,60 |
| Glasopeningen (incl. kozijn) | $U_w = 1,10 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ | $U_w = 0,80 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ | $U_w = 1,65 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ |
| voordeur | $U_d = 2,0 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ | $U_d = 1,00 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ | $U_d = 1,65 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$ |
| pui | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| dakraam | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| lineaire warmteverliezen | forfaitair | nauwkeurig (aannname, exacte berekening niet uitgevoerd) | nauwkeurig (aannname, exacte berekening niet uitgevoerd) |
| buitenzonwering | nee | nee | nee |
| infiltratie | $Q_{v10,spec} = 0,500 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$ | $Q_{v10-kaar} \text{ o.b.v. referentiemeting} = 0,40 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$ | forfaitaire waarde $q_{v10-kaar} = 0,588 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$ |

| Installatietechnisch | EPC: 0,4 - NEN 7120 | voorgenomen BENG eisen 2015 - NEN 7120 | concept geadviseerde BENG eisen 2018 - NTA 8800 |
|--|--|---|---|
| verwarming - opwekking | HR-107 combiketel | HR-107 combiketel | combiwarmtepomp - buitenlucht - $\eta: 4,95$ |
| verwarming - afgifte | radiatoren- en/of convectoren | radiatoren- en/of convectoren | vloerverwarming |
| temperatuurniveau | LT | LT | LT |
| aanvullende circulatiepomp | niet aanwezig | niet aanwezig | niet aanwezig |
| warmtapwater - opwekking | HR-107 combiketel | HR-107 combiketel | combiwarmtepomp |
| specificatie warmtapwatersysteem | Intergas Kombi Kompakt HRE 28/24 | Intergas Kombi Kompakt HRE 28/24 | combiwarmtepomp - buitenlucht - $\eta: 1,40$ |
| leidinglengten | forfaitair | forfaitair | forfaitair |
| koeling | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| douchewarmtewisselaar | Heitech Technea douchegoot wtw | Heitech Technea douchegoot wtw | Heitech Technea douchegoot wtw |
| ventilatieprincipe | C4a. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer | D3. gebalanceerde ventilatie met WTW | C4a. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer |
| specificatie ventilatiesysteem | CO2-sturing zonder zonering | Itho Daalderop Quality flow (CO2-sturing) met HRU ECO RFT | CO2-sturing zonder zonering |
| lucht dichtheidsklasse ventilatiekanalen | onbekend | LUKA C | onbekend |
| lengte kanaal | n.v.t. | 3 m | n.v.t. |
| opgesteld vermogen ventilatoren | forfaitair | forfaitair | forfaitair |
| zonneboiler | nvt | n.v.t. | n.v.t. |
| kenmerken PV-panelen | 260 Wp/paneel, helling 20°, sterk geventileerd | 260 Wp/paneel, helling 20°, sterk geventileerd | 260 Wp/paneel, helling 20°, sterk geventileerd |
| pv-panelen | 7 PV-panelen west | 10 PV-panelen oost + 4 PV-panelen west | 5 PV-panelen oost + 4 PV-panelen west |

| Resultaten | | | |
|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| EPC conform NEN 7120 | 0,4 | 0,03 | |
| BENG conform NEN 7120 | | | |
| BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik $\leq 25 \text{ kWh}/\text{m}^2$) | 57,0 kWh/m ² | 24,4 kWh/m ² | |
| BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik $\leq 25 \text{ kWh}/\text{m}^2$) | 70,1 kWh/m ² | 22,8 kWh/m ² | |
| BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie $\geq 50\%$) | 15% | 52% | |
| BENG conform NTA 8800 ¹⁾ | | | |
| BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik $\leq 70,58 \text{ kWh}/\text{m}^2$) | 57,0 kWh/m ² | 47,5 kWh/m ² | 66,4 kWh/m ² |
| BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik $\leq 30 \text{ kWh}/\text{m}^2$) | 75,4 kWh/m ² | 27,7 kWh/m ² | 28,6 kWh/m ² |
| BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie $\geq 50\%$) | 18% | 54% | 73% |
| CO ₂ uitstoot per jaar (op basis van primair energiegebruik volgens NTA 8800) | 1550 kg | 468 kg | 772 kg |
| Gebouwebonden Elektriciteitsgebruik (kWh per jaar op de meter) | -510,6 kWh | -1553,7 kWh | 2270,0 kWh |
| Gebouwebonden Gasgebruik (m ³ per jaar op de meter) | 964,3 m ³ | 557,3 m ³ | 0,0 m ³ |
| EPV | | | |
| Warmtevraag (conform NEN 7120) | 54,1 kWh/m ² | 11,9 kWh/m ² | |
| Warmtevraag (conform NTA 8800) | 49,1 kWh/m ² | 18,5 kWh/m ² | 55,5 kWh/m ² |



4. Energieconcept - Houthaven Pier 2 - woningtype A1A

Berekening conform NEN 7120:2011/C4+C5 en NTA 8800

| Projectgegevens | |
|-----------------|---|
| project | Onderzoek concept geadviseerde BENG-eisen |
| projectnummer | 20181960 |
| opdrachtgever | Lente Akkoord |
| datum | 27 februari 2019 |

| Uitgangspunten | |
|----------------------|--|
| A_{01}/A_0 | 1,28 |
| Type woning | tussenwoning |
| Oriëntatie | 27-2-2019 |
| Berekeningsprogramma | Validatietool NTA 8800, versie 1.04 - januari 2019 |

| Bouwkundig | EPC: 0,4 - NEN 7120 | voorgenomen BENG eisen 2015 - NEN 7120 | concept geadviseerde BENG eisen 2018 - NTA 8800 |
|--------------------------|--|--|--|
| begane grondvloer | $R_c = 3,50 \text{ m}^2/\text{K/W}$ | $R_c = 3,50 \text{ m}^2/\text{K/W}$ | $R_c = 3,50 \text{ m}^2/\text{K/W}$ |
| langsgevels | $R_c = 4,50 \text{ m}^2/\text{K/W}$ | $R_c = 4,50 \text{ m}^2/\text{K/W}$ | $R_c = 4,50 \text{ m}^2/\text{K/W}$ |
| koppevels | $R_c = 4,50 \text{ m}^2/\text{K/W}$ | $R_c = 4,50 \text{ m}^2/\text{K/W}$ | $R_c = 4,50 \text{ m}^2/\text{K/W}$ |
| plat dak | $R_c = 6,00 \text{ m}^2/\text{K/W}$ | $R_c = 6,00 \text{ m}^2/\text{K/W}$ | $R_c = 6,00 \text{ m}^2/\text{K/W}$ |
| hellend dak | $R_c = 6,00 \text{ m}^2/\text{K/W}$ | $R_c = 6,00 \text{ m}^2/\text{K/W}$ | $R_c = 6,00 \text{ m}^2/\text{K/W}$ |
| panelen | $R_c = 4,50 \text{ m}^2/\text{K/W}$ | $R_c = 4,50 \text{ m}^2/\text{K/W}$ | $R_c = 4,50 \text{ m}^2/\text{K/W}$ |
| glas | HR++glas - ZTA-waarde 0,6 | triple-glas - ZTA-waarde 0,5 | HR++glas - ZTA-waarde 0,60 |
| raam | $U_w = 1,45 \text{ W/m}^2/\text{K}$ (hout) / $U_w = 1,60 \text{ W/m}^2/\text{K}$ (aluminium) | $U_w = 1,00 \text{ W/m}^2/\text{K}$ (hout) / $U_w = 1,00 \text{ W/m}^2/\text{K}$ (aluminium) | $U_w = 1,65 \text{ W/m}^2/\text{K}$ |
| voordeur | $U_d = 1,40 \text{ W/m}^2/\text{K}$ | $U_d = 1,40 \text{ W/m}^2/\text{K}$ | $U_d = 1,65 \text{ W/m}^2/\text{K}$ |
| overige deuren | $U_d = 1,65 \text{ W/m}^2/\text{K}$ | $U_d = 1,65 \text{ W/m}^2/\text{K}$ | $U_d = 1,65 \text{ W/m}^2/\text{K}$ |
| dakraam | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| lineaire warmteverliezen | werkelijke ψ -waarden SBR-details | werkelijke ψ -waarden SBR-details | werkelijke ψ -waarden SBR-details |
| buitenzonwering | n.v.t. | ja, op begane grond zuid-oost gevel | n.v.t. |
| infiltratie | $Q_{i,10\text{-kar}}$ o.b.v. gebouwkenmerken = $0,70 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$ | $Q_{i,10\text{-kar}}$ o.b.v. gebouwkenmerken = $0,40 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$ | $Q_{i,10\text{-kar}}$ o.b.v. gebouwkenmerken = $0,70 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$ |

| Installatietechnisch | EPC: 0,4 - NEN 7120 | voorgenomen BENG eisen 2015 - NEN 7120 | concept geadviseerde BENG eisen 2018 - NTA 8800 |
|---|---|---|---|
| verwarming - opwekking | externe warmtelevering - Westpoort secundair ($\eta:205\%$) | externe warmtelevering - Westpoort secundair ($\eta:205\%$) | externe warmtelevering - Westpoort secundair ($\eta:205\%$) |
| verwarming - afgifte | vloerverwarming | vloerverwarming | vloerverwarming |
| temperatuurniveau | LT | LT | LT |
| aanvullende circulatiepomp | niet aanwezig | niet aanwezig | niet aanwezig |
| warmtapwater - opwekking | afleverset | afleverset | afleverset |
| specificatie warmtapwatersysteem | externe warmtelevering - Westpoort secundair ($\eta:205\%$) | externe warmtelevering - Westpoort secundair ($\eta:205\%$) | externe warmtelevering - Westpoort secundair ($\eta:205\%$) |
| leidinglengten | forfaitair | forfaitair | forfaitair |
| koeling | externe koudelevering forfaitair - HT-koeling | externe koudelevering forfaitair - HT-koeling | externe koudelevering forfaitair - HT-koeling |
| douchewarmtewisselaar | DSS douchegoot-WTW model 900/4 DW | DSS douchegoot-WTW model 900/4 DW | DSS douchegoot-WTW model 900/4 DW |
| ventilatieprincipe | C4a. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer | D5a. gebalanceerde ventilatie met WTW, CO₂ sturing per zone | C4a. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer |
| specificatie ventilatiesysteem | Orcon MVS-15RHB CO2 basis | Brink Renovo Excellent 300 CO₂ regeling per zone | Orcon MVS-15RHB CO2 basis |
| luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen | LUKA B | LUKA B | LUKA B |
| lengte kanaal | n.v.t. | 3 m | n.v.t. |
| opgesteld vermogen ventilatoren | werkelijk: 28 W | werkelijk: 110 W | werkelijk: 28 W |
| zonnepanelen | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| kenmerken PV-panelen | geen PV-panelen | 265 Wp/paneel, helling 42°, matig geventileerd | 295 Wp/paneel, helling 42°, matig geventileerd |
| PV-panelen | geen PV-panelen | 8 PV-panelen zuidoost + 3 PV-panelen noordwest | 8 PV-panelen zuidoost + 9 PV-panelen noordwest |

| Rekenresultaten | EPC conform NEN 7120 | voorgenomen BENG eisen 2015 - NEN 7120 | concept geadviseerde BENG eisen 2018 - NTA 8800 |
|--|-------------------------|--|---|
| EPC conform NEN 7120 | 0,35 (geen PV-panelen) | 0,21 | |
| BENG conform NEN 7120 | | | |
| BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik $\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 46,0 kWh/m ² | 25,0 kWh/m ² | |
| BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik $\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 35,9 kWh/m ² | 24,7 kWh/m ² | |
| BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie $\geq 50\%$) | 0% | 52% | |
| BENG conform NTA 8800 ¹⁾ | | 49% hernieuwbaar | 49% hernieuwbaar |
| BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik $\leq 70 \text{ kWh/m}^2$) | 62,1 kWh/m ² | 51,8 kWh/m ² | 64,3 kWh/m ² |
| BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik $\leq 30 \text{ kWh/m}^2$) | 27,5 kWh/m ² | 13,1 kWh/m ² | 21,4 kWh/m ² |
| BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie $\geq 50\%$) | 35% | 53% | 73% |
| CO ₂ uitstoot per jaar (op basis van primair energiegebruik volgens NTA 8800) | 1049 kg | 479 kg | 736 kg |
| Elektriciteitsgebruik (kWh per jaar op de meter) | -1493 kWh | -1416 kWh | -2542 kWh |
| Warmtelevering + koudelevering (primaire warmte/koude behoefte) | 36,3 GJ | 23,5 GJ | 37,1 GJ |
| EPV | | | |
| Warmtevraag (conform NEN 7120) | 41,4 kWh/m ² | 20,0 kWh/m ² | 20,0 kWh/m ² |
| Warmtevraag (conform NTA 8800) | 46,3 kWh/m ² | 18,3 kWh/m ² | 49,8 kWh/m ² |

5. Energieconcept - Eén laagse seniorenwoning Ten Post

Berekening conform NEN 7120:2011/C4+C5 en NTA 8800



Projectgegevens

| | |
|---------------|---|
| project | Onderzoek concept geadviseerde BENG-eisen |
| projectnummer | 20181960 |
| opdrachtgever | Lente Akkoord |
| datum | 27 februari 2019 |

Uitgangspunten

| | |
|-------------------------------|--|
| $A_{\text{ext}}/A_{\text{g}}$ | 2,61 |
| Type woning | hoekwoning |
| Oriëntatie | 27-2-2019 |
| Berekeningsprogramma | Validatietool NTA 8800, versie 1.04 - januari 2019 |

| | EPC: 0,4 - NEN 7120 | voorgenomen BENG eisen 2015 - NEN 7120 | concept geadviseerde BENG eisen 2018 - NTA 8800 |
|--|--|--|--|
| Bouwkundig | | | |
| begane grondvloer | $R_{\text{e}} = 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_{\text{e}} = 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_{\text{e}} = 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| langsgevels | $R_{\text{e}} = 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_{\text{e}} = 9,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_{\text{e}} = 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| kopgevels | $R_{\text{e}} = 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_{\text{e}} = 9,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_{\text{e}} = 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| plat dak | $R_{\text{e}} = 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_{\text{e}} = 12,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_{\text{e}} = 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| hellend dak | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| panelen | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| glas | HR++glas - ZTA-waarde 0,6 | triple-glas - ZTA-waarde 0,5 | HR++glas - ZTA-waarde 0,6 |
| raam | $U_{\text{w}} = 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_{\text{w}} = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_{\text{w}} = 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| voordeur | $U_{\text{d}} = 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_{\text{d}} = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_{\text{d}} = 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| dakraam | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| lineaire warmteverliezen | uitgebreide methode | uitgebreide methode | uitgebreide methode |
| buitenzonwering | nee | nee | nee |
| interne warmtecapaciteit | gemengd licht (250-500 kg/m ²) | gemengd licht (250-500 kg/m ²) | gemengd licht (250-500 kg/m ²) |
| infiltratie | $q_{\text{v},10\text{-kar o.b.v. gebouwenmerken}} = 0,40 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$ | $q_{\text{v},10\text{-kar o.b.v. gebouwenmerken}} = 0,15 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$ | $q_{\text{v},10\text{-kar forfaitair}} = 0,588 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$ |
| Installatietechnisch | | | |
| verwarming - opwekking | warmtepomp met kwaliteitsverklaring (nH ₁ gen 5,25) | warmtepomp met kwaliteitsverklaring | warmtepomp met kwaliteitsverklaring |
| verwarming - afgifte | vloerverwarming | vloerverwarming | vloerverwarming |
| Temperatuurniveau | $30 < \Delta T_{\text{sup}} \leq 35^\circ$ | $30 < \Delta T_{\text{sup}} \leq 35^\circ$ | $30 < \Delta T_{\text{sup}} \leq 35^\circ$ |
| aanvullende circulatiepomp | niet aanwezig | niet aanwezig | niet aanwezig |
| warmtapwater - opwekking | warmtepomp met kwaliteitsverklaring (nH ₁ gen 5,25) | warmtepomp met kwaliteitsverklaring | warmtepomp met kwaliteitsverklaring |
| specificatie warmtapwatersysteem | combiwarmtepomp Alpha Innotec | combiwarmtepomp Alpha Innotec | combiwarmtepomp Alpha Innotec |
| leidinglengten | werkelijk | werkelijk | werkelijk |
| koeling | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| douchewarmtewisselaar | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| ventilatieprincipe | D5a. gebalanceerde ventilatie met WTW | D5a. gebalanceerde ventilatie met WTW | C4a. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer |
| specificatie ventilatiesysteem | Zehnder WHR 930 - CO2 regeling per zone | Zehnder WHR 930 - CO2 regeling per zone | CO2-sturing zonder zonering |
| luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen | LUKA B | LUKA B | n.v.t. |
| lengte kanaal | 2 m | 2 m | n.v.t. |
| opgesteld vermogen ventilatoren | forfaitair | forfaitair | forfaitair |
| zonneboiler | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| kenmerken PV-panelen | 250 W/paneel, helling 20°, sterk geventileerd | 250 Wp/paneel, helling 20°, sterk geventileerd | 250 Wp/paneel, helling 20°, sterk geventileerd |
| PV-panelen | 7 PV-panelen zuid | 11 PV-panelen zuid | 10 PV-panelen zuid |
| Rekenresultaten | | | |
| EPC conform NEN 7120 | 0,65 (geen PV-panelen) 0,38 (7 st. PV panelen 250 Wp/paneel - zuid - 20° - sterk gevent) | 0,17 | |
| BENG conform NEN 7120 | | | |
| BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik $\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 50,6 kWh/m ² | 24,7 kWh/m ² | |
| BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik $\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 63,6 kWh/m ² | 20,8 kWh/m ² | |
| BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie $\geq 50\%$) | 46% | 68% | |
| BENG conform NTA 8800 ¹⁾ | | | |
| BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik $\leq 90,5 \text{ kWh/m}^2$) | 77,9 kWh/m ² | 57,5 kWh/m ² | 83,0 kWh/m ² |
| BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik $\leq 30 \text{ kWh/m}^2$) | 33,7 kWh/m ² | 10,1 kWh/m ² | 28,3 kWh/m ² |
| BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie $\geq 50\%$) | 66% | 86% | 78% |
| CO ₂ uitstoot per jaar (op basis van primair energiegebruik volgens NTA 8800) | 597 kg | 179 kg | 501 kg |
| Elektriciteitsgebruik (kWh per jaar op de meter) | 1755 kWh | 525 kWh | 1473 kWh |
| EPV | | | |
| Warmtevraag (conform NEN 7120) | 44,0 kWh/m ² | 22,8 kWh/m ² | |
| Warmtevraag (conform NTA 8800) | 43,3 kWh/m ² | 24,4 kWh/m ² | 69,9 kWh/m ² |



6. Energieconcept - @home Amstelkwartier te Amsterdam

Berekening conform NEN 7120:2011/C4+C5 en NTA 8800

| Projectgegevens | |
|-----------------|---|
| project | Onderzoek concept geadviseerde BENG-eisen |
| projectnummer | 20181960 |
| opdrachtgever | Lente Akkoord |
| datum | 27 februari 2019 |

| Uitgangspunten | |
|---------------------------|--|
| A_w/A_g | 0,76 |
| Percentage glas per gevel | zuidoost: 21%; zuidwest: 25%; noordwest: 28%; noordoost: 37% |
| Type woning | woongebouw |
| Berekeningsprogramma | Validatietool NTA 8800, versie 1.04 - januari 2019 |

| Bouwkundig | EPC: 0,4 - NEN 7120 | voorgenomen BENG eisen 2015 - NEN 7120 | concept geadviseerde BENG eisen 2018 - NTA 8800 |
|--------------------------|---|---|--|
| begane grondvloer | $R_{c} = 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_{c} = 5,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_{c} = 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| gevel | $R_{c} = 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_{c} = 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_{c} = 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| plat dak | $R_{c} = 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_{c} = 8,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_{c} = 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| glas | triple-glas - ZTA-waarde 0,6 | triple-glas - ZTA-waarde 0,4 | HR++glas - ZTA-waarde 0,6 |
| raam | $U_w = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w = 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| deuren | $U_d = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d = 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d = 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| lineaire warmteverliezen | forfaitair | forfaitair | forfaitair |
| bouwtype | traditioneel, gemengd zwaar | traditioneel, gemengd zwaar | traditioneel, gemengd zwaar |
| buitenzonwering | n.v.t. | zonwering op ZW, W, ZO | n.v.t. |
| infiltratie | o.b.v. referentiemeting ($q_{v-10,0,0,0} = 0,500 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$) | o.b.v. referentiemeting ($q_{v-10,0,0,0} = 0,250 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$) | $q_{v-10,0,0,0}$ forfaitair = $0,420 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$ |

| Installatietechnisch | EPC: 0,4 - NEN 7120 | voorgenomen BENG eisen 2015 - NEN 7120 | concept geadviseerde BENG eisen 2018 - NTA 8800 |
|---|---|--|--|
| verwarming - opwekking | externe warmtelevering Amsterdam zuid en Almere ($\eta = 1,65$) | externe warmtelevering Amsterdam zuid en Almere ($\eta = 1,65$) 49 % hernieuwbaar | externe warmtelevering Amsterdam zuid en Almere ($\eta = 1,65$) 49 % hernieuwbaar |
| verwarming - afgifte | vloerverwarming | vloerverwarming | vloerverwarming |
| aanvullende circulatiepomp | niet aanwezig | niet aanwezig | niet aanwezig |
| warmtapwater - opwekking | externe warmtelevering - afleverset | externe warmtelevering - afleverset | externe warmtelevering - afleverset |
| specificatie warmtapwatersysteem | $\eta = 1,65$ | $\eta = 1,65$ | $\eta = 1,65$ |
| leidinglengten | werkelijk | werkelijk | werkelijk |
| koeling | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| douchewarmtewisselaar | DSS douchegoot WTW | DSS douchegoot WTW | DSS douchegoot WTW |
| ventilatieprincipe | C4a. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer | C4a. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer | C4a. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer |
| specificatie ventilatiesysteem | Duco CO2 System NGG met CO2 sensor in de woonkamer | Duco CO2 System NGG met CO2 sensor in de woonkamer | Duco CO2 System NGG met CO2 sensor in de woonkamer |
| luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen | Luka B | Luka B | Luka B |
| lengte kanaal | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| opgesteld vermogen ventilatoren | werkelijk: 1500 W | werkelijk: 1500 W | werkelijk: 1500 W |
| zonneboiler | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| PV-panelen | n.v.t. | dak: 270 Wp/paneel, helling 15°, sterk geventileerd 283 PV-panelen zuid gevel: 270 Wp/paneel, helling 90°, matig geventileerd 963 PV-panelen zuidwest, west en oost | dak: 270 Wp/paneel, helling 15°, sterk geventileerd 283 PV-panelen zuid gevel: 270 Wp/paneel, helling 90°, matig geventileerd 420 PV-panelen zuidwest, west en oost |

| Rekenresultaten | EPC: 0,4 - NEN 7120 | voorgenomen BENG eisen 2015 - NEN 7120 | concept geadviseerde BENG eisen 2018 - NTA 8800 |
|--|-------------------------|--|---|
| EPC conform NEN 7120 | 0,40 | 0,03 | |
| BENG conform NEN 7120 | | | |
| BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik $\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 39,5 kWh/m ² | - | 23,3 kWh/m ² |
| BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik $\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 54,3 kWh/m ² | - | 20,3 kWh/m ² |
| BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie $\geq 50\%$) | 0% | - | 50% |
| BENG conform NTA 8800 ¹⁾ | | | |
| BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik $\leq 70 \text{ kWh/m}^2$) | 51,1 kWh/m ² | 44,9 kWh/m ² | 56,0 kWh/m ² |
| BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik $\leq 50 \text{ kWh/m}^2$) | 46,7 kWh/m ² | 16,0 kWh/m ² | 30,1 kWh/m ² |
| BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie $\geq 40\%$) | 0% | 65% | 67% |
| CO ₂ uitstoot per jaar (op basis van primair energiegebruik volgens NTA 8800) | 85739 kg | 17166 kg | 46942 kg |
| Elektriciteitsgebruik (kWh per jaar op de meter) | 18283 kWh | -179106 kWh | -114094 kWh |
| Warmtelevering (primaire warmte/koude behoefte) | 1684,0 GJ | 1653,1 GJ | 1815,6 GJ |
| EPV (op gebouwniveau) | | | |
| Warmtevraag (conform NEN 7120) | 33,0 kWh/m ² | 21,0 kWh/m ² | 21,0 kWh/m ² |
| Warmtevraag (conform NTA 8800) | 34,2 kWh/m ² | 34,2 kWh/m ² | 40,6 kWh/m ² |



7. Energieconcept - Hoogwonen Galerijontsluiting Trebbe

Berekening conform NEN 7120:2011/C4+C5 en NTA 8800

Projectgegevens

| | |
|---------------|---|
| project | Onderzoek concept geadviseerde BENG-eisen |
| projectnummer | 20181960 |
| opdrachtgever | 16-1-2019 |
| datum | 27 februari 2019 |

Uitgangspunten

| | |
|---------------------------|--|
| A_{gl}/A_{g} | 1,03 |
| Percentage glas per gevel | zuid: 9%; west: 43%; noord: 36%; oost: 23% |
| Type woning | 27-2-2019 |
| Oriëntatie | woongebouw |
| Berekeningsprogramma | galerijzijde op oost |
| | Validatietool NTA 8800, versie 1.04 - januari 2019 |

| | EPC: 0,4 - NEN 7120 | voorgenomen BENG eisen 2015 - NEN 7120 | concept geadviseerde BENG eisen 2018 - NTA 8800 |
|--|---|---|--|
| Bouwkundig | | | |
| begane grondvloer | $R_c = 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 5,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| gevel | $R_c = 5,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 5,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| plat dak | $R_c = 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 8,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| glas | HR ⁺⁺ glas - ZTA-waarde 0,6 | triple-glas - ZTA-waarde 0,5 | HR ⁺⁺ glas - ZTA-waarde 0,6 |
| raam | $U_w = 1,45 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w = 0,99 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w = 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| deuren | $U_d = 1,45 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d = 1,45 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d = 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| lineaire warmteverliezen | ψ -waarden conform bijlage G NEN 1068 | ψ -waarden conform bijlage G NEN 1068 | ψ -waarden conform bijlage G NEN 1068 |
| bouwtype | traditioneel, gemend zwaar | traditioneel, gemend zwaar | traditioneel, gemend zwaar |
| buitenzonwering | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| infiltratie | o.b.v. gebouwenmerken ($q_{v-10,ker} = 0,300 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$) | o.b.v. gebouwenmerken ($q_{v-10,ker} = 0,300 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$) | $q_{v-10,ker}$ forfaitair = 0,420 dm³/s·m² |
| Installatietechnisch | | | |
| verwarming - opwekking | warmtepompboiler op ventilatietourlucht Nibe F730 180 L | lucht-water warmtepomp Nibe F2040-6 + externe boiler (COP = 4,95) | lucht-water warmtepomp Nibe F2040-6 + externe boiler (COP = 4,95) |
| verwarming - afgifte | vloerverwarming | vloerverwarming | vloerverwarming |
| temperatuurniveau | LT (35 < $\Delta\theta_{sup}$ ≤ 40°) | LT (35 < $\Delta\theta_{sup}$ ≤ 40°) | LT (35 < $\Delta\theta_{sup}$ ≤ 40°) |
| aanvullende circulatiepomp | niet aanwezig | niet aanwezig | niet aanwezig |
| warmtapwater - opwekking | warmtepompboiler op ventilatietourlucht Nibe F730 180 L | lucht-water warmtepomp Nibe F2040-6 + externe boiler (COP = 1,40) | lucht-water warmtepomp Nibe F2040-6 + externe boiler (COP = 1,40) |
| specificatie warmtapwatersysteem | werkelijk | werkelijk | werkelijk |
| leidinglengten | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| koeling | douchegoot WTW - aangesloten op koudepoort douchemengkraan en inlaat toestel | douchegoot WTW - aangesloten op koudepoort douchemengkraan en inlaat toestel | n.v.t. |
| douchewarmtewisselaar | C4a. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer | DSa. gebalanceerde ventilatie met WTW | C4a. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer |
| ventilatiesysteem | Nibe F730 + ZR-roosters | Brink Renovo Excellent 300 - 2-zone CO2-regeling | CO2-sturing zonder zonering |
| specificatie ventilatiesysteem | Luka D | Luka D | Luka D |
| luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen | n.v.t. | 9,0 m | n.v.t. |
| lengte kanaal | werkelijk | werkelijk | werkelijk |
| opgesteld vermogen ventilatoren | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| zonneboiler | 325 Wp/paneel, helling 15°, sterk geventileerd | 325 Wp/paneel, helling 15°, sterk geventileerd | n.v.t. |
| kenmerken PV-panelen | 136 PV-panelen oost-west | 205 PV-panelen oost-west | n.v.t. |
| PV-panelen | | | |
| Rekenresultaten | | | |
| EPC conform NEN 7120 | 0,40 | 0,23 | |
| BENG conform NEN 7120 | | | |
| BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik ≤ 25 kWh/m ²) | 46,3 kWh/m ² | 24,5 kWh/m ² | |
| BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 25 kWh/m ²) | 52,2 kWh/m ² | 24,8 kWh/m ² | |
| BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 50%) | 17% | 59% | |
| BENG conform NTA 8800 ¹⁾ | | | |
| BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik ≤ 70 kWh/m ²) | - | 47,5 kWh/m ² | 57,8 kWh/m ² |
| BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 50 kWh/m ²) | - | 17,2 kWh/m ² | 49,8 kWh/m ² |
| BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 40%) | - | 70% | 48% |
| CO ₂ uitstoot per jaar (op basis van primair energiegebruik volgens NTA 8800) | - | 13370 kg | 38682 kg |
| Elektriciteitsgebruik (kWh per jaar op de meter) | - | 39325 kWh | 113770 kWh |
| EPV (op gebouwniveau) | | | |
| Warmtevraag (conform NEN 7120) | 39,9 kWh/m ² | 16,5 kWh/m ² | |
| Warmtevraag (conform NTA 8800) | - | 14,7 kWh/m ² | 45,0 kWh/m ² |



8. Energieconcept - 2 onder 1 kap Tiel

Berekening conform NEN 7120:2011/C4+C5 en NTA 8800

| Projectgegevens | |
|-----------------|---|
| project | Onderzoek concept geadviseerde BENG-eisen |
| projectnummer | 20181960 |
| opdrachtgever | Lente Akkoord |
| datum | 27 februari 2019 |

| Uitgangspunten | |
|----------------------|--|
| A_{10}/A_{10} | 1,91 |
| Type woning | 2 ^e 1 kapwoning - links |
| Oriëntatie | achtergevel noordoost |
| Berekeningsprogramma | Validatietool NTA 8800, versie 1.04 - januari 2019 |

| | EPC: 0,4 - NEN 7120 | voorgenomen BENG eisen 2015 - NEN 7120 | concept geadviseerde BENG eisen 2018 - NTA 8800 |
|--------------------------|--|--|--|
| Bouwkundig | | | |
| begane grondvloer | $R_c = 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| gevel | $R_c = 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 6,70 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| hellend dak | $R_c = 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 8,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| glas | HR**glas - ZTA-waarde 0,6 | triple-glas - ZTA-waarde 0,55 | HR**glas - ZTA-waarde 0,6 |
| raam | $U_w = 1,34 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w = 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| voordeur | $U_d = 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d = 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| dakraam | $U_{dakraam} = 1,34 \text{ W/m}^2\text{K}$ - ZTA-waarde 0,60 | $U_{dakraam} = 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ - ZTA-waarde 0,3 | $U_w = 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| lineaire warmteverliezen | forfaitair | forfaitair | uitgebreide methode - SBR-details + 25% (aanname) |
| buitenzonwering | nee | nee | zomernachtventilatie (dwarsventilatie, aanname 2,5 m ²) |
| infiltratie | $q_{v,10\text{-kar}}$ o.b.v. referentiemeting = 0,30 dm ³ /s·m ² | $q_{v,10\text{-kar}}$ o.b.v. referentiemeting = 0,15 dm ³ /s·m ² | forfaitaire waarde $q_{v,10\text{-kar}} = 0,84 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$ |

| Installatietechnisch | | | |
|---|---|---|--|
| verwarming - opwekking | bodem/water warmtepomp - Nibe F1255-6 (PC) - nverw: 5,80 | lucht/water warmtepomp - Itho Daalderop - SCOP: 3,18 | lucht/water warmtepomp - Itho Daalderop - SCOP: 3,18 |
| verwarming - afgifte | radiator- en/of convectorenverwarming | vloerverwarming | vloerverwarming |
| temperatuurniveau | 30 < Θ_{sup} \leq 35° | $\Theta_{sup} \leq 35^\circ$ | $\Theta_{sup} \leq 35^\circ$ |
| aanvullende circulatiepomp | niet aanwezig | niet aanwezig | niet aanwezig |
| warmtapwater - opwekking | bodem/water warmtepomp | lucht/water warmtepomp | combiwarmtepomp |
| specificatie warmtapwatersysteem | Nibe F1255-6 (PC) - ntapwater: 1,4 | Itho Daalderop - SCOP: 2,41 | lucht/water warmtepomp - Itho Daalderop - SCOP: 2,41 |
| leidinglengten | werkelijk | werkelijk | werkelijk |
| koeling | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| douchewarmtewisselaar | DSS verticale douche-WTW T-DW 3 standaard aansluiten op douchemenokraan en warmtepomp | DSS verticale douche-WTW T-DW 3 standaard aansluiten op douchemenokraan en warmtepomp | D2. gebalanceerde ventilatie met WTW |
| ventilatiesysteem | D2. gebalanceerde ventilatie met WTW | D2. gebalanceerde ventilatie met WTW | Zehnder ComfoAir Q350 |
| specificatie ventilatiesysteem | Zehnder ComfoAir Q350 | Zehnder ComfoAir Q350 | onbekend |
| luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen | LUKA D | onbekend | onbekend |
| lengte kanaal | 1 m | 1 m | 1 m |
| opgesteld vermogen ventilatoren | werkelijk: 32 W | werkelijk: 32 W | werkelijk: 32 W |
| zonneboiler | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| kenmerken PV-panelen | geen PV-panelen | 300 Wp/paneel, helling 45°, matig geventileerd | 300 Wp/paneel, helling 45°, matig geventileerd |
| PV-panelen | geen PV-panelen | 8 PV-panelen zuidwest | 7 PV-panelen zuidwest |

| Rekenresultaten | | | |
|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| EPC conform NEN 7120 | 0,40 | | |
| BENG conform NEN 7120 | | | |
| BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik \leq 25 kWh/m ²) | 43,8 kWh/m ² | 23,7 kWh/m ² | |
| BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik \leq 25 kWh/m ²) | 57,2 kWh/m ² | 23,6 kWh/m ² | |
| BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie \geq 50%) | 38% | 63% | |
| BENG conform NTA 8800 ¹⁾ | | | |
| BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik \leq 70 kWh/m ²) | 69,2 kWh/m ² | 61,0 kWh/m ² | 69,7 kWh/m ² |
| BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik \leq 30 kWh/m ²) | 47,5 kWh/m ² | 13,5 kWh/m ² | 26,6 kWh/m ² |
| BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie \geq 50%) | 44% | 82% | 73% |
| CO ₂ uitstoot per jaar (op basis van primair energiegebruik volgens NTA 8800) | 1007 kg | 286 kg | 565 kg |
| Elektriciteitsgebruik (kWh per jaar op de meter) | 2961 kWh | 842 kWh | 1663 kWh |
| EPV | | | |
| Warmtevraag (conform NEN 7120) | 36,4 kWh/m ² | 23,7 kWh/m ² | |
| Warmtevraag (conform NTA 8800) | 35,9 kWh/m ² | 29,6 kWh/m ² | 39,1 kWh/m ² |

9. Energieconcept - vrijstaande woning Utrecht

Berekening conform NEN 7120:2011/C4+C5 en NTA 8800



| Projectgegevens | |
|-----------------|---|
| project | Onderzoek concept geadviseerde BENG-eisen |
| projectnummer | 20181960 |
| opdrachtgever | Lente Akkoord |
| datum | 27 februari 2019 |

| Uitgangspunten | |
|----------------------|--|
| A_{t0}/A_{t1} | 2,5 |
| Type woning | vrijstaande woning |
| Oriëntatie | achtergevel oost |
| Berekeningsprogramma | Validatietool NTA 8800, versie 1.01 - september 2018 |

| | EPC: 0,4 - NEN 7120 | voorgenomen BENG eisen 2015 - NEN 7120 | concept geadviseerde BENG eisen 2018 - NTA 8800 | concept geadviseerde BENG eisen 2018 - NTA 8800 - constructie aemend licht |
|---|--|---|---|---|
| Bouwkundig | | | | |
| begane grondvloer | $R_{g} = 4,00 \text{ m}^2\text{/K/W}$ | $R_{g} = 6,00 \text{ m}^2\text{/K/W}$ | $R_{g} = 3,50 \text{ m}^2\text{/K/W}$ | $R_{g} = 3,50 \text{ m}^2\text{/K/W}$ |
| gevel metselwerk | $R_{g} = 5,25 \text{ m}^2\text{/K/W}$ | $R_{g} = 9,00 \text{ m}^2\text{/K/W}$ | $R_{g} = 4,50 \text{ m}^2\text{/K/W}$ | $R_{g} = 4,50 \text{ m}^2\text{/K/W}$ |
| gevel rabatdelen | $R_{g} = 5,00 \text{ m}^2\text{/K/W}$ | $R_{g} = 9,00 \text{ m}^2\text{/K/W}$ | $R_{g} = 4,50 \text{ m}^2\text{/K/W}$ | $R_{g} = 4,50 \text{ m}^2\text{/K/W}$ |
| plat dak balkon | $R_{g} = 6,00 \text{ m}^2\text{/K/W}$ | $R_{g} = 10,00 \text{ m}^2\text{/K/W}$ | $R_{g} = 6,00 \text{ m}^2\text{/K/W}$ | $R_{g} = 6,00 \text{ m}^2\text{/K/W}$ |
| hellend dak | $R_{g} = 6,50 \text{ m}^2\text{/K/W}$ | $R_{g} = 10,00 \text{ m}^2\text{/K/W}$ | $R_{g} = 6,00 \text{ m}^2\text{/K/W}$ | $R_{g} = 6,00 \text{ m}^2\text{/K/W}$ |
| panelen | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| glas | triple-glas - ZTA-waarde 0,6 | triple-glas - ZTA-waarde 0,4 | HR ⁺⁺ glas - ZTA-waarde 0,6 | HR ⁺⁺ glas - ZTA-waarde 0,6 |
| raam | $U_{w} = 1,00 \text{ W/m}^2\text{/K}$ | $U_{w} = 0,80 \text{ W/m}^2\text{/K}$ | $U_{w} = 1,65 \text{ W/m}^2\text{/K}$ | $U_{w} = 1,20 \text{ W/m}^2\text{/K}$ |
| voordeur | $U_{d} = 1,00 \text{ W/m}^2\text{/K}$ | $U_{d} = 1,00 \text{ W/m}^2\text{/K}$ | $U_{d} = 1,65 \text{ W/m}^2\text{/K}$ | $U_{d} = 1,65 \text{ W/m}^2\text{/K}$ |
| schuifpui | $U_{d} = 1,00 \text{ W/m}^2\text{/K}$ | $U_{d} = 1,00 \text{ W/m}^2\text{/K}$ | $U_{d} = 1,65 \text{ W/m}^2\text{/K}$ | $U_{d} = 1,20 \text{ W/m}^2\text{/K}$ |
| dakraam | $U_{dakraam} = 0,81 \text{ W/m}^2\text{/K}$ - ZTA-waarde 0,45 | $U_{dakraam} = 0,81 \text{ W/m}^2\text{/K}$ - ZTA-waarde 0,45 | $U_{d} = 1,65 \text{ W/m}^2\text{/K}$ | $U_{d} = 1,20 \text{ W/m}^2\text{/K}$ |
| lineaire warmteverliezen | werkelijke ψ -waarden SBR-details + 25% | werkelijke ψ -waarden SBR-details + 25% | werkelijke ψ -waarden SBR-details + 25% | werkelijke ψ -waarden SBR-details + 25% |
| buitenzonwering | nee | zonwering oost / west / zuid | nee | nee |
| interne warmtecapaciteit | traditioneel, gemed zwaar | traditioneel, gemed zwaar | traditioneel, gemed zwaar | gemengd licht (250-500 kg/m ²) |
| infiltratie | $q_{v,10-kar}$ o.b.v. referentiemeting = 0,40 dm ³ /s·m ² | $q_{v,10-kar}$ o.b.v. referentiemeting = 0,15 dm ³ /s·m ² | $q_{v,10-kar}$ o.b.v. referentiemeting = 0,90 dm ³ /s·m ² | $q_{v,10-kar}$ o.b.v. referentiemeting = 0,40 dm ³ /s·m ² |
| Installatietechnisch | | | | |
| verwarming - opwekking | combiwarmtepomp - Mitsubishi Electric Ecodan Cylinderunit 5kW ADV35 buitenlicht (COP = 4,95) | combiwarmtepomp - Mitsubishi Electric Ecodan Cylinderunit 5kW ADV35 buitenlicht (COP = 4,95) | combiwarmtepomp - Mitsubishi Electric Ecodan Cylinderunit 5kW ADV35 buitenlicht (COP = 4,95) | combiwarmtepomp - Mitsubishi Electric Ecodan Cylinderunit 5kW ADV35 buitenlicht (COP = 4,95) |
| verwarming - afgifte | vloerverwarming | vloerverwarming | vloerverwarming | vloerverwarming |
| temperatuurniveau | < 35°C | < 35°C | < 35°C | < 35°C |
| aanvullende circulatiepomp | niet aanwezig | niet aanwezig | niet aanwezig | niet aanwezig |
| warmtapwater - opwekking | combiwarmtepomp | combiwarmtepomp | combiwarmtepomp | combiwarmtepomp |
| specificatie warmtapwatersysteem | combiwarmtepomp - Mitsubishi Electric Ecodan Cylinderunit 5kW ADV35 buitenlicht (COP = 2,3) | combiwarmtepomp - Mitsubishi Electric Ecodan Cylinderunit 5kW ADV35 buitenlicht (COP = 2,3) | combiwarmtepomp - Mitsubishi Electric Ecodan Cylinderunit 5kW ADV35 buitenlicht (COP = 2,3) | combiwarmtepomp - Mitsubishi Electric Ecodan Cylinderunit 5kW ADV35 buitenlicht (COP = 2,3) |
| leidinglengten | forfaitair | forfaitair | forfaitair | forfaitair |
| koeling | compressiekoelmachine - HT-afgifte - rjkoeling: 4,0 | compressiekoelmachine - HT-afgifte - rjkoeling: 4,0 | compressiekoelmachine - HT-afgifte - rjkoeling: 4,0 | compressiekoelmachine - HT-afgifte - rjkoeling: 4,0 |
| douchewarmtewisselaar | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| ventilatieprincipe | D2, gebalanceerde ventilatie met WTW | D5a, gebalanceerde ventilatie met WTW | C4a, natuurlijke toevoer, mechanische afvoer | C4a, natuurlijke toevoer, mechanische afvoer |
| specificatie ventilatiesysteem | Brink Renovent Excellent 400 | Brink Renovent Excellent 400 + CO2-sturing per verblijfsruimte | CO2-sturing zonder zonering | CO2-sturing zonder zonering |
| luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen | onbekend | onbekend | onbekend | onbekend |
| lengte kanaal | 2 m | 2 m | n.v.t. | n.v.t. |
| opgesteld vermogen ventilatoren | werkelijk - 85 W | werkelijk - 65 W | forfaitair | forfaitair |
| zonneboiler | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| kenmerken PV-panelen | 225 Wp/paneel, helling 45°, matig geventileerd | 225 Wp/paneel, helling 45°, matig geventileerd | 225 Wp/paneel, helling 45°, matig geventileerd | 225 Wp/paneel, helling 45°, matig geventileerd |
| PV-panelen | 1 PV-paneel zuid | 7 PV-panelen zuid | 14 PV-panelen zuid | 15 PV-panelen zuid |
| Rekenresultaten | | | | |
| EPC conform NEN 7120 | 0,42 (geen PV-panelen) 0,40 (1,6 m ² = 1 PV-paneel, 140 Wp/m ² - zuid - 45° - matig geventileerd) | 0,21 | | |
| BENG conform NEN 7120 | | | | |
| BENG 1 - energieluchtheit (maximale energiegebruik ≤ 25 kWh/m ²) | 54,1 kWh/m ² | 24,9 kWh/m ² | | |
| BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 25 kWh/m ²) | 58,4 kWh/m ² | 23,2 kWh/m ² | | |
| BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 50%) | 39% | 58% | | |
| BENG conform NTA 8800 ³⁾ | | | | |
| BENG 1 - energieluchtheit (maximale energiegebruik ≤ 25 kWh/m ²) | 70,6 kWh/m ² | 50,5 kWh/m ² | 84,8 kWh/m ² | 84,6 kWh/m ² |
| BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 30 kWh/m ²) | 48,6 kWh/m ² | 24,2 kWh/m ² | 29,4 kWh/m ² | 28,7 kWh/m ² |
| BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 50%) | 44% | 61% | 75% | 74% |
| CO ₂ -uitstoot per jaar (op basis van primair energiegebruik volgens NTA 8800) | 2166 kg | 1078 kg | 1311 kg | 1279 kg |
| Elektriciteitsgebruik (kWh per jaar op de meter) | 6372 kWh | 3170 kWh | 3855 kWh | 3761 kWh |
| EPV | | | | |
| Warmtevraag (conform NEN 7120) | 30,9 kWh/m ² | 17,3 kWh/m ² | | |
| Warmtevraag (conform NTA 8800) | 27,9 kWh/m ² | 17,6 kWh/m ² | 63,0 kWh/m ² | 51,5 kWh/m ² |



10. Energieconcept - Trebbe 6-spanner

Berekening conform NEN 7120:2011/C4+C5 en NTA 8800

| Projectgegevens | |
|-----------------|---|
| project | Onderzoek concept geadviseerde BENG-eisen |
| projectnummer | 20181960 |
| opdrachtgever | Lente Akkoord |
| datum | 27 februari 2019 |

| Uitgangspunten | |
|---------------------------|--|
| A_w/A_g | 0,96 |
| Percentage glas per gevel | zuid: 12%; west: 35%; noord: 12%; oost: 34% |
| Type woning | woongebouw |
| Oriëntatie | voorgevel noordwest |
| Berekeningsprogramma | Validatietool NTA 8800, versie 1.04 - januari 2019 |

| Bouwkundig | EPC: 0,4 - NEN 7120 | voorgenomen BENG eisen 2015 - NEN 7120 | concept geadviseerde BENG eisen 2018 - NTA 8800 |
|--------------------------|---|---|---|
| begane grondvloer | $R_c = 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| vloer boven AOR/buiten | $R_c = 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| gevel | $R_c = 5,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 5,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| plat dak | $R_c = 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| glas | HR++glas - ZTA-waarde 0,6 | triple-glas - ZTA-waarde 0,5 | HR++glas - ZTA-waarde 0,6 |
| raam | $U_w = 1,45 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w = 0,99 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w = 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| raam entree | $U_w = 1,45 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w = 0,99 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w = 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| deuren | $U_d = 1,45 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d = 0,99 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d = 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| lineaire warmteverliezen | ψ -waarden conform bijlage G NEN 1068 | ψ -waarden conform bijlage G NEN 1068 | forfaitair |
| bouwtype | traditioneel, gemed zwaar | traditioneel, gemed zwaar | traditioneel, gemed zwaar |
| buitenzonwering | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| infiltratie | o.b.v. gebouwenmerken ($q_{v-10,car} = 0,300 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$) | o.b.v. gebouwenmerken ($q_{v-10,car} = 0,300 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$) | $q_{v-10,car}$ forfaitair = $0,420 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$ |

| Installatietechnisch | EPC: 0,4 - NEN 7120 | voorgenomen BENG eisen 2015 - NEN 7120 | concept geadviseerde BENG eisen 2018 - NTA 8800 |
|---|--|---|--|
| verwarming - opwekking | individuele lucht water warmtepomp ($\eta = 4,95$) | individuele lucht water warmtepomp ($\eta = 4,95$) | individuele lucht water warmtepomp ($\eta = 4,95$) |
| verwarming - afgifte | vloerverwarming | vloerverwarming | vloerverwarming |
| aanvullende circulatiepomp | niet aanwezig | niet aanwezig | niet aanwezig |
| warmtapwater - opwekking | individuele lucht water warmtepomp | individuele lucht water warmtepomp | individuele lucht water warmtepomp |
| specificatie warmtapwatersysteem | $\eta = 1,4$ | $\eta = 1,4$ | $\eta = 1,4$ |
| leidinglengten | werkelijk | werkelijk | werkelijk |
| koeling | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| douchewarmtewisselaar | douchegoot-wtw, aangesloten op koudepoort | douchegoot-wtw, aangesloten op koudepoort | n.v.t. |
| ventilatiesysteem | douchemengkraan in inlaat toestel | douchemengkraan in inlaat toestel | C4a. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer |
| specificatie ventilatiesysteem | C4c. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer | C4c. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer | Orcon C4c MVS-15 systeem met CO2 sensor |
| luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen | Orcon C4c MVS-15 systeem met extra CO2 sensoren | Orcon C4c MVS-15 systeem met extra CO2 sensoren | LUKA B |
| lengte kanaal | LUKA B | LUKA B | n.v.t. |
| opgesteld vermogen ventilatoren | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| zonnepanelen | werkelijk: 340 W | werkelijk: 340 W | werkelijk: 340 W |
| kenmerken PV-panelen | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| PV-panelen | 280 Wp/paneel, helling 15°, sterk geventileerd | 325 Wp/paneel, helling 15°, sterk geventileerd | n.v.t. |
| | 54 PV-panelen oost-west | 122 PV-panelen oost-west | n.v.t. |

| Rekenresultaten | |
|--|-------------------------|
| EPC conform NEN 7120 | 0,38 |
| BENG conform NEN 7120 | |
| BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik $\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 26,9 kWh/m ² |
| BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik $\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 45,9 kWh/m ² |
| BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie $\geq 50\%$) | 39% |
| BENG conform NTA 8800 ¹⁾ | |
| BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik $\leq 70 \text{ kWh/m}^2$) | 44,3 kWh/m ² |
| BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik $\leq 50 \text{ kWh/m}^2$) | 30,5 kWh/m ² |
| BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie $\geq 40\%$) | 56% |
| CO ₂ uitstoot per jaar (op basis van primair energiegebruik volgens NTA 8800) | 18629 kg |
| Elektriciteitsgebruik (kWh per jaar op de meter) | 54792 kWh |
| EPV (op gebouwniveau) | |
| Warmtevraag (conform NEN 7120) | 23,3 kWh/m ² |
| Warmtevraag (conform NTA 8800) | 26,2 kWh/m ² |



11. Energieconcept - Vlietpoort te Den Haag

Berekening conform NEN 7120:2011/C4+C5 en NTA 8800

Projectgegevens

| | |
|---------------|---|
| project | Onderzoek concept geadviseerde BENG-eisen |
| projectnummer | 20181960 |
| opdrachtgever | Lente Akkoord |
| datum | 27 februari 2019 |

Uitgangspunten

| | |
|------------------------------|--|
| $A_{\text{gl}}/A_{\text{g}}$ | 0,82 |
| Percentage glas per gevel | zuidoost: 27%; zuidwest: 32%; noordwest: 28%; noordoost: 37% |
| Type woning | 27-2-2019 |
| Oriëntatie | woongebouw |
| Berekeningsprogramma | voorgevel noordwest |
| | Validatietool NTA 8800, versie 1.04 - januari 2019 |

| | EPC: 0,4 - NEN 7120 | voorgenomen BENG eisen 2015 - NEN 7120 | concept geadviseerde BENG eisen 2018 - NTA 8800 | concept geadviseerde BENG eisen 2018 - NTA 8800 ALTERNATIEF |
|--|---|--|--|--|
| Bouwkundig | | | | |
| begane grondvloer | $R_{\text{e}} = 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_{\text{e}} = 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_{\text{e}} = 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_{\text{e}} = 5,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| vloer boven AOR/buiten | $R_{\text{e}} = 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_{\text{e}} = 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_{\text{e}} = 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_{\text{e}} = 5,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| gevel | $R_{\text{e}} = 5,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_{\text{e}} = 5,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_{\text{e}} = 5,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_{\text{e}} = 7,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| plat dak | $R_{\text{e}} = 7,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_{\text{e}} = 7,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_{\text{e}} = 7,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_{\text{e}} = 9,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| glas | triple-glas - ZTA-waarde 0,5 | triple-glas - ZTA-waarde 0,5 | triple-glas - ZTA-waarde 0,5 | triple-glas - ZTA-waarde 0,5 |
| raam | $U_{\text{ra}} = 1,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_{\text{ra}} = 1,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_{\text{ra}} = 1,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_{\text{ra}} = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| raam entree | $U_{\text{ra}} = 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_{\text{ra}} = 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_{\text{ra}} = 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_{\text{ra}} = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| deuren | $U_{\text{d}} = 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_{\text{d}} = 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_{\text{d}} = 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_{\text{d}} = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| lineaire warmteverliezen | forfaitair | forfaitair | forfaitair | forfaitair |
| bouwtype | traditioneel, gemend zwaar | traditioneel, gemend zwaar | traditioneel, gemend zwaar | traditioneel, gemend zwaar |
| buitenzonering | n.v.t. | zonwering op zuidoost en zuidwest | zonwering op zuidoost en zuidwest | zonwering op zuidoost en zuidwest |
| infiltratie | o.b.v. gebouwkenmerken ($q_{\text{v},10,30,30} = 0,300 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$) | o.b.v. gebouwkenmerken ($q_{\text{v},10,30,30} = 0,300 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$) | o.b.v. gebouwkenmerken ($q_{\text{v},10,30,30} = 0,300 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$) | o.b.v. gebouwkenmerken ($q_{\text{v},10,30,30} = 0,150 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$) |
| Installatietechnisch | | | | |
| verwarming - opwekking | externe warmtelevering Utrecht en Nieuwegein ($\eta = 1,25$) | externe warmtelevering Utrecht en Nieuwegein ($\eta = 1,25$) | externe warmtelevering Utrecht en Nieuwegein ($\eta = 1,25$) | externe warmtelevering Utrecht en Nieuwegein ($\eta = 1,25$) |
| verwarming - afgifte | vloerverwarming | vloerverwarming | vloerverwarming | vloerverwarming |
| aanvullende circulatiepomp | niet aanwezig | niet aanwezig | niet aanwezig | niet aanwezig |
| warmtapwater - opwekking | externe warmtelevering - afleverset | externe warmtelevering - afleverset | externe warmtelevering - afleverset | externe warmtelevering - afleverset |
| specifieke warmtapwatersysteem | $\eta = 1,25$ | $\eta = 1,25$ | $\eta = 1,25$ | $\eta = 1,25$ |
| leidinglengten | werkelijk | werkelijk | werkelijk | werkelijk |
| koeling | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| douchewarmtewisselaar | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | douche wtw aangesloten op koudepoort mengkraan ($\eta = 0,4$) |
| ventilatieprincipe | D5a, gebalanceerde ventilatie met WTW | D5a, gebalanceerde ventilatie met WTW | D5a, gebalanceerde ventilatie met WTW | D5a, gebalanceerde ventilatie met WTW |
| specifieke ventilatiesysteem | Duco Energy System 325, 2-zone regeling met CO2 sensoren in alle VR | Duco Energy System 325, 2-zone regeling met CO2 sensoren in alle VR | Duco Energy System 325, 2-zone regeling met CO2 sensoren in alle VR | Duco Energy System 325, 2-zone regeling met CO2 sensoren in alle VR |
| luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen | LUKA C | LUKA C | LUKA C | LUKA C |
| lengte kanaal | 37 m | 37 m | 37 m | 37 m |
| opgesteld vermogen ventilatoren | werkelijk: 3600 W (132 stuks) | werkelijk: 3600 W (132 stuks) | werkelijk: 3600 W (132 stuks) | werkelijk: 3600 W (132 stuks) |
| zonneboiler | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| kenmerken PV-panelen | dak: 360 Wp/paneel, helling 15°, sterk geventileerd | dak: 360 Wp/paneel, helling 15°, sterk geventileerd | dak: 360 Wp/paneel, helling 15°, sterk geventileerd | dak: 360 Wp/paneel, helling 15°, sterk geventileerd |
| PV-panelen | 90 PV-panelen zuidwest | 90 PV-panelen zuidwest gevel: 360 Wp/paneel, helling 90°, matig geventileerd 460 PV-panelen zuidwest + 460 PV-panelen zuidoost | 90 PV-panelen zuidwest gevel: 360 Wp/paneel, helling 90°, matig geventileerd 205 PV-panelen zuidwest + 205 PV-panelen zuidoost | 90 PV-panelen zuidwest gevel: 360 Wp/paneel, helling 90°, matig geventileerd 160 PV-panelen zuidwest + 160 PV-panelen zuidoost |
| Rekenresultaten | | | | |
| EPC conform NEN 7120 | 0,40 | 0,024 | | |
| BENG conform NEN 7120 | | | | |
| BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik $\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 27,4 kWh/m ² | 22,7 kWh/m ² | | |
| BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik $\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 49,8 kWh/m ² | 24,1 kWh/m ² | | |
| BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie $\geq 50\%$) | 6% | 50% | | |
| BENG conform NTA 8800 ¹⁾ | | | | |
| BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik $\leq 70 \text{ kWh/m}^2$) | 52,0 kWh/m ² | 50,7 kWh/m ² | 49% hernieuwbaar | 49% hernieuwbaar |
| BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik $\leq 50 \text{ kWh/m}^2$) | 39,6 kWh/m ² | 35,5 kWh/m ² | 49% hernieuwbaar | 41% hernieuwbaar |
| BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie $\geq 40\%$) | 10% | 67% | 49% hernieuwbaar | 49% hernieuwbaar |
| CO ₂ uitstoot per jaar (op basis van primair energiegebruik volgens NTA 8800) | 69329 kg | 2826 kg | 40088 kg | 32893 kg |
| Electriciteitsgebruik (kWh per jaar op de meter) | -13505 kWh | -13505 kWh | -10610 kWh | -13505 kWh |
| Warmtelevering (primaire warmte/koude behoefte) | 1565,4 GJ | 1580,5 GJ | 1580,5 GJ | 1295,0 GJ |
| EPV (op gebouwniveau) | | | | |
| Warmtevraag (conform NEN 7120) | 18,6 kWh/m ² | 18,5 kWh/m ² | | |
| Warmtevraag (conform NTA 8800) | 19,0 kWh/m ² | 20,0 kWh/m ² | 20,0 kWh/m ² | 14,9 kWh/m ² |



12. Energieconcept - Frank is een Binck te Den Haag

Berekening conform NEN 7120:2011/C4+C5 en NTA 8800

| Projectgegevens | |
|-----------------|---|
| project | Onderzoek concept geadviseerde BENG-eisen |
| projectnummer | 20181960 |
| opdrachtgever | Lente Akkoord |
| datum | 27 februari 2019 |

| Uitgangspunten | |
|---------------------------|--|
| A_w/A_g | 0,85 |
| Percentage glas per gevel | zuidoost: 76%; zuidwest: 23%; noordwest: 60%; noordoost: 43% |
| Type woning | woongebouw (alleen hoge woontoren) |
| Oriëntatie | voorgevel noordoost |
| Berekeningsprogramma | Validatietool NTA 8800, versie 1.04 - januari 2019 |

| Bouwkundig | EPC: 0,4 - NEN 7120 | voorgenomen BENG eisen 2015 - NEN 7120 | concept geadviseerde BENG eisen 2018 - NTA 8800 |
|--------------------------|---|---|---|
| begane grondvloer | $R_c = 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| vloer boven AOR/buiten | $R_c = 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| gevel | $R_c = 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| plat dak | $R_c = 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 8,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ | $R_c = 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$ |
| glas | triple-glas - ZTA-waarde 0,3 | triple-glas - ZTA-waarde 0,5 | HR++glas - ZTA-waarde 0,6 |
| raam | $U_w = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w = 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| raam entree | $U_w = 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d = 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| deuren | $U_d = 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_d = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $U_w = 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| lineaire warmteverliezen | forfaitair | forfaitair | forfaitair |
| bouwtype | traditioneel, gemed zwaar | traditioneel, gemed zwaar | traditioneel, gemed zwaar |
| buitenzonwering | n.v.t. | zonwering op alle gevels | n.v.t. |
| infiltratie | o.b.v. gebouwkenmerken ($q_{v-10,kr} = 0,300 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$) | o.b.v. gebouwkenmerken ($q_{v-10,kr} = 0,150 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$) | $q_{v-10,kr}$ forfaitair = $0,420 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$ |

| Installatietechnisch | EPC: 0,4 - NEN 7120 | voorgenomen BENG eisen 2015 - NEN 7120 | concept geadviseerde BENG eisen 2018 - NTA 8800 |
|---|--|--|--|
| verwarming - opwekking | collectieve bodem warmtepomp ($\eta = 5$) (niet preferent: stadsverwarming: kan niet worden ingevuld) | collectieve bodem warmtepomp ($\eta = 5$) (niet preferent: stadsverwarming: kan niet worden ingevuld) | collectieve bodem warmtepomp ($\eta = 5$) (niet preferent: stadsverwarming: kan niet worden ingevuld) |
| verwarming - afgifte | vloerverwarming | vloerverwarming | vloerverwarming |
| temperatuurniveau | lage temperatuur | lage temperatuur | lage temperatuur |
| aanvullende circulatiepomp | aanwezig | aanwezig | aanwezig |
| warmtapwater - opwekking | collectieve bodem warmtepomp | collectieve bodem warmtepomp | collectieve bodem warmtepomp |
| specificatie warmtapwatersysteem | $\eta = 3,6$ (niet preferent: stadsverwarming: kan niet worden ingevuld) | $\eta = 3,6$ (niet preferent: stadsverwarming: kan niet worden ingevuld) | $\eta = 3,6$ (niet preferent: stadsverwarming: kan niet worden ingevuld) |
| leidinglengten | werkelijk | werkelijk | werkelijk |
| koeling | bodemkoeling | bodemkoeling | bodemkoeling |
| douchewarmtewisselaar | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| ventilatiesysteem | D5a. gebalanceerde ventilatie met WTW | D5a. gebalanceerde ventilatie met WTW | C4a. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer |
| specificatie ventilatiesysteem | CO2-sturing, met zonering | Brink Renovent Excellent 400 | CO2-sturing zonder zonering |
| luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen | LUKA C | LUKA D | LUKA C |
| lengte kanaal | onbekend | onbekend | n.v.t. |
| opgesteld vermogen ventilatoren | forfaitair | forfaitair | forfaitair |
| zonneboiler | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. |
| kenmerken PV-panelen | 350 Wp/paneel, helling 20°, sterk geventileerd | 350 Wp/paneel, helling 20°, sterk geventileerd | n.v.t. |
| PV-panelen | 220 PV-panelen zuidoost | 325 PV-panelen zuidoost | n.v.t. |

| Rekenresultaten | EPC: 0,4 - NEN 7120 | voorgenomen BENG eisen 2015 - NEN 7120 | concept geadviseerde BENG eisen 2018 - NTA 8800 |
|--|-------------------------|--|---|
| EPC conform NEN 7120 | 0,40 | 0,26 | |
| BENG conform NEN 7120 | | | |
| BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik $\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 44,5 kWh/m ² | 25,0 kWh/m ² | |
| BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik $\leq 25 \text{ kWh/m}^2$) | 44,9 kWh/m ² | 24,3 kWh/m ² | |
| BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie $\geq 50\%$) | 42% | 50% | |
| BENG conform NTA 8800 ¹⁾ | | | |
| BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik $\leq 70 \text{ kWh/m}^2$) | 60,7 kWh/m ² | 51,7 kWh/m ² | 69,3 kWh/m ² |
| BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik $\leq 50 \text{ kWh/m}^2$) | 19,0 kWh/m ² | 9,6 kWh/m ² | 37,5 kWh/m ² |
| BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie $\geq 40\%$) | 74% | 86% | 62% |
| CO ₂ uitstoot per jaar (op basis van primair energiegebruik volgens NTA 8800) | 32877 kg | 16641 kg | 64935 kg |
| Elektriciteitsgebruik (kWh per jaar op de meter) | 96696 kWh | 48945 kWh | 190985 kWh |
| EPV (op gebouwniveau) | | | |
| Warmtevraag (conform NEN 7120) | | | |
| Warmtevraag (conform NTA 8800) | 31,3 kWh/m ² | 19,0 kWh/m ² | 44,9 kWh/m ² |

Bijlage 2

Gevoeligheidsanalyses

Analyse hoek- en tussenwoning BENG 2018
Berekening conform NTA 8800

| Projectgegevens | |
|-----------------|--|
| projectnummer | Onderzoek concept geïsoleerde BENG-eisen |
| opdrachtgever | 20181960 |
| datum | Lente Akkoord |
| | 27 februari 2019 |



| Uitgangspunten | |
|----------------------|---|
| Energieconcept | Basisconcept zoveel mogelijk voor alle woningtypen gelijk |
| Oriëntatie | grondgebonden woningen: voorgevel noordwest/zuidwest |
| Bouwkundig | Rc: 3,5/4,5/6,0 m2K/W + Uw: 1,65 W/m2K + q _{iso} : forfaitair |
| Installatietechnisch | grondgebonden woningen: lucht/water warmtepomp (verwarming: COP = 5,0, tapwater: COP = 1,8) + WTW |
| | woongebouw: collectieve bodem/water warmtepomp (verwarming: COP = 5,0, tapwater: COP = 1,8) + WTW |
| PV-panelen | HW: 3 panelen / TW: 1 paneel / WG: geen PV-panelen |

| BENG indicator | Tussenwoning | | | | | Hoekwoning | | | | | Woongebouw | | | | | | | | |
|---|-----------------|------------------|------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|-------|
| | Energiebehoefte | ΔEnergiebehoefte | Primaire energie | ΔPrimaire energie | Hernieuwbare energie | ΔHernieuwbare energie | Energiebehoefte | ΔEnergiebehoefte | Primaire energie | ΔPrimaire energie | Hernieuwbare energie | ΔHernieuwbare energie | Energiebehoefte | ΔEnergiebehoefte | Primaire energie | ΔPrimaire energie | Hernieuwbare energie | ΔHernieuwbare energie | |
| Uitkomst basisconcept | 54,7 kWh/m² | | 29,4 kWh/m² | | 54,1 % | | 69,1 kWh/m² | | 28,4 kWh/m² | | 66 % | | 60,6 kWh/m² | | 45,3 kWh/m² | | 56 % | | |
| Gebouwtentworp | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Glaspercentage | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Glaspercentage +20% | 56,0 kWh/m² | 1,3 kWh/m² | 29,6 kWh/m² | 0,2 kWh/m² | 54,3 % | 0,2 % | 69,7 kWh/m² | 0,6 kWh/m² | 28,4 kWh/m² | 0,1 kWh/m² | 65,8 % | 0,0 % | 65,3 kWh/m² | 4,6 kWh/m² | 46,3 kWh/m² | 0,9 kWh/m² | 57,9 % | 0,5 % | |
| Glaspercentage -20% | 53,8 kWh/m² | -0,9 kWh/m² | 29,3 kWh/m² | -0,2 kWh/m² | 54,0 % | -0,1 % | 69,0 kWh/m² | -0,2 kWh/m² | 28,5 kWh/m² | 0,1 kWh/m² | 65,6 % | -0,2 % | 56,7 kWh/m² | -4,0 kWh/m² | 44,1 kWh/m² | -1,2 kWh/m² | 54,5 % | -1,9 % | |
| Kopersopties: uitbouw / dakraam | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Uitbouw 1200 mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dakraam | 55,8 kWh/m² | 1,0 kWh/m² | 29,3 kWh/m² | -0,1 kWh/m² | 54,9 % | 0,8 % | 69,7 kWh/m² | 0,6 kWh/m² | 28,5 kWh/m² | 0,1 kWh/m² | 65,7 % | -0,1 % | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | |
| Ramen in kopgevel (4 m²) | 55,3 kWh/m² | 0,5 kWh/m² | 29,4 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 54,1 % | 0,0 % | 69,1 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 28,3 kWh/m² | -0,1 kWh/m² | 65,8 % | 0,0 % | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | |
| Erker (voorgevel, 3 m breed) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dakkapel (voorgevel, 2,2 m breed) | 58,7 kWh/m² | 4,0 kWh/m² | 29,9 kWh/m² | 0,5 kWh/m² | 55,3 % | 1,2 % | 70,7 kWh/m² | 1,6 kWh/m² | 28,8 kWh/m² | 0,4 kWh/m² | 65,9 % | 0,1 % | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | |
| | 57,3 kWh/m² | 2,6 kWh/m² | 29,8 kWh/m² | 0,3 kWh/m² | 54,9 % | 0,8 % | 71,7 kWh/m² | 2,6 kWh/m² | 28,6 kWh/m² | 0,4 kWh/m² | 66,0 % | 0,2 % | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | |
| | | | | | | | 70,9 kWh/m² | 1,7 kWh/m² | 28,7 kWh/m² | 0,3 kWh/m² | 65,9 % | 0,1 % | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | |
| Oriëntatie (voorgevel) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oriëntatie (voorgevel noordwest) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| West | 56,9 kWh/m² | 2,1 kWh/m² | 30,8 kWh/m² | 1,4 kWh/m² | 53,8 % | -0,3 % | 71,6 kWh/m² | 2,5 kWh/m² | 31,0 kWh/m² | 2,7 kWh/m² | 64 % | -2 % | 59,5 kWh/m² | -1,2 kWh/m² | 44,8 kWh/m² | -0,5 kWh/m² | 56 % | -1 % | |
| Zuidwest | 57,2 kWh/m² | 2,5 kWh/m² | 30,3 kWh/m² | 0,9 kWh/m² | 55,1 % | 1,0 % | 72,5 kWh/m² | 3,3 kWh/m² | 29,5 kWh/m² | 0,3 kWh/m² | 66 % | 0 % | 60,9 kWh/m² | 1,2 kWh/m² | 45,4 kWh/m² | 0,3 kWh/m² | 57 % | 0 % | |
| Zuid | 56,9 kWh/m² | 2,1 kWh/m² | 30,1 kWh/m² | 0,6 kWh/m² | 55,4 % | 1,3 % | 72,2 kWh/m² | 3,1 kWh/m² | 28,8 kWh/m² | 0,5 kWh/m² | 67 % | 1 % | 61,6 kWh/m² | 1,0 kWh/m² | 45,5 kWh/m² | 0,2 kWh/m² | 57 % | 0 % | |
| Zuidoost | 57,8 kWh/m² | 3,1 kWh/m² | 30,4 kWh/m² | 1,0 kWh/m² | 55,2 % | 1,1 % | 72,4 kWh/m² | 3,3 kWh/m² | 29,5 kWh/m² | 0,3 kWh/m² | 66 % | 0 % | 61,0 kWh/m² | 1,2 kWh/m² | 45,4 kWh/m² | 0,1 kWh/m² | 56 % | 0 % | |
| Oost | 57,9 kWh/m² | 3,1 kWh/m² | 30,8 kWh/m² | 1,3 kWh/m² | 54,1 % | 0,0 % | 71,7 kWh/m² | 2,6 kWh/m² | 30,9 kWh/m² | 2,6 kWh/m² | 64 % | -2 % | 59,6 kWh/m² | -1,0 kWh/m² | 45,1 kWh/m² | -0,2 kWh/m² | 56 % | -1 % | |
| Noordoost | 55,4 kWh/m² | 0,6 kWh/m² | 29,4 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 54,2 % | 0,1 % | 69,2 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 28,4 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 66 % | 0 % | 60,8 kWh/m² | 0,1 kWh/m² | 45,4 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 56 % | 0 % | |
| Noord | 53,2 kWh/m² | -1,5 kWh/m² | 28,7 kWh/m² | -0,8 kWh/m² | 54,3 % | 0,2 % | 67,4 kWh/m² | -1,7 kWh/m² | 27,1 kWh/m² | -1,2 kWh/m² | 67 % | 1 % | 61,2 kWh/m² | 0,6 kWh/m² | 45,5 kWh/m² | 0,1 kWh/m² | 56 % | 0 % | |
| Bouwkundig | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rc-waarde scheidingsconstructies (Rc vloer/gevel/dak: 3,5/4,5/6,0) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bouwbesluit + (Rc vloer/gevel/dak: 5,0/6,0/7,0) | 52,6 kWh/m² | -2,1 kWh/m² | 28,7 kWh/m² | -0,7 kWh/m² | 53,3 % | -0,8 % | 64,6 kWh/m² | -4,6 kWh/m² | 26,8 kWh/m² | -1,5 kWh/m² | 65,2 % | -0,6 % | 59,8 kWh/m² | -0,9 kWh/m² | 45,0 kWh/m² | -0,3 kWh/m² | 56,3 % | -0,1 % | |
| Passief (Rc vloer/gevel/dak: 7,0/9,0/10,0) | 50,1 kWh/m² | -4,7 kWh/m² | 27,6 kWh/m² | -1,8 kWh/m² | 52,3 % | -1,8 % | 59,6 kWh/m² | -9,6 kWh/m² | 25,1 kWh/m² | -3,2 kWh/m² | 64,5 % | -1,3 % | 58,9 kWh/m² | -1,8 kWh/m² | 44,7 kWh/m² | -0,6 kWh/m² | 56,2 % | -0,2 % | |
| Passief+12 (Rc vloer/gevel/dak: 7,0/9,0/12,0) - optioneel | 49,5 kWh/m² | -5,2 kWh/m² | 27,4 kWh/m² | -2,0 kWh/m² | 52,1 % | -2,0 % | 59,0 kWh/m² | -10,1 kWh/m² | 25,0 kWh/m² | -3,4 kWh/m² | 64,4 % | -1,4 % | 58,8 kWh/m² | -1,8 kWh/m² | 44,7 kWh/m² | -0,7 kWh/m² | 56,2 % | -0,2 % | |
| U-waarde gevelopeningen (U_{iso} ≤ 1,65 W/m²K - ZTA: 0,6) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| U _{iso} ≤ 1,20 W/m²K - ZTA: 0,6 | 51,3 kWh/m² | -3,5 kWh/m² | 28,0 kWh/m² | -1,4 kWh/m² | 52,9 % | -1,2 % | 65,5 kWh/m² | -3,7 kWh/m² | 27,1 kWh/m² | -1,2 kWh/m² | 65,3 % | -0,5 % | 56,7 kWh/m² | -4,0 kWh/m² | 43,5 kWh/m² | -1,8 kWh/m² | 56,1 % | -0,3 % | |
| U _{iso} ≤ 1,00 W/m²K - ZTA: 0,5 | 50,6 kWh/m² | -4,1 kWh/m² | 28,2 kWh/m² | -1,3 kWh/m² | 52,6 % | -1,5 % | 65,5 kWh/m² | -3,6 kWh/m² | 27,3 kWh/m² | -1,0 kWh/m² | 65,2 % | -0,6 % | 53,3 kWh/m² | -7,3 kWh/m² | 42,6 kWh/m² | -2,8 kWh/m² | 54,3 % | -2,1 % | |
| U _{iso} ≤ 0,80 W/m²K - ZTA: 0,5 | 49,0 kWh/m² | -5,7 kWh/m² | 27,6 kWh/m² | -1,8 kWh/m² | 51,9 % | -2,2 % | 63,8 kWh/m² | -5,3 kWh/m² | 26,6 kWh/m² | -1,7 kWh/m² | 65,1 % | -0,7 % | 51,5 kWh/m² | -9,2 kWh/m² | 41,9 kWh/m² | -3,4 kWh/m² | 54,3 % | -2,1 % | |
| Zonwering/zomernachtventilatie/ZTA-waarde (geen zonwering / ZTA: 0,6) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| buitenzonwering achtergevel begane grond en verdieping zuidoost | 56,4 kWh/m² | 1,7 kWh/m² | 30,1 kWh/m² | 0,7 kWh/m² | 54,9 % | 0,8 % | 71,9 kWh/m² | 2,7 kWh/m² | 29,6 kWh/m² | 1,2 kWh/m² | 65,8 % | 0,0 % | 58,7 kWh/m² | -1,9 kWh/m² | 44,8 kWh/m² | -0,5 kWh/m² | 54,0 % | -2,4 % | |
| binnenzonwering achtergevel begane grond en verdieping noordwest | 55,8 kWh/m² | 1,1 kWh/m² | 29,9 kWh/m² | 0,4 kWh/m² | 54,6 % | 0,5 % | 71,1 kWh/m² | 1,9 kWh/m² | 29,2 kWh/m² | 0,8 kWh/m² | 65,9 % | 0,1 % | 58,9 kWh/m² | -1,8 kWh/m² | 44,9 kWh/m² | -0,5 kWh/m² | 54,5 % | -1,9 % | |
| zonmerchventilatie (tweezijdig) | 53,1 kWh/m² | -1,6 kWh/m² | 29,4 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 54,1 % | 0,0 % | 68,4 kWh/m² | -0,7 kWh/m² | 28,4 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 65,8 % | 0,0 % | 60,6 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 45,3 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 56,4 % | 0,0 % | |
| glas ZTA-waarde 0,4 | 57,6 kWh/m² | 2,9 kWh/m² | 30,6 kWh/m² | 1,1 kWh/m² | 55,3 % | 1,2 % | 73,4 kWh/m² | 4,2 kWh/m² | 30,1 kWh/m² | 1,7 kWh/m² | 66,0 % | 0,2 % | 59,7 kWh/m² | -1,0 kWh/m² | 45,3 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 54,0 % | -2,4 % | |
| Warmte accumulatie (>250 kg/m²) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Skeletbouw (250-500 kg/m²) | 59,6 kWh/m² | 4,9 kWh/m² | 29,7 kWh/m² | 0,3 kWh/m² | 54,5 % | 0,4 % | 74,3 kWh/m² | 5,2 kWh/m² | 28,9 kWh/m² | 0,5 kWh/m² | 0,7 % | -65,1 % | 4,62 | 68,2 kWh/m² | 7,6 kWh/m² | 47,1 kWh/m² | 1,8 kWh/m² | 58,6 % | 2,2 % |
| Skeletbouw (<250 kg/m²) | 67,3 kWh/m² | 12,6 kWh/m² | 30,6 kWh/m² | 1,2 kWh/m² | 55,0 % | 0,9 % | 82,2 kWh/m² | 13,1 kWh/m² | 30,0 kWh/m² | 1,6 kWh/m² | 0,7 % | -65,1 % | 5,31 | 78,6 kWh/m² | 18,0 kWh/m² | 50,0 kWh/m² | 4,7 kWh/m² | 61,4 % | 5,0 % |
| Infiltratie (qV10-waarde: forfaitair o.d.v. gebouwenmerken) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Infiltratie (q _{iso} -waarde: 0,40 dm³/s/m²) | 51,2 kWh/m² | -3,6 kWh/m² | 28,2 kWh/m² | -1,2 kWh/m² | 52,7 % | -1,4 % | 63,7 kWh/m² | -5,4 kWh/m² | 26,6 kWh/m² | -1,8 kWh/m² | 65,1 % | -0,7 % | 59,1 kWh/m² | -1,6 kWh/m² | 43,8 kWh/m² | -1,5 kWh/m² | 56,3 % | -0,1 % | |
| woongebouw (q _{iso} -waarde: 0,30 dm³/s/m²) | | | | | | | 60,6 kWh/m² | -8,6 kWh/m² | 25,5 kWh/m² | -2,8 kWh/m² | 64,7 % | -1,1 % | 57,1 kWh/m² | -3,5 kWh/m² | 44,8 kWh/m² | -0,5 kWh/m² | 55,9 % | -0,5 % | |
| Infiltratie (q _{iso} -waarde: 0,15 dm³/s/m²) | 48,1 kWh/m² | -6,6 kWh/m² | 27,0 kWh/m² | -2,4 kWh/m² | 51,5 % | -2,6 % | | | | | | | | | | | | | |
| Installatie - W | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Verwarming/warmtapwater | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| woningen: lucht/water warmtepomp + vloerverwarming | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| woongebouw: bodem/water warmtepomp + vloerverwarming | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Warmtepomp met hoger rendement + vrije koeling (COP verw.: 6,0 / COP tap.: 1,95) | 54,7 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 29,9 kWh/m² | 0,5 kWh/m² | 59,8 % | 5,7 % | 69,1 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 27,9 kWh/m² | -0,4 kWh/m² | 69,5 % | 3,7 % | 60,6 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 41,2 kWh/m² | -4,1 kWh/m² | 59,3 % | 2,9 % | |
| Elektrische verwarming + elec. boiler (COP verw.: 1,0 / COP tap.: 1,0) | 54,7 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 92,8 kWh/m² | 63,3 kWh/m² | 3,1 % | -51,0 % | 69,1 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 111,1 kWh/m² | 82,8 kWh/m² | 7,5 % | -58,3 % | 60,6 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 92,7 kWh/m² | 47,4 kWh/m² | 0,0 % | -56,4 % | |
| Externe warmtelevering (100%), 0% hernieuwbaar | 54,7 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 47,5 kWh/m² | 18,1 kWh/m² | 6,0 % | -48,1 % | 69,1 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 37,3 kWh/m² | 8,9 kWh/m² | 19,6 % | -46,2 % | 60,6 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 74,1 kWh/m² | 28,8 kWh/m² | 0,0 % | -56,4 % | |
| Externe warmtelevering (195%), 0% hernieuwbaar | 54,7 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 26,8 kWh/m² | -2,7 kWh/m² | 10,1 % | -44,0 % | 69,1 kWh/m² | -2,7 kWh/m² | 29,1 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 23,8 % | -42,0 % | 60,6 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 39,9 kWh/m² | -5,4 kWh/m² | 0,0 % | -56,4 % | |
| Externe warmtelevering (195%), 49 % hernieuwbaar | 54,7 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 26,8 kWh/m² | -2,7 kWh/m² | 50,7 % | -3,4 % | 69,1 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 29,1 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 59,1 % | -6,7 % | 60,6 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 39,9 kWh/m² | -5,4 kWh/m² | 47,6 % | -8,8 % | |
| Warmtapwater | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| lucht/water warmtecoono | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Zonnecollector, 2,4 m² | 54,7 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 26,0 kWh/m² | -3,4 kWh/m² | 58,9 % | 4,8 % | 69,1 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 24,9 kWh/m² | -3,4 kWh/m² | 69,6 % | 3,8 % | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | |
| Douche-WTW, rendement 0,5 | 54,7 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 26,0 kWh/m² | -3,4 kWh/m² | 56,0 % | 1,9 % | 69,1 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 24,9 kWh/m² | -3,4 kWh/m² | 68,0 % | 2,2 % | 60,6 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 41,3 kWh/m² | -4,0 kWh/m² | 58,6 % | 2,2 % | |
| Ventilatiesysteem (D202 WTW-sturing, zonder zonering of sturing, volledige bypass) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C4a CO2-sturing (één CO2-sensor) | 54,7 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 39,1 kWh/m² | 9,6 kWh/m² | 57,5 % | 3,4 % | 69,1 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 38,2 kWh/m² | 9,9 kWh/m² | 65,6 % | -0,2 % | 60,6 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 45,2 kWh/m² | -0,1 kWh/m² | 56,6 % | 0,2 % | |
| C4c CO2-sturing op alle VR | 54,7 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 35,6 kWh/m² | 6,2 kWh/m² | 57,0 % | 2,9 % | 69,1 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 34,7 kWh/m² | 6,4 kWh/m² | 65,8 % | 0,0 % | 60,6 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 42,2 kWh/m² | -3,1 kWh/m² | 55,3 % | -1,1 % | |
| D5a WTW met CO2-sturing met twee of meer zones | 54,7 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 27,7 kWh/m² | -1,7 kWh/m² | 54,2 % | 0,1 % | 69,1 kWh/m² | -1,7 kWh/m² | 26,6 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 66,4 % | 0,6 % | 60,6 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 40,3 kWh/m² | -5,0 kWh/m² | 55,1 % | -1,3 % | |
| E1 gecombineerd (deentraal D en centraal C) | 54,7 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 28,0 kWh/m² | -1,5 kWh/m² | 55,4 % | 1,3 % | 69,1 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 26,9 kWh/m² | -1,5 kWh/m² | 66,9 % | 1,1 % | 60,6 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 37,7 kWh/m² | -7,6 kWh/m² | 53,9 % | -2,5 % | |
| Installatie - E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PV-panelen - grondgebonden woningen (1 PV-paneel tussenwoning & 3 PV-panelen hoekwoning) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 panelen - 295 Wp/paneel zuid-oost | 54,7 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 2,1 kWh/m² | -27,3 kWh/m² | 96,6 % | 42,5 % | 69,1 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 7,1 kWh/m² | -21,2 kWh/m² | 91,4 % | 25,6 % | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | |
| 15 panelen - 295 Wp/paneel zuid-oost | 54,7 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | -13,0 kWh/m² | -42,5 kWh/m² | 120,2 % | 66,1 % | 69,1 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | -8,1 kWh/m² | -36,4 kWh/m² | 109,6 % | 43,8 % | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | |
| 20 panelen - 295 Wp/paneel zuid-oost | 54,7 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | -28,2 kWh/m² | -57,6 kWh/m² | 143,9 % | 89,8 % | 69,1 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | -23,2 kWh/m² | -51,6 kWh/m² | 127,9 % | 62,1 % | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | n.v.t. | |
| PV-panelen - woongebouw (geen PV-panelen woongebouw) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 100 panelen - 295 Wp/paneel zuid-oost | | | | | | | | | | | | | 60,6 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 41,4 kWh/m² | -3,9 kWh/m² | 60,1 % | 3,7 % | |
| 150 panelen - 295 Wp/paneel zuid-oost | | | | | | | | | | | | | 60,6 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 39,5 kWh/m² | -5,9 kWh/m² | 62,0 % | 5,6 % | |
| 200 panelen - 295 Wp/paneel zuid-oost | | | | | | | | | | | | | 60,6 kWh/m² | 0,0 kWh/m² | 37,5 kWh/m² | -7,8 kWh/m² | 63,9 % | 7,5 % | |
| Wijziging | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Bijlage 3

Vragen vanuit themagroep BENG

Vanuit de themagroep BENG/Lente Akkoord zijn verschillende deelvragen aangeleverd. Deze deelvragen zijn beantwoord in hoofdstuk 4 en 5. Het betreft de volgende deelvragen:

BENG 1

1. Wat zijn de uitkomsten (in kWh, in investering en energierekening) met isolatiepakketten beter dan Bouwbesluit?
2. Wat zijn de uitkomsten (in kWh, in investering en energierekening) met triple glas/U-waarde lager dan 1,4 W/m²K?
3. Wat zijn de te verwachte energielasten per jaar voor de bewoner (bij vast fictief huishoudelijk elektriciteitsgebruik)?
4. Hoe pakken de gangbare kopersopties (uitbouw) uit in de NTA 8800? En eventueel inpandige balkons?
5. Hoeveel glasoppervlak is mogelijk bij BENG 1 van 70 kWh/m² voor woningen? En voor appartementen?
6. Wat zijn de kosten bij BENG 1 op 50 kWh/m² en bij 60 kWh/m² voor grondgebonden woningen?
7. Wat is het effect van de oriëntatie op BENG 1?
8. Wat is het effect van een erker en dakkapel op BENG -1?

BENG 2 en 3

9. Welke BENG-waarden moeten ongeveer behaald worden om een NOM woning te realiseren?
10. Welke BENG waarden moeten gehaald worden om bouwkundig energieneutraal/EPC nul/CO₂-neutraal te zijn?
11. Wat is de invloed van de PEF van 69% op deze waarden?
12. Wat gebeurt er als er wordt uitgegaan van een PEF van circa 50%?
13. Wat gaat de vierde factor, de temperatuuroverschrijding TO doen? Momenteel is nog geen grenswaarde vastgelegd voor TO_{juli}, de resultaten uit de rekentool zijn informatief.
14. Hoe gaan de verschillende vormen van zonwering (binnen/buiten) doorwerken in BENG?
15. Wat zijn de investeringskosten bij BENG 2 op 25 kWh/m² voor grondgebonden woningen?
16. Wat zijn de investeringskosten bij BENG 2 op 40 kWh/m² voor appartementen?
17. Wat doet de bodemwarmtepomp in de BENG-eisen? En de luchtwarmtepomp? En de ventilatiewarmtepomp (in een kleine woning of appartement?)
18. Met NTA en concept BENG-eis; hoe staan NOM (definitie koop) en ENG (EPC =0) woningen er nu voor? (alleen vergelijken voor de standaard tussenwoning is voor nu voldoende)



Vestiging Utrecht

Atoomweg 400
Postbus 40217
3504 AA Utrecht
T 030-241 34 27

Vestiging Zwolle

Dr. Van Lookeren -
Campagneweg 16
Postbus 40147
8004 DC Zwolle
T 038-467 00 30

www.nieman.nl
info@nieman.nl