



NIEMAN[®]

DE RAADGEVENDE INGENIEURS

CONSEQUENTIES

DEFINITIEVE BENG-EISEN

EN TO JULI

Lente-akkoord

24 oktober 2019

Partner in 't hart van de bouw!

CONSEQUENTIES DEFINITIEVE BENG-EISEN EN TOEGELIJDING

Definitieve BENG-eisen - Lente akkoord

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
info@nieman.nl
www.nieman.nl

Uitgevoerd door: Mevrouw ir. M. Cornelisse
De heer ing. T.G. Haytink
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: 20181960.001 / 17871

Status: Definitief

Datum: 24 oktober 2019

Inhoudsopgave

Hoofdstuk 1	Inleiding	2
Hoofdstuk 2	Uitgangspunten	3
2.1	Praktijkprojecten	3
2.2	Definitieve BENG-eisen	4
2.3	Eis temperatuuroverschrijding - TO_{juli}	6
2.4	Beperkingen TO_{juli}	6
2.5	Maatregelen TO_{juli}	7
Hoofdstuk 3	Analyse BENG-eisen en TO_{juli}	9
3.1	Analyse praktijkprojecten BENG en TO_{juli}	9
3.2	Analyse TO_{juli} praktijkprojecten grondgebonden woningen	22
3.3	Analyse TO_{juli} praktijkprojecten appartementen	23
3.4	Gevoeligheidsanalyse TO_{juli}	24
3.4.1	<i>Gevoeligheidsanalyse TO_{juli} grondgebonden woningen</i>	24
3.4.2	<i>Gevoeligheidsanalyse TO_{juli} appartement</i>	25
3.4.3	<i>Warmte accumulerend vermogen</i>	27
Hoofdstuk 4	Conclusie	28
Bijlage 1 -	Energieconcepten	
Bijlage 2 -	TO_{juli} op appartement niveau	
Bijlage 3 -	Gevoeligheidsanalyse TO_{juli}	

Hoofdstuk 1 Inleiding

In februari 2019 heeft Nieman Raadgevende Ingenieurs in opdracht van het Lente Akkoord een onderzoek uitgevoerd naar de consequenties van de concept geadviseerde BENG-eisen ("2019.02.27 Onderzoek concept geadviseerde BENG-eisen 2018"). De rapportage van februari 2019 is uitgewerkt met het oog op de internetconsultatie van de concept BENG-eisen. Dit onderzoek is verricht voor 12 referentieprojecten van verschillende bouwers en ontwikkelaars.

Inmiddels zijn de definitieve BENG-eisen en de eis voor het indicatiegetal TO_{juli} door het Ministerie van BZK bekend gemaakt. De consequenties van de definitieve BENG-eisen en de grenswaarde voor TO_{juli} zijn onderzocht voor de 12 praktijkprojecten. De uitkomsten worden toegelicht in deze rapportage.

Achtereenvolgens wordt ingegaan op:

- Hoofdstuk 2: Uitgangspunten 12 praktijkprojecten en definitieve BENG-eisen / TO_{juli}
- Hoofdstuk 3: Analyse praktijkprojecten BENG en gevoeligheidsanalyse TO_{juli}
- Hoofdstuk 4: Conclusie

Hoofdstuk 2 Uitgangspunten

2.1 Praktijkprojecten

Dit onderzoek is een update van het onderzoek dat in februari 2019 is uitgevoerd. Hiervoor zijn vanuit de bouwsector twaalf praktijkprojecten aangeleverd (Tabel 1). Het betreft een diversiteit in woningtypen van rijwoningen, vrijstaande woningen en gestapelde bouw.

Tabel 1: geselecteerde praktijkprojecten

			
1. Woningconcept, Van Wijnen EGW – tussen- en hoekwoning	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 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	11. Vlietpoort – Den Haag, Stebru Gestapelde bouw, waarvan 24 bouwlagen met woningen	12. Frank is een Binck – Den Haag, Stebru Gestapelde bouw, waarvan 18 bouwlagen met woningen

Deze praktijkprojecten zijn getoetst aan verschillende energetische ambities:

1. EPC-uitkomst van 0,4 op basis van de NEN 7120, ter referentie;
2. Het minimale maatregelenpakket (op basis van NTA 8800) om te voldoen aan de BENG-eisen;
3. Het minimale maatregelenpakket (op basis van NTA 8800) om te voldoen aan de BENG-eisen inclusief TO_{juli}. Bij enkele praktijkprojecten wordt met concept 2 al aan de eisen voldaan, waardoor concept 2 gelijk is aan concept 3.
4. Een verbeterd maatregelenpakket waarbij de bewoner centraal staat en kan worden voldaan aan de BENG-eisen inclusief TO_{juli}.

In hoofdstuk 3 wordt nader ingegaan op de uitgangspunten en uitkomsten per energetische ambitie van elk praktijkproject.

De berekeningen zijn uitgevoerd conform NTA 8800 van juni 2019 en met de INNAX validatietool van 23 mei 2019.

2.2 Definitieve BENG-eisen

De energieprestatie wordt per 1 juli 2020 uitgedrukt met de volgende 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.
- TO_{juli} op woning/appartementniveau: < 1,0 (indien geen actieve koeling aanwezig), een alternatief hiervoor vormt het opstellen van een dynamische simulatieberekening met een grenswaarde GTO van maximaal 450 uur.

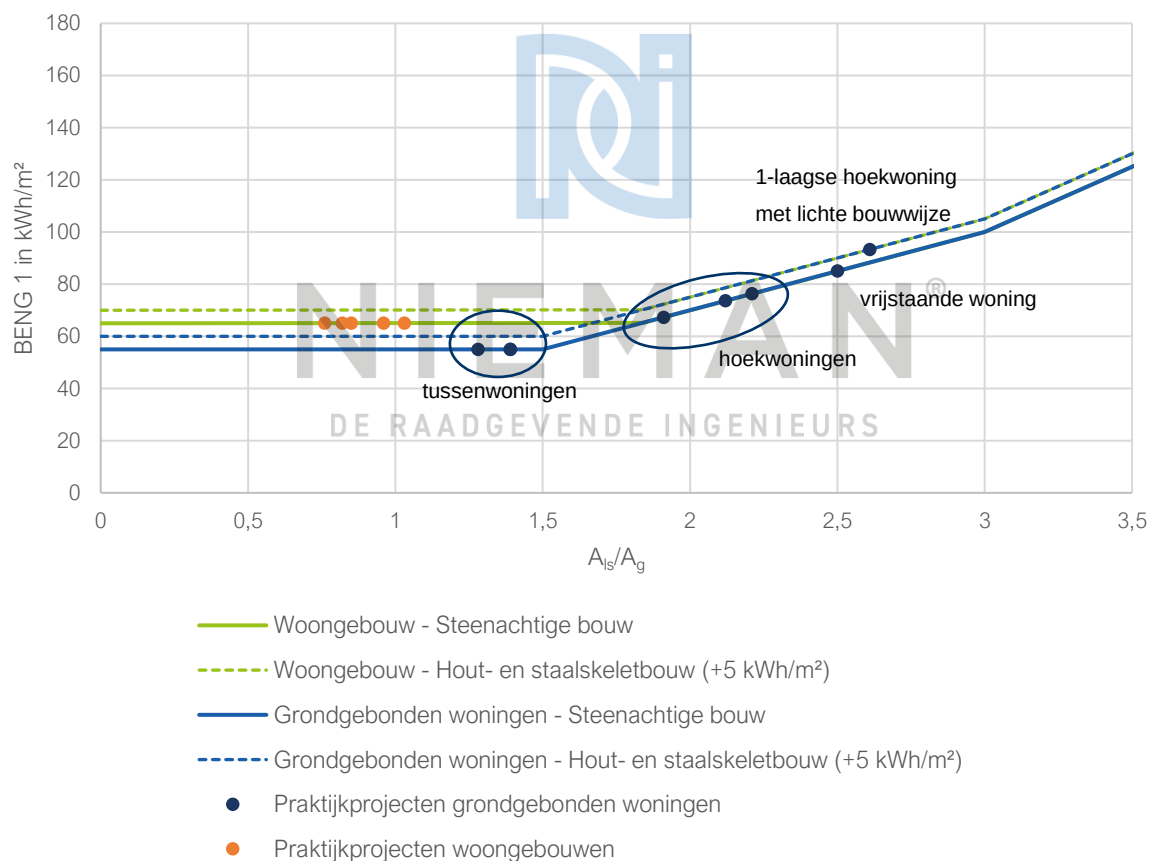
De definitieve BENG-eisen zijn gewijzigd ten opzichte van de 'concept geadviseerde BENG-eisen' van november 2018. Opgemerkt wordt dat de getalwaarden van de definitieve BENG-eis niet een-op-een te vergelijken zijn met de concept-waarden, omdat in de onderliggende bepalingsmethode (de verschillende versies van NTA 8800) nog aanpassingen zijn doorgevoerd die invloed hebben op het eindresultaat. De definitieve BENG-eisen voor een woongebouw en grondgebonden woning zijn weergegeven in Tabel 2. De eis aan BENG 1 is ook visueel weergegeven in Figuur 1 met de bijbehorende eis per praktijkproject. BENG 1, de energiebehoefte van het gebouw in kWh per m² gebruiksoppervlak per jaar, is afhankelijk van:

- het gebouwtype: woongebouw of grondgebonden woning;
- de geometrieverhouding: de verhouding tussen de schiloppervlakte (A_{is}) en de gebruiksoppervlakte (A_g).
- de bouwwijze: voor lichte woningen en woongebouwen (minder dan 180 kJ/m²K) wordt de eis aan BENG 1 verhoogd met 5 kWh/m²-jr.

Tabel 2: Definitieve BENG-eisen

	A_{ls}/A_g verhouding	BENG 1 (kWh/m ² -jr)	BENG 2 (kWh/m ² -jr)	BENG 3 (%)
Woongebouw	$A_{ls}/A_g \leq 1,83$	≤ 65	≤ 50	≥ 40
	$1,83 < A_{ls}/A_g \leq 3,0$	$\leq 55 + 30^* (A_{ls}/A_g - 1,5)$		
	$A_{ls}/A_g > 3,0$	$\leq 100 + 50^* (A_{ls}/A_g - 3,0)$		
Andere woonfunctie	$A_{ls}/A_g \leq 1,5$	≤ 55	≤ 30	≥ 50
	$1,5 < A_{ls}/A_g \leq 3,0$	$\leq 55 + 30^* (A_{ls}/A_g - 1,5)$		
	$A_{ls}/A_g > 3,0$	$\leq 100 + 50^* (A_{ls}/A_g - 3,0)$		

BENG 1 eis voor grondgebonden woningen en woongebouwen



Figuur 1: Eis aan BENG 1 voor woongebouwen en grondgebonden woningen, met de positie van de twaalf praktijkprojecten

2.3 Eis temperatuuroverschrijding - TO_{juli}

Naast de drie energetische BENG-eisen geldt er per 1 juli 2020 een aanvullende eis, als er geen sprake is van actieve koeling. Deze eis heeft betrekking op het comfort in de zomerperiode: een maximum aan de waarde van ' TO_{juli} '. De temperatuuroverschrijding in de maand juli (TO_{juli}) is een indicatiegetal waarmee per oriëntatie van de woning inzicht wordt gegeven in het risico op temperatuuroverschrijding. Dit wordt bepaald aan de hand van de berekende koudebehoefte van de woning in de maand juli. De TO_{juli} wordt voor woongebouwen bepaald op appartement niveau, in tegenstelling tot de BENG-indicatoren. De grenswaarde is gesteld op 1,0 K. Een alternatief is om met een dynamische simulatieberekening te voldoen aan een GTO van maximaal 450 uur.

De volgende parameters spelen een rol bij temperatuuroverschrijding:

- warmtewinst door zoninstraling;
- interne warmteproductie door personen en apparatuur;
- effectieve interne warmtecapaciteit van het gebouw (bijvoorbeeld steenachtige bouw of hout- en staalskeletbouw);
- warmtewinst door ventilatie;
- warmtewinst door transmissie;
- warmteverliezen van het verwarmings- en koelsysteem.

2.4 Beperkingen TO_{juli}

De TO_{juli} is een globaal indicatiegetal dat een inschatting geeft van de hoeveelheid overtollige warmte in de gehele woning. Hoewel er een gedegen analyse onder ligt, waaruit een voldoende correlatie blijkt tussen TO_{juli} en gedetailleerde temperatuuroverschrijdingsberekeningen, kent een dergelijk indicatiegetal zijn beperkingen. Er wordt bijvoorbeeld geen rekening gehouden met verschillende ruimten in een woning of appartement. In specifieke gevallen kan de werkelijke temperatuuroverschrijding anders uitvallen. Het kan dus lijken alsof er voldoende maatregelen getroffen zijn voor een goed zomercomfort voor de bewoner, terwijl dit in de werkelijkheid niet het geval is.

Tabel 3: Vergelijking TO_{juli} en dynamische temperatuuroverschrijdingsberekening

TO_{juli}	Dynamische temperatuuroverschrijdingsberekening
Bedoeld als indicatieve berekening	Bedoeld om risico's op oververhitting te beoordelen
Berekening op woningniveau	Berekening op ruimteniveau
Uitmiddeling van risico's	Risico per ruimte zichtbaar
Versimpelde benadering	Minder versimpelde benadering
Beperking in maatregelen	Specifiekere maatregelen kunnen gesimuleerd worden

Een temperatuuroverschrijdingsberekening met een dynamisch simulatieprogramma kan veel specifiekere voorspellen wat het risico op temperatuuroverschrijding is. In een simulatieprogramma wordt een woning per ruimte gesimuleerd en kunnen de risico's per ruimte worden beoordeeld. Ook kunnen hierin andere oplossingen worden onderzocht om oververhitting te voorkomen. Dit geeft een veel nauwkeurigere voorspelling van de risico's.

2.5 Maatregelen TO_{juli}

Er zijn verschillende mogelijkheden om TO_{juli} te verlagen, houdt daarbij rekening met:

- Zonwering: gebouwhoogte in verband met windbelasting, mogelijkheid voor onderhoud en onderhoudskosten.
 - De kleur van zonwering/screens: zwarte, gekleurde en witte screens. Naast esthetica bepaald de kleur ook de zontoetreding. Een zwart screen heeft een hogere reductie van de zoninstraling dan een gekleurd of wit screen. Uitvalschermen en knikarmschermen zorgen voor een lagere reductie van zoninstraling. Zwarte jaloezieën die buiten worden toegepast zorgen voor de minste zoninstraling.
 - Zonwerend glas: een lagere ZTA-waarde is gunstig voor TO_{juli} , maar kan een negatief effect hebben op BENG 1. Houd bij een zeer lage ZTA-waarde ($< 0,4$) rekening met het verminderde doorzicht, verminderde lichtdoorlatendheid en verkleuring van het glas.
 - Zonwering vraagt om 'mediterraan' gedrag voor de bewoner. In de ochtend de zonwering naar beneden en ramen dicht.
 - Bij toepassing van een bodem/water warmtepomp zijn zonwerende maatregelen zoals zonwering of zonwerend glas niet wenselijk in verband met regeneratie van de bron.
 - Het verkleinen van glasoppervlakken en het toepassen van overstekken verlaagt de TO_{juli} , houdt daarbij rekening met de eisen ten aanzien van daglichttoetreding.
 - Houdt er rekening mee dat het toepassen van een ventilatiesysteem met natuurlijke toevoer of mechanische toevoer van invloed is op het risico op temperatuuroverschrijding (dit is duidelijk zichtbaar wanneer de maatregelen tussen praktijkproject 1 en 2 vergeleken worden). De TO_{juli} wordt door toepassing van ventilatiesysteem C lager ten opzichte van ventilatiesysteem D. Dit is een gevolg van de rekenmethode in de NTA 8800 waarbij gerekend wordt met een relatief lage gemiddelde buitentemperatuur in de maand juli. In combinatie met het hogere ventilatiedebiet met systeem C zorgt dit voor reken technisch meer afkoeling in de woning.
- Algemeen merken we nog op dat de rekenregels voor ventilatie gefit zijn op de energieprestatieberekening. De huidige uitkomsten wijzen er op dat er mogelijk onbedoelde effecten zijn ten aanzien van temperatuuroverschrijding. Dit wordt nog nader onderzocht.
- Een alternatieve oplossing om het risico op oververhitting te verminderen is om het glasoppervlak aan de zonbelasten zijden te verkleinen.

i **Overstekken** en **belemmeringen** kunnen beperkt ingevoerd worden in de gebruikte validatietool. De invloed die overstekken en belemmeringen hebben op de berekende TO_{juli} kunnen dus niet vastgesteld worden. Dit betekent dat de resultaten van TO_{juli} met een extra voorbehoud moeten worden geïnterpreteerd. Het kan aangenomen worden dat vooral overstekken en belemmeringen op de zuidgevel een gunstige invloed hebben op de hoogte van TO_{juli} .

i **Zomernachtventilatie** is een vorm van ventilatieve koeling. Met zomernachtventilatie wordt er in de zomer 's nachts geventileerd door middel van ventilatieluiken, waardoor de woning kan afkoelen. Deze luiken moeten voldoen aan eisen betreffende inbraakwerendheid, insectenwerendheid, regenwerendheid en bedienbaarheid. In Figuur 2 is een voorbeeld te zien van een ventilatieluik in een woning.

Zomernachtventilatie kan enkelzijdig of tweezijdig plaats vinden. Bij enkelzijdige zomernachtventilatie is er een ventilatieopening in één gevel. Bij dwarsventilatie zijn er twee (of meer) openingen in gevels die minimaal een hoek van 90° hebben ten opzichte van elkaar of openingen in een gevel en het dak.



Figuur 2: ventilatieluik wat gebruikt kan worden voor zomernachtventilatie

Hoofdstuk 3 Analyse BENG-eisen en TO_{juli}

3.1 Analyse praktijkprojecten BENG en TO_{juli}

De praktijkprojecten zijn getoetst aan verschillende energetische ambities:

1. EPC-uitkomst van 0,4 op basis van de NEN 7120, ter referentie;
2. Het minimale maatregelenpakket (op basis van NTA 8800) om te voldoen aan de BENG-eisen;
3. Het minimale maatregelenpakket (op basis van NTA 8800) om te voldoen aan de BENG-eisen inclusief TO_{juli}.
4. Een verbeterd maatregelenpakket waarbij de bewoner centraal staat en kan worden voldaan aan de BENG-eisen inclusief TO_{juli}.

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.

Legenda

De kleur van de omschreven maatregelen heeft de volgende betekenis:

- **Oranje:** betekent een verzwaring ten opzichte van een EPC: 0,4
- **Blauw:** betekent een versoepeling ten opzichte van een EPC: 0,4

De kleur van de uitkomst heeft de volgende betekenis:

- **Groen:** de uitkomst voldoet aan de gestelde eis
- **Rood:** de uitkomst voldoet niet aan de gestelde eis
- **BENG 1 / BENG 2 / BENG 3 vetgedrukt:** deze indicator is maatgevend

Project 2 – woningconcept Trebbe				
Type	Tussenwoning			
Oriëntatie:	voorgevel oost			
Verhouding A _{ul} /A _g :	1,39			
	EPC: 0,4 (NEN 7120)	3: minimaal concept BENG + TO _{juli} (NTA 8800)	4: verbeterd concept BENG + TO _{juli} (NTA 8800)	
vloer	R _c : 3,50 m ² K/W	R _c : 3	R _c : 3	
gevel	R _c : 5,22 m ² K/W	R _c : 4	R _c : 5	
dak	R _c : 6	R _c : 6	R _c : 6	
ramen - glas	U _g : 1,30 W/m ² K	U _g : 1,30 W/m ² K	U _g : 1,30 W/m ² K	
glas	HR-glas - ZTA: 0,6	HR-glas - ZTA: 0,6	HR-glas - ZTA: 0,6	
voordeur	U _d : 1,50 W/m ² K	U _d : 1,50 W/m ² K	U _d : 1,50 W/m ² K	
zonwering	geen	geen	geen	
infiltratie	geen	geen	geen	
verwarming/ tapwater	Lucht/water warmtepomp + douche-WTW	Lucht/water warmtepomp + douche-WTW	Lucht/water warmtepomp + douche-WTW	
ventilatie	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a)	Lucht/water warmtepomp + natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a)	Lucht/water warmtepomp + natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a)	
zonne-energie	geen panelen	3 panelen à 280 Wp	geen panelen	
Uitkomst volgens NTA 8800				
BENG 1 (≤ 70 kWh/m ²)	47,7 kWh/m ²	51,4 kWh/m ²	47,7 kWh/m ²	
BENG 2 (≤ 30 kWh/m ²)	34,7 kWh/m ²	39,7 kWh/m ²	29,7 kWh/m ²	
BENG 3 (≤ 10 kWh/m ²)	55 %	54 %	54 %	
TO _{juli} (≤ 0)	0,63	0,55	0,63	



Voor de **R_c-waarden** is in alle berekeningen in dit rapport rekening gehouden met de huidige minimale waarden volgens het Bouwbesluit (Vloer: R_c ≥ 3,5 m²K/W; gevel: R_c ≥ 4,5 m²K/W; dak: R_c ≥ 6,0 m²K/W). De rekenmethode voor de R_c-waarden volgens de NTA 8800 is anders. Daarom zullen ook de minimale R_c-waarden volgens het Bouwbesluit aangepast worden naar: (Vloer: R_c ≥ 3,7 m²K/W; gevel: R_c ≥ 4,7 m²K/W; dak: R_c ≥ 6,3 m²K/W). Naar verwachting heeft dit een minimaal effect op de uitkomsten van dit rapport.

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)	3. minimaal concept BENG + TO _{juli} (NTA 8800)	4. verbeterd concept BENG + TO _{juli} (NTA 8800)
vloer	R _c : 3,50 m ² K/W	R _c : 3,50 m ² K/W	R _c : 4,50 m ² K/W
gevel	R _c : 4,50 m ² K/W	R _c : 4,50 m ² K/W	langsgevel R _c : 4,50 m ² K/W kopgevel R _c : 5,00 m ² K/W
dak	R _c : 6,00 m ² K/W	R _c : 6,00 m ² K/W	R _c : 7,00 m ² K/W
ramen - glas	U _w : 1,30 W/m ² K	U _w : 1,65 W/m ² K	U _w : 1,30 W/m ² K
glas	HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,6	HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,6	HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,6
voordeur	U _d : 1,20 W/m ² K	U _d : 1,65 W/m ² K	U _d : 1,20 W/m ² K
zonwering	geen zonwering	zonwering pui achtergevel	zonwering pui achtergevel
infiltratie	q _{v,10} : 0,4 dm ³ .s/m ²	TW: q _{v,10} : 0,40 dm ³ .s/m ² HW: q _{v,10} : 0,84 dm ³ .s/m ²	q _{v,10} : 0,4 dm ³ .s/m ²
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 (D5a) + CO ₂ -sturing per zone
zonne-energie	TW: 1 paneel á 295 Wp HW: 1 paneel á 295 Wp	TW: geen panelen HW: 2 paneel á 295 Wp	TW: geen panelen HW: geen panelen
BENG conform NTA 8800 - tussenwoning			
BENG 1 (≤ 55 kWh/m ²)	48,4 kWh/m ²	54,2 kWh/m ²	49,7 kWh/m ²
BENG 2 (≤ 30 kWh/m²)	24,6 kWh/m ²	29,3 kWh/m ²	27,8 kWh/m ²
BENG 3 (≥ 50 %)	55 %	52 %	50 %
TO _{juli} (≤ 1,0)	1,34	0,38	0,54
BENG conform NTA 8800 – hoekwoning			
BENG 1 (≤ 73,7 kWh/m ²)	60,5 kWh/m ²	72,6 kWh/m ²	61,5 kWh/m ²
BENG 2 (≤ 30 kWh/m²)	28,7 kWh/m ²	29,6 kWh/m ²	30,0 kWh/m ²
BENG 3 (≥ 50 %)	59 %	65 %	55 %
TO _{juli} (≤ 1,0)	2,21	0,58	0,92

Analyse:

- Voor de tussen- en hoekwoning zijn maatregelen nodig om te voldoen aan TO_{juli}. Voor deze woning is zonwering (zwarte screens) toegepast op de pui aan de achtergevel. Zwarte screens hebben een hogere zonreductie dan gekleurde of witte screens.
- Bij concept 3 is door gebruik te maken van PV-panelen voldaan aan BENG 2 en 3. Bij concept 4 zijn maatregelen getroffen aan de thermische schil en het ventilatiesysteem om zonder PV-panelen te kunnen voldoen aan BENG 2.
- BENG 2 is in deze berekening de maatgevende factor.

Project 2 – woningconcept Trebbe

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



	EPC: 0,4 (NEN 7120)	3. minimaal concept BENG + TO _{juli} (NTA 8800)	4. verbeterd concept BENG + TO _{juli} (NTA 8800)
vloer	R _c : 3,50 m²K/W	R _c : 3,50 m²K/W	R _c : 3,50 m²K/W
gevel	R _c : 5,22 m²K/W	R _c : 4,50 m²K/W	R _c : 5,22 m²K/W
dak	R _c : 6,09 m²K/W	R _c : 6,00 m²K/W	R _c : 6,09 m²K/W
ramen - glas	U _w : 1,35 W/m²K	U _w : 1,65 W/m²K	U _w : 1,35 W/m²K
glas	HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,6	HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,6	HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,6
voordeur	U _d : 1,50 W/m²K	U _d : 1,65 W/m²K	U _d : 1,50 W/m²K
zonwering	geen zonwering	geen zonwering	geen zonwering
infiltratie	q _{v,10} : 0,3 dm³.s/m²	q _{v,10} : 0,7 dm³.s/m²	q _{v,10} : 0,3 dm³.s/m²
verwarming/ tapwater	Lucht/water warmtepomp + douche-WTW	Lucht/water warmtepomp + douche-WTW	Lucht/water warmtepomp + douche-WTW (aansluiting)
ventilatie	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a)	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a)	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer, met extra CO ₂ -sensoren (C4c) + werkelijk vermogen
zonne-energie	geen panelen	3 panelen á 280 Wp	geen panelen
BENG conform NTA 8800			
BENG 1 (≤ 55 kWh/m²)	47,7 kWh/m²	51,4 kWh/m²	47,7 kWh/m²
BENG 2 (≤ 30 kWh/m²)	34,7 kWh/m²	28,4 kWh/m²	29,7 kWh/m²
BENG 3 (≥ 50 %)	55 %	65 %	54 %
TO _{juli} (≤ 1,0)	0,63	0,55	0,63

Analyse:

- Voor de tussenwoning zijn de bouwkundige maatregelen om te voldoen aan de BENG-eisen in concept 3 gelijk gesteld aan de minimale eisen uit het Bouwbesluit.
- Installatietechnisch is in het basisconcept al rekening gehouden met een lucht/water warmtepomp. Als de bouwkundige maatregelen op de minimale eisen uit het Bouwbesluit worden uitgelegd zijn ten opzichte van het referentieconcept EPC: 0,4 meer PV-panelen benodigd (concept 3).
- Het heeft de voorkeur om de thermische schil niet op de minimale eisen uit het Bouwbesluit uit te leggen. In combinatie met aanpassingen aan de douche-WTW (aansluiting op douchemengkraan en warmtepomp) en extra sturing op het ventilatiesysteem kan aan de BENG-eisen worden voldaan zonder PV-panelen.
- De woning voldoet in basis aan eis voor TO_{juli}. Een verbetering van de thermische schil zorgt voor een lichte stijging van TO_{juli}. TO_{juli} gaat van 0,55 naar 0,63 bij respectievelijk concept 3 en 4.
- Ten opzichte van de tussenwoning van Van Wijnen (project 1) ligt TO_{juli} van de woning van Trebbe lager als gevolg van een ander ventilatiesysteem.
- BENG 2 is in deze berekening de maatgevende factor.

Project 3 – hoekwoning ERA Contour

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



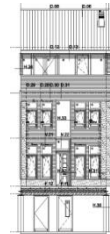
	EPC: 0,4 (NEN 7120)	3. minimaal concept BENG + TO _{juli} (NTA 8800)	4. verbeterd concept BENG + TO _{juli} (NTA 8800)
vloer	$R_c: 5,00 \text{ m}^2\text{K/W}$	$R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$	$R_c: 5,00 \text{ m}^2\text{K/W}$
gevel	$R_c: 6,50 \text{ m}^2\text{K/W}$	$R_c: 4,50 \text{ m}^2\text{K/W}$	$R_c: 6,50 \text{ m}^2\text{K/W}$
dak	$R_c: 7,00 \text{ m}^2\text{K/W}$	$R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$	$R_c: 7,00 \text{ m}^2\text{K/W}$
ramen - glas	$U_w: 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_w: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_w: 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$
glas	HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,5	HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,6	HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,5
voordeur	$U_d: 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_d: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_d: 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$
Lineaire warmteverliezen	forfaitair	nauwkeurig	nauwkeurig
zonwering	geen zonwering	zonwering op zuid- en oostgevel	zonwering op zuid- en oostgevel
infiltratie	$q_{v,10}: 0,5 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$	$q_{v,10}: 0,588 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$	$q_{v,10}: 0,400 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$
verwarming/ tapwater	HR-107 combiketel + douche-WTW	Lucht/water warmtepomp + douche-WTW	Lucht/water warmtepomp + douche-WTW
ventilatie	Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a)	Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a)	Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4b)
zonne-energie	7 panelen W á 260 Wp	5 panelen O + 4 panelen W á 260 Wp	3 panelen O + 2 panelen W á 260 Wp
BENG conform NTA 8800			
BENG 1 ($\leq 76,35 \text{ kWh/m}^2$)	55,5 kWh/m ²	69,6 kWh/m ²	58,4 kWh/m ²
BENG 2 ($\leq 30 \text{ kWh/m}^2$)	74,9 kWh/m ²	28,4 kWh/m ²	29,8 kWh/m ²
BENG 3 ($\geq 50 \%$)	18 %	75 %	65 %
TO _{juli} ($\leq 1,0$)	1,01	0,27	0,27

Analyse

- De verhouding A_{is}/A_g ligt boven de 1,5 waardoor de BENG 1-eis (energiebehoefte) ten hoogste 76,35 kWh/m² bedraagt.
- De thermische schil kan met de BENG-eisen naar de minimale thermische eisen uit het Bouwbesluit, in combinatie met een lucht/water warmtepomp, zonwering, het nauwkeurig berekenen van de lineaire warmteverliezen en extra PV-panelen (concept 3).
- Het aantal PV-panelen kan verminderd worden door de thermische schil uit de basisberekening (EPC: 0,4) te handhaven en op andere factoren aan te scherpen (zonwering, ventilatie en infiltratie).
- BENG 2 is in deze berekening de maatgevende factor.

Project 4 – tussenwoning BPD

Type: Tussenwoning 4 á 5 bouwlagen
 Oriëntatie: voorgevel noordwest
 Verhouding A_{is}/A_g : 1,29



	EPC: 0,4 (NEN 7120)	3. minimaal concept BENG + TO_{juli} (NTA 8800)	4. verbeterd concept BENG + TO_{juli} (NTA 8800)
vloer	R_c : 3,50 m ² K/W	R_c : 3,50 m ² K/W	R_c : 3,50 m ² K/W
gevel	R_c : 4,50 m ² K/W	R_c : 4,50 m ² K/W	R_c : 4,50 m ² K/W
dak	R_c : 6,00 m ² K/W	R_c : 6,00 m ² K/W	R_c : 6,00 m ² K/W
ramen - glas	U_w : 1,45 en 1,60 W/m ² K	U_w: 1,35 W/m²K	U_w: 0,90 W/m²K
glas	HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,6	HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,6	triple-glas – ZTA: 0,5
voordeur	U_d : 1,40 W/m ² K	U_d : 1,40 W/m ² K	U_d : 1,40 W/m ² K
zonwering	geen zonwering	geen zonwering	geen zonwering
infiltratie	$q_{v,10}$: 0,7 dm ³ .s/m ²	$q_{v,10}$: 0,40 dm³.s/m²	$q_{v,10}$: 0,40 dm³.s/m²
verwarming/ tapwater	externe warmtelevering + douche-WTW	externe warmtelevering + douche-WTW	externe warmtelevering + douche- WTW
koeling	externe koudelevering	externe koudelevering	externe koudelevering
ventilatie	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a)	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a)	Gebalanceerde ventilatie met WTW en CO₂-sturing in verblijfsruimten (D5a)
zonne-energie	geen panelen	8 panelen ZO + 10 panelen NW á 295 Wp	8 panelen ZO + 3 panelen NW á 295 Wp
BENG conform NTA 8800			
BENG 1 (≤ 55 kWh/m²)	59,5 kWh/m²	54,6 kWh/m²	49,5 kWh/m²
BENG 2 (≤ 30 kWh/m²)	33,1 kWh/m²	22,0 kWh/m²	16,1 kWh/m²
BENG 3 (≥ 50 %)	31 %	51 %	50 %
TO_{juli} ($\leq 1,0$)	0	0	0

Analyse

- De thermische schil wordt bij concept 3 op onderdelen aangescherpt om te voldoen aan BENG-eisen ten opzichte van de referentie EPC: 0,4. Daarnaast zijn ten opzichte van de referentiesituatie (EPC: 0,4) extra PV-panelen nodig.
- 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 concept 3 uit op BENG 3: 68%.
- Door de toepassing van externe koudelevering bedraagt TO_{juli} 0. In de praktijk moet bij actieve koeling de levering van koude afgestemd worden op de koelbehoefte. Daarnaast is zonwering uiteraard een effectieve maatregel om zontoetreding te beperken.
- Voor deze woning zijn BENG 1 en BENG 3 maatgevend.

Project 5 – seniorenwoning Geveke

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



	EPC: 0,4 (NEN 7120)	3. minimaal concept BENG + TO _{juli} (NTA 8800)	4. verbeterd concept BENG + TO _{juli} (NTA 8800)
vloer	R _c : 3,50 m ² K/W	R _c : 3,50 m ² K/W	R _c : 4,00 m ² K/W
gevel	R _c : 4,50 m ² K/W	R _c : 4,50 m ² K/W	R _c : 6,00 m ² K/W
dak	R _c : 6,00 m ² K/W	R _c : 6,00 m ² K/W	R _c : 8,00 m ² K/W
ramen - glas	U _w : 1,40 W/m ² K	U _w : 1,65 W/m ² K	U _d : 1,40 W/m ² K
glas	HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,6	HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,6	HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,6
voordeur	U _d : 1,40 W/m ² K	U _d : 1,65 W/m ² K	U _d : 1,40 W/m ² K
zonwering	geen zonwering	zonwering op oost en westgevel	zonwering op oost en westgevel
infiltratie	q _{v,10} : 0,4 dm ³ .s/m ²	q _{v,10} : 0,588 dm ³ .s/m ²	q _{v,10} : 0,300 dm ³ .s/m ²
interne warmtecapaciteit	HSB (250-500 kg/m ²)	HSB (250-500 kg/m ²)	HSB (250-500 kg/m ²)
verwarming/ tapwater	Lucht/water warmtepomp	Lucht/water warmtepomp	Lucht/water warmtepomp + douche-WTW
ventilatie	gebalanceerde ventilatie met WTW (D5a)	Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a)	gebalanceerde ventilatie met WTW (D5a)
zonne-energie	7 panelen á 250 Wp	5 panelen á 250 Wp	geen PV-panelen
BENG conform NTA 8800			
BENG 1 (≤ 93,39 kWh/m ²)	74,1 kWh/m ²	80,6 kWh/m ²	69,4 kWh/m ²
BENG 2 (≤ 30 kWh/m²)	10,2 kWh/m ²	28,0 kWh/m ²	29,7 kWh/m ²
BENG 3 (≥ 50 %)	88 %	77 %	59 %
TO _{juli} (≤ 1,0)	1,97	0,59	0,94

Analyse

- De verhouding A_{is}/A_g ligt op 2,61 waardoor de BENG 1-eis (energiebehoefte) op ten hoogste 93,39 kWh/m² ligt.
- Deze woning is uitgevoerd in houtskeletbouw. De thermische massa is van invloed op het warmte accumulerend vermogen en dus op BENG 1 en TO_{juli}. In de gevoeligheidsanalyse in paragraaf 3.4.3 wordt hier nader op ingegaan.
- In dit voorbeeld is duidelijk zichtbaar dat het verbeteren van de thermische schil bij concept 4 gunstig is voor BENG 1 ten opzichte van concept 3, maar negatief werkt voor TO_{juli}. Het indicatiegetal TO_{juli} stijgt namelijk van 0,59 naar 0,94.
- Voor concept 4 is gekeken naar mogelijkheden om PV-panelen achterwege te laten en dit te compenseren met bouwkundige maatregelen.

Project 6 – @home Hurks/Lingotto

Type: Woongebouw – 22 woonlagen
Oriëntatie: voorgevel zuidwest
Glaspercentage: ZO: 21%, ZW: 25%, NW: 28%, NO: 37%
Verhouding A_{ls}/A_g : 0,77



	EPC: 0,4 (NEN 7120)	3. minimaal concept BENG + TO _{juli} (NTA 8800)	4. verbeterd concept BENG + TO _{juli} (NTA 8800)
vloer	R _c : 3,50 m²K/W	R _c : 3,50 m²K/W	R _c : 3,50 m²K/W
gevel	R _c : 4,50 m²K/W	R _c : 4,50 m²K/W	R _c : 4,50 m²K/W
dak	R _c : 6,00 m²K/W	R _c : 6,00 m²K/W	R _c : 6,00 m²K/W
ramen - glas	U _w : 0,90 W/m²K	U _w : 1,65 W/m²K	U _w : 0,90 W/m²K
glas	triple-glas – ZTA: 0,6	HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,6	triple-glas – ZTA: 0,4
voordeur	U _d : 2,00 W/m²K	U _d : 1,65 W/m²K	U _d : 2,00 W/m²K
zonwering	geen zonwering	geen zonwering	geen zonwering
infiltratie	q _{v,10} : 0,5 dm³.s/m²	q _{v,10} : 0,42 dm³.s/m²	q _{v,10} : 0,42 dm³.s/m²
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)	gebalanceerde ventilatie met WTW en CO ₂ -sturing (D5a)
zonne-energie	geen PV-panelen	dak: 283 á 270 Wp/paneel gevel: 750 á 270 Wp/paneel	dak: 283 á 270 Wp/paneel gevel: 460 á 270 Wp/paneel
BENG conform NTA 8800			
BENG 1 (≤ 65 kWh/m²)	51,3 kWh/m²	57,4 kWh/m²	52,3 kWh/m²
BENG 2 (≤ 50 kWh/m²)	54,6 kWh/m²	35,6 kWh/m²	26,7 kWh/m²
BENG 3 (≥ 40 %)	0 %	40 %	41 %
TO _{juli} (≤ 1,0)	Niet bepaald op appartementniveau	Niet bepaald op appartementniveau	Niet bepaald op appartementniveau

Analyse

- Het woongebouw heeft een compacte verhouding gebruiksoppervlak versus verliesoppervlak waardoor de energiebehoefte op maximaal 65 kWh/m² ligt.
- Met een thermische schil op het niveau Bouwbesluit wordt 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 om BENG 3 te behalen is hoog.
- 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}. De TO_{juli} moet bepaald worden op appartementenniveau. Voor dit gebouw is TO_{juli} niet berekend, er wordt verwacht dat aanvullende maatregelen benodigd zijn om te kunnen voldoen aan 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: 59%. 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_{ls}/A_g : 1,07



	EPC: 0,4 (NEN 7120)	3. minimaal concept BENG + TO _{juli} (NTA 8800)	4. verbeterd concept BENG + TO _{juli} (NTA 8800)
vloer	R _c : 3,50 m²K/W	R _c : 3,50 m²K/W	R _c : 3,50 m²K/W
gevel	R _c : 5,20 m²K/W	R _c : 4,50 m²K/W	R _c : 5,20 m²K/W
dak	R _c : 6,00 m²K/W	R _c : 6,00 m²K/W	R _c : 6,00 m²K/W
ramen	U _w : 1,45 W/m²K	U _w : 1,65 W/m²K	U _w : 1,45 W/m²K
glas	HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,6	HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,6	HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,6
voordeur	U _d : 1,45 W/m²K	U _d : 1,65 W/m²K	U _d : 1,45 W/m²K
zonwering	geen zonwering	geen zonwering	zonwering op westgevel
infiltratie	q _{v,10} : 0,3 dm³.s/m²	q _{v,10} : 0,42 dm³.s/m²	q _{v,10} : 0,3 dm³.s/m²
verwarming/ tapwater	Warmtepompboiler * + douche- WTW	Lucht/water warmtepomp	Lucht/water warmtepomp
koeling	geen koeling	geen koeling	geen koeling
ventilatie	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a)	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a)	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a)
zonne-energie	136 panelen oost-west á 325 Wp/paneel	geen PV-panelen	geen PV-panelen
BENG conform NTA 8800			
BENG 1 (≤ 65 kWh/m²)	*	59,8 kWh/m²	53,5 kWh/m²
BENG 2 (≤ 50 kWh/m²)	*	47,8 kWh/m²	45,6 kWh/m²
BENG 3 (≥ 40 %)	*	52 %	50 %
TO _{juli} (≤ 1,0)		Zie paragraaf 3.3	Zie paragraaf 3.3

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

Analyse

- Met een thermische schil op het niveau Bouwbesluit wordt voldaan aan de maximale energiebehoefte.
- 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.
- Om te voldoen aan TO_{juli} zijn meerdere mogelijkheden beschikbaar. Een analyse daarvan is opgenomen in paragraaf 3.3. In deze berekening is uitgegaan van zonwering met zwarte screens in combinatie met de beschaduwing van de galerij en balkons. Hiermee kan aan de eis worden voldaan.

Project 8 – 2[^]1-kapwoning SCW

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



	EPC: 0,4 (NEN 7120)	3. minimaal concept BENG + TO _{juli} (NTA 8800)	4. verbeterd concept BENG + TO _{juli} (NTA 8800)
vloer	R _c : 3,50 m ² K/W	R _c : 3,50 m ² K/W	R _c : 3,50 m ² K/W
gevel	R _c : 4,50 m ² K/W	R _c : 4,50 m ² K/W	R _c : 4,50 m ² K/W
dak	R _c : 6,00 m ² K/W	R _c : 6,00 m ² K/W	R _c : 6,00 m ² K/W
ramen - glas	U _w : 1,34 W/m ² K	U _w : 1,65 W/m ² K	U _w : 1,34 W/m ² K
glas	HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,6	HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,6	HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,6
voordeur	U _d : 1,65 W/m ² K	U _d : 1,65 W/m ² K	U _d : 1,65 W/m ² K
zonwering	geen zonwering	geen zonwering zomernachtventilatie (2,5 m ²)	zonwering zuidwest zomernachtventilatie (2,5 m ²)
Lineaire warmteverliezen	forfaitair	uitgebreid rekenen	uitgebreid rekenen
infiltratie	q _{v,10} : 0,3 dm ³ .s/m ²	q _{v,10} : 0,80 dm ³ .s/m ²	q _{v,10} : 0,3 dm ³ .s/m ²
verwarming/ tapwater	Bodem/water warmtepomp + douche-WTW	Bodem/water warmtepomp geen douche-WTW	Bodem/water warmtepomp + douche-WTW + hoger rendement tapwater
ventilatie	gebalanceerde ventilatie met WTW (D2)	gebalanceerde ventilatie met WTW (D2)	gebalanceerde ventilatie met WTW (D2)
zonne-energie	geen panelen	3 ZW panelen á 300 W _p	geen panelen
BENG conform NTA 8800			
BENG 1 (≤ 67,32 kWh/m ²)	65,3 kWh/m ²	64,3 kWh/m ²	56,5 kWh/m ²
BENG 2 (≤ 30 kWh/m²)	32,1 kWh/m ²	27,7 kWh/m ²	26,3 kWh/m ²
BENG 3 (≥ 50 %)	51 %	64 %	55 %
TO _{juli} (≤ 1,0)	4,85	0,34	0,18

Analyse

- Voor deze woning zijn ten opzichte van de referentiesituatie (EPC: 0,4) extra PV-panelen nodig om te voldoen aan de BENG-eisen (concept 3). Door het verhogen van het opwekkingsrendement voor tapwater en de toepassing van zonwering kan bij concept 4 ook zonder PV-panelen aan de BENG-eisen worden voldaan.
- Door de toepassing van een bodem/water warmtepomp is er naar verwachting sprake van 'actieve' koeling, waardoor een toets aan TO_{juli} niet nodig is.
- In de aangeleverde EPC-berekening is geen actieve koeling ingevoerd. Vandaar dat onderzocht is met welke maatregelen er aan TO_{juli} kan worden voldaan. Uit concept 3 blijkt dat met zomernachtventilatie TO_{juli} fors verlaagd kan worden (dwarsventilatie 2,5 m²). Voor het comfort van de bewoner kan dat nog gecombineerd worden met zonwering (zie concept 4).

Project 9 – vrijstaande woning, particulier

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



	EPC: 0,4 (NEN 7120)	3. minimaal concept BENG + TO _{juli} (NTA 8800)	4. verbeterd concept BENG + TO _{juli} (NTA 8800)
vloer	R _c : 4,00 m ² K/W	R _c : 3,50 m ² K/W	R _c : 4,00 m ² K/W
gevel	R _c : 5,00 á 5,25 m ² K/W	R _c : 4,50 m ² K/W	R _c : 5,00 á 5,25 m ² K/W
dak	R _c : 6,50 m ² K/W	R _c : 6,00 m ² K/W	R _c : 6,50 m ² K/W
ramen - glas	U _w : 1,00 W/m ² K	U _w : 1,65 W/m ² K	U _w : 1,00 W/m ² K
glas	triple-glas – ZTA: 0,6	HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,6	triple-glas – ZTA: 0,5
voordeur	U _d : 1,00 W/m ² K	U _d : 1,65 W/m ² K	U _d : 1,00 W/m ² K
zonwering	geen zonwering	geen zonwering	zonwering op oost en westgevel
infiltratie	q _{v,10} : 0,4 dm ³ .s/m ²	q _{v,10} : 0,98 dm ³ .s/m ²	q _{v,10} : 0,4 dm ³ .s/m ²
interne warmtecapaciteit	HSB (250 - 500 kg/m ²)	HSB (250 - 500 kg/m ²)	HSB (250 - 500 kg/m ²)
verwarming/ tapwater	Lucht/water warmtepomp	Lucht/water warmtepomp	Lucht/water warmtepomp
koeling	compressiekoelmachine	compressiekoelmachine	compressiekoelmachine
ventilatie	gebalanceerde ventilatie met WTW (D2)	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a)	gebalanceerde ventilatie met WTW (D5a) + CO ₂ -sturing per verblijfsruimte
zonne-energie	1 stuks á 280 W _p /paneel	9 stuks á 225 W _p /paneel	geen PV-panelen
BENG conform NTA 8800			
BENG 1 (≤ 90,11 kWh/m ²)	69,6 kWh/m ²	87,8 kWh/m ²	66,4 kWh/m ²
BENG 2 (≤ 30 kWh/m ²)	36,3 kWh/m ²	29,4 kWh/m ²	29,5 kWh/m ²
BENG 3 (≥ 50 %)	51 %	73 %	55 %
TO _{juli} (≤ 1,0)	0	0	0

Analyse

- De verhouding A_{is}/A_g ligt op 2,5 waardoor de maximale energiebehoefte met een zware bouwconstructie op 85,11 kWh/m² ligt. De woning is uitgevoerd in houtskeletbouw met een lagere volumieke massa. Bij een lichtere massa wordt de grenswaarde voor BENG 1 verhoogd met 5 kWh/m² naar 90,11 kWh/m².
- Door het wijzigen van de thermische schil naar de minimale waarden uit het Bouwbesluit in combinatie met ventilatiesysteem C zijn bij concept 3 extra PV-panelen nodig om te voldoen aan BENG 2.
- Bij concept 4 is het achterwege laten van PV-panelen als uitgangspunt gehanteerd. Ten opzichte van een EPC: 0,4 is dan een wijziging van de ZTA-waarde, zonwering en sturing van het ventilatiesysteem nodig.
- Door de toepassing van een compressiekoelmachine is de toets aan TO_{juli} niet nodig. Bij concept 4 wordt zonwering toegepast uit het oogpunt van comfort en om BENG 2 te behalen zonder PV-panelen.

Project 10 – Zes-spanner Trebbe

Type: Woongebouw – 6 bouwlagen
 Oriëntatie: voorgevel noordwest
 Glaspercentage: Z: 12%, W: 35%, N: 12%, O: 34%
 Verhouding $A_{\text{is}}/A_{\text{g}}$: 0,96



	EPC: 0,4 (NEN 7120)	3. minimaal concept BENG + TO _{juli} (NTA 8800)	4. verbeterd concept BENG + TO _{juli} (NTA 8800)
BG vloer	R _c : 3,50 m²K/W	R _c : 3,50 m²K/W	R _c : 3,50 m²K/W
Vloer boven AOR	R _c : 4,50 m²K/W	R _c : 4,50 m²K/W	R _c : 4,50 m²K/W
gevel	R _c : 5,20 m²K/W	R _c : 4,50 m²K/W	R _c : 5,20 m²K/W
dak	R _c : 6,00 m²K/W	R _c : 6,00 m²K/W	R _c : 6,00 m²K/W
ramen - glas	U _w : 1,45 W/m²K	U _w : 1,65 W/m²K	U _w : 1,45 W/m²K
glas	HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,6	HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,6	HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,3
voordeur	U _d : 1,45 W/m²K	U _d : 1,65 W/m²K	U _d : 1,45 W/m²K
zonwering	geen zonwering	geen zonwering	zonwering zuidoost en zuidwestgevel
lineaire warmteverliezen	uitgebreid	forfaitair	uitgebreid
infiltratie	q _{v,10} : 0,3 dm³.s/m²	q _{v,10} : 0,42 dm³.s/m²	q _{v,10} : 0,3 dm³.s/m²
verwarming/ tapwater	Lucht/water warmtepomp + douche-WTW	Lucht/water warmtepomp + geen douche-WTW	Lucht/water warmtepomp + douche-WTW
ventilatie	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer + CO ₂ - sensoren (C4c)	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a)	Gebalanceerde ventilatie met WTW + CO ₂ -sturing op afvoer (D3) + vermogen
zonne-energie	54 panelen oost-west á 325 Wp/paneel	geen panelen	geen panelen
BENG conform NTA 8800			
BENG 1 (≤ 65 kWh/m²)	47,1 kWh/m²	56,8 kWh/m²	51,7 kWh/m²
BENG 2 (≤ 50 kWh/m²)	30,3 kWh/m²	44,9 kWh/m²	35,3 kWh/m²
BENG 3 (≥ 40 %)	57 %	53 %	42 %
TO _{juli} (≤ 1,0)		Zie paragraaf 3.3	Zie paragraaf 3.3

Analyse

- Met een thermische schil op het niveau Bouwbesluit wordt bij concept 3 voldaan aan de maximale energiebehoefte. De maatregelen die nodig zijn om aan de 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.
- Voor TO_{juli} zijn aanvullende maatregelen nodig zoals zonwerend glas en zonwering. In paragraaf 3.3 wordt daar nader op ingegaan.

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)	3. minimaal concept BENG + TO _{juli} (NTA 8800)	4. verbeterd concept BENG + TO _{juli} (NTA 8800)
vloer	$R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$	$R_c: 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$	$R_c: 5,00 \text{ m}^2\text{K/W}$
vloer boven AOR	$R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$	$R_c: 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$	$R_c: 5,00 \text{ m}^2\text{K/W}$
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	$U_w: 1,05 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_w: 1,05 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_w: 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$
glas	triple-glas – ZTA: 0,5	triple-glas – ZTA: 0,5	triple-glas – ZTA: 0,3 en ZTA: 0,2
voordeur	$U_d: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_d: 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$	$U_d: 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$
zonwering	geen zonwering	geen zonwering	geen zonwering
infiltratie	$q_{v,10}: 0,3 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$	$q_{v,10}: 0,3 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$	$q_{v,10}: 0,3 \text{ dm}^3.\text{s/m}^2$
verwarming/ tapwater	Externe warmtelevering	Externe warmtelevering	Externe warmtelevering + douche-WTW
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: 420 panelen ZW/ZO á 360 Wp/paneel	Dak: 90 panelen zuidwest á 360 Wp/paneel Gevel: 365 panelen ZW/ZO á 360 Wp/paneel
BENG conform NTA 8800			
BENG 1 ($\leq 65 \text{ kWh/m}^2$)	52,6 kWh/m ²	52,6 kWh/m ²	54,4 kWh/m ²
BENG 2 ($\leq 50 \text{ kWh/m}^2$)	37,1 kWh/m ²	24,8 kWh/m ²	24,3 kWh/m ²
BENG 3 ($\geq 40 \%$)	10 %	40 %	40 %
TO _{juli} ($\leq 1,0$)		Zie paragraaf 3.3	Zie paragraaf 3.3

Analyse

- De verhouding A_{is}/A_g ligt op 0,82 waardoor de maximale energiebehoefte op 65,0 kWh/m² ligt.
- Om aan de BENG-eisen 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.
- Voor externe warmtelevering wordt er vanuit gegaan dat 0% van de warmte hernieuwbaar is. Als uitgegaan wordt van 50% hernieuwbare energie bij externe warmtelevering wordt zonder PV-panelen aan de gevel voldaan. Het aandeel hernieuwbare energie is dus essentieel, dit komt bij de gevoeligheidsanalyse in bijlage 3 nader aan de orde.
- Vanwege de gebouwhoogte en windbelasting is voor dit project gekozen voor extra zonwerend glas met een ZTA van 0,20 om te voldoen aan TO_{juli}. Zie nadere beschouwing in paragraaf 3.3

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_{ls}/A_g : 0,85



	EPC: 0,4 (NEN 7120)	3. minimaal concept BENG + TO _{juli} (NTA 8800)	4. verbeterd concept BENG + TO _{juli} (NTA 8800)
vloer	R _c : 4,50 m ² K/W	R _c : 3,50 m ² K/W	R _c : 4,50 m ² K/W
vloer boven AOR	R _c : 4,50 m ² K/W	R _c : 4,50 m ² K/W	R _c : 4,50 m ² K/W
gevel	R _c : 4,50 m ² K/W	R _c : 4,50 m ² K/W	R _c : 5,00 m ² K/W
dak	R _c : 6,00 m ² K/W	R _c : 6,00 m ² K/W	R _c : 6,00 m ² K/W
ramen - glas	U _w : 1,20 W/m ² K	U _w : 1,40 W/m ² K	U _w : 1,20 W/m ² K
glas	triple-glas – ZTA: 0,3	HR ⁺⁺ -glas – ZTA: 0,6	triple-glas – ZTA: 0,3
voordeur	U _d : 1,65 W/m ² K	U _d : 1,40 W/m ² K	U _d : 1,65 W/m ² K
zonwering	geen zonwering	geen zonwering	geen zonwering
infiltratie	q _{v,10} : 0,3 dm ³ .s/m ²	q _{v,10} : 0,42 dm ³ .s/m ²	q _{v,10} : 0,3 dm ³ .s/m ²
verwarming/ tapwater	Collectieve bodem warmtepomp + externe warmtelevering (niet preferent) ¹⁾	Collectieve bodem warmtepomp + externe warmtelevering (niet preferent)	Collectieve bodem warmtepomp + externe warmtelevering (niet preferent) ¹⁾
koeling	bodemkoeling	bodemkoeling	bodemkoeling
ventilatie	gebalanceerde ventilatie met WTW met CO ₂ sensoren (D5a)	Natuurlijke toevoer, mechanische afvoer (C4a)	gebalanceerde ventilatie met WTW met CO ₂ sensoren (D5a) + werkelijk vermogen
zonne-energie	220 panelen zuidoost á 350 Wp/paneel	145 panelen zuidoost á 350 Wp/paneel	geen panelen
BENG conform NTA 8800			
BENG 1 (≤ 65 kWh/m²)	65,1 kWh/m ²	65,0 kWh/m ²	64,8 kWh/m ²
BENG 2 (≤ 50 kWh/m²)	38,2 kWh/m ²	50,0 kWh/m ²	49,9 kWh/m ²
BENG 3 (≥ 40 %)	55 %	55 %	40 %
TO_{juli} (≤ 1,0)	0	0	0

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

- Met een thermische schil op het niveau Bouwbesluit wordt voldaan aan de maximale energiebehoefte, met uitzondering van de U-waarde van de deuren en ramen.
- Het minimale aandeel hernieuwbare energie (40%) is volledig afkomstig van de collectieve bodem/water warmtepomp. Er zijn bij concept 3 extra PV-panelen benodigd om aan BENG 2-eis te kunnen voldoen en niet om aan BENG-3 te voldoen.
- In vergelijking met een EPC: 0,4 zijn bij concept 4 beperkte wijzigingen in het energieconcept nodig om zonder PV-panelen aan BENG 2 te voldoen. De collectieve bodem warmtepomp verzorgt het aandeel hernieuwbare energie (BENG-3).
- Als gevolg van 'actieve' koeling wordt voldaan aan TO_{juli}.

3.2 Analyse TO_{juli} praktijkprojecten grondgebonden woningen

Voor elk van de grondgebonden woningen is onderzocht wat er benodigd is om te kunnen voldoen aan de grenswaarde voor TO_{juli} van 1,0. In een aantal praktijkprojecten is al actieve koeling toegepast. In deze projecten hoeft de TO_{juli} niet gecontroleerd te worden. Tabel 4 geeft alle grondgebonden woningen weer met de berekende TO_{juli} en de maatregelen die benodigd zijn om te kunnen voldoen aan de grenswaarde.

Tabel 4: Resultaten TO_{juli} praktijkprojecten grondgebonden woningen

Praktijkproject	TO _{juli} zonder aanvullende maatregelen	Extra benodigde maatregelen	TO _{juli} met aanvullende maatregelen
1. Tussenwoning Van Wijnen	1,08	zonwering op achtergevel	0,38
Hoekwoning Van Wijnen	1,72	zonwering op achtergevel	0,58
2. Tussenwoning Trebbe	0,55	n.v.t.	0,55
3. Hoekwoning ERA contour	1,03	zonwering	0,27
4. Tussenwoning Houthaven	0	(koeling aanwezig)	0
5. HSB seniorenwoning	1,28	zonwering	0,59
8. 2 [^] 1-kapwoning SCW	0,34	(zomernachtventilatie aanwezig)	0,34
9. Vrijstaande woning	0	(koeling aanwezig)	0

Analyse:

- Een aantal grondgebonden woningen heeft zonwering om aan de gestelde grenswaarde voor TO_{juli} te kunnen voldoen.
- Als alternatief van zonwering zouden andere maatregelen, zoals een andere verdeling van gevelopeningen of overstekken ook een oplossing kunnen zijn.
- Een wijziging in ventilatiesysteem heeft effect op TO_{juli}. Dit is te zien wanneer je de resultaten vergelijkt van praktijkproject 1 en 2. Dit zijn beide 'standaard' tussenwoningen waarvan verwacht kan worden dat ze ongeveer dezelfde resultaten hebben. Een ventilatiesysteem met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer is gunstiger voor TO_{juli} dan een gebalanceerd ventilatiesysteem. Dit kan worden verklaard door het grotere ventilatiedebiet van systeem C en de relatief koele gemiddelde buitentemperatuur in de maand juli waarvan wordt uitgegaan in de berekening. Hierover wordt meer toegelicht in paragraaf 2.5.

3.3 Analyse TO_{juli} praktijkprojecten appartementen

Voor drie woongebouwen is de TO_{juli} bepaald op appartement niveau. Naast een BENG-berekening op gebouwniveau is dus op appartementniveau een aparte berekening nodig. Dit vergt extra rekentijd, denk hierbij aan circa 1 á 2 uur extra rekentijd per appartement, afhankelijk van geometrie en invoer van lineaire warmteverliezen.

In deze analyse zijn per gebouw een aantal maatgevende appartementen gekozen, waarvan de TO_{juli} is berekend. In deze appartementen is aanvullend zonwering, zonwerend glas of zomernachtventilatie benodigd om aan de grenswaarde van 1,0 te kunnen voldoen. Tabel 5 geeft de berekende TO_{juli} weer per gebouw en de extra benodigde maatregelen om te kunnen voldoen aan de eis voor TO_{juli}. In Bijlage 2 zijn de energieconcepten weergegeven en de TO_{juli} per appartement en per geveloriëntatie.

Tabel 5: Resultaten TO_{juli} praktijkprojecten woongebouwen

Praktijkproject	TO _{juli} zonder aanvullende maatregelen	Extra benodigde maatregelen	TO _{juli} met aanvullende maatregelen
7. Galerijflat – Trebbe	1,11 – 3,07	zonwering	0,81 – 1,09 *
10. Zes-spanner Trebbe	1,61 – 4,81	zonwering en zonwerend glas	0,39 – 0,77
11. Vlietpoort Stebru	1,09 – 2,35	extra zonwerend glas	0,26 – 0,77
12. Frank is een Binck Stebru	0	(koeling aanwezig)	0

* Het tussenappartement voldoet net niet aan de eis voor TO_{juli} van 1,0. Naar verwachting voldoet dit appartement wel aan de eis als de overstek van het balkon ingevoerd kan worden.

Analyse:

- Een alternatieve maatregel is om in deze gebouwen alsnog actieve koeling toe te passen. Let er in alle gevallen op dat de keuzes ook invloed hebben op de BENG-resultaten.
- In de huidige validatietool kunnen overstekken van galarijen en balkons nog beperkt worden ingevoerd. De positieve bijdrage van overstekken op TO_{juli} kan met de beschikbare rekentool niet worden berekend.
- Uit de resultaten komt naar voren dat er in enkele gevallen een te hoge TO_{juli} op de niet zonbelaste oriëntaties zoals NO, N en NW voorkomt. Dit is het gevolg van de versimpelde benadering van TO_{juli}. Door de opdeling in oriëntaties komen onbedoelde effecten naar voren zoals het uitmiddelen van het risico op oververhitting over de gevels, zonder naar het specifieke gebruik van de ruimtes te kijken. Een hal of een badkamer met een raamoppervlak hoeft in de praktijk niet tot problemen te leiden. Dit komt bijvoorbeeld naar voren bij appartementen van project 10 en 11. Bij deze appartementen zijn met de berekening van TO_{juli} aanvullende maatregelen nodig op de NO, N of NW gevel. Deze maatregelen zijn niet logisch en efficiënt om temperatuuroverschrijding te beperken. In deze situatie wordt een dynamische simulatieberekening geadviseerd.

3.4 Gevoeligheidsanalyse TO_{juli}

Voor drie praktijkprojecten is het effect van verschillende maatregelen op de TO_{juli} verder onderzocht. Deze analyse is uitgevoerd voor:

- een tussen- en hoekwoning van (op basis van Van Wijnen, Wij Wonen)
- een appartement van een hoogbouwproject (op basis van Vlietpoort te Den Haag van Stebru).

Voor de twee woningen en het appartement is een referentiesituatie uitgewerkt op basis van een minimaal maatregelenpakket waarmee aan de BENG-eisen wordt voldaan. Hierbij wordt dus afgeweken van de maatregelenpakketten die in de analyse van de BENG-indicatoren zijn gebruikt. De kenmerken van de referentiesituatie zijn weergegeven in Bijlage 3.

3.4.1 Gevoeligheidsanalyse TO_{juli} grondgebonden woningen

De grondgebonden woningen (zie Figuur 3) voldoen met het basisconcept niet aan een grenswaarde voor TO_{juli} van 1,0.

Tabel 6 geeft de effecten van verschillende mogelijke maatregelen weer om TO_{juli} te verlagen, samen met de resultaten van BENG 1. De resultaten van BENG 2 en BENG 3 zijn weergegeven in Bijlage 3.



Figuur 3: Tussenwoning en hoekwoning

Tabel 6: Resultaten gevoeligheidsanalyse TO_{juli} grondgebonden woningen

	Tussenwoning		Hoekwoning	
	BENG 1 [kWh/m ²]	TO_{juli} [K]	BENG 1 [kWh/m ²]	TO_{juli} [K]
Referentie BENG 1 & TO_{juli} : Geen zonwering; ZTA: 0,6 ¹⁾	54,1 kWh/m ²	1,04	69,5 kWh/m ²	1,69
	Δ BENG 1 [kWh/m ²]	TO_{juli} [K]	Δ BENG 1 [kWh/m ²]	TO_{juli} [K]
buitenzonwering achtergevel (begane grond: knikarmscherm en verdieping: screens wit)	2,4 kWh/m ²	0,42	2,8 kWh/m ²	0,71
binnenzonwering achtergevel (begane grond en verdieping: gemetalliseerd weefsel)	1,6 kWh/m ²	0,55	2,2 kWh/m ²	0,92
zomernachtventilatie (dwarsventilatie)	-0,6 kWh/m ²	0,03	-0,5 kWh/m ²	0,15
glas ZTA-waarde 0,4	3,2 kWh/m ²	0,41	3,8 kWh/m ²	0,70
Effect wijziging ventilatiesysteem naar natuurlijke toevoer en mechanische afvoer	0,0 kWh/m ²	0,44	0,0 kWh/m ²	0,94

¹⁾De kenmerken van de referentiesituatie zijn gewijzigd ten opzichte van de situatie in hoofdstuk 2 om de basis voor alle woningtypen in de gevoeligheidsanalyse gelijk te trekken; voor de twee woningtypen is uitgegaan van gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning en een warmtepomp.

Analyse:

- In de doorgerekende woningen kan het risico op oververhitting verminderd worden met verschillende maatregelen zoals zonwering, zomernachtventilatie en zonwerend glas.
- Het toepassen van een ventilatiesysteem met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer zorgt er ook voor dat de TO_{juli} lager wordt. Dit kan worden verklaard door het grotere ventilatiedebiet van systeem C en de relatief koele gemiddelde buitentemperatuur in de maand juli waarvan wordt uitgegaan in de berekening. Hierover wordt meer toegelicht in paragraaf 2.5.
- Het toepassen van zonwering of zonwerend glas kan er toe leiden dat de woning niet meer voldoet aan de eis voor BENG 1 (of BENG 2 en BENG 3). Er zijn dan dus andere maatregelen benodigd om alsnog aan de eis voor BENG 1 te voldoen.
- Screens hebben betere zonwerende eigenschappen dan een knikarmscherm of een uitvalscherm. Er is voor deze woningen gekozen voor de minimaal benodigde zonwerende maatregelen.

3.4.2 Gevoeligheidsanalyse TO_{juli} appartement

Om inzicht te geven zijn in Tabel 7 voor het appartement de uitkomsten van de TO_{juli} weergegeven voor alle drie de gevels (voor-, achter- en zijgevel).

Tabel 7: Resultaten gevoeligheidsanalyse TO_{juli} per gevel van het appartement

Hoekappartement			
(TO_{juli} per gevel van het appartement)			
	TO_{juli} [K] – Noordwest ¹⁾	TO_{juli} [K] – Zuidoost ²⁾	TO_{juli} [K] – Zuidwest ³⁾
Referentie TO_{juli} : Geen zonwering; ZTA: 0,6 ¹⁾	4,84	2,84	1,96
binnenzonwering: gemetalliseerd weefsel op alle gevels	3,49	1,40	0,96
zomernachtventilatie (dwarsventilatie)	0,47	0,19	0,10
zomernachtventilatie (enkelzijdig)	4,04	2,18	1,40
glas ZTA-waarde 0,3 ³⁾	1,19	0,69	0,47
glas ZTA-waarde 0,2 ³⁾	0,35	0,24	0,18
Effect wijziging ventilatiesysteem naar natuurlijke toevoer en mechanische afvoer	2,69	1,25	0,71

¹⁾ De kenmerken van de referentiesituatie zijn gewijzigd ten opzichte van de situatie in hoofdstuk 2 om de basis voor alle woningtypen in de gevoeligheidsanalyse gelijk te trekken; voor de appartementen is uitgegaan van gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning en een warmtepomp en HR⁺⁺-glas met een ZTA-waarde van 0,6.

²⁾ De resultaten zijn weergegeven per gevel van het appartement (voor-, achter- en zijgevel).

³⁾ Een nadeel van glas met een lage ZTA-waarde is het verminderde doorzicht, verminderde lichtdoorlatendheid en verkleuring.



Figuur 4 Berekende hoekappartement; de noordwestgevel heeft relatief veel glas, de overstek van de galerij is niet meegenomen in de berekeningen

Analyse:

- Het appartement heeft een hogere TO_{juli} dan de grondgebonden woningen. Om aan de grenswaarde van TO_{juli} te kunnen voldoen is hier op een aantal gevels een zwaardere maatregel benodigd.
- Een nadeel van glas met een ZTA-waarde lager dan 0,3 is de kans op verminderd doorzicht, verminderde lichtdoorlatendheid en verkleuring van het glas. Dit kan echter verschillen per leverancier.
- Voordeel van zonwering bij een dergelijk appartement is, dat dit direct ook een oplossing is voor de te verwachten verblindingshinder.
- Dwarsventilatie (zomernachtventilatie) waarbij er voorzieningen zijn in twee gevels is ook een oplossing om te voldoen aan de eis voor TO_{juli} .
- De noordwest gevel heeft een relatief groot glasoppervlak (zie Figuur 4), waardoor hier maatregelen benodigd zijn die op het eerste gezicht niet te verwachten zijn. Voor een meer specifieke bepaling van de benodigde maatregelen wordt een dynamische temperatuuroverschrijdingsberekening aanbevolen. Mogelijk dat met een dynamische berekening geen aanvullende maatregelen benodigd zijn.
- Het toepassen van een ventilatiesysteem met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer zorgt er ook voor dat de TO_{juli} rekentechnisch lager wordt. Dit kan worden verklaard door het grotere ventilatiedebiet van systeem C en de relatief koele gemiddelde buitentemperatuur in de maand juli waarvan wordt uitgegaan in de berekening. Hierover wordt meer toegelicht in paragraaf 2.5.

3.4.3 Warmte accumulerend vermogen

Het warmte accumulerend vermogen van een gebouw heeft ook een groot effect op de TO_{juli} ; het risico op te hoge binnentemperaturen wordt hoger wanneer de massa van het gebouw afneemt. Dit is weergegeven in Tabel 8 en Bijlage 3.

Tabel 8: Resultaten gevoeligheidsanalyse TO_{juli} , warmte accumulerend vermogen

	Tussenwoning		Hoekwoning		Appartement
	BENG 1 [kWh/m ²]	TO_{juli} [K]	BENG 1 [kWh/m ²]	TO_{juli} [K]	TO_{juli} – Noordwest gevel [K]
Referentie BENG 1 & TO_{juli} : Gemengd zwaar (> 750 kg/m ²)	54,1 kWh/m ²	1,04	69,5 kWh/m ²	1,69	4,84
	Δ BENG 1 [kWh/m ²]	TO_{juli} [K]	Δ BENG 1 [kWh/m ²]	TO_{juli} [K]	TO_{juli} [K]
Skeletbouw (250-500 kg/m ²)	2,5 kWh/m ²	1,75	2,9 kWh/m ²	2,47	5,44
Skeletbouw (< 250 kg/m ²)	6,1 kWh/m ²	2,40	6,7 kWh/m ²	3,12	5,97

Wij wijzen er wel op dat ook dit punt de uitkomst het resultaat zijn van de aannames en randvoorwaarden uit de berekening. De dynamiek van temperatuuroverschrijding komt in de maandgemiddelde temperatuur conform NTA 8800 niet tot uitdrukking. Praktische gesproken betekent dit dat de ervaring van hoge binnentemperaturen ander kan zijn, dan verwacht, zeker als de werkelijkheid sterk afwijkt van de aannames. Na een lange periode met (zeer) warm weer zal een woning met een hoge thermische massa nog dagenlang kunnen na-ijlen (warm blijven). Wat bij opwarmen een voordeel is, wordt dan bij afkoeling weer een nadeel.

Hoofdstuk 4 Conclusie

De energieconcepten per praktijkproject zijn weergegeven in Bijlage 1. Enkele resultaten hiervan zijn:

BENG:

- De definitieve BENG-eisen zijn een **differentiatie en aanscherping** ten opzichte van de concept-eisen. Dit geldt met name voor BENG 1. In veel gevallen kan net voldaan worden met een thermische schil op het niveau van de vangnet-eisen uit het Bouwbesluit. Maar er is voor de meeste woningtypen met de thermische schil op Bouwbesluit niveau weinig marge over in de eis voor BENG 1.
- De tussenwoningen hebben in het algemeen een **verhouding A_{is}/A_g** kleiner dan 1,5 en de hoekwoningen een verhouding A_{is}/A_g tussen de 1,5 en 3. Voor de hoekwoningen geldt dus een BENG 1-eis die ongeveer 15 tot 20 kWh/m² hoger is dan 55 kWh/m². De onderzochte woongebouwen hebben allemaal een verhouding A_{is}/A_g kleiner dan 1,83 en moeten dus voldoen aan een BENG 1-eis van 65 kWh/m².
- Alle grondgebonden woningen voldoen aan de BENG 1-eis met schilmaatregelen die nagenoeg gelijk zijn aan de vangnet-eisen uit het Bouwbesluit. Door de 'knik' in de eisen voldoen hoek- en vrijstaande woningen met vergelijkbare maatregelen aan de BENG 1-eis.
- Grondgebonden woningen met een **lichte bouwwijze** (zoals de seniorenwoning van Geveke Bouw en de vrijstaande woning van een particuliere opdrachtgever) kunnen met schilmaatregelen die gelijk zijn aan de vangnet-eisen uit het Bouwbesluit voldoen aan de BENG 1-eis. Voor de vrijstaande woning is het extra 'budget' van 5 kWh/m² noodzakelijk om te kunnen voldoen aan de BENG 1-eis.
- Voor alle grondgebonden woningen zijn de resultaten van **BENG 2, BENG 3 en de TO_{juli} maatgevend** voor het te treffen maatregelenpakket.
- De minimaal benodigde maatregelen om aan de BENG-eisen te voldoen zijn niet in alle gevallen de meest optimale maatregelen vanuit het **perspectief van de bewoners**. In Bijlage 1 worden per praktijkproject alternatieve concepten getoond waarmee wel rekening wordt gehouden met comfort voor bewoners en waarmee ook aan de BENG-eisen kan worden voldaan (denk hierbij aan het verhogen van de Rc-waarden, verlagen van de U-waarden, douche-WTW of een ventilatiesysteem met extra sturing op CO₂). Op projectniveau zouden deze energieconcepten nog verder geoptimaliseerd kunnen worden.

Verwarming/warmtapwater:

- **Externe warmtelevering** kan zorgen voor een knelpunt in de hoogbouw bij BENG 2 en BENG 3, zeker wanneer het rendement en het aandeel hernieuwbaar van de warmtelevering laag is. Hier zou zoveel extra PV-panelen benodigd zijn dat dit niet op het dakvlak past. Hiervoor is in de bouwregelgeving een uitzonderingsmogelijkheid opgenomen, maar de beoordeling daarvan is afhankelijk van de betreffende gemeente ('bevoegd gezag').

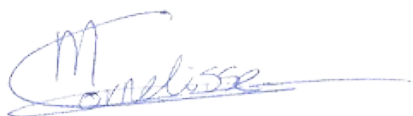
- Het toepassen van **warmtepompen** in hoogbouw draagt bij aan BENG 3, waardoor deze hoogbouw veel beter haalbaar is.

BENG en TO_{juli}:

- Als er geen actieve koeling aanwezig is, is het voor de meeste woningtypen, grondgebonden woningen én appartementen, noodzakelijk **extra maatregelen** te nemen om te voldoen aan de grenswaarde voor TO_{juli}. Deze maatregelen beïnvloeden ook de resultaten van de BENG-indicatoren en met name de hoogte van BENG 1.
- De aanwezigheid van **actieve koeling is geen garantie** dat er geen oververhitting zal zijn. Ook wanneer er koeling aanwezig is, is de kans op oververhitting afhankelijk van het ontwerp van de woning en de koelcapaciteit. Houdt er bovendien rekening mee dat vloerkoeling geen 'airco' is.
- Houdt er rekening mee dat een verbetering van de thermische schil in het kader van BENG 1 een negatief effect kan hebben op TO_{juli}.
- Een wijziging in **ventilatiesysteem** heeft effect op TO_{juli}. Een ventilatiesysteem met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer is in de berekening gunstiger voor TO_{juli} dan een gebalanceerd ventilatiesysteem. De vraag is of dit overeenkomt met de werkelijkheid, zie paragraaf 2.5.
- In de huidige validatietool kunnen **overstekken** van galarijen en balkons nog beperkt worden ingevoerd. De positieve bijdrage van overstekken op TO_{juli} kan met de beschikbare rekentool niet worden berekend.
- Een lager **warmte accumulerend vermogen** van de constructie heeft een negatief effect op TO_{juli}.
- De bepaling van TO_{juli} is een versimpelde benadering om extra invoer of een dynamische simulatieberekening te voorkomen. Door de opdeling in oriëntaties komen onbedoelde effecten naar voren zoals het uitmiddelen van het risico op oververhitting tussen ruimten met een laag risico en een hoog risico (koele begane grond en warm slaapvertrek).
- Een ander effect dat optreedt is een te **hoge TO_{juli}** op de **niet zonbelaste oriëntaties** zoals NO, N en NW. Dit komt bijvoorbeeld naar voren bij appartementen van project 10 en 11. Bij deze appartementen zijn met de berekening van TO_{juli} aanvullende maatregelen nodig op de NO, N of NW gevel. Deze maatregelen lijken niet altijd logisch en efficiënt om temperatuuroverschrijding te beperken. In deze situatie wordt een dynamische simulatieberekening aanbevolen.

24 oktober 2019

Nieman Raadgevende Ingenieurs B.V.



ir. M. Cornelisse



ing. T.G. Haytink

Bijlage 1 - Energieconcepten

Leeswijzer

Project 2 – woningconcept Trebbe Type: Tussenwoning Oriëntatie: voorgevel oost Verhouding A_w/A_g : 1,39			
	EPC: 0,4 (NEN 7120)	3. minimaal concept BENG + TO _{gk} (NTA 8800)	4. verbeterd concept BENG + TO _{gk} (NTA 8800)
vloer	R _e : 3,50 m²K/W	R _e : 3,50 m²K/W	R _e : 3,50 m²K/W
gevel	R _e : 5,22 m²K/W	R _e : 5,22 m²K/W	R _e : 5,22 m²K/W
dak	R _e : 6,09 m²K/W	R _e : 6,09 m²K/W	R _e : 6,09 m²K/W
ramen - glas	U _g : 1,40 W/m²K	U _g : 1,40 W/m²K	U _g : 1,40 W/m²K
glas	HR++-glas – ZTA: 0,6	HR++-glas – ZTA: 0,6	HR++-glas – ZTA: 0,6
voordeur	U _d : 1,50 W/m²K	U _d : 1,50 W/m²K	U _d : 1,50 W/m²K
zonwering	geen zonwering	geen zonwering	geen zonwering
infiltratie	q _{inf} : 0,10 W/m³K	q _{inf} : 0,10 W/m³K	q _{inf} : 0,10 W/m³K
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 (C4a)	natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4c) + werkelijk vermogen
zonne-energie	geen panelen	2 panelen à 2800 Wp	geen panelen
BENG conform NTA 8800			
BENG 1 (s 70 kWh/m²)	47,7 kWh/m²	51,4 kWh/m²	47,7 kWh/m²
BENG 2 (s 30 kWh/m²)	34,7 kWh/m²	38,4 kWh/m²	29,7 kWh/m²
BENG 3 (s 50 %)	55 %	55 %	54 %
TO _{gk} (s 1,0)	0,63	0,55	0,63

Legenda

De kleur van de omschreven maatregelen heeft de volgende betekenis:

- Oranje: betekent een verzwaring ten opzichte van een EPC: 0,4
- Blauw: betekent een versoepeling ten opzichte van een EPC: 0,4

De kleur van de uitkomst heeft de volgende betekenis:

- Groen: de uitkomst voldoet aan de gestelde eis
- Rood: de uitkomst voldoet niet aan de gestelde eis
- BENG 1 / BENG 2 / BENG 3 vetgedrukt: deze indicator is maatgevend

2. Energieconcept - Tussenwoning - Trebbe

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



Projectgegevens				
project	Onderzoek definitieve BENG-eisen			
projectnummer	20181960.001			
opdrachtgever	Lente Akkoord			
datum	24 oktober 2019			
Uitgangspunten				
A _g /A _o	1,39			
Oriëntatie	voorgevel oost			
Woningtype	tussenwoning 001A-EWPL			
Berekeningsprogramma	Validatietool NTA 8800, versie 1.26 - v190523			
1: EPC: 0,4 - NEN 7120				
2: minimaal concept - BENG NTA 8800 ¹⁾				
3: minimaal concept + TO _{juli} - BENG NTA 8800				
4: verbeterd concept + TO _{juli} - BENG NTA 8800 ¹⁾				
Bouwkundig				
Begane grondvloer	R _e = 3,50 m²K/W	R _e = 3,50 m²K/W	Geen wijzigingen benodigd. De woning voldoet aan de eis voor TO _{juli}	
Langsgevel/kopgevel	R _e = 5,22 m²K/W	R _e = 4,50 m²K/W	R _e = 3,50 m²K/W	
Hellend dakconstructie	R _e = 6,09 m²K/W	R _e = 6,00 m²K/W	R _e = 5,22 m²K/W	
Beglazing	HR ⁺⁺ -glas - g _{gl} = 0,6	HR ⁺⁺ -glas - g _{gl} = 0,6	R _e = 6,09 m²K/W	
Glasopeningen (incl. kozijn)	U _g = 1,35 W/m²K	U _g = 1,65 W/m²K	HR ⁺⁺ -glas - g _{gl} = 0,6	
Voordeur	U _d = 1,50 W/m²K	U _d = 1,65 W/m²K	U _g = 1,35 W/m²K	
Lineaire warmteverliezen	werkelijke ψ-waarden SBR-details + 25%	werkelijke ψ-waarden SBR-details + 25%	U _d = 1,50 W/m²K	
Buitenzonwering	n.v.t.	n.v.t.	werkelijke ψ-waarden SBR-details + 25%	
Thermische capaciteit	traditioneel, gemengd zwaar	traditioneel, gemengd zwaar	n.v.t.	
Infiltratie	q _{v10;spec} = 0,300 dm³/s·m²	forfaitaire waarde q _{v10;10-bar} = 0,700 dm³/s·m²	traditioneel, gemengd zwaar	
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 <Θsup ≤35°)	LT (30 <Θsup ≤35°)	LT (30 <Θsup ≤35°)	
Warmtapwater - opwekking	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig	
specifieke 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 en inlaat toestel)	
Specificatie ventilatiesysteem	C4a. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer	C4a. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer	C4c. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer	
luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen	luchtdrukgestuurde toevoer, 1 CO ₂ -sensor (+extra CO ₂ -sensor slpk 1)	luchtdrukgestuurde toevoer, 1 CO ₂ -sensor (+extra CO ₂ -sensor slpk 1)	luchtdrukgestuurde toevoer, met extra CO2 sensoren	
Lengte kanaal	LUKA D	LUKA D	LUKA D	
opgesteld vermogen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	
Zonneboiler	forfaitair	forfaitair	11 W	
Kenmerken PV-panelen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	
PV-panelen	geen PV-panelen	280 Wp/paneel, helling 40°, matig geventileerd	geen PV-panelen	
	n.v.t.	3 stuks west	n.v.t.	
Resultaten				
EPC conform NEN 7120	Tussenwoning	Tussenwoning	Tussenwoning	
	0,39			
BENG conform NEN 7120				
	BENG 1 - energiebehoefte (maximale energieverbruik ≤ 25 kWh/m²)	31,5 kWh/m²		
	BENG 2 - primair energieverbruik (maximale energieverbruik ≤ 25 kWh/m²)	48,2 kWh/m²		
	BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 50%)	41%		
BENG conform NTA 8800				
	BENG 1 - energiebehoefte (maximale energieverbruik ≤ 55 kWh/m²)	47,7 kWh/m²	51,4 kWh/m²	47,7 kWh/m²
	BENG 2 - primair energieverbruik (maximale energieverbruik ≤ 30 kWh/m²)	34,7 kWh/m²	28,4 kWh/m²	29,7 kWh/m²
	BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 50%)	55%	65%	54%
Elektriciteitsgebruik (kWh per jaar op de meter)	2615,8 kWh	2141,8 kWh		2238,2 kWh
	CO ₂ -uitstoot per jaar (op basis van primair energieverbruik volgens NTA 8800)	889 kg	728 kg	761 kg
TO _{juli} (meest maategevende waarde)	0,63	0,55		0,63
EPV				
Warmtevraag (conform NEN 7120)				
Warmtevraag (conform NTA 8800)	38,7 kWh/m²	42,5 kWh/m²	32,1 kWh/m²	

¹⁾ Oranje, dikgedrukte tekst betekent een verzwaaring ten opzichte van EPC: 0,4 concept. Blauwe, dikgedrukte tekst betekent een verzwakking ten opzichte van het EPC: 0,4 concept.

3. Energieconcept - Hoekwoning plat dak te Noord-Brabant - ERA Contour/Stadlander

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



Projectgegevens				
project	Onderzoek definitieve BENG-eisen			
projectnummer	20181960.001			
opdrachtgever	Lente Akkoord			
datum	24 oktober 2019			
Uitgangspunten				
A _g /A _o	2,21			
Type woning	Hoekwoning			
Oriëntatie	achtergevel zuid			
Berekeningsprogramma	Validatietool NTA 8800, versie 1.26 - v190523			
	1: EPC: 0,4 - NEN 7120	2: minimaal concept - BENG NTA 8800 ¹⁾	3: minimaal concept + TO _{hul} - BENG NTA 8800 ^{1,2)}	4: verbeterd concept + TO _{juli} - BENG NTA 8800 ¹⁾
Bouwkundig				
begane grondvloer	R _c = 5,00 m²K/W	R _c = 3,50 m²K/W	R _c = 3,50 m²K/W	R _c = 5,00 m²K/W
Langsgevel/kopgevel	R _c = 6,50 m²K/W	R _c = 4,50 m²K/W	R _c = 4,50 m²K/W	R _c = 6,50 m²K/W
plat dak	R _c = 7,00 m²K/W	R _c = 6,00 m²K/W	R _c = 6,00 m²K/W	R _c = 7,00 m²K/W
hellend dak	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
panelen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
glas	HR ⁺⁺ glas - ZTA-waarde 0,5	HR ⁺⁺ glas - ZTA-waarde 0,60	HR ⁺⁺ glas - ZTA-waarde 0,60	HR ⁺⁺ glas - ZTA-waarde 0,5;
Glasopeningen (incl. kozijn)	U _w = 1,10 W/m²K	U _w = 1,65 W/m²K	U _w = 1,65 W/m²K	U _w = 1,10 W/m²K
voordeur	U _d = 2,0 W/m²K	U _d = 1,65 W/m²K	U _d = 1,65 W/m²K	U _d = 2,0 W/m²K
pui	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
dakraam	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
lineaire warmteverliezen	forfaitair	nauwkeurig (aanname, exacte berekening niet uitgevoerd)	nauwkeurig (aanname, exacte berekening niet uitgevoerd)	nauwkeurig (aanname, exacte berekening niet uitgevoerd)
buitenzonwering	nee	nee	zonwering op zuid- en oostgevel (zwarte screens)	zonwering op zuid- en oostgevel (zwarte screens)
infiltratie	Q _{v10,spec} = 0,500 dm³/s·m²	forfaitaire waarde q _{ei10-hul} = 0,588 dm³/s·m²	forfaitaire waarde q _{ei10-hul} = 0,588 dm³/s·m²	Q _{v10,spec} = 0,400 dm³/s·m²
Installatietechnisch				
verwarming - opwekking	HR-107 combiketel	combiwarmtepomp - buitenlucht - η: 4,95	combiwarmtepomp - buitenlucht - η: 4,95	combiwarmtepomp - buitenlucht - η: 4,95
verwarming - afgifte	radiatoren- en/of convectoren	vloerverwarming	vloerverwarming	vloerverwarming
temperatuurniveau	LT	LT	LT	LT
aanvullende circulatiepomp	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig
warmtapwater - opwekking	HR-107 combiketel	combiwarmtepomp	combiwarmtepomp	combiwarmtepomp
specificatie warmtapwatersysteem	Intergas Kombi Kompakt HRE 28/24	combiwarmtepomp - buitenlucht - η: 1,40	combiwarmtepomp - buitenlucht - η: 1,40	combiwarmtepomp - buitenlucht - η: 1,40
leidinglengten	forfaitair	forfaitair	forfaitair	forfaitair
koeling	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
douchewarmtewisselaar	Heitech Technea douchegoot wtw	Heitech Technea douchegoot wtw	Heitech Technea douchegoot wtw	Heitech Technea douchegoot wtw
ventilatieprincipe	C4a. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer	C4a. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer	C4a. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer	C4b. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer
specificatie ventilatiesysteem	CO2-sturing zonder zonering	CO2-sturing zonder zonering	CO2-sturing zonder zonering	DucoTronic Plus System (CO2 gestuurde roosters)
luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen	onbekend	onbekend	onbekend	LUKA C
lengte kanaal	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
opgesteld vermogen ventilatoren	forfaitair	forfaitair	forfaitair	60 W
zonneboiler	nvt	n.v.t.	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	260 Wp/paneel, helling 20°, sterk geventileerd
pv-panelen	7 PV-panelen west	4 PV-panelen oost + 4 PV-panelen west	5 PV-panelen oost + 4 PV-panelen west	3 PV-panelen oost + 2 PV-panelen west
Resultaten				
EPC conform NEN 7120	0,4			
BENG conform NEN 7120				
BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik ≤ 25 kWh/m²)	57,0 kWh/m²			
BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 25 kWh/m²)	70,1 kWh/m²			
BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 50%)	15%			
BENG conform NTA 8800				
BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik ≤ 76,35 kWh/m²)	55,5 kWh/m²	64,5 kWh/m²	69,6 kWh/m²	58,4 kWh/m²
BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 30 kWh/m²)	74,9 kWh/m²	28,7 kWh/m²	28,4 kWh/m²	29,8 kWh/m²
BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 50%)	18%	73%	75%	65%
CO ₂ uitstoot per jaar (op basis van primair energiegebruik volgens NTA 8800)	1503 kg	776 kg	767 kg	804 kg
Gebouwebonden Elektriciteitsgebruik (kWh per jaar op de meter)	-1011,0 kWh	2281,0 kWh	2254,8 kWh	2364,3 kWh
Gebouwebonden Gasgebruik (m³ per jaar op de meter)	1032,9 m³	0,0 m³	0,0 m³	0,0 m³
TO _{hul} (meest maattegevende waarde)	1.01	1.03	0.27	0.27
EPV				
Warmtevraag (conform NEN 7120)	54,1 kWh/m²			
Warmtevraag (conform NTA 8800)	48,9 kWh/m²	56,8 kWh/m²	62,7 kWh/m²	42,2 kWh/m²

¹⁾ Oranje, dikgedrukte tekst betekent een verzwaring ten opzichte van EPC: 0,4 concept. Blauwe, dikgedrukte tekst betekent een verzwakking ten opzichte van het EPC: 0,4 concept.

²⁾ De extra maatregelen die benodigd zijn om te voldoen aan TO_{juli} zijn weergegeven ten opzichte van de maatregelen die benodigd zijn om te voldoen aan de BENG-eisen.

4. Energieconcept - Houthaven Pier 2 Amsterdam - BPD

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

Projectgegevens	
project	Onderzoek definitieve BENG-eisen
projectnummer	20181960.001
opdrachtgever	Lente Akkoord
datum	24 oktober 2019



Uitgangspunten	
A ₀ /A _c	1,29
Type woning	tussenwoning (woningtype A1A)
Oriëntatie	achtergevel zuidoost
Berekeningsprogramma	Validatietool NTA 8800, versie 1.26 - v190523

	1: EPC: 0,4 - NEN 7120	2: minimaal concept - BENG NTA 8800 ¹⁾	3: minimaal concept + TO _{geb} - BENG NTA 8800	4: verbeterd concept + TO _{juli} - BENG NTA 8800 ¹⁾
Bouwkundig				
begane grondvloer	R _c = 3,50 m ² K/W	R _c = 3,50 m ² K/W	Geen wijzigingen benodigd. De woning voldoet door de aanwezige koeling aan de eis voor TO _{geb}	R _c = 3,50 m ² K/W
langsgevels	R _c = 4,50 m ² K/W	R _c = 4,50 m ² K/W		R _c = 4,50 m ² K/W
koppevels	R _c = 4,50 m ² K/W	R _c = 4,50 m ² K/W		R _c = 4,50 m ² K/W
plat dak	R _c = 6,00 m ² K/W	R _c = 6,00 m ² K/W		R _c = 6,00 m ² K/W
hellend dak	R _c = 6,00 m ² K/W	R _c = 6,00 m ² K/W		R _c = 6,00 m ² K/W
panelen	R _c = 4,50 m ² K/W	R _c = 4,50 m ² K/W		R _c = 4,50 m ² K/W
glas	HR ⁺⁺ glas - ZTA-waarde 0,6	HR ⁺⁺ glas - ZTA-waarde 0,60		triple-glas - ZTA-waarde 0,5
raam	U _w = 1,45 W/m ² K (hout) / U _g = 1,60 W/m ² K (aluminium)	U_w = 1,35 W/m²K		U_w = 0,9 W/m²K
voordeur	U _d = 1,40 W/m ² K	U _d = 1,40 W/m ² K		U _d = 1,40 W/m ² K
overige deuren	U _d = 1,65 W/m ² K	U _d = 1,65 W/m ² K		U _d = 1,65 W/m ² 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.	n.v.t.		n.v.t.
infiltratie	Q _{v,10-kar} o.b.v. gebouwenmerken = 0,70 dm ³ /s·m ²	Q_{v,10-kar} o.b.v. gebouwenmerken = 0,40 dm³/s·m²		Q_{v,10-kar} o.b.v. gebouwenmerken = 0,40 dm³/s·m²
Installatietechnisch				
verwarming - opwekking	externe warmtelevering - Westpoort secundair (η:205%)	externe warmtelevering - Westpoort secundair (η:205%)	49 % hernieuwbaar	externe warmtelevering - Westpoort secundair (η: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 (η:205%)	externe warmtelevering - Westpoort secundair (η:205%)	49 % hernieuwbaar	externe warmtelevering - Westpoort secundair (η:205%)
leidinglengten	forfaitair	forfaitair		forfaitair
koeling	externe koudelevering forfaitair - HT-koeling	externe koudelevering forfaitair - HT-koeling	25 % hernieuwbaar	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	C4a. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer		D5a. gebalanceerde ventilatie met WTW
specificatie ventilatiesysteem	Orcon MVS-15RHB CO2 basis	Orcon MVS-15RHB CO2 basis		Zehnder ComfoAir Q350, met CO2-sturing in alle verblijfsruimten
luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen	LUKA B	LUKA B		LUKA B
lengte kanaal	n.v.t.	n.v.t.		3 m
opgesteld vermogen ventilatoren	werkelijk: 28 W	werkelijk: 28 W		werkelijk: 90 W
zonnepanelen	n.v.t.	n.v.t.		n.v.t.
kenmerken PV-panelen	geen PV-panelen	295 Wp/paneel, helling 42°, matig geventileerd		295 Wp/paneel, helling 42°, matig geventileerd
PV-panelen	geen PV-panelen	8 PV-panelen zuidoost + 10 PV-panelen noordwest		8 PV-panelen zuidoost + 3 PV-panelen noordwest
Rekenresultaten				
EPC conform NEN 7120	0,35 (geen PV-panelen)			
BENG conform NEN 7120				
BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik ≤ 25 kWh/m ²)	46,0 kWh/m²			
BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 25 kWh/m ²)	35,9 kWh/m²			
BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 50%)	0%			
BENG conform NTA 8800			49% hernieuwbaar	
BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik ≤ 55 kWh/m ²)	59,5 kWh/m²	54,6 kWh/m ²	54,6 kWh/m ²	49,5 kWh/m ²
BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 30 kWh/m ²)	33,1 kWh/m²	22,0 kWh/m ²	22,0 kWh/m ²	16,1 kWh/m ²
BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 50%)	31%	51%	68%	50%
CO ₂ uitstoot per jaar (op basis van primair energiegebruik volgens NTA 8800)	1243 kg	724 kg	724 kg	556 kg
Elektriciteitsgebruik (kWh per jaar op de meter)	-1380 kWh	-2636 kWh	-2636 kWh	-1747 kWh
Warmtelevering + koudelevering (primaire warmte/koude behoefte)	37,8 GJ	35,9 GJ	35,9 GJ	26,4 GJ
TO _{geb} (meest maattegevende waarde)	0	0	0	0
EPV				
Warmtevraag (conform NEN 7120)	41,4 kWh/m ²	44,7 kWh/m ²	44,7 kWh/m ²	17,7 kWh/m ²
Warmtevraag (conform NTA 8800)	49,8 kWh/m ²			

¹⁾ Oranje, dikgedrukte tekst betekent een verzwaring ten opzichte van EPC: 0,4 concept. Blauwe, dikgedrukte tekst betekent een verzwakking ten opzichte van het EPC: 0,4 concept.

5. Energieconcept - Één laagse seniorenwoning Ten Post - Geveke Bouw

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

Projectgegevens	
project	Onderzoek definitieve BENG-eisen
projectnummer	20181960.001
opdrachtgever	Lente Akkoord
datum	24 oktober 2019



Uitgangspunten	
A ₀ /A _g	2,61
Type woning	hoekwoning
Oriëntatie	achtergevel west
Berekeningsprogramma	Validatietool NTA 8800, versie 1.26 - v190523

	1: EPC: 0,4 - NEN 7120	2: minimaal concept - BENG NTA 8800 ¹⁾	3: minimaal concept + TO _{juli} - BENG NTA 8800 ^{1,2)}	4: verbeterd concept + TO _{juli} - BENG NTA 8800 ¹⁾
Bouwkundig				
begane grondvloer	R _c = 3,50 m²K/W	R _c = 3,50 m²K/W	R _c = 3,50 m²K/W	R _c = 4,00 m²K/W
langsgevels	R _c = 4,50 m²K/W	R _c = 4,50 m²K/W	R _c = 4,50 m²K/W	R _c = 6,00 m²K/W
kopgevels	R _c = 4,50 m²K/W	R _c = 4,50 m²K/W	R _c = 4,50 m²K/W	R _c = 6,00 m²K/W
plat dak	R _c = 6,00 m²K/W	R _c = 6,00 m²K/W	R _c = 6,00 m²K/W	R _c = 8,00 m²K/W
hellend dak	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
panelen	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
glas	HR ⁺⁺ glas - ZTA-waarde 0,6	HR ⁺⁺ glas - ZTA-waarde 0,6	HR ⁺⁺ glas - ZTA-waarde 0,6	HR ⁺⁺ glas - ZTA-waarde 0,6
raam	U _w = 1,40 W/m²K	U _w = 1,65 W/m²K	U _w = 1,65 W/m²K	U _w = 1,40 W/m²K
voordeur	U _d = 1,40 W/m²K	U _d = 1,65 W/m²K	U _d = 1,65 W/m²K	U _d = 1,40 W/m²K
dakraam	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
lineaire warmteverliezen	uitgebreide methode	uitgebreide methode	uitgebreide methode	uitgebreide methode
buitenzonwering	nee	nee	zonwering op oost- en westgevel (gekleurde screens)	zonwering op oost- en westgevel (gekleurde screens)
interne warmtecapaciteit	gemengd licht (250-500 kg/m²)	gemengd licht (250-500 kg/m²)	gemengd licht (250-500 kg/m²)	gemengd licht (250-500 kg/m²)
infiltratie	Q _{cr,10-kar} o.b.v. gebouwenmerken = 0,40 dm³/s-m²	Q _{cr,10-kar} forfaitair = 0,588 dm³/s-m²	Q _{cr,10-kar} forfaitair = 0,588 dm³/s-m²	Q _{cr,10-kar} o.b.v. gebouwenmerken = 0,30 dm³/s-m²
Installatietechnisch				
verwarming - opwekking	warmtepomp met kwaliteitsverklaring (η _H ; gen 5,25)	warmtepomp met kwaliteitsverklaring	warmtepomp met kwaliteitsverklaring	warmtepomp met kwaliteitsverklaring (η _H ; gen 5,25)
verwarming - afgifte	vloerverwarming	vloerverwarming	vloerverwarming	vloerverwarming
Temperatuurniveau	30 <Θ _{sup} ≤ 35°	30 <Θ _{sup} ≤ 35°	30 <Θ _{sup} ≤ 35°	30 <Θ _{sup} ≤ 35°
aanvullende circulatiepomp	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig
warmtapwater - opwekking	warmtepomp met kwaliteitsverklaring (η _H ; gen 1,80)	warmtepomp met kwaliteitsverklaring	warmtepomp met kwaliteitsverklaring	warmtepomp met kwaliteitsverklaring (η _H ; gen 1,80)
specificatie warmtapwatersysteem	combiwarmtepomp Alpha Innotec	combiwarmtepomp Alpha Innotec	combiwarmtepomp Alpha Innotec	combiwarmtepomp Alpha Innotec
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.	verticale douche-WTW, aangesloten op douchemengkraan
ventilatieprincipe	D5a. gebalanceerde ventilatie met WTW	C4a. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer	C4a. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer	D5a. gebalanceerde ventilatie met WTW
specificatie ventilatiesysteem	Zehnder WHR 930 - CO2 regeling per zone	CO2-sturing zonder zonering	CO2-sturing zonder zonering	Zehnder WHR 930 - CO2 regeling per zone
lucht dichtheidsklasse ventilatiekanalen	LUKA B	n.v.t.	n.v.t.	LUKA B
lengte kanaal	2 m	n.v.t.	n.v.t.	2 m
opgesteld vermogen ventilatoren	forfaitair	forfaitair	forfaitair	32 W
zonneboiler	n.v.t.	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	n.v.t.
PV-panelen	7 PV-panelen zuid	5 PV-panelen zuid	5 PV-panelen zuid	geen PV-panelen

Rekenresultaten				
EPC conform NEN 7120	0,65 (geen PV-panelen) 0,38 (7 st. PV panelen 250 Wp/paneel - zuid - 20° - sterk gevent)			
BENG conform NEN 7120				
BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik ≤ 25 kWh/m²)	50,6 kWh/m²			
BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 25 kWh/m²)	63,6 kWh/m²			
BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 50%)	46%			
BENG conform NTA 8800				
BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik ≤ 93,39 kWh/m²)	74,1 kWh/m²	79,1 kWh/m²	80,6 kWh/m²	69,4 kWh/m²
BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 30 kWh/m²)	10,2 kWh/m²	10,2 kWh/m²	26,8 kWh/m²	29,7 kWh/m²
BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 50%)	88%	78%	77%	59%
CO ₂ uitstoot per jaar (op basis van primair energiegebruik volgens NTA 8800)	180 kg	474 kg	495 kg	527 kg
Elektriciteitsgebruik (kWh per jaar op de meter)	530 kWh	1395 kWh	1456 kWh	1549 kWh
TO _{ja} (meest maatgevende waarde)	1.97	1.28	0.59	0.94
EPV				
Warmtevraag (conform NEN 7120)	44,0 kWh/m²			
Warmtevraag (conform NTA 8800)	42,3 kWh/m²	70,2 kWh/m²	73,9 kWh/m²	38,0 kWh/m²

¹⁾ Oranje, dikgedrukte tekst betekent een verzwaaring ten opzichte van EPC: 0,4 concept. Blauwe, dikgedrukte tekst betekent een verzwaaking ten opzichte van het EPC: 0,4 concept.

²⁾ De extra maatregelen die benodigd zijn om te voldoen aan TO_{juli} zijn weergegeven ten opzichte van de maatregelen die benodigd zijn om te voldoen aan de BENG eisen.

6. Energieconcept - @home Amstelkwartier te Amsterdam - Hurks/Lingotto/APF

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



Projectgegevens				
project	Onderzoek definitieve BENG-eisen			
projectnummer	20181960.001			
opdrachtgever	Lente Akkoord			
datum	24 oktober 2019			
				
Uitgangspunten				
A _g /A _g	0,77			
Percentage glas per gevel	zuidoost: 21%; zuidwest: 25%; noordwest: 28%; noordoost: 37%			
Type woning	woongebouw, 22 woonlagen			
Berekeningsprogramma	Validatietool NTA 8800, versie 1.26 - v190523			
		1: EPC: 0,4 - NEN 7120	2: minimaal concept - BENG NTA 8800 ^{1,2)}	3: minimaal concept + TO _{Juli} - BENG NTA 8800 4: verbeterd concept - BENG NTA 8800 ^{1,2)}
Bouwkundig				
begane grondvloer	R _e = 3,50 m²K/W	R _e = 3,50 m²K/W	Geen wijzigingen. De TO _{Juli} is niet bepaald op appartementniveau.	R _e = 3,50 m²K/W
gevel	R _e = 4,50 m²K/W	R _e = 4,50 m²K/W		R _e = 4,50 m²K/W
plat dak	R _e = 6,00 m²K/W	R _e = 6,00 m²K/W		R _e = 6,00 m²K/W
glas	triple-glas - ZTA-waarde 0,6	HR ⁺⁺ glas - ZTA-waarde 0,6		triple-glas - ZTA-waarde 0,4
raam	U _w = 0,90 W/m²K	U _w = 1,65 W/m²K		U _w = 0,90 W/m²K
deuren	U _d = 2,00 W/m²K	U _d = 1,65 W/m²K		U _d = 2,00 W/m²K
lineaire warmteverliezen	forfaitair	forfaitair		forfaitair
bouwtype	traditioneel, gemend zwaar	traditioneel, gemend zwaar		traditioneel, gemend zwaar
buitenzonwering	n.v.t.	n.v.t.		n.v.t.
infiltratie	o.b.v. referentiemeting (q _{v-10,3ar} = 0,500 dm³/s·m²)	q _{v-10,3ar} forfaitair = 0,420 dm³/s·m²		q _{v-10,3ar} forfaitair = 0,420 dm³/s·m²
Installatietechnisch				
verwarming - opwekking	externe warmtelevering Amsterdam zuid en Almere (η = 1,65)	externe warmtelevering Amsterdam zuid en Almere (η = 1,65)	49 % hernieuwbaar	externe warmtelevering Amsterdam zuid en Almere (η = 1,65)
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	η = 1,65	η = 1,65		η = 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		D5a. gebalanceerde ventilatie met WTW
specificatie ventilatiesysteem	Duco CO2 System NGG met CO2 sensor in de woonkamer	Duco CO2 System NGG met CO2 sensor in de woonkamer		CO2-sturing, met zonering
luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen	Luka B	Luka B		Luka B
lengte kanaal	n.v.t.	n.v.t.		onbekend
opgesteld vermogen ventilatoren	werkelijk: 1500 W	werkelijk: 1500 W		forfaitair
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 750 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 460 PV-panelen zuidwest, west en oost
	n.v.t.			
Rekenresultaten				
EPC conform NEN 7120	0,40			

¹⁾ Oranje, dikgedrukte tekst betekent een verzwaring ten opzichte van EPC: 0,4 concept. Blauwe, dikgedrukte tekst betekent een verzwakking ten opzichte van het EPC: 0,4 concept.

²⁾ De TO_{Juli} moet bepaald worden op appartementniveau. Voor dit gebouw is de TO_{Juli} niet berekend. Er wordt verwacht dat er maatregelen nodig zijn om te kunnen voldoen aan de eis voor TO_{Juli} van 1,0 K.

7. Energieconcept - Hoogwonen Galerijontsluiting - Trebbe

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



Projectgegevens				
project	Onderzoek definitieve BENG-eisen			
projectnummer	20181960.001			
opdrachtgever	Lente Akkoord			
datum	24 oktober 2019			
Uitgangspunten				
A _g /A _g	1,07			
Percentage glas per gevel	zuid: 9%; west: 43%; noord: 36%; oost: 23%			
Type woning	woongebouw, 6 woonlagen			
Oriëntatie	galerijzijde op oost			
Berekeningsprogramma	Validatietool NTA 8800, versie 1.26 - v190523			
1: EPC: 0,4 - NEN 7120				
2: minimaal concept - BENG NTA 8800 ^{1, 2)}				
3: minimaal concept + TO _{uit} - BENG NTA 8800				
4: verbeterd concept - BENG NTA 8800 ^{1, 2)}				
Bouwkundig				
begane grondvloer	R _g = 3,50 m²K/W	R _g = 3,50 m²K/W	Geen wijzigingen. De TO _{uit} is voor deze variant niet bepaald op appartementniveau.	R _g = 3,50 m²K/W
gevel	R _e = 5,20 m²K/W	R _e = 4,50 m²K/W		R _e = 5,20 m²K/W
plat dak	R _d = 6,00 m²K/W	R _d = 6,00 m²K/W		R _d = 6,00 m²K/W
glas	HR ⁺⁺ glas - ZTA-waarde 0,6	HR ⁺⁺ glas - ZTA-waarde 0,6		HR ⁺⁺ glas - ZTA-waarde 0,6
raam	U _w = 1,45 W/m²K	U _w = 1,65 W/m²K		U _w = 1,45 W/m²K
deuren	U _d = 1,45 W/m²K	U _d = 1,65 W/m²K		U _d = 1,45 W/m²K
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.		zonwering op westgevel (zwarte screens)
infiltratie	o.b.v. gebouwenmerken (q _{10,kar} = 0,300 dm³/s·m²)	q _{10,kar} forfaitair = 0,420 dm³/s·m²		o.b.v. gebouwenmerken (q _{10,kar} = 0,300 dm³/s·m²)
Installatietechnisch				
verwarming - opwekking	warmtepompboiler op ventilatietourlucht	lucht-water warmtepomp		lucht-water warmtepomp
verwarming - afgifte	Nibe F730 180 L	Nibe F2040-6 + externe boiler (η = 4.95)		Nibe F2040-6 + externe boiler (η = 4.95)
temperatuurniveau	vloerverwarming	vloerverwarming		vloerverwarming
aanvullende circulatiepomp	LT (35 <θsup ≤40°)	LT (35 <θsup ≤40°)		LT (35 <θsup ≤40°)
warmtapwater - opwekking	niet aanwezig	niet aanwezig		niet aanwezig
specificatie warmtapwatersysteem	warmtepompboiler op ventilatietourlucht	lucht-water warmtepomp		lucht-water warmtepomp
leidinglengten	Nibe F730 180 L	Nibe F2040-6 + externe boiler (η = 1,40)		Nibe F2040-6 + externe boiler (η = 1,40)
koeling	werkelijk	werkelijk		werkelijk
douchewarmtewisselaar	n.v.t.	n.v.t.		n.v.t.
ventilatiesysteem	douchegoot WTW - aangesloten op koudepoort	douchemenakraan en inlaat toestel		douchemenakraan en inlaat toestel
specificatie ventilatiesysteem	C4a. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer	C4a. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer		C4a. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer
luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen	Nibe F730 + ZR-roosters	CO2-sturing zonder zonering		CO2-sturing zonder zonering
lengte kanaal	Luka D	Luka D		Luka D
opgesteld vermogen ventilatoren	n.v.t.	n.v.t.		n.v.t.
zonneboiler	werkelijk	werkelijk		werkelijk
kenmerken PV-panelen	n.v.t.	n.v.t.		n.v.t.
PV-panelen	325 Wp/paneel, helling 15°, sterk geventileerd	n.v.t.		n.v.t.
	136 PV-panelen oost-west	n.v.t.		n.v.t.
Rekenresultaten				
EPC conform NEN 7120	0,40			
BENG conform NEN 7120				
BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik ≤ 25 kWh/m²)	46,3 kWh/m²			
BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 25 kWh/m²)	52,2 kWh/m²			
BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 50%)	17%			
BENG conform NTA 8800				
BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik ≤ 65 kWh/m²)	-	59,8 kWh/m²		53,5 kWh/m²
BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 50 kWh/m²)	-	47,8 kWh/m²		45,6 kWh/m²
BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 40%)	-	52%		50%
CO ₂ uitstoot per jaar (op basis van primair energiegebruik volgens NTA 8800)	-	37133 kg		35466 kg
Elektriciteitsgebruik (kWh per jaar op de meter)	-	109215 kWh		104311 kWh
EPV (op gebouwniveau)				
Warmtevraag (conform NEN 7120)	39,9 kWh/m²			
Warmtevraag (conform NTA 8800)	-	49,3 kWh/m²		43,0 kWh/m²

¹⁾ Oranje, dikgedrukte tekst betekent een verzwaring ten opzichte van EPC: 0,4 concept. Blauwe, dikgedrukte tekst betekent een verzwakking ten opzichte van het EPC: 0,4 concept.

²⁾ De TO_{uit} moet bepaald worden op appartementniveau. Dit is weergegeven in Bijlage 2 van deze notitie.

8. Energieconcept - 2 onder 1 kap Tiel - SCW

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

Projectgegevens				
project	Onderzoek definitieve BENG-eisen			
projectnummer	20181960.001			
opdrachtgever	Lente Akkoord			
datum	24 oktober 2019			
Uitgangspunten				
A ₀ /A _g	1,91			
Type woning	2^1 kapwoning - links			
Oriëntatie	achtergevel noordoost			
Berekeningsprogramma	Validatietool NTA 8800, versie 1.26 - v190523			
	1: EPC: 0,4 - NEN 7120	2: minimaal concept - BENG NTA 8800 ¹⁾	3: minimaal concept + TO _{juli} - BENG NTA 8800	4: verbeterd concept + TO _{juli} - BENG NTA 8800 ¹⁾
Bouwkundig				
begane grondvloer	R _c = 3,50 m²K/W	R _c = 3,50 m²K/W	Geen wijzigingen benodigd. De woning voldoet aan de eis voor TO _{juli}	R _c = 3,50 m²K/W
gevel	R _c = 4,50 m²K/W	R _c = 4,50 m²K/W		R _c = 4,50 m²K/W
hellend dak	R _c = 6,00 m²K/W	R _c = 6,00 m²K/W		R _c = 6,00 m²K/W
glas	HR++ glas - ZTA-waarde 0,6	HR++ glas - ZTA-waarde 0,6		HR++ glas - ZTA-waarde 0,6
raam	U _w = 1,34 W/m²K	U _w = 1,65 W/m²K		U _w = 1,34 W/m²K
voordeur	U _d = 1,65 W/m²K	U _d = 1,65 W/m²K		U _d = 1,65 W/m²K
dakraam	U _{dak/230m} = 1,34 W/m²K - ZTA-waarde 0,60	U _w = 1,65 W/m²K		U _{dak/230m} = 1,34 W/m²K - ZTA-waarde 0,60
lineaire warmteverliezen	forfaitair	uitgebreide methode - SBR-details +25% (aanname)		uitgebreide methode - SBR-details +25% (aanname)
buitenzonwering	nee	zomernachtventilatie (dwarsventilatie, aanname 2,5 m²)		zomernachtventilatie (dwarsventilatie, aanname 2,5 m²)
				zonwering zuidwestgevel (gekleurde screens)
infiltratie	q _{v,10-kar} o.b.v. referentiemeting = 0,30 dm³/s·m²	q _{v,10-kar} o.b.v. referentiemeting = 0,80 dm³/s·m²		q _{v,10-kar} o.b.v. referentiemeting = 0,30 dm³/s·m²
Installatietechnisch				
verwarming - opwekking	bodem/water warmtepomp - Nibe F1255-6 (PC) - nverw: 5,80	bodem/water warmtepomp - Nibe F1255-6 (PC) - nverw: 5,80		bodem/water warmtepomp - η = 5,80
verwarming - afgifte	radiator- en/of convectorverwarming	radiator- en/of convectorverwarming		radiator- en/of convectorverwarming
temperatuurniveau	30 <θ _{sup} ≤35°	30 <θ _{sup} ≤35°		30 <θ _{sup} ≤35°
aanvullende circulatiepomp	niet aanwezig	niet aanwezig		niet aanwezig
warmtapwater - opwekking	bodem/water warmtepomp	bodem/water warmtepomp		bodem/water warmtepomp
specificatie warmtapwatersysteem	Nibe F1255-6 (PC) - η = 1,4	Nibe F1255-6 (PC) - η = 1,4		η: 1,8
leidinglengten	werkelijk	werkelijk		werkelijk
koeling	n.v.t.	n.v.t.		n.v.t.
douchewarmtewisselaar	DSS verticale douche-WTW T-DW 3 standaard (η = 0,6)	DSS verticale douche-WTW T-DW 3 standaard (η = 0,6)		DSS verticale douche-WTW T-DW 3 standaard (η = 0,6)
ventilatiesysteem	aansluiten op douchemengkraan en warmtepomp	aansluiten op douchemengkraan en warmtepomp		aansluiten op douchemengkraan en warmtepomp
specificatie ventilatiesysteem	D2, gebalanceerde ventilatie met WTW	D2, gebalanceerde ventilatie met WTW		D2, gebalanceerde ventilatie met WTW
luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen	Zehnder ComfoAir Q350	Zehnder ComfoAir Q350		Zehnder ComfoAir Q350
lengte kanaal	LUKA D	LUKA D		LUKA D
opgesteld vermogen ventilatoren	1 m	1 m		1 m
zonneboiler	werkelijk: 32 W	werkelijk: 32 W		werkelijk: 32 W
kenmerken PV-panelen	n.v.t.	n.v.t.		n.v.t.
PV-panelen	geen PV-panelen	300 Wp/paneel, helling 45°, matig geventileerd		geen PV-panelen
	geen PV-panelen	3 PV-panelen zuidwest		geen PV-panelen
Rekenresultaten				
EPC conform NEN 7120	0,40			
BENG conform NEN 7120				
BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik ≤ 25 kWh/m²)	43,8 kWh/m²			
BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 25 kWh/m²)	57,2 kWh/m²			
BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 50%)	38%			
BENG conform NTA 8800				
BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik ≤ 67,32 kWh/m²)	65,3 kWh/m²	64,3 kWh/m²		56,5 kWh/m²
BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 30 kWh/m²)	32,1 kWh/m²	27,7 kWh/m²		26,3 kWh/m²
BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 50%)	51%	64%		55%
CO ₂ uitstoot per jaar (op basis van primair energiegebruik volgens NTA 8800)	681 kg	588 kg		558 kg
Elektriciteitsgebruik (kWh per jaar op de meter)	2003 kWh	1731 kWh		1641 kWh
TO _{juli} (meest maategevende waarde)	4,85	0,34		0,18
EPV				
Warmtevraag (conform NEN 7120)	36,4 kWh/m²			
Warmtevraag (conform NTA 8800)	35,4 kWh/m²	37,7 kWh/m²		29,4 kWh/m²

¹⁾ Oranje, dikgedrukte tekst betekent een verzwaring ten opzichte van EPC: 0,4 concept. Blauwe, dikgedrukte tekst betekent een verzwakking ten opzichte van het EPC: 0,4 concept.

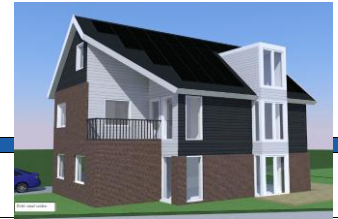


9. Energieconcept - Vrijstaande woning Utrecht - particuliere opdrachtgever

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

Projectgegevens				
project	Onderzoek definitieve BENG-eisen			
projectnummer	20181960.001			
opdrachtgever	Lente Akkoord			
datum	24 oktober 2019			
				
Uitgangspunten				
A ₀ /A _g	2,5			
Type woning	vrijstaande woning			
Oriëntatie	achtergevel oost			
Berekeningsprogramma	Validatietool NTA 8800, versie 1.26 - v190523			
1: EPC: 0,4 - NEN 7120		2: minimaal concept - BENG NTA 8800 ¹⁾		3: minimaal concept + TO _{juli} - BENG NTA 8800
4: verbeterd concept + TOjuli - BENG NTA 8800 ¹⁾				
Bouwkundig				
begane grondvloer	R _c = 4,00 m²K/W	R _c = 3,50 m²K/W	Geen wijzigingen benodigd. De woning voldoet door de aanwezige koeling aan de eis voor TO _{juli}	
gevel metselwerk	R _c = 5,25 m²K/W	R _c = 4,50 m²K/W	R _c = 4,00 m²K/W	
gevel rabatdelen	R _c = 5,00 m²K/W	R _c = 4,50 m²K/W	R _c = 5,25 m²K/W	
plat dak balkon	R _c = 6,00 m²K/W	R _c = 6,00 m²K/W	R _c = 5,00 m²K/W	
hellend dak	R _c = 6,50 m²K/W	R _c = 6,00 m²K/W	R _c = 6,00 m²K/W	
panelen	n.v.t.	n.v.t.	R _c = 6,50 m²K/W	
glas	triple-glas - ZTA-waarde 0,6	HR ⁺ glas - ZTA-waarde 0,6	n.v.t.	
raam	U _w = 1,00 W/m²K	U _w = 1,65 W/m²K	triple-glas - ZTA-waarde 0,5	
voordeur	U _d = 1,00 W/m²K	U _w = 1,65 W/m²K	U _w = 1,00 W/m²K	
schuifpui	U _d = 1,00 W/m²K	U _w = 1,65 W/m²K	U _d = 1,00 W/m²K	
dakraam	U _{dakraam} = 0,81 W/m²K - ZTA-waarde 0,45	U _w = 1,65 W/m²K	U _d = 1,00 W/m²K	
lineaire warmteverliezen	werkelijke ψ-waarden SBR-details + 25%	werkelijke ψ-waarden SBR-details + 25%	U _{dakraam} = 0,81 W/m²K - ZTA-waarde 0,45	
buitenzonwering	nee	nee	werkelijke ψ-waarden SBR-details + 25%	
interne warmtecapaciteit	gemengd licht (250-500 kg/m²)	gemengd licht (250-500 kg/m²)	zonwering op bg oost- en westgevel (gekleurde screens)	
infiltratie	q _{c,10-kar} o.b.v. referentiemeting = 0,40 dm³/s·m²	forfaitaire waarde q _{c,10-kar} = 0,98 dm³/s·m²	gemengd licht (250-500 kg/m²)	
q _{c,10-kar} o.b.v. referentiemeting = 0,40 dm³/s·m²				
Installatietechnisch				
verwarming - opwekking	combiwarmtepomp - Mitsubishi Electric Ecodan Cylinderunit 5kW ADV35 buitenlucht (COP = 4,95)	combiwarmtepomp - Mitsubishi Electric Ecodan Cylinderunit 5kW ADV35 buitenlucht (COP = 4,95)	combiwarmtepomp - Mitsubishi Electric Ecodan Cylinderunit 5kW ADV35 buitenlucht (COP = 4,95)	
verwarming - afgifte	vloerverwarming	vloerverwarming	vloerverwarming	
temperatuurniveau	< 35°C	< 35°C	< 35°C	
aanvullende circulatiepomp	niet aanwezig	niet aanwezig	niet aanwezig	
warmtapwater - opwekking	combiwarmtepomp	combiwarmtepomp	combiwarmtepomp	
specificatie warmtapwatersysteem	combiwarmtepomp - Mitsubishi Electric Ecodan Cylinderunit 5kW ADV35 buitenlucht (COP = 2,3)	combiwarmtepomp - Mitsubishi Electric Ecodan Cylinderunit 5kW ADV35 buitenlucht (COP = 2,3)	combiwarmtepomp - Mitsubishi Electric Ecodan Cylinderunit 5kW ADV35 buitenlucht (COP = 2,3)	
leidinglengten	forfaitair	forfaitair	forfaitair	
koeling	compressiekoelmachine - HT-afgifte - nkoeling: 4,0	compressiekoelmachine - HT-afgifte - nkoeling: 4,0	compressiekoelmachine - HT-afgifte - nkoeling: 4,0	
douchewarmtewisselaar	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	
ventilatieprincipe	D2: gebalanceerde ventilatie met WTW	C4a. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer	DSa. gebalanceerde ventilatie met WTW	
specificatie ventilatiesysteem	Brink Renovent Excellent 400	CO2-sturing zonder zonering	Brink Renovent Excellent 400; 2-zone CO2-regeling, CO2-sensor per VR	
luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen	LUKA B	LUKA B	LUKA B	
lengte kanaal	2 m	n.v.t.	2 m	
opgesteld vermogen ventilatoren	werkelijk - 85 W	forfaitair	werkelijk - 65 W	
zonneboiler	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	n.v.t.	
PV-panelen	1 PV-paneel zuid	9 PV-panelen zuid	n.v.t.	
Rekenresultaten				
EPC conform NEN 7120		0,42 (geen PV-panelen)		
		0,40 (1,6 m² = 1 PV-paneel, 140 Wp/m² - zuid - 45° - matig geventileerd)		
BENG conform NEN 7120				
BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik ≤ 25 kWh/m²)		54,1 kWh/m²		
BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 25 kWh/m²)		58,4 kWh/m²		
BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 50%)		39%		
BENG conform NTA 8800				
BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik ≤ 90,11 kWh/m²)		69,6 kWh/m²	87,8 kWh/m²	66,4 kWh/m²
BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 30 kWh/m²)		36,3 kWh/m²	29,4 kWh/m²	29,5 kWh/m²
BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 50%)		51%	73%	55%
CO ₂ uitstoot per jaar (op basis van primair energiegebruik volgens NTA 8800)		1617 kg	1309 kg	1315 kg
Elektriciteitsgebruik (kWh per jaar op de meter)		4756 kWh	3851 kWh	3867 kWh
TO _{ja} (meest maategevende waarde)		0		0
EPV				
Warmtevraag (conform NEN 7120)		30,9 kWh/m²		
Warmtevraag (conform NTA 8800)		31,2 kWh/m²	68,7 kWh/m²	30,1 kWh/m²

¹⁾ Oranje, dikgedrukte tekst betekent een verzwaaring ten opzichte van EPC: 0,4 concept. Blauwe, dikgedrukte tekst betekent een verzwakking ten opzichte van het EPC: 0,4 concept.



10. Energieconcept - 6-spanner woongebouw - Trebbe

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

Projectgegevens				
project	Onderzoek definitieve BENG-eisen			
projectnummer	20181960.001			
opdrachtgever	Lente Akkoord			
datum	24 oktober 2019			
				
Uitgangspunten				
A _u /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 1.26 - v190523			
	1: EPC: 0,4 - NEN 7120	2: minimaal concept - BENG NTA 8800 ^{1, 2)}	3: minimaal concept + TO _{ind} - BENG NTA 8800	4: verbeterd concept - BENG NTA 8800 ^{1, 2)}
Bouwkundig				
begane grondvloer	R _g = 3,50 m²K/W	R _g = 3,50 m²K/W	Geen wijzigingen. De TO _{ind} is voor deze variant niet bepaald op appartementniveau.	R _g = 3,50 m²K/W
vloer boven AOR/buiten	R _e = 4,50 m²K/W	R _e = 3,50 m²K/W		R _e = 4,50 m²K/W
gevel	R _e = 5,20 m²K/W	R _e = 4,50 m²K/W		R _e = 5,20 m²K/W
plat dak	R _e = 6,00 m²K/W	R _e = 6,00 m²K/W		R _e = 6,00 m²K/W
glas	HR ⁺⁺ glas - ZTA-waarde 0,6	HR ⁺⁺ glas - ZTA-waarde 0,6		HR ⁺⁺ glas - ZTA-waarde 0,3
raam	U _w = 1,45 W/m²K	U _w = 1,65 W/m²K		U _w = 1,45 W/m²K
raam entree	U _w = 1,45 W/m²K	U _w = 1,65 W/m²K		U _w = 1,45 W/m²K
deuren	U _d = 1,45 W/m²K	U _d = 1,65 W/m²K		U _d = 1,45 W/m²K
lineaire warmteverliezen	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.		zonwering op zuidoost- en zuidwestgevel (zwarte screen)
infiltratie	o.b.v. gebouwkenmerken (q _{v-10,5aF} = 0,300 dm³/s·m²)	q _{v-10,5aF} forfaitair = 0,420 dm³/s·m²		o.b.v. gebouwkenmerken (q _{v-10,5aF} = 0,300 dm³/s·m²)
Installatietechnisch				
verwarming - opwekking	individuele lucht water warmtepomp (η = 4,95)	individuele lucht water warmtepomp (η = 4,95)		individuele lucht water warmtepomp (η = 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	η = 1,4	η = 1,4		η = 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
ventilatiesysteem	douchemengkraan in inlaat toestel			douchemengkraan in inlaat toestel
specificatie ventilatiesysteem	Orcon C4c MVS-15 systeem met extra CO2 sensoren	C4a. natuurlijke toevoer, mechanische afvoer Orcon C4a MVS-15 systeem met CO2 sensor		D3. gebalanceerde ventilatie met WTW Brink Flair 300, CO2-sturing op afvoer
luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen	LUKA B	LUKA B		LUKA B
lengte kanaal	n.v.t.	n.v.t.		forfaitaire lengte
opgesteld vermogen ventilatoren	werkelijk: 340 W	werkelijk: 340 W		werkelijk: 1100 W
zonneboiler	n.v.t.	n.v.t.		n.v.t.
kenmerken PV-panelen	280 Wp/paneel, helling 15°, sterk geventileerd	n.v.t.		n.v.t.
PV-panelen	54 PV-panelen oost-west	n.v.t.		n.v.t.
Rekenresultaten				
EPC conform NEN 7120	0,38			
BENG conform NEN 7120				
BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik ≤ 25 kWh/m²)	26,9 kWh/m²			
BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 25 kWh/m²)	45,9 kWh/m²			
BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 50%)	39%			
BENG conform NTA 8800				
BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik ≤ 65 kWh/m²)	47,1 kWh/m²	56,8 kWh/m²		51,7 kWh/m²
BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 50 kWh/m²)	30,3 kWh/m²	44,9 kWh/m²		35,3 kWh/m²
BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 40%)	57%	53%		42%
CO ₂ uitstoot per jaar (op basis van primair energiegebruik volgens NTA 8800)	18454 kg	27376 kg		21483 kg
Elektriciteitsgebruik (kWh per jaar op de meter)	54275 kWh	80517 kWh		63187 kWh
EPV (op gebouwniveau)				
Warmtevraag (conform NEN 7120)	23,3 kWh/m²			
Warmtevraag (conform NTA 8800)	30,2 kWh/m²	47,7 kWh/m²		21,4 kWh/m²

¹⁾ Oranje, dikgedrukte tekst betekent een verzwaaring ten opzichte van EPC: 0,4 concept. Blauwe, dikgedrukte tekst betekent een verzwakking ten opzichte van het EPC: 0,4 concept.

²⁾ De TO_{ind} moet bepaald worden op appartementniveau. Dit is weergegeven in Bijlage 2 van deze notitie.



11. Energieconcept - Vlietpoort te Den Haag - Stebru

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



Projectgegevens					
project	Onderzoek definitieve BENG-eisen				
projectnummer	20181960.001				
opdrachtgever	Lente Akkoord				
datum	24 oktober 2019				
Uitgangspunten					
A ₀ /A _g	0,82				
Percentage glas per gevel	zuidoost: 27%; zuidwest: 32%; noordwest: 28%; noordoost: 37%				
Type woning	woongebouw - 24 woonlagen				
Oriëntatie	voorgevel noordwest				
Berekeningsprogramma	Validatietool NTA 8800, versie 1.26 - v190523				
1: EPC: 0,4 - NEN 7120		2: minimaal concept - BENG NTA 8800 ^{1, 3)}		3: minimaal concept + TO _{geb} - BENG NTA 8800	
				4: verbeterd concept - BENG NTA 8800 ^{1, 3)}	
Bouwkundig					
begane grondvloer	R _g = 3,50 m²K/W	R _g = 3,50 m²K/W	Geen wijzigingen. De TO _{geb} is voor deze variant niet bepaald op appartementsniveau.		R _g = 5,00 m²K/W
vloer boven AOR/buiten	R _g = 6,00 m²K/W	R _g = 6,00 m²K/W			R _g = 5,00 m²K/W
gevel	R _g = 5,00 m²K/W	R _g = 5,00 m²K/W			R _g = 5,00 m²K/W
plat dak	R _g = 7,00 m²K/W	R _g = 7,00 m²K/W			R _g = 7,00 m²K/W
glas	triple-glas - ZTA-waarde 0,5	triple-glas - ZTA-waarde 0,5			triple-glas - ZTA-waarde 0,3 / ZTA-waarde 0,2 op sommige gevels
raam	U _g = 1,05 W/m²K	U _g = 1,05 W/m²K			U _g = 0,90 W/m²K
raam entree	U _g = 1,65 W/m²K	U _g = 1,65 W/m²K			U _g = 1,20 W/m²K
deuren	U _g = 1,65 W/m²K	U _g = 1,65 W/m²K			U _g = 1,40 W/m²K
lineaire warmteverliezen	forfaitair	forfaitair			forfaitair
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 _{10,3ar} = 0,300 dm³/s·m²)	o.b.v. gebouwenmerken (q _{10,3ar} = 0,300 dm³/s·m²)			o.b.v. gebouwenmerken (q _{10,3ar} = 0,300 dm³/s·m²)
Installatietechnisch					
verwarming - opwekking	externe warmtelevering Den Haag (η = 1,40)	externe warmtelevering Den Haag (η = 1,40)	50 % hernieuwbaar	externe warmtelevering Den Haag (η = 1,40)	49 % hernieuwbaar
verwarming - afgifte	vloerverwarming	vloerverwarming		vloerverwarming	
aanvullende circulatiepomp	niet aanwezig	niet aanwezig		niet aanwezig	
warmtapwater - opwekking	externe warmtelevering - afleverset	externe warmtelevering - afleverset	50 % hernieuwbaar	externe warmtelevering - afleverset	49 % hernieuwbaar
specificatie warmtapwatersysteem	η = 1,4	η = 1,4		η = 1,4	
leidinglengten	werkelijk	werkelijk		werkelijk	
koeling	n.v.t.	n.v.t.		n.v.t.	
douchewarmtewisselaar	n.v.t.	n.v.t.		douche wtw aangesloten op koudepoort mengkraan (η = 0,4)	
ventilatieprincipe	D5a. gebalanceerde ventilatie met WTW	D5a. gebalanceerde ventilatie met WTW		D5a. gebalanceerde ventilatie met WTW	
specificatie 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	
luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen	LUKA C	LUKA C		LUKA C	
lengte kanaal	37 m	37 m		37 m	
opgesteld vermogen ventilatoren	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.	
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°	dak: 360 Wp/paneel, helling 15°, sterk geventileerd	
PV-panelen	90 PV-panelen zuidwest	90 PV-panelen zuidwest	90 PV-panelen zuidwest	90 PV-panelen zuidwest	
		gevel: 360 Wp/paneel, helling 90°, matig geventileerd	gevel: geen PV-panelen	gevel: 360 Wp/paneel, helling 90°, matig geventileerd	
		210 PV-panelen zuidwest + 210 PV-panelen zuidoost ²⁾		180 PV-panelen zuidwest + 185 PV-panelen zuidoost ²⁾	
Rekenresultaten					
EPC conform NEN 7120	0,40				
BENG conform NEN 7120					
BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik ≤ 25 kWh/m²)	27,4 kWh/m²				
BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 25 kWh/m²)	49,8 kWh/m²				
BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 50%)	6%				
BENG conform NTA 8800		50% hernieuwbaar		49% hernieuwbaar	
BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik ≤ 65 kWh/m²)	52,6 kWh/m²	52,6 kWh/m²		54,4 kWh/m²	54,4 kWh/m²
BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 50 kWh/m²)	37,1 kWh/m²	24,8 kWh/m²		24,3 kWh/m²	24,3 kWh/m²
BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 40%)	10%	40%		40%	59%
CO ₂ uitstoot per jaar (op basis van primair energiegebruik volgens NTA 8800)	65508 kg	38475 kg	65508 kg	37712 kg	37712 kg
Elektriciteitsgebruik (kWh per jaar op de meter)	-2923 kWh	-82433 kWh	-2923 kWh	-81371 kWh	-81371 kWh
Warmtelevering (primaire warmte/koude behoefte)	1408,3 GJ	1408,3 GJ	1408,3 GJ	1384,5 GJ	1384,5 GJ
EPV (op gebouwniveau)					
Warmtevraag (conform NEN 7120)	18,6 kWh/m²				
Warmtevraag (conform NTA 8800)	21,5 kWh/m²	21,5 kWh/m²	21,5 kWh/m²	24,3 kWh/m²	24,3 kWh/m²

¹⁾ Oranje, dikgedrukte tekst betekent een verzwaring ten opzichte van EPC: 0,4 concept. Blauwe, dikgedrukte tekst betekent een verzwakking ten opzichte van het EPC: 0,4 concept.

²⁾ Het voorgestelde aantal PV-panelen past niet op het beschikbare dakoppervlak. Het aantal PV-panelen wat wel op het dak past is voldoende om te voldoen aan de eis voor BENG 2, maar niet genoeg om te voldoen aan de eis voor BENG 3.

³⁾ De TO_{geb} moet bepaald worden op appartementsniveau. Dit is weergegeven in Bijlage 2 van deze notitie.

12. Energieconcept - Frank is een Binck te Den Haag - Stebru

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



Projectgegevens				
project	Onderzoek definitieve BENG-eisen			
projectnummer	20181960.001			
opdrachtgever	Lente Akkoord			
datum	24 oktober 2019			
				
Uitgangspunten				
A _g /A _h	0,85			
Percentage glas per gevel	zuidoost: 76%; zuidwest: 23%; noordwest: 60%; noordoost: 43%			
Type woning	woongebouw (alleen hoge woontoren), 18 woonlagen			
Oriëntatie	voorgevel noordoost			
Berekeningsprogramma	Validatietool NTA 8800, versie 1.26 - v190523			
	1: EPC: 0,4 - NEN 7120	2: minimaal concept - BENG NTA 8800 ¹⁾	3: minimaal concept + TO _{geb} - BENG NTA 8800	4: verbeterd concept - BENG NTA 8800 ¹⁾
Bouwkundig				
begane grondvloer	R _c = 4,50 m²K/W	R _c = 3,50 m²K/W	Geen wijzigingen benodigd. De appartementen voldoen door de aanwezige koeling aan de eis voor TO _{geb}	R _c = 4,50 m²K/W
vloer boven AOR/buiten	R _c = 4,50 m²K/W	R _c = 4,50 m²K/W		R _c = 4,50 m²K/W
gevel	R _c = 4,50 m²K/W	R _c = 4,50 m²K/W		R _c = 5,00 m²K/W
plat dak	R _c = 6,00 m²K/W	R _c = 6,00 m²K/W		R _c = 6,00 m²K/W
glas	triple-glas - ZTA-waarde 0,3	HR ⁺ glas - ZTA-waarde 0,6		triple-glas - ZTA-waarde 0,3
raam	U _w = 1,20 W/m²K	U _w = 1,40 W/m²K		U _w = 1,20 W/m²K
raam entree	U _w = 1,65 W/m²K	U _d = 1,40 W/m²K		U _w = 1,65 W/m²K
deuren	U _d = 1,65 W/m²K	U _w = 1,40 W/m²K		U _d = 1,65 W/m²K
lineaire warmteverliezen	forfaitair	forfaitair		forfaitair
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,bar} = 0,300 dm³/s·m²)	q _{v-10,bar} forfaitair = 0,420 dm³/s·m²		o.b.v. gebouwenmerken (q _{v-10,bar} = 0,300 dm³/s·m²)
Installatietechnisch				
verwarming - opwekking	collectieve bodem warmtepomp (η = 5) (niet preferent: stadsverwarming; kan niet worden ingevuld)	collectieve bodem warmtepomp (η = 5) (niet preferent: stadsverwarming; kan niet worden ingevuld)		collectieve bodem warmtepomp (η = 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	η = 3,6 (niet preferent: stadsverwarming; kan niet worden ingevuld)	η = 3,6 (niet preferent: stadsverwarming; kan niet worden ingevuld)		η = 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	C4a, natuurlijke toevoer, mechanische afvoer		D5a, gebalanceerde ventilatie met WTW
specificatie ventilatiesysteem	CO2-sturing, met zonering	CO2-sturing zonder zonering		CO2-sturing, met zonering
luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen	LUKA C	LUKA C		LUKA C
lengte kanaal	onbekend	n.v.t.		onbekend
opgesteld vermogen ventilatoren	forfaitair	forfaitair		werkelijk: 4000 W (92 stuks)
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	145 PV-panelen zuidoost		n.v.t.
Rekenresultaten				
EPC conform NEN 7120	0,40			
BENG conform NEN 7120				
BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik ≤ 25 kWh/m²)	44,5 kWh/m²			
BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 25 kWh/m²)	44,9 kWh/m²			
BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 50%)	42%			
BENG conform NTA 8800				
BENG 1 - energiebehoefte (maximale energiegebruik ≤ 65 kWh/m²)	65,1 kWh/m²	65,0 kWh/m²		64,8 kWh/m²
BENG 2 - primair energiegebruik (maximale energiegebruik ≤ 50 kWh/m²)	38,2 kWh/m²	50,0 kWh/m²		49,9 kWh/m²
BENG 3 - aandeel hernieuwbare energie (minimale duurzame energie ≥ 40%)	55%	55%		40%
CO ₂ uitstoot per jaar (op basis van primair energiegebruik volgens NTA 8800)	66160 kg	86538 kg		86488 kg
Elektriciteitsgebruik (kWh per jaar op de meter)	194589 kWh	254524 kWh		254376 kWh
TO _{geb}	0	0		0
EPV (op gebouwniveau)				
Warmtevraag (conform NEN 7120)				
Warmtevraag (conform NTA 8800)	34,7 kWh/m²	50,3 kWh/m²		35,2 kWh/m²

¹⁾ Oranje, dikgedrukte tekst betekent een verzwaaring ten opzichte van EPC: 0,4 concept. Blauwe, dikgedrukte tekst betekent een verzwakking ten opzichte van het EPC: 0,4 concept.

Bijlage 2 - TO_{juli} op appartement niveau

7b. Energieconcept TO_{juli} - Hoogwonen Galerijontsluiting - Trebbe

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

Projectgegevens	
project	Onderzoek definitieve BENG-eisen
projectnummer	20181960.001
opdrachtgever	Lente Akkoord
datum	24 oktober 2019



Uitgangspunten	
$A_{0,0}/A_0$	1,07
Percentage glas per gevel	zuid: 9%; west: 43%; noord: 36%; oost: 23%
Type woning	woongebouw, 6 woonlagen
Oriëntatie	galerijzijde op oost
Berekeningsprogramma	Validatietool NTA 8800, versie 1.26 - v190523

5: verbeterd concept + TO_{juli} - BENG NTA 8800^{1, 2)}

Bouwkundig	
begane grondvloer	$R_{t1} = 3,50 \text{ m}^2\text{K/W}$
gevel	$R_{t2} = 5,20 \text{ m}^2\text{K/W}$
plat dak	$R_{t3} = 6,00 \text{ m}^2\text{K/W}$
glas	HR++ glas - ZTA-waarde 0,6
raam	$U_{w1} = 1,45 \text{ W/m}^2\text{K}$
deuren	$U_{d1} = 1,45 \text{ W/m}^2\text{K}$
lineaire warmteverliezen	ψ -waarden conform bijlage G NEN 1068
bouwtype	traditioneel, gemiddeld zwaar
buitenzonwering	zonwering op gedeelte westgevel (zwarte screens)
infiltratie	o.b.v. gebouwenmerken ($q_{v-10, \text{ker}} = 0,300 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$)

Installatietechnisch	
verwarming - opwekking	lucht-water warmtepomp
verwarming - afgifte	Nibe F2040-6 + externe boiler ($n = 4,95$)
temperatuurniveau	vloerverwarming
aanvullende circulatiepomp	LT ($35 < \Delta T_{\text{sup}} \leq 40^\circ$)
warmtapwater - opwekking	niet aanwezig
specificatie warmtapwatersysteem	lucht-water warmtepomp
leidinglengten	Nibe F2040-6 + externe boiler ($\eta = 1,40$)
koeling	werkelijk
douchewarmtewisselaar	n.v.t.
ventilatiesysteem	n.v.t.
specificatie ventilatiesysteem	C4a: natuurlijke toevoer, mechanische afvoer
luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen	CO2-sturing zonder zonering
lengte kanaal	Luka D
opgesteld vermogen ventilatoren	n.v.t.
zonneboiler	werkelijk
kenmerken PV-panelen	n.v.t.
PV-panelen	n.v.t.



Rekenresultaten TO_{juli}

Geen maatregelen					
TO _{juli}	noord	oost	zuid	west	
1. Hoekappartement	0,96	-	-	0,43	
2. Tussenappartement	-	0,70	-	1,50	
2b. Tussenappartement onder het dak	-	0,52	-	1,11	
3. Hoekappartement	0,01	0,73	0,32	3,07	

TO _{juli} met maatregelen					
TO _{juli}	noord	oost	zuid	west	
1. Hoekappartement	0,96	-	-	0,43	
2. Tussenappartement	-	0,70	-	1,09 ³⁾	
2b. Tussenappartement onder het dak	-	0,52	-	0,81	
3. Hoekappartement	0,01	0,73	0,32	0,87	

¹⁾ Oranje, dikgedrukte tekst betekent een verzwaring ten opzichte van EPC: 0,4 concept. Blauwe, dikgedrukte tekst betekent een verzwakking ten opzichte van het EPC: 0,4 concept.

²⁾ Het effect van overstekten (balkons) kan niet worden ingevoerd in de huidige validatietool. Dit effect kan dus niet worden meegenomen. Overstekten hebben een positief effect op de hoogte van TO_{juli}. In de volgende versie van de rekensoftware kan dit specifieker worden bepaald.

³⁾ Het tussenappartement (nummer 2) voldoet niet aan de eis voor TO_{wa} van 1,0. Naar verwachting voldoet dit appartement wel aan de eis als de overstek van het balkon ingevoerd kan worden.

10b. Energieconcept TO_{juli} 6-spanner woongebouw - Trebbe

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

Projectgegevens	
project	Onderzoek definitieve BENG-eisen
projectnummer	20181960.001
opdrachtgever	Lente Akkoord
datum	24 oktober 2019

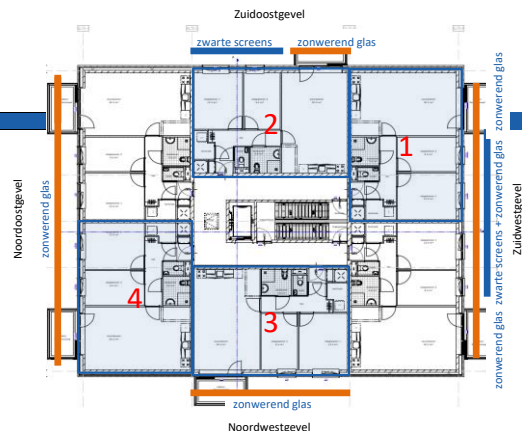


Uitgangspunten	
A ₀ /A _g	0,96
Percentage glas per gevel	zuid: 12%; west: 35%; noord: 12%; oost: 34%
Type woning	woongebouw
Oriëntatie	voorgevel noordwest
Berekeningsprogramma	Validatietool NTA 8800, versie 1.26 - v190523

5: verbeterd concept + TO_{juli} - BENG NTA 8800 ^{1,2)}

Bouwkundig	
begane grondvloer	R _c = 3,50 m ² K/W
vloer boven AOR/buiten	R _c = 4,50 m ² K/W
gevel	R _c = 5,20 m ² K/W
plat dak	R _c = 6,00 m ² K/W
glas	HR ⁺⁺ glas - ZTA-waarde 0,6 zonwerend glas: ZTA-waarde 0,3
raam	U _w = 1,45 W/m ² K
raam entree	U _w = 1,45 W/m ² K
deuren	U _d = 1,45 W/m ² K
lineaire warmteverliezen	ψ-waarden conform bijlage G NEN 1068
bouwtype	traditioneel, gemend zwaar
buitenzonwering	zonwering op ramen zuidoost- en zuidwestgevels (zwarte screens)
infiltratie	o.b.v. gebouwenmerken (q _{10-15,300} = 0,300 dm ³ /s·m ²)

Installatietechnisch	
verwarming - opwekking	Individuele lucht water warmtepomp (η = 4,95)
verwarming - afgifte	vloerverwarming
aanvullende circulatiepomp	niet aanwezig
warmtapwater - opwekking	individuele lucht water warmtepomp
specificatie warmtapwatersysteem	η = 1,4
leidinglengten	werkelijk
koeling	n.v.t.
douchewarmtewisselaar	douchegoot-wtw, aangesloten op koudepoort
ventilatiesysteem	douchemonikraan in inlaat toestel
specificatie ventilatiesysteem	D3, gebalanceerde ventilatie met WTW
lucht dichtheidsklasse ventilatiekanalen	Brink Flair 300, CO2-sturing op afvoer
lengte kanaal	LUKA B
opgesteld vermogen ventilatoren	forfaitaire lengte
zonneboiler	werkelijk: 1100 W
kenmerken PV-panelen	n.v.t.
PV-panelen	n.v.t.



Rekenresultaten TO_{juli}

Geen maatregelen					
TO _{juli}	noordwest	noordoost	zuidoost	zuidwest	
1. Hoekappartement	-	-	0,06	4,81	
1b. Hoekappartement onder het dak	-	-	0,06	4,07	
2. Tussenappartement	-	-	2,58	-	
3. Tussenappartement	1,61	-	-	-	
4. Hoekappartement	0,05	2,51	-	-	

TO _{juli} met maatregelen					
TO _{juli}	noordwest	noordoost	zuidoost	zuidwest	
1. Hoekappartement	-	-	0,06	0,77	
1b. Hoekappartement onder het dak	-	-	0,06	0,66	
2. Tussenappartement	-	-	0,68	-	
3. Tussenappartement	0,39	-	-	-	
4. Hoekappartement	0,05	0,56	-	-	

¹⁾ Oranje, dikgedrukte tekst betekent een verzwaring ten opzichte van EPC: 0,4 concept. Blauwe, dikgedrukte tekst betekent een verzwakking ten opzichte van het EPC: 0,4 concept.

²⁾ Het effect van overstekken (balkons) kan niet worden ingevoerd in de huidige validatietool. Dit effect kan dus niet worden meegenomen. Overstekken hebben een positief effect op de hoogte van TO_{juli}. In de volgende versie van de rekensoftware kan dit specifieker worden bepaald.

11b. Energieconcept TO_{juli} - Vlietpoort te Den Haag - Stebru

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

Projectgegevens

project	Onderzoek definitieve BENG-eisen
projectnummer	20181960.001
opdrachtgever	Lente Akkoord
datum	24 oktober 2019

Uitgangspunten

A_g/A_e	0,82
Percentage glas per gevel	zuidwest: 27%; zuidwest: 32%; noordwest: 28%; noordoost: 37%
Type woning	woongebouw
Oriëntatie	voorgevel noordwest
Berekeningsprogramma	Validatietool NTA 8800, versie 1.26 - v190523

5: verbeterd concept + TO_{juli} - BENG NTA 8800 ^{1, 3)}

Bouwkundig

begane grondvloer	$R_c = 5,00 \text{ m}^2\text{K/W}$
vloer boven AOR/buiten	$R_c = 5,00 \text{ m}^2\text{K/W}$
gevel	$R_c = 5,00 \text{ m}^2\text{K/W}$
plat dak	$R_c = 7,00 \text{ m}^2\text{K/W}$
glas	triple-glas - ZTA-waarde 0,3 (extra zonwerend glas: ZTA-waarde 0,20)
raam	$U_w = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$
raam entree	$U_w = 1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
deuren	$U_d = 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$
lineaire warmteverliezen	forfaitair
bouwtype	traditioneel, gemend zwaar
buitenzonwering	n.v.t.
infiltratie	o.b.v. gebouwenmerken ($q_{n-10,30} = 0,300 \text{ dm}^3/\text{s}\cdot\text{m}^2$)

Installatietechnisch

verwarming - opwekking	externe warmtelevering Den Haag ($\eta = 1,40$)
verwarming - afgifte	vloerverwarming
aanvullende circulatiepomp	niet aanwezig
warmtapwater - opwekking	externe warmtelevering - afleverst
specificatie warmtapwatersysteem	$\eta = 1,4$
leidinglengten	werkelijk
koeling	n.v.t.
douchewarmtewisselaar	douche wtw aangesloten op koudepoort
ventilatieprincipe	mengkraan ($n = 0,4$)
specificatie ventilatiesysteem	D5a, gebalanceerde ventilatie met WTW
luchtdichtheidsklasse ventilatiekanalen	Duco Energy System 325, 2-zone regeling met
lengte kanaal	CO2 sensoren in alle VR
opgesteld vermogen ventilatoren	LUKA C
zonneboiler	37 m
kenmerken PV-panelen	werkelijk: 3600 W (132 stuks)
PV-panelen	n.v.t.
	dak: 360 Wp/paneel, helling 15°, sterk geventileerd
	90 PV-panelen zuidwest
	gevel: 360 Wp/paneel, helling 90°, matig geventileerd
	180 PV-panelen zuidwest + 185 PV-panelen zuidoost ²⁾



Rekenresultaten TO_{juli}

Geen maatregelen

TO _{juli}		noordwest	noordoost	zuidoost	zuidwest
1. Hoekappartement wt02		2,35	-	1,09	0,69
2. Tussenappartement wt01		0,33	-	0,98	-
3. Hoekappartement wt10		-	-	0,26	1,56
4. Tussenappartement wt05		-	-	0,30	-
5. Hoekappartement wt08		0,25	-	-	0,42

TO_{juli} met maatregelen

TO _{juli}		noordwest	noordoost	zuidoost	zuidwest
1. Hoekappartement wt02		0,77	-	0,60	0,69
2. Tussenappartement wt01		0,33	-	0,98	-
3. Hoekappartement wt10		-	-	0,26	0,26
4. Tussenappartement wt05		-	-	0,30	-
5. Hoekappartement wt08		0,25	-	-	0,42

¹⁾ Oranje, dikgedrukte tekst betekent een verzwaring ten opzichte van EPC: 0,4 concept. Blauwe, dikgedrukte tekst betekent een verzwakking ten opzichte van het EPC: 0,4 concept.

²⁾ Het voorgestelde aantal PV-panelen past niet op het beschikbare dakoppervlak. Het aantal PV-panelen wat wel op het dak past is voldoende om te voldoen aan de eis voor BENG 2.

³⁾ Het effect van overstekken (balkons) kan niet worden ingevoerd in de huidige validatietool. Dit effect kan dus niet worden meegenomen. Overstekken hebben een positief effect op de hoogte van TO_{juli}. In de volgende versie van de rekensoftware kan dit specifieker worden bepaald.



Bijlage 3 - Gevoeligheidsanalyse TO_{juli}

Gevoeligheidsanalyse TO_{juli} grondgebonden woningen

Berekening conform NTA 8800

Projectgegevens

project	Onderzoek definitieve BENG-eisen
projectnummer	20181960.001
opdrachtgever	Lente Akkoord
datum	24 oktober 2019

Uitgangspunten

Energieconcept	Basisconcept zoveel mogelijk voor alle woningtypen gelijk
Oriëntatie	grondgebonden woningen: voorgevel noordwest/zuidoost
Bouwkundig	Rc: 3,5/4,5/6,0 m ² K/W + Uw: 1,65 W/m ² K + q _{v,10} : forfaitair
Installatietechnisch	lucht/water warmtepomp (verwarming: COP = 5,0, tapwater: COP = 1,8) + gebalanceerde ventilatie
PV-panelen	HW: 3 panelen / TW: 1 paneel



Tussenwoning

	Energiebehoefte	ΔEnergiebehoefte	Primaire energie	ΔPrimaire energie	Hernieuwbare energie	ΔHernieuwbare energie	TO _{juli}	ΔTO _{juli}
Uitkomst basisconcept	54,1 kWh/m ²		28,3 kWh/m ²		55,1 %		1,04	

Zonwering/zomernachtventilatie/ZTA-waarde

(geen zonwering / ZTA: 0,6)

buitenzonwering achtergevel begane grond en verdieping zuidoost
(begane grond: knikarmscherm en verdieping: screens wit)
binnenzonwering achtergevel begane grond en verdieping noordwest (gemetalliseerde weefsels)
zomernachtventilatie (dwarsventilatie 1m²)
glas ZTA-waarde 0,4

56,5 kWh/m ²	2,4 kWh/m ²	28,9 kWh/m ²	0,6 kWh/m ²	55,7 %	0,6 %	0,42	0,62
55,8 kWh/m ²	1,6 kWh/m ²	28,7 kWh/m ²	0,4 kWh/m ²	55,5 %	0,4 %	0,55	0,49
53,5 kWh/m ²	-0,6 kWh/m ²	28,3 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	55,1 %	0,0 %	0,14	0,90
57,4 kWh/m ²	3,2 kWh/m ²	29,2 kWh/m ²	0,9 kWh/m ²	56,0 %	0,9 %	0,41	0,63

Ventilatiesysteem

(gebalanceerde ventilatie met WTW)

natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a)

54,1 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	35,2 kWh/m ²	6,9 kWh/m ²	60,4 %	5,3 %	0,44	0,60
-------------------------	------------------------	-------------------------	------------------------	--------	-------	------	------

Warmte accumulatie

(>750 kg/m²)

Skeletbouw (250-500 kg/m²)

Skeletbouw (<250 kg/m²)

56,6 kWh/m ²	2,5 kWh/m ²	28,6 kWh/m ²	0,3 kWh/m ²	55,5 %	0,4 %	1,75	-0,71
60,2 kWh/m ²	6,1 kWh/m ²	29,3 kWh/m ²	1,1 kWh/m ²	56,2 %	1,1 %	2,40	-1,36

Eindwoning

	Energiebehoefte	ΔEnergiebehoefte	Primaire energie	ΔPrimaire energie	Hernieuwbare energie	ΔHernieuwbare energie	TO _{juli}	ΔTO _{juli}
Uitkomst basisconcept	69,5 kWh/m ²		28,1 kWh/m ²		66,0 %		1,69	

Zonwering/zomernachtventilatie/ZTA-waarde

(geen zonwering / ZTA: 0,6)

buitenzonwering achtergevel begane grond en verdieping zuidoost
(begane grond: knikarmscherm en verdieping: screens wit)
binnenzonwering achtergevel begane grond en verdieping noordwest (gemetalliseerde weefsels)
zomernachtventilatie (dwarsventilatie 1m²)
glas ZTA-waarde 0,4

72,3 kWh/m ²	2,8 kWh/m ²	29,0 kWh/m ²	0,9 kWh/m ²	66,2 %	0,2 %	0,71	0,97
71,6 kWh/m ²	2,2 kWh/m ²	28,7 kWh/m ²	0,7 kWh/m ²	66,1 %	0,1 %	0,92	0,76
69,0 kWh/m ²	-0,5 kWh/m ²	28,1 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	66,0 %	0,0 %	0,36	1,33
73,2 kWh/m ²	3,8 kWh/m ²	29,3 kWh/m ²	1,2 kWh/m ²	66,2 %	0,2 %	0,70	0,99

Ventilatiesysteem

(gebalanceerde ventilatie met WTW)

natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a)

69,5 kWh/m ²	0,0 kWh/m ²	35,0 kWh/m ²	6,9 kWh/m ²	67,7 %	1,7 %	0,94	0,75
-------------------------	------------------------	-------------------------	------------------------	--------	-------	------	------

Warmte accumulatie

(>750 kg/m²)

Skeletbouw (250-500 kg/m²)

Skeletbouw (<250 kg/m²)

72,4 kWh/m ²	2,9 kWh/m ²	28,6 kWh/m ²	0,5 kWh/m ²	66,1 %	0,1 %	2,47	-0,78
76,1 kWh/m ²	6,7 kWh/m ²	29,7 kWh/m ²	1,6 kWh/m ²	66,1 %	0,1 %	3,12	-1,43

Gevoeligheidsanalyse TO_{juli} hoekappartement

Berekening conform NTA 8800

Projectgegevens

project	Onderzoek definitieve BENG-eisen
projectnummer	20181960.001
opdrachtgever	Lente Akkoord
datum	24 oktober 2019

Uitgangspunten

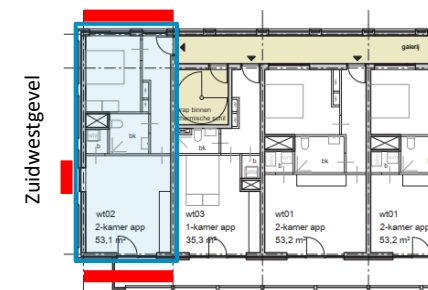
Energieconcept	Basisconcept zoveel mogelijk voor alle woningtypen gelijk
Oriëntatie	voorgevel noordwest
Bouwkundig	Rc: 3,5/4,5/6,0 m2K/W + Uw: 1,65 W/m2K + q _{v10} : forfaitair
Installatietechnisch	woongebouw: collectieve bodem/water warmtepomp (verwarming: COP = 5,0, tapwater: COP = 1,8) + gebalanceerde ventilatie



Woongebouw - TO_{juli}

	noordwest	zuidoost	zuidwest
Uitkomst basisconcept	4,84	2,84	1,96
Zonwering/zomernachtventilatie/ZTA-waarde			
<u>(geen zonwering / ZTA: 0,6)</u>			
buitenzonwering op alle gevels:			
zuidoost, zuidwest, noordwest (screens zwart)	2,74	0,74	0,52
Let op: buitenzonwering niet mogelijk op hoge woontorens door windbelasting			
binnenzonwering op alle gevels:			
zuidoost, zuidwest, noordwest (gemetalliseerde weefsels)	3,49	1,40	0,96
zomernachtventilatie (dwarsventilatie 1m²)	0,47	0,19	0,10
zomernachtventilatie (enkelzijdig 1m²)	4,41	2,48	1,65
glas: ZTA-waarde 0,3	1,19	0,69	0,47
glas: ZTA-waarde 0,2	0,35	0,24	0,18
Ventilatiesysteem			
<u>(gebalanceerde ventilatie met WTW)</u>			
natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (C4a)	2,69	1,25	0,71
Warmte accumulatie			
<u>(>750 kg/m²)</u>			
Skeletbouw (250-500 kg/m²)	5,44	3,49	2,63
Skeletbouw (<250 kg/m²)	5,97	4,08	3,23

LET OP: Het effect van overstekken (balkons) kan niet worden ingevoerd in de huidige validatietool. Dit effect kan dus niet worden meegenomen. Overstekken hebben een positief effect op de hoogte van TO_{juli}. In de volgende versie van de rekensoftware kan dit specifieker worden bepaald.





OVER NIEMAN

NIEMAN is al sinds 1988 de partner in de bouwbranche. Wij geven bouwtechnisch advies tijdens het bouwproces: van ontwerp tot bouw en van bestaande bouw, verbouw en transformaties tot nieuwbouw. Onze klanten zijn: bouwbedrijven, woningcorporaties, projectontwikkelaars, architecten en overheden.

Wij hechten veel waarde aan kwaliteit in de bouw en aan een goede samenwerking. Goed partnership vergt investeringen van beide partijen. Investeren in partnership staat hoog in het vaandel, daarom bouwen wij aan langdurige relaties met onze klanten. Wij zien uw klanten als onze klanten en dragen graag bij aan het gewenste en optimale resultaat van uw bouwprojecten.

Nieman Raadgevende
Ingenieurs B.V.

info@nieman.nl
www.nieman.nl

Vestiging Utrecht

Atoomweg 400
3542 AB Utrecht
Postbus 40217
3504 AA Utrecht
030 241 34 27

Vestiging Zwolle

Dr. van Lookeren Campagneweg 16
8025 BX Zwolle
Postbus 40147
8004 DC Zwolle
038 467 00 30

Algemene gegevens

KVK 30086383
BTW NL0089 69 541 B01
IBAN NL94 INGB 0004 2577 92

