

# Memo 'MPG-variantstudie TONZON'

Project WE 32261 – MPG-variantstudie TONZON  
Aan TONZON B.V. (Ton Willemsen)  
Van W/E adviseurs (Roy Venhuizen)  
Datum 3 maart 2023

---

## 1 Inleiding

De milieu-impact van materialen in de bouw moet verder worden teruggedrongen. Momenteel is in het Bouwbesluit vastgesteld dat nieuwbouw woningen moeten voldoen aan een MPG-score van ten hoogste 0,8 €/m<sup>2</sup>bvo/jaar en het is de bedoeling dat deze eis in de komende jaren verder wordt aangescherpt. Op alle gebouwonderdelen is winst te behalen door gebruik te maken van producten met minder milieu-impact. Eén van die onderdelen is de begane grondvloer. Hoewel een standaard begane grondvloer voor enkele procenten meetelt in de totale MPG-score, is er ook winst te halen op CO<sub>2</sub>-emissies door gebruik te maken van duurzamere producten. Wanneer daarbij ook de isolatiewaarde van de vloer wordt verhoogd, dan zal het gebouw tijdens de levensduur minder CO<sub>2</sub> uitstoten door een lagere energiebehoefte.

## 2 Aanleiding

TONZON is de uitvinder van een isolatietechniek waarbij gebruik wordt gemaakt van lucht wat pas op de plaats van bestemming in het materiaal wordt opgesloten. Het zogeheten thermoskussen wordt met name toegepast voor vloerisolatie, maar wordt inmiddels ook gebruikt voor overige bouwdelen.

TONZON B.V. wil graag de milieu-impact (schaduwkosten) kwantificeren van een houten begane grondvloer met TONZON thermoskussens ten opzichte van de standaard betonnen vloer met EPS. Daarom heeft TONZON aan W/E adviseurs gevraagd om voor een standaard tussenwoning 9 verschillende combinaties van een begane grondvloer en vloerisolatie door te rekenen op basis van milieu-impact (MKI/MPG).

De berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van GPR Materiaal (versie 5.3) middels de MPG-bepalingsmethode (MilieuPrestatie Bouwwerken<sup>1</sup>) en de meest recente versie van de Nationale Milieudatabase (NMD3.0, peildatum 02-03-2022).

Het overzicht biedt inzicht in de milieu-impact en schaduwkosten (MKI/MPG) van 9 combinaties van begane grondvloeren en isolatiematerialen bij verschillende warmteweerstand (Rc-waardes). Aanvullend is een vergelijking uitgevoerd tussen twee houtskeletbouw varianten van een woning met dezelfde afmetingen. Een variant met een betonnen vloer + EPS (Rc 7,5) en een variant met een houten vloer + TONZON (Rc 7,5).

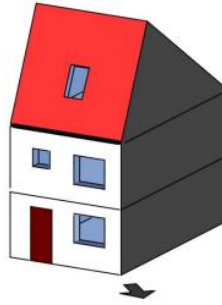
## 3 Uitgangspunten

Het uitgangspunt betreft een referentie tussenwoning van RVO met 146 m<sup>2</sup> BVO. De afmetingen van de referentie tussenwoning zijn afgeleid van de BENG-referentiegebouwen van RVO<sup>2</sup>. Figuur 1 geeft de geometrie weer van dit referentiegebouw.

---

<sup>1</sup> Nationale Milieudatabase. Bepalingsmethode Milieuprestatie Bouwwerken. Versie 1.1 (maart 2022).  
<https://milieudatabase.nl/milieuprestatie/bepalingsmethode/>

<sup>2</sup> RVO. Referentie gebouwen BENG. Zie: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2017/02/Referentiegebouwen%20BENG.pdf>



Figuur 1. 'Woning S tussen' (referentie tussenwoning).

De relevante algemene specificaties zijn:

- Bruto Vloeroppervlakte (BVO): 146 m<sup>2</sup>
- Gebruiksoppervlakte (GO): 110 m<sup>2</sup>
- Oppervlakte begane grondvloer: 43,5 m<sup>2</sup>

De MPG-score is voor de gehele referentiewoning doorgerekend en vervolgens gevarieerd op combinaties van begane grondvloer en isolatiemateriaal bij variërende Rc-waardes. Het onderzoek vergelijkt 9 varianten, weergegeven in Tabel 1. De eerste variant is de standaard referentie (voorbeeldinvulling) in GPR Materiaal voor 'Woning S tussen'. Voor de overige varianten is steeds alleen de begane grondvloer, isolatiemateriaal en Rc-waarde aangepast. Alle overige producten (gevels, dak, installaties, inbouw, etc.) blijven gelijk.

Tabel 1. Overzicht van varianten op basis van begane grondvloer, isolatiemateriaal en Rc-waarde.

Variantnaam	Begane grondvloer	Isolatiemateriaal	Rc-waarde
1. (REFERENTIE) Beton + EPS (Rc = 3,7)	Betonnen vloer	EPS	3,7 m <sup>2</sup> K/W
2. Beton + EPS (Rc = 5)	Betonnen vloer	EPS	5 m <sup>2</sup> K/W
3. Beton + EPS (Rc = 10)	Betonnen vloer	EPS	10 m <sup>2</sup> K/W
4. Beton + TONZON (Rc = 5)	Betonnen vloer	Thermoskussens	5 m <sup>2</sup> K/W
5. Beton + TONZON (Rc = 10)	Betonnen vloer	Thermoskussens	10 m <sup>2</sup> K/W
6. Hout + EPS (Rc = 5)	Houten vloer	EPS	5 m <sup>2</sup> K/W
7. Hout + EPS (Rc = 10)	Houten vloer	EPS	10 m <sup>2</sup> K/W
8. Hout + TONZON (Rc = 5)	Houten vloer	Thermoskussens	5 m <sup>2</sup> K/W
9. Hout + TONZON (Rc = 10)	Houten vloer	Thermoskussens	10 m <sup>2</sup> K/W

De gebruikte materialen (uit de NMD productendatabase) van de relevante bouwdelen zijn weergegeven in Tabel 2. Bij de producten is steeds aangegeven uit welke categorie deze afkomstig zijn. Het volgende is van toepassing voor de categorieën:

- Categorie 1: merkgebonden producten, getoetst
- Categorie 2: merkongebonden producten (bijv. vanuit een branchevereniging), getoetst
- Categorie 3: generieke data, ongetoetst (inclusief 30% opslag vanwege mogelijke onnauwkeurigheid)

Tabel 2. Overzicht van de gebruikte producten.

Element	Product NMD	Categorie
Betonnen vloer	Vrijdragende Vloeren, Kanaalplaatvloer; prefab beton, 150mm; AB-FAB	Cat. 2
Houten vloer	Vrijdragende Vloeren, Houten vloerelement, HSB prefab; met OSB-plaat; duurzaam bosbeheer	Cat. 2
EPS	EPS-platen ( <i>best-scorende Cat. 1 EPS-product</i> ) bij Rc 3,7 / 5,0 / 10,0 m <sup>2</sup> K/W	Cat. 1
Thermoskussens	Isolatielagen, Tonzon Thermoskussens, 3 luchtkamers (60-142 cm)	Cat. 1

Producten uit verschillende categorieën kunnen een vertekend beeld geven, daarom worden in deze vergelijking producten uit dezelfde categorie gebruikt: het isolatiemateriaal uit categorie 1 en de vloeren uit categorie 2. Uiteraard zijn andere productkeuzes mogelijk, wat kan leiden tot andere resultaten.

Op dit moment is slechts één categorie 2 houten vloer aanwezig in de NMD, zijnde een HSB prefab vloer. Daarom is voor de betonnen vloer ook gekozen voor een prefab vloer uit categorie 2. Beide producten behoren tot de productcategorie ‘Constructieve vloeren’ en dekken de volgende onderdelen af: ‘constructieve vrijdragende vloeren’ en ‘tot de vloer behorende balken en verzwaringen’. De beide producten voor begane grondvloerisolatie zijn categorie 1 data en behoren tot de productcategorie ‘niet-verhoogde vloerafwerkingen’.

De driekamer thermoskussens aangebracht onder een vloer behalen volgens de kwaliteitsverklaring<sup>3</sup> een Rc-waarde van minimaal 5,0 m<sup>2</sup>K/W. Het is daarom aangenomen dat het TONZON product in de NMD correspondeert met een Rc-waarde van 5,0 m<sup>2</sup>K/W, er is namelijk geen Rc-waarde aangegeven bij de productkaart. Er is geen TONZON-product aanwezig in de NMD met een Rc van 10 m<sup>2</sup>K/W en de thermoskussens van TONZON zijn in de NMD niet schaalbaar naar Rc-waarde. Er is daarom gekozen om het aantal materiaal te verhogen om te komen tot hogere Rc-waardes. Om een Rc-waarde van 10 m<sup>2</sup>K/W te bereiken moet het product worden opgeschaald. In de productendatabase van de NMD heeft het opschalen van EPS naar hogere Rc-waardes een lineair effect op de milieu-impact, d.w.z. de Rc-waarde opschalen van 5 m<sup>2</sup>K/W naar 10 m<sup>2</sup>K/W bij dezelfde producthoeveelheid heeft hetzelfde effect op de MPG-score als het aantal materiaal verdubbelen bij dezelfde Rc-waarde. Dit is geïllustreerd in onderstaande tabel.

Tabel 3. Overzicht van resultaten voor het opschalen van EPS naar Rc-waarde en/of aantal.

Product	Aantal (m <sup>2</sup> )	Rc-waarde (m <sup>2</sup> K/W)	MKI (€/m <sup>2</sup> )	MPG (€/m <sup>2</sup> BVO.jaar)	Klimaatverandering (kg CO <sub>2</sub> eq)
EPS-platen	1	2,5	0,681	0,009	0,117
EPS-platen	1	5,0	1,362	0,018	0,235
EPS-platen	1	10,0	2,724	0,036	0,470
EPS-platen	2	5,0	2,724	0,036	0,470
EPS-platen	2	10,0	5,448	0,073	0,939

Om de thermoskussens op te schalen naar 10 m<sup>2</sup>K/W kan worden gerekend met de TONZON calculator<sup>4</sup>. Hieruit blijkt dat het toepassen van twee lagen TONZON thermoskussens onder elkaar (met in totaal 5 luchtlagen) kan leiden tot een Rc-waarde hoger dan 10 m<sup>2</sup>K/W. Hier wordt dus een dubbele hoeveelheid materiaal toegepast om (minimaal) een dubbele Rc-waarde te verkrijgen.

Het is belangrijk om te benadrukken dat in deze vergelijking alleen rekening is gehouden met de materiaalgebonden milieulast. Andere eigenschappen zoals gewicht, transportbewegingen, brandwering, akoestiek, toepasbaarheid, kosten, etc. worden in de MPG buiten beschouwing gelaten, maar zijn ook belangrijk. De thermoskussens zijn bijvoorbeeld licht en compact. Een lager gewicht en minder transportbewegingen van en naar de bouwplaats kunnen resulteren in lagere stikstofemissies.

Er is geen rekening gehouden met eventuele bouwkundige aanpassingen door gebruik van andere materialen. Ook is er bij hogere Rc-waardes geen aparte berekening gemaakt voor het energiegebruik. Door meer isolatiemateriaal toe te passen gaat de materiaalgebonden milieulast omhoog, maar de milieulast van energiegebruik juist omlaag. De ‘winst’ op milieulast van energiegebruik is niet in kaart gebracht.

<sup>3</sup> BCRG. Gecontroleerde kwaliteitsverklaring. Coding: 20210393GK. Ingangsdatum 13-07-2021. Zie:

[https://mijn.bcr.nl/media/20210393GK\\_wMwaRIw.pdf](https://mijn.bcr.nl/media/20210393GK_wMwaRIw.pdf)

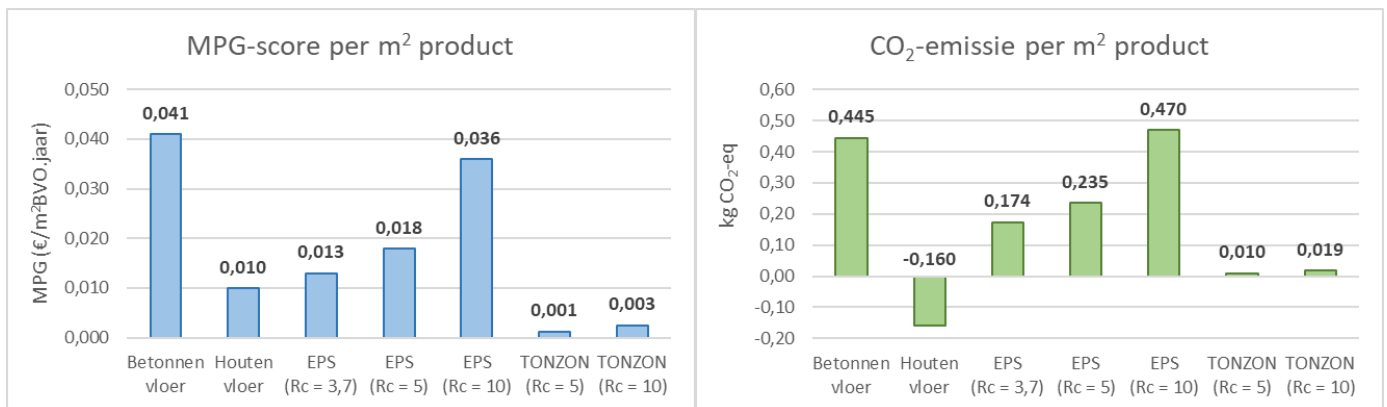
<sup>4</sup> Zie: <https://www.tonzon.nl/calculator>. 5 luchtlagen met totale dikte 35 cm en folielaag op warme wand resulteert in Rd 10,5 m<sup>2</sup>K/W.

## 4 Resultaten

Ieder product is afzonderlijk in GPR Materiaal ingevoerd voor een oppervlakte van 1 m<sup>2</sup> en een levensduur van 75 jaar. Voor TONZON (Rc = 10) is 2 m<sup>2</sup> product ingevoerd. Het overzicht in Tabel 4 en Figuur 2 geven de schaduwkosten en CO<sub>2</sub>-equivalenten weer van de losse producten uit de NMD-productendatabase.

Tabel 4. Schaduwkosten (MKI/MPG) en CO<sub>2</sub>-equivalenten van de toegepaste producten.

Product	MKI (€/m <sup>2</sup> )	MPG (€/m <sup>2</sup> BVO.jaar)	Klimaatverandering (kg CO <sub>2</sub> eq)
Betonnen vloer	3,053	0,041	0,445
Houten vloer	0,778	0,010	-0,160
EPS (Rc = 3,7)	1,008	0,013	0,174
EPS (Rc = 5)	1,362	0,018	0,235
EPS (Rc = 10)	2,724	0,036	0,470
TONZON thermoskussens (Rc = 5)	0,094	0,001	0,010
TONZON thermoskussens (Rc = 10)	0,188	0,003	0,019



Figuur 2. MPG-score (links) en CO<sub>2</sub>-emissie (rechts) per m<sup>2</sup> materiaal op 1 m<sup>2</sup> BVO.

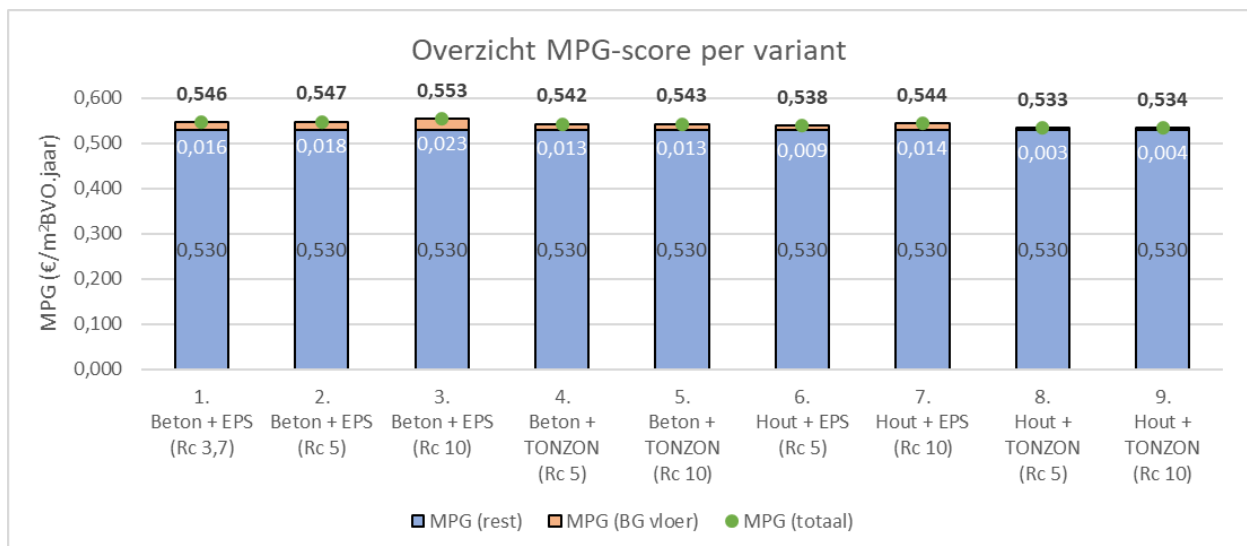
Het is duidelijk zichtbaar dat een houten vloer een lagere MPG-score en CO<sub>2</sub>-emissie heeft dan een betonnen vloer. De CO<sub>2</sub>-emissie is over de gehele levensduur zelfs negatief. Dit komt vanwege de aanname voor energierugwinning door verbranding van het hout aan het einde van de levensduur, waardoor CO<sub>2</sub>-uitstoot door elektriciteits- of warmteopwekking door fossiele brandstof wordt vermeden. De TONZON thermoskussens hebben een vele malen lagere MPG-score en CO<sub>2</sub>-emissie in vergelijking met EPS. Uit een analyse van alle begane grondvloer isolatieproducten in de NMD blijkt dat het product van TONZON momenteel de laagste MKI en CO<sub>2</sub>-emissie per eenheid heeft vergeleken met andere isolatiematerialen bij Rc = 5 m<sup>2</sup>K/W.<sup>5</sup>

Vervolgens zijn de varianten als een volledige referentiewoning in GPR Materiaal ingevoerd. Tabel 5 en Figuur 3 geven de resultaten weer. Variant 1 betreft de referentieberekening voor een standaard tussenwoning van RVO. Variant 1 is de standaard referentie (voorbeeldinvulling) voor de tussenwoning van RVO. Voor de overige varianten is steeds alleen de begane grondvloer, isolatiemateriaal en/of Rc-waarde aangepast. Alle overige producten (gevels, dak, installaties, inbouw, etc.) zijn gelijk gebleven.

<sup>5</sup> Bron: NMD viewer en GPR Materiaal bij element 'Vloerafwerkingen; niet verhoogd' en product 'Isolatielagen'. TONZON Thermoskussens met 0,094 €/m<sup>2</sup>. Peildatum 20-09-2022.

Tabel 5. Resultaten per variant voor de MPG-score en CO<sub>2</sub>-emissie.

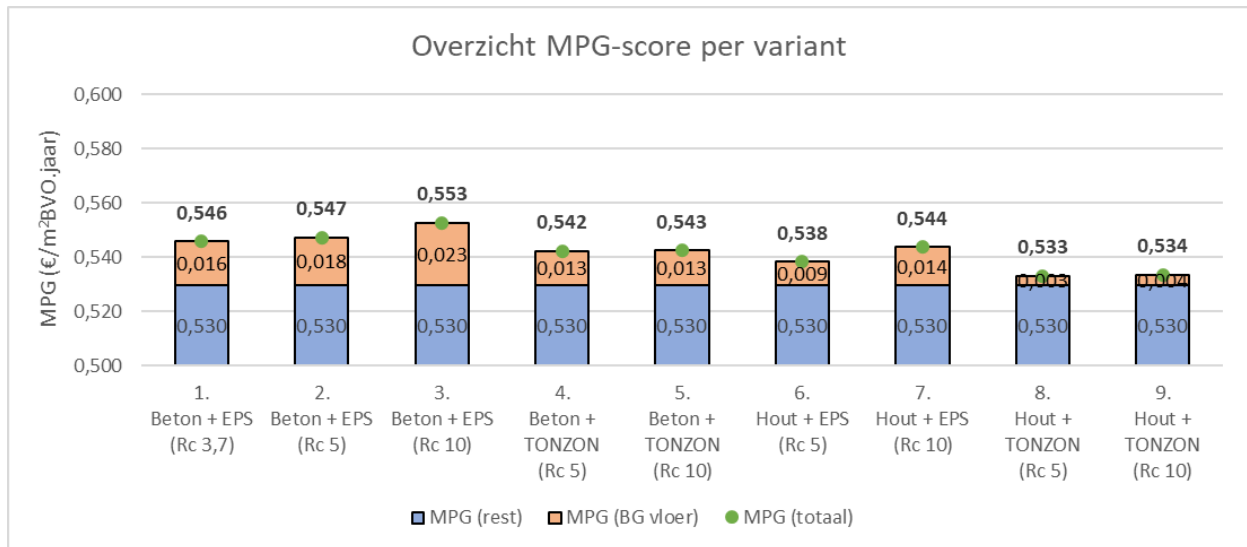
Variantnaam	MPG (totaal) €/m <sup>2</sup> BVO.jaar	MPG (BG-vloer) €/m <sup>2</sup> BVO.jaar	CO <sub>2</sub> (totaal) kg CO <sub>2</sub> eq
1. (REFERENTIE) Beton + EPS (Rc = 3,7)	0,546	0,016	4,737
2. Beton + EPS (Rc = 5)	0,547	0,018	4,756
3. Beton + EPS (Rc = 10)	0,553	0,023	4,826
4. Beton + TONZON (Rc = 5)	0,542	0,013	4,688
5. Beton + TONZON (Rc = 10)	0,543	0,013	4,691
6. Hout + EPS (Rc = 5)	0,538	0,009	4,575
7. Hout + EPS (Rc = 10)	0,544	0,014	4,645
8. Hout + TONZON (Rc = 5)	0,533	0,003	4,508
9. Hout + TONZON (Rc = 10)	0,534	0,004	4,511



Figuur 3. Overzicht van MPG-scores (totaal en BG vloer) per variant.

\*De MPG-score van 0,530 is het aandeel van alle overige toegepaste materialen in de referentiewoning.

In Figuur 3 is duidelijk zichtbaar de begane grondvloer en isolatie een erg klein aandeel hebben in de totale MPG-score. De onderdelen van de begane grondvloer wegen bij de referentie (variant 1) mee voor 3% van de totale MPG-score (exclusief druklaag, plinten, tegels, etc.). De winst op de totale score ligt daardoor tussen de 0,005 en 0,019 €/m<sup>2</sup>BVO.jaar door te variëren van beton naar hout en/of van EPS naar TONZON. Dit is echter een significant verschil wanneer alleen wordt gekeken naar de MPG-score van de begane grondvloer zelf. In Figuur 4 is de schaalverdeling aangepast om het verschil zichtbaar te maken. De houten vloer met TONZON (Rc 10) scoort meer dan een factor 4 lager op de MPG vergeleken met de betonnen vloer met EPS (Rc 10) en bijna een factor 3 lager dan de betonnen vloer met TONZON (Rc 10).



Figuur 4. Overzicht van MPG-scores (totaal en BG vloer) per variant, aangepaste schaal.

De varianten met houten vloer met TONZON thermoskussens hebben zowel de laagste MPG-score als de laagste CO<sub>2</sub>-emissie. Wanneer het verlagen van het energiegebruik door de hogere Rc-waarde wordt meegerekend zal variant 9 (Houten vloer + TONZON Rc 10) het beste scoren. De houten vloer met TONZON (Rc 10) resulteert in 6,5% lagere CO<sub>2</sub>-emissies voor het totale gebouw, in vergelijking met de betonnen vloer met EPS (Rc 10).

## 5 Resultaten houtskeletbouw

Aanvullend op de voorgaande resultaten is een vergelijking uitgevoerd tussen twee houtskeletbouw varianten van een tussenwoning met dezelfde afmetingen. Een variant met een betonnen vloer + EPS (Rc 7,5) en een variant met een houten vloer + TONZON (Rc 7,5), zie Tabel 6. Ter vergelijking zijn een betonnen variant met zowel een betonnen als een houten begane grondvloer met EPS (Rc 7,5) en TONZON (Rc 7,5) meegenomen.

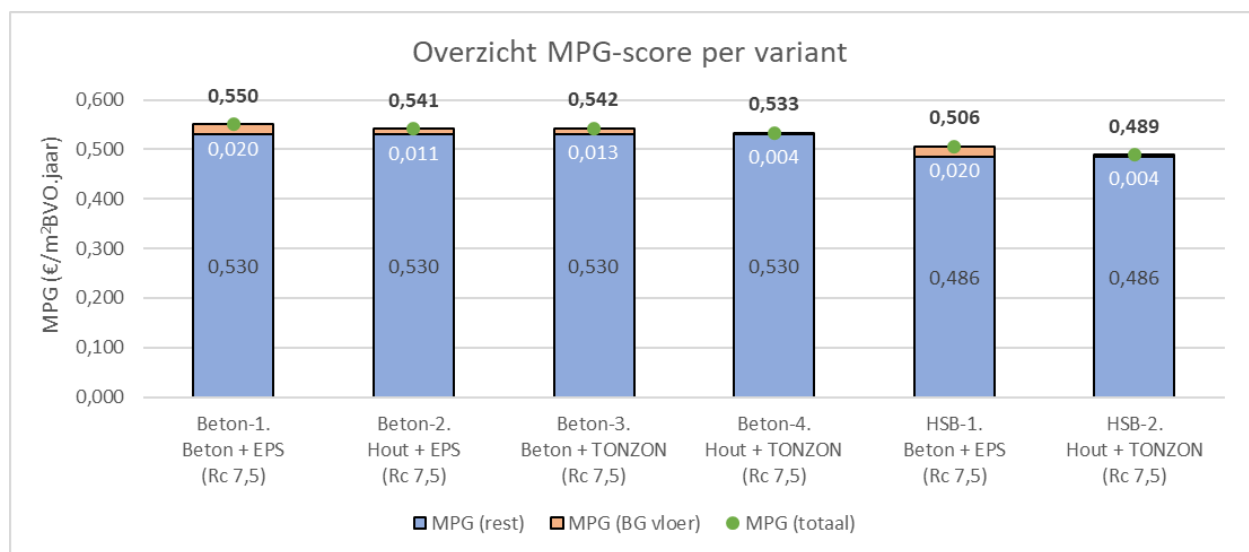
Tabel 6. Overzicht van varianten op basis van begane grondvloer, isolatiemateriaal en Rc-waarde.

Variantnaam	Begane grondvloer	Isolatiemateriaal	Rc-waarde
Beton-1. Beton + EPS (Rc = 7,5)	Betonnen vloer	EPS	7,5 m <sup>2</sup> K/W
Beton-2. Hout + EPS (Rc = 7,5)	Houten vloer	EPS	7,5 m <sup>2</sup> K/W
Beton-3. Beton + TONZON (Rc = 7,5)	Betonnen vloer	Thermoskussens	7,5 m <sup>2</sup> K/W
Beton-4. Hout + TONZON (Rc = 7,5)	Houten vloer	Thermoskussens	7,5 m <sup>2</sup> K/W
HSB-1. Beton + EPS (Rc = 7,5)	Betonnen vloer	EPS	7,5 m <sup>2</sup> K/W
HSB-2. Hout + TONZON (Rc = 7,5)	Houten vloer	Thermoskussens	7,5 m <sup>2</sup> K/W

Tabel 7 en Figuur 5 geven de resultaten weer. Per variant is steeds alleen de begane grondvloer en/of het isolatiemateriaal aangepast. De varianten Beton-1 t/m 4 hebben een standaard betonnen casco, de varianten HSB-1 en 2 hebben een HSB-casco. De Rc-waarde is steeds 7,5 m<sup>2</sup>K/W. Alle overige producten (gevels, dak, installaties, inbouw, etc.) zijn gelijk gebleven.

Tabel 7. Resultaten per variant voor de MPG-score en CO<sub>2</sub>-emissie.

Variantnaam	MPG (totaal) €/m <sup>2</sup> BVO.jaar	MPG (BG-vloer) €/m <sup>2</sup> BVO.jaar	CO <sub>2</sub> (totaal) kg CO <sub>2</sub> eq
Beton-1. Beton + EPS (Rc = 7,5)	0,550	0,016	4,737
Beton-2. Hout + EPS (Rc = 7,5)	0,541	0,018	4,756
Beton-3. Beton + TONZON (Rc = 7,5)	0,542	0,023	4,826
Beton-4. Hout + TONZON (Rc = 7,5)	0,533	0,013	4,688
HSB-1. Beton + EPS (Rc = 7,5)	0,506	0,013	4,691
HSB-2. Hout + TONZON (Rc = 7,5)	0,489	0,004	4,511



Figuur 5. Overzicht van MPG-scores (totaal en BG vloer) per variant.

\*De MPG-scores 0,530 en 0,486 zijn het aandeel van alle overige toegepaste materialen in de referentiewoning voor respectievelijk de betonnen en HSB-variant.

Het verschil tussen beton en HSB als casco voor de tussenwoning bedraagt 0,044 €/m<sup>2</sup>BVO/jaar op de totale MPG-score. Door bij HSB te variëren van beton + EPS naar hout + TONZON vermindert de CO<sub>2</sub>-emissie met 7,2%. De HSB-variant met houten vloer en TONZON (Rc 7,5) heeft daarmee zowel de laagste MPG-score als de laagste CO<sub>2</sub>-emissie.

## 6 Conclusie

De milieu-impact van 9 verschillende combinaties van materialen voor begane grondvloer en vloerisolatie zijn berekend middels de MPG-methodiek. Zowel de schaduwkosten als CO<sub>2</sub>-emissie van de houten vloer in combinatie met TONZON thermoskussens zijn het laagst van alle varianten.

De winst op de totale MPG ligt tussen 0,005 en 0,019 €/m<sup>2</sup>BVO.jaar door te variëren van beton naar hout en/of van EPS naar TONZON bij dezelfde Rc-waarde. De winst op CO<sub>2</sub>-emissie ligt tussen de 1,5% en 6,5% van de CO<sub>2</sub>-emissie van het hele gebouw.

Tevens is aanvullend de milieu-impact van een HSB-variant met beton + EPS (Rc 7,5) en met hout + TONZON (Rc 7,5) berekend. Bij de HSB-variant met houten vloer + TONZON wordt zelfs een winst van 7,2% behaald op de CO<sub>2</sub>-emissies van het totale gebouw ten opzichte van de HSB-variant met betonnen vloer + EPS.

De gekozen materialen geven een indicatief beeld van de positionering van een houten vloer en TONZON isolatie. Uiteraard zijn meerdere combinaties mogelijk met betrekking tot de materialisatie van de begane

grondvloer en isolatiematerialen (bijv. glas- of steenwol). Het product van TONZON heeft momenteel de laagste MKI/MPG en CO<sub>2</sub>-emissie per eenheid in de NMD, vergeleken met andere isolatiematerialen bij vergelijkbare Rc-waardes. Het combineren van een houten vloer met thermoskussens is daarmee een oplossing voor het verlagen van de MPG-score en CO<sub>2</sub>-emissies van de begane grondvloer ten opzichte van traditionele betonnen vloeren met EPS.