

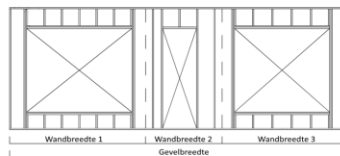
Handleiding HSB-tool voor de R_c -waarde en het percentage hout voor een HSB wandelementen

Houtskeletbouw R_c Rekentool

Kies een optie in de gekleurde cellen. Bij deze berekening wordt uitgegaan van een referentieperiode van 50 jaar, gevolgsklasse CC2, klimaatklasse 1 en belastingduurklasse kort (wind).

Houtsterkteklasse	C18
Windgebied	II
Terreincategorie	onbebouwd
Bouwmethode	prefab
Gebouwhoogte ≤	12 m

Kies een optie in de gekleurde cellen, of voer zelf een waarde in. Bij deze berekening wordt uitgegaan van een stijldikte van 38 mm en een hart-op-hart afstand van 600 mm.



Aantal kozijnen	3		
Wandhoogte	3,6	3,6	3,6 m
Wandbreedte	6,9	4,8	4,8 m
Stijlhoogte	220	220	220 mm
Kozijnhoogte	2400	3200	2400 mm
Kozijnbreedte	2000	850	1000 mm
Borstwering	850	0	850 mm

Meerdere kozijnen in 1 element? ja

Kozijn 1

Kozijn 2

Kozijn 3

— element
••••• stijl
- - - - - bovendorpel
- - - - - onderdorpel

Houtpercentage 13 %

Bouw het element op van binnen naar buiten door een keuze te maken uit de opties. Wanneer u kiest voor eigen invoer dan vindt u helemaal onderin een invoerveld

<i>Beplating</i>	Gipsvezelplaat	Dikte	12,5 mm
<i>Dampremmende laag</i>	Vario KM DuplexUV klimaatfolie		0,2 mm
<i>Extra beplating</i>	Geen keuze		0 mm
<i>Onderbreking isolatielaag</i> (De λ -waarde van hout wordt gesteld op 0,13 W/m.K)	overig		
Convectie	Geen convectie		
<i>Isolatiemerk</i>	Isover		
<i>Isolatieproduct</i>	Systemroll 400		220 mm
<i>Aanvullende isolatie</i>	Systemroll 400		0 mm
<i>Isolatiedikte</i>			220 mm
<i>Dampopen folie/beplating</i>	OSB		9 mm
Luchtspouw	<i>Voer eerst de dikte in</i>		10 mm
<i>Buitenblad</i>	Niet geventileerd zonder reflecterend folie		
	Keramische tegels		12 mm
<i>Scheidingsconstructie</i>	Grenzend aan buitenlucht		
R_c-Waarde eis			4,5 m ² -K/W
Constructiedikte			263,7 mm
R_c-Waarde			4,65 m ² -K/W
U-Waarde			0,21 W/m ² -K

Over de tool

Deze tool is bestemd voor ontwerpers om in een vroeg stadium al tot een nauwkeurige voorspelling te komen van het houtpercentage en de R_C -waarde van een HSB-gevelement. In de praktijk wordt het houtpercentage veelal te gunstig voorspeld, wat tot problemen kan leiden in een later stadium van het ontwerp.

In deze handleiding wordt uitgebreid beschreven hoe de tool werkt, en wat men moet invoeren om tot een goede uitkomst te komen.

De tool berekent het houtpercentage en de R_C -waarde van een eenvoudig HSB-gevelement conform: NEN-EN 1068:2012+C1:2014 en NEN-EN 1995-1. De tool maakt gebruik van standaard producten toegepast in een gevelwand, maar geeft de gebruiker ook de mogelijkheid tot vrije keuze.

De tool is opgesteld in samenwerkingsverband tussen Ingenieursbureau Boorsma en Nieman Groep.

Inhoudsopgave

Over de tool.....	2
Inhoudsopgave.....	3
1. Werken met de HSB-tool	4
1.1. Introductie.....	4
1.1.1. Invoer.....	4
1.1.2. Interactieve afbeeldingen.....	5
1.1.3. Resultaten	5
1.1.4. Foutmeldingen.....	6
2. Voorbeeld	10
2.1. Stappenplan	10
2.1.1. Stap 1	10
2.1.2. Stap 2	11
2.1.3. Stap 3	11
2.1.4. Stap 4	12
2.1.5. Stap 5	12
2.1.6. Stap 6	12
2.2. Suggesties voor het verlagen van het houtpercentage	14
2.2.1. Houtsterkteklasse.....	14
2.2.2. Stijlhoogte.....	14
2.3. Eigen invoer voor producten	15
2.4. Beperkingen tool	16
3. Uitgangspunten voor de berekeningen.....	17
3.1. Aannames	17
3.2. Houtpercentage.....	17
3.3. R _C -waarde	18
4. Bronvermelding	20
4.1. Literatuur	20
4.2. Normen.....	20
4.3. Websites.....	20
5. Bijlage.....	21
5.1. Productinformatie en λ-waardes	21
5.2. Luchtpouwen	23

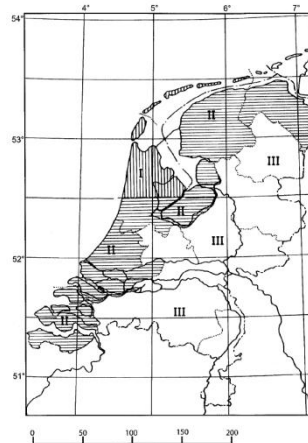
1. Werken met de HSB-tool

1.1. Introductie

In dit hoofdstuk kunt u lezen wat wordt verstaan onder de invoergrontheden en resultaten voor een niet-dragend HSB-element. Het is bedoeld om u tot een zo goed mogelijk resultaat te laten komen en als hulp voor ontwerpers die problemen ondervinden bij het gebruik van de tool.

1.1.1. Invoer

- **Houtsterkteklasse:** Hier kunt u de houtsterkteklasse invoeren die wordt gebruikt voor de stijlen en de regels. In de tool kunt u kiezen uit C18 en C24, de standaard houtsterkteklassen voor een dergelijke HSB-constructie.
- **Windgebied:** Hier heeft u de keuze uit windgebied I, II of III en zone A (hoekgevel) of zone B tm/E. dit windgebied wordt bepaald aan de hand van de ligging van uw constructie.



Figuur 1 - Windgebieden in Nederland

- **Terreincategorie:** Hier kunt u kiezen uit 2 opties, bebouwd of onbebouwd. De terreincategorie 'kust' is niet opgenomen in de tool, in verband met de specificiteit van deze categorie.
- **Bouwmethode:** De bouwmethode is van invloed op de berekening van RC-waarde, specifiek de ΔU_w .
- **Gebouwhoogte:** Hier kunt u de hoogte van uw gebouw vrij invoeren tot 50 meter hoogte.
- **Aantal kozijnen:** Hier dient u het aantal kozijnen in te voeren wat u van plan bent in uw gevel te plaatsen. De tool rekent alles uit aan de hand van deze waarde, en dus is het belangrijk deze waarde nauwkeurig op juistheid te controleren.
- **Gevelbreedte:** Hier wordt de breedte van uw gevelement onder verstaan. Dit is vrij in te voeren.
- **Wandhoogte:** Hier wordt de hoogte van uw gevelement onder verstaan. Dit is vrij in te voeren.

- **Wandbreedte:** Hier kunt u de wandbreedte invoeren, afhankelijk hoe u het gevelement heeft opgedeeld met uw kozijnen. Bij hoofdstuk 2.1 kunt u meer lezen over wat hiermee wordt bedoeld.
- **Stijlhoogte:** U kunt hier kiezen uit een aantal standaardmaten voor de stijlhoogte.
- **Kozijnhoogte:** De hoogte van uw kozijnelement.
- **Kozijnbreedte:** De breedte van uw kozijnelement. Deze breedte mag groter zijn dan de wandbreedte van hetzelfde element.
- **Borstwering:** Dit bepaalt de verticale positie van uw kozijn. Het betreft vrije invoer. Aandacht moet besteed worden aan het feit dat het kozijn niet buiten het element valt. Dit kan worden afgeleid aan de foutmelding en de interactieve afbeelding van uw kozijnelement.

De volgende invoeropties betreffen de opbouw van uw gevelement. U kunt kiezen uit verscheidene opties. De keuze uit diktes wordt bepaald aan de hand van uw keuze uit de segmenten. Voor sommige opties is vrije invoer vereist in verband met een gebrek aan gestandaardiseerde maten. De segmenten die u kunt definiëren bestaan uit:

- | | | |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Beplating • Dampremmende laag • Extra beplating • Hout • Isolatie (merk/product) • Dampopen folie • Luchtspouw • Buitenblad | } | Dikte wordt bepaald door standaardmaten (opties). |
| | } | Dikte wordt bepaald door vrije invoer. |

Tevens is er de mogelijkheid om voor de bovengenoemde opties een vrije keuze te maken. Als dit het geval is kiest men de optie "Eigen invoer", vervolgens kan onder in de tool de warmtegeleidingscoëfficiënt (λ) en de dikte worden ingevoerd.

Er zijn daarnaast nog mogelijkheden om de convectie en de onderbreking van de isolatielaag te definiëren.

1.1.2. Interactieve afbeeldingen

De tool maakt gebruik van interactieve afbeeldingen zodat men een beter zicht heeft op de invoer. Afhankelijk van de invoer bij 'aantal kozijnen' tekent de tool een aantal afbeeldingen. Deze zijn niet op schaal, en puur bedoeld om een impressie te krijgen van de positie van het kozijn in uw element.

1.1.3. Resultaten

De tool rekent vier dingen uit voor de gebruiker:

- **Houtpercentage:** Dit is het percentage hout in het gevelement en is van groot belang voor de berekening van de RC-waarde.

Indien u zich afvraagt hoe de tool tot deze waarde komt, kunt u een verdere uitleg vinden bij hoofdstuk 3.2

- **Dikte:** Dit is de constructiedikte van uw gevelement. Stijl- en regelwerk en isolatie maken deel uit van een gecombineerde laag en tellen daarom niet apart mee voor de dikte van de constructie.
- **R_C-waarde:** De R_C-waarde geeft een indicatie hoe goed uw gevel is geïsoleerd. Vanaf 2015 is de eis voor een gevelement 4,5 m².K/W. Ook voor deze waarde kunt u een verdere uitleg vinden in hoofdstuk 3.3
- **U-waarde** De U-waarde, de warmtedoorgangscoefficiënt, is de hoeveelheid warmte die per seconde, per graad en per vierkante meter door een constructie wordt doorgelaten.

1.1.4. Foutmeldingen

Om tot een nauwkeurige benadering te komen voor het houtpercentage, zijn er wat situaties in de tool gebouwd zodat men niet tot en houtpercentage komt terwijl de invoer niet klopt. In dit stuk zullen de drie foutmeldingen worden uitgelegd, en een oplossing zal worden vermeld.

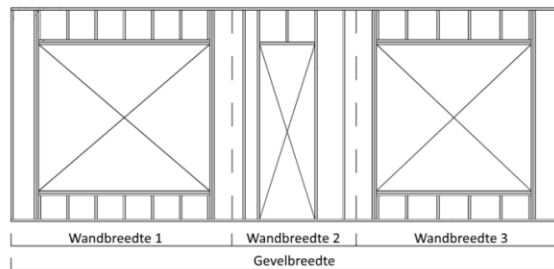
Fout-R

Als er teveel extra regels nodig zijn voor het kozijn, geeft de tool deze foutmelding. Het maximaal aantal regels dat als praktisch wordt beschouwd is 4.

Kies een optie in de gekleurde cellen. Bij deze berekening wordt uitgegaan van een referentieperiode van 50 jaar, gevolgklasse CC2, klimaatklasse 1 en belastingduurklasse kort (wind).

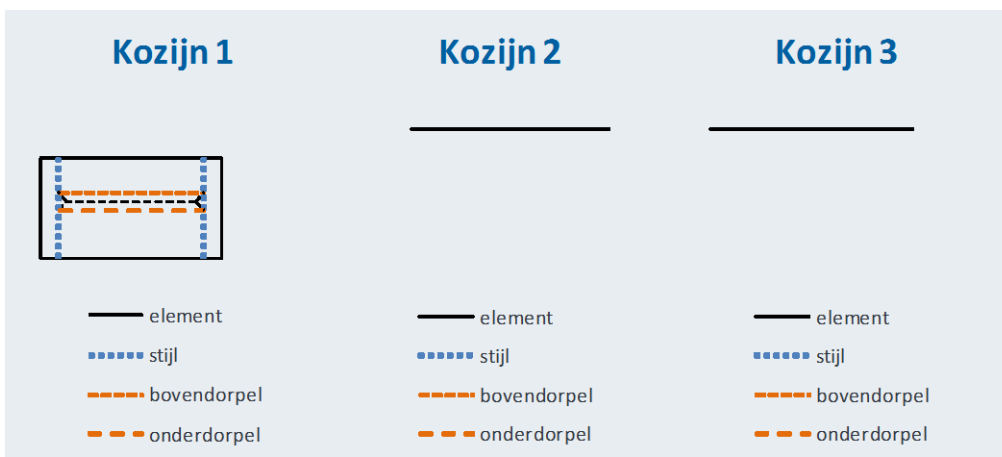
Houtsterkteklasse	C18
Windgebied	I
Terreincategorie	onbebouwd
Bouwmethode	prefab
Gebouwhoogte ≤	20 m

Kies een optie in de gekleurde cellen, of voer zelf een waarde in. Bij deze berekening wordt uitgegaan van een stijldikte van 38 mm en een hart-op-hart afstand van 600 mm.



Aantal kozijnen	1		
Wandhoogte	3,5	3,5	3,5 m
Wandbreedte	6	0	0 m
Stijlhoogte	170	170	170 mm
Kozijnhoogte	600	2400	1800 mm
Kozijnbreedte	5000	1000	2800 mm
Borstwering	1700	0	600 mm

Meerdere kozijnen in 1 element? ja



Houtpercentage FOUT-R %

Figuur 2 - Foutmelding 'Fout-R'

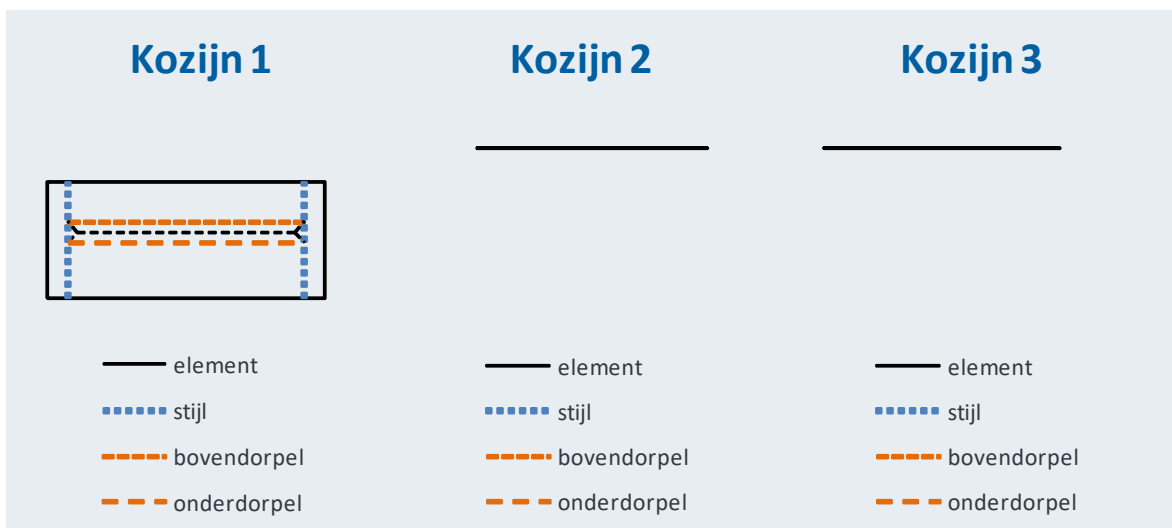
Deze foutmelding kan worden verholpen door het verhogen van de houtsterkteklasse of de stijldikte.

Fout-W

Als men een kozijnbreedte kiest dat groter is dan de wandbreedte geeft de tool deze foutmelding. Het is onmogelijk om een raam te kiezen dat breder is dan het gekozen wandelement. Besteed hier daarom aandacht aan.

Aantal kozijnen	1		
Wandhoogte	3,5	3,5	3,5 m
Wandbreedte	6	0	0 m
Stijlhoogte	170	170	170 mm
Kozijnhoogte	600	2400	1800 mm
Kozijnbreedte	7000	1000	2800 mm
Borstwering	1700	0	600 mm

Meerdere kozijnen in 1 element? ja



Houtpercentage

FOUT-W %

***LET OP* De gekozen kozijnbreedte is groter dan de wandbreedte**

Figuur 3 - Foutmelding 'Fout-W'

Fout-I

Als men een totale isolatiedikte kiest die groter is dan de stijlhoogte geeft de tool deze foutmelding. Het wordt niet mogelijk geacht om de isolatie buiten het stijl- en regelwerk te positioneren.

<i>Convectie</i>	Geen convectie	
<i>Isolatiemerck</i>	Isover	
<i>Isolatieproduct</i>	Systemroll 400	220 mm
<i>Aanvullende isolatie</i>	Systemroll 400	0 mm
<i>Isolatie dikte</i>		220 mm
De isolatiedikte is groter dan de stijlhoogte!		
<i>Dampopen folie/beplating</i>	OSB	9 mm
<i>Luchtspouw</i>		10 mm
<i>Buitenblad</i>	Niet geventileerd zonder reflecterend folie Keramische tegels	12 mm
<i>Scheidingsconstructie</i>	Grenzend aan buitenlucht	
RC-Waarde eis		4,5 m ² .K/W
Constructie dikte		FOUT-I mm
RC-Waarde		FOUT-I m ² .K/W
U-Waarde		FOUT-I W/m ² .K

Figuur 4 - Foutmelding Fout-I

Overige meldingen

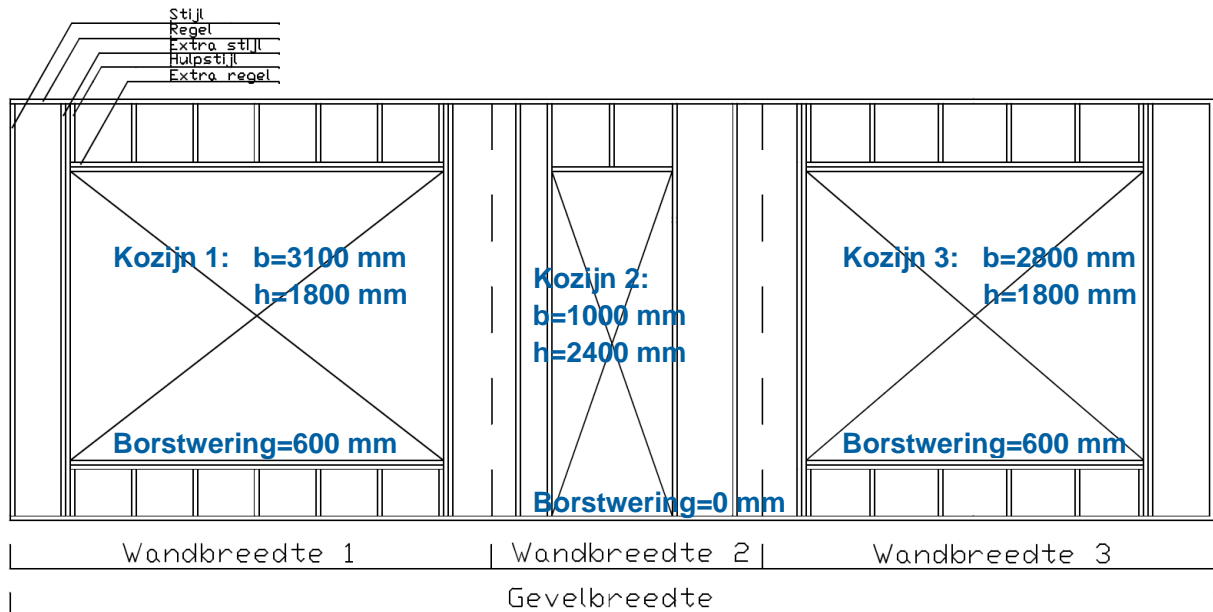
Er worden ook meldingen gegeven als men het kozijn buiten het element heeft gepositioneerd door de borstwering foutief aan te geven. Dit blijft echter bij een melding en heeft verder geen invloed op de berekening van het houtpercentage.

Als de R_c-waarde niet aan de gestelde eis voldoet, geeft het programma daar ook een melding van.

2. Voorbeeld

2.1. Stappenplan

Om een impressie te geven van hoe men met de tool werkt, kunt u in het volgende stuk een voorbeeld bestuderen. Het HSB-element is in Figuur 5 weergegeven.



Figuur 5: Voorbeeldgevel

Het voorbeeldelement heeft een gevelbreedte van 10 m. De elementen worden als volgt opgedeeld:

Wandbreedte 1 = 4,00 m

Wandbreedte 2 = 2,25 m

Wandbreedte 3 = 3,75 m

Zorg ervoor dat als u uw element opdeelt, de kozijnen niet buiten uw wandelement vallen.

2.1.1. Stap 1

Vul de bovenste 4 gegevens in. In deel 1 is besproken wat deze gegevens inhouden. In het voorbeeld zullen de volgende gegevens gebruikt worden:

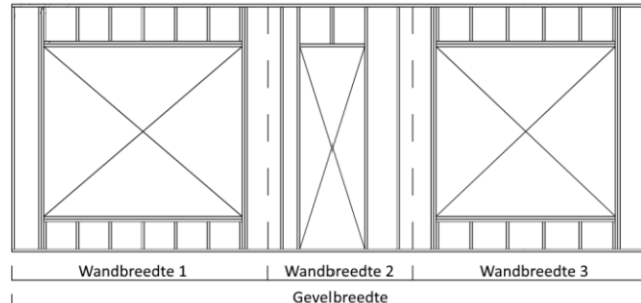
Kies een optie in de gekleurde cellen. Bij deze berekening wordt uitgegaan van een referentieperiode van 50 jaar, gevolgklasse CC2, klimaatklasse 1 en belastingduurklasse kort (wind).

Houtsterkteklasse	C24
Windgebied	I
Terreincategorie	onbebouwd
Bouwmethode	prefab
Gebouwhoogte ≤	10 m

Figuur 6: Invoer voor stap 1

2.1.2. Stap 2

Kies een optie in de gekleurde cellen, of voer zelf een waarde in. Bij deze berekening wordt uitgegaan van een stijldikte van 38 mm en een hart-op-hart afstand van 600 mm.



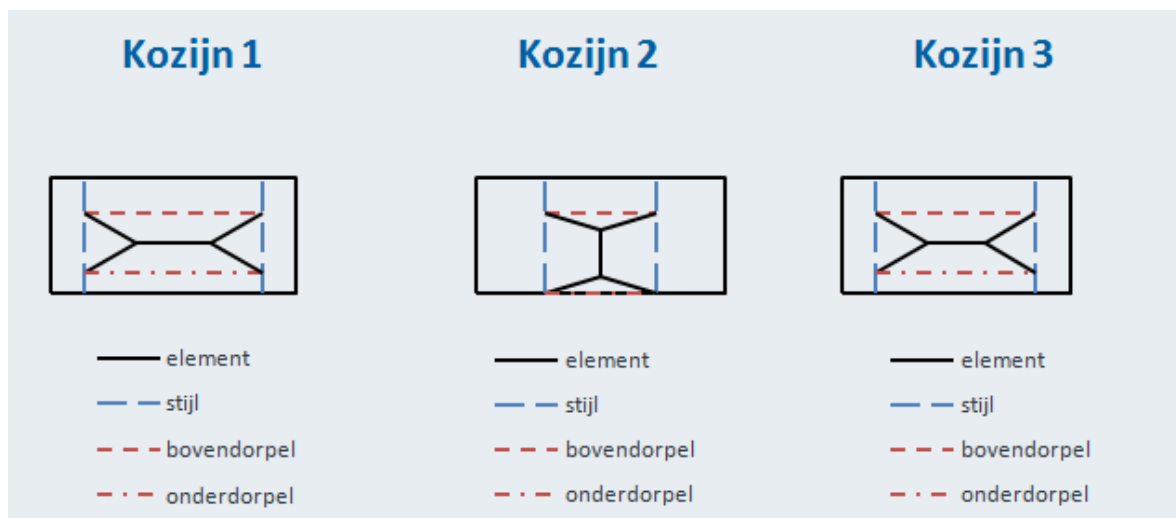
Aantal kozijnen	3		
Wandhoogte	3,5	3,5	3,5 m
Wandbreedte	4	2,25	3,75 m
Stijlhoogte	220	220	220 mm
Kozijnhoogte	1800	2400	1800 mm
Kozijnbreedte	3100	1000	2800 mm
Borstwering	600	0	600 mm

Meerdere kozijnen in 1 element?

Figuur 7 - Invoer voor stap 2

2.1.3. Stap 3

De tool zal nu uw kozijnelementen tekenen. Ga na dat de kozijnen niet buiten uw elementen vallen



Figuur 8 - De interactieve afbeeldingen

2.1.4. Stap 4

Het houtpercentage kan nu worden uitgerekend aan de hand van de invoer. Als u niet tevreden bent met dit percentage kunt u in hoofdstuk 2.2 lezen wat uw opties zijn om deze waarde te verlagen. Als u deze kennis heeft, kunt u stap 1 tot en met stap 3 herhalen om tot een nieuw percentage te komen.

Houtpercentage 20 %

Figuur 9 - Het berekende houtpercentage van uw gevelement

2.1.5. Stap 5

Nu u de beschikking heeft over een houtpercentage waar u tevreden mee bent kunt u de opbouw van uw gevelement definiëren. Indien beschikbaar zal de tool u standaard opties geven voor de dikte van uw gevelsegment.

[Bouw het element op van binnen naar buiten door een keuze te maken uit de opties](#)
[Wanneer u kiest voor eigen invoer dan vindt u helemaal onderin een invoerveld](#)

		Dikte
<i>Beplating</i>	Gipsvezelplaat	12,5 mm
<i>Dampremmende laag</i>	Vario KM DuplexUV klimaatfolie	0,2 mm
<i>Extra beplating</i>	Geen keuze	0 mm
<i>Onderbreking isolatielaag</i>	overig	
<i>(De λ-waarde van hout wordt gesteld op 0,13 W/m.K)</i>		
<i>Convectie</i>	Geen convectie	
<i>Isolatiemerck</i>	Isover	
<i>Isolatieproduct</i>	Systemroll 400	220 mm
<i>Aanvullende isolatie</i>	Systemroll 400	0 mm
<i>Isolatedikte</i>		220 mm
<i>Dampopen folie/beplating</i>	Dampopen waterkerende folie	0,1 mm
<i>Luchtspouw</i>		20 mm
	Niet geventileerd zonder reflecterend folie	
<i>Buitenblad</i>	Baksteen	100 mm
<i>Scheidingsconstructie</i>	Grenzend aan buitenlucht	

Figuur 10 - De opbouw van het gevelement

2.1.6. Stap 6

U kunt nu uw eis voor de R_C -waarde definiëren. Daarnaast heeft de tool nu uw constructiedikte, U-waarde en R_C -waarde uitgerekend. Gaat u na of deze voldoende is, en pas indien nodig uw ontwerp aan om aan de gestelde eis te voldoen.

RC-Waarde eis	4,5 m ² .K/W
Constructiedikte	352,8 mm
RC-Waarde	4,13 m ² .K/W
U-Waarde	0,23 W/m ² .K

Uw gevel voldoet niet aan de gestelde RC eis van 4,5

Figuur 11 - Het resultaat van de dikte en de RC-waarde

In dit geval is de R_C-waarde onvoldoende. Een oplossing zou kunnen zijn om reflecterend folie toe te passen in de niet geventileerde luchtpouw:

Bouw het element op van binnen naar buiten door een keuze te maken uit de opties
 Wanneer u kiest voor eigen invoer dan vindt u helemaal onderin een invoerveld

		Dikte
<i>Bepaling</i>	Gipsvezelplaat	12,5 mm
<i>Dampremmende laag</i>	Vario KM DuplexUV klimaatfolie	0,2 mm
<i>Extra beplating</i>	Geen keuze	0 mm
<i>Onderbreking isolatielaag</i>	overig	
<i>(De λ-waarde van hout wordt gesteld op 0,13 W/m.K)</i>		
<i>Convectie</i>	Geen convectie	
<i>Isolatiemerk</i>	Isover	
<i>Isolatieproduct</i>	Systemroll 400	220 mm
<i>Aanvullende isolatie</i>	Systemroll 400	0 mm
<i>Isolatedikte</i>		220 mm
<i>Dampopen folie/beplating</i>	Dampopen waterkerende folie	0,1 mm
<i>Luchtpouw</i>		20 mm
<i>Buitenblad</i>	Niet geventileerd met reflecterend folie Baksteen	100 mm
<i>Scheidingsconstructie</i>	Grenzend aan buitenlucht	
RC-Waarde eis		4,5 m ² .K/W
Constructiedikte		352,8 mm
RC-Waarde		4,52 m ² .K/W
U-Waarde		0,21 W/m ² .K

Figuur 12 - De nieuwe R_C-waarde met de aangepaste isolatie

2.2. Suggesties voor het verlagen van het houtpercentage

Het houtpercentage is op een aantal manieren te verlagen. Hieronder zullen een tweetal suggesties worden voorgesteld, waarbij wordt uitgelegd hoe deze invloed hebben op het houtpercentage. De opties met betrekking tot de afmetingen van kozijn en gevel worden achterwege gelaten aangezien deze wijzigingen moeilijker te realiseren zijn.

2.2.1. Houtsterkteklasse

De houtsterkteklasse staat standaard ingesteld op C18. Indien u de sterkteklasse wijzigt naar C24, is er de mogelijkheid dat het aantal vereiste extra stijlen vermindert waardoor het houtpercentage daalt. Dit is echter niet altijd het geval.

2.2.2. Stijlhoogte

Het verhogen van de stijlhoogte ligt in dezelfde gedachtengang als het wijzigen van de houtsterkteklasse. Een grotere stijlhoogte zorgt ervoor dat er minder extra stijlen nodig zijn waardoor het houtpercentage daalt.

2.3. Eigen invoer voor producten

Indien de gebruiker een eigen gekozen product wil gebruiken, die niet in de standaardlijst aanwezig is, kan in de productlijst de optie "Eigen invoer" worden gekozen. Nadat de gebruiker deze optie aanklikt verschijnt onder in de tool een vak waar: de productnaam, de warmtegeleidingscoëfficiënt en de dikte kan worden ingevuld. De tool gebruikt nu de ingevoerde waardes, de productnaam dient alleen voor een compleet overzicht van de berekening. Figuur 13 laat zien hoe dit er uitziet voor de optie "Eigen invoer" bij de "Beplating" en het "Buitenblad".

Bouw het element op van binnen naar buiten door een keuze te maken uit de opties
 Wanneer u kiest voor eigen invoer dan vindt u helemaal onderin een invoerveld

		Dikte
<i>Beplating</i>	Eigen invoer	
<i>Dampremmende laag</i>	Vario KM DuplexUV klimaatfolie	0,2 mm
<i>Extra beplating</i>	Geen keuze	0 mm
<i>Onderbreking isolatielaag</i>	overig	
<i>(De λ-waarde van hout wordt gesteld op 0,13 W/m.K)</i>		
<i>Convectie</i>	Geen convectie	
<i>Isolatiemerk</i>	Isover	
<i>Isolatieproduct</i>	Systemroll 400	220 mm
<i>Aanvullende isolatie</i>	Systemroll 400	0 mm
<i>Isolatedikte</i>		220 mm
<i>Dampopen folie/beplating</i>	Dampopen waterkerende folie	0,1 mm
<i>Luchtspouw</i>		20 mm
	Niet geventileerd met reflecterend folie	
<i>Buitenblad</i>	Eigen invoer	
<i>Scheidingsconstructie</i>	Grenzend aan buitenlucht	
RC-Waarde eis		m ² .K/W
Constructiedikte		420,3 mm
RC-Waarde		4,63 m ² .K/W
U-Waarde		0,21 W/m ² .K

Voer hieronder de warmtegeleidingscoëfficiënt (λ) en de dikte in:

Productnaam:	λ-waarde [W/m.K]	Dikte [mm]
Plaat X	0,2	30
Gevelbekleding X	2	150

Figuur 13 – Optie voor eigen invoer

2.4. Beperkingen tool

Ondanks de vele mogelijkheden van de tool zijn er wel beperkingen, hier volgt een opsomming:

- Een wand bestaat maximaal uit drie elementen (geschakeld of niet geschakeld)
- De tool kan alleen worden gebruikt voor eenvoudige elementen met één sparing per element.
- De tool kan geen warmteweerstand bepalen voor een wand zonder sparingen
- Een sparing kan niet even groot zijn als een element
- De tool moet worden ingevuld: van links naar rechts en van boven naar beneden. Als later ergens anders een parameter wordt aangepast kan dit gevolgen hebben voor andere parameters. Als bijvoorbeeld het type beplating wordt veranderd, moet opnieuw de dikte van de beplating worden gekozen, als dit niet wordt gedaan rekent de tool nog met de dikte van de oude beplating, terwijl dit type beplating niet standaard leverbaar is in die dikte.

3. Uitgangspunten voor de berekeningen

In dit hoofdstuk kunt u meer lezen over de achtergrond van de berekeningen die de tool voor u uitvoert.

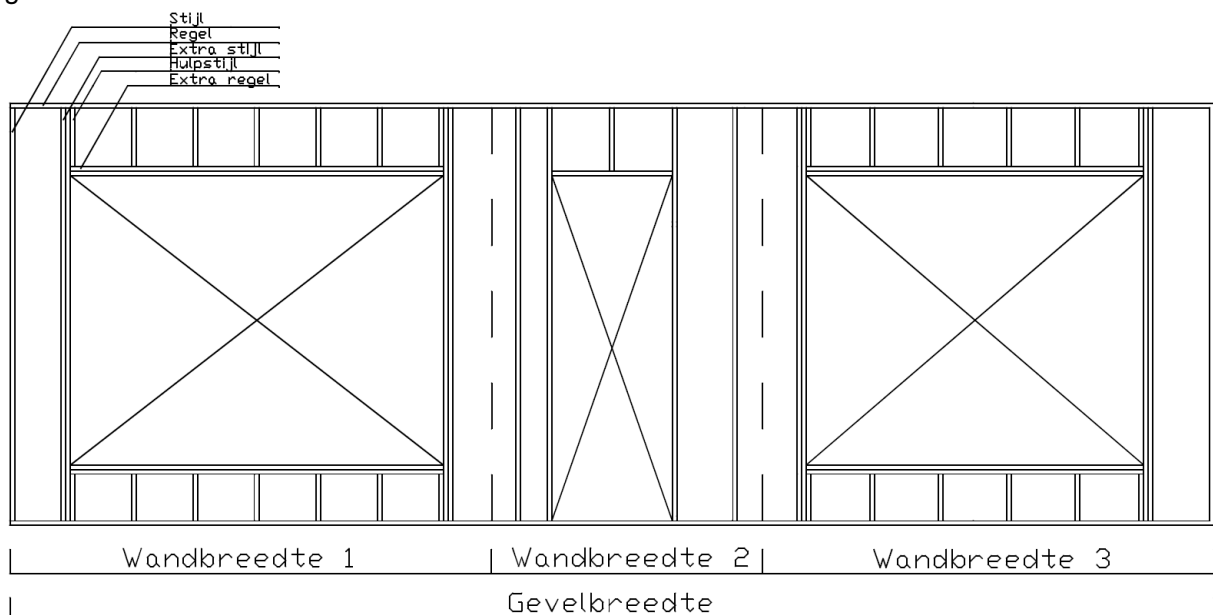
3.1. Aannames

Om de tool simpel te houden zijn er aannames gedaan met betrekking tot bepaalde klassen en afmetingen. Deze zijn hieronder te vinden.

- Referentieperiode: 50 jaar
- Klimaatklasse: 1
- Belastingduurklasse: kort (wind)
- Hart-op-hart afstand: 600 mm
- Stijl- en regeldikte: 38 mm

3.2. Houtpercentage

Om tot de berekening te komen voor het houtpercentage is uit gegaan van een dergelijk gevelement:



Figuur 14 – Gevelement

De stijlen worden bepaald aan de hand van de hart-op-hart afstand en de breedte van het wandelement minus de kozijnbreedte. De tool zorgt ervoor dat stijlen niet dubbel worden meegerekend. Mocht een stijl zich bevinden op de grens van het wandelement, wordt deze dus niet voor beide elementen meegerekend. Bij de regels is er uitgegaan van een standaard aantal van 2.

De extra stijlen en regels zijn berekend volgens de SKH publicatie *Niet-dragende houten binnenspouwbladen en gevelvullende elementen*. Net als in deze publicatie, zijn de stijlen en regels getoetst in de uiterste grenstoestand (UGT) en in de bruikbaarheidsgrenstoestand (BGT) conform *NEN-EN1995 - Ontwerp en berekening van houtconstructies - Deel 1-1: Algemeen - Gemeenschappelijke regels en regels voor gebouwen*. Er wordt verondersteld dat men altijd gebruik zal maken van hulpstijlen.

3.3. R_C-waarde

De R_C-waarde is bepaald conform NEN 1068-2012+C2-2014. Hier volgt de berkening volgens de norm.

Het gaat om een samengestelde constructie, bij het bepalen van de warmte weerstand wordt de gevel in twee delen beschouwd: een deel met regelwerk en een deel met isolatie.

De gebruikte formules voor het bepalen van de R_C-waarde uit de norm zijn hieronder weergegeven, voor meer informatie wordt naar de norm verwezen.

NEN 1068-2012+C2-2016

$$R_c = \frac{1}{U_c} - R_{si} - R_{se} \quad (\text{formule A.1})$$

$$U_c = U_T + \Delta U \quad (\text{artikel 6.2.2.1})$$

$$\Delta U = \Delta U_a + \Delta U_{fa} + \Delta U_r + \Delta U_w \quad (\text{formule 15})$$

Alleen ΔU_a ΔU_w zijn van toepassing (artikel 6.2.2.2)

$$U_T = \frac{1}{R_T} \quad (\text{formule 13})$$

$$R_T = \frac{a'R' + R_{si} + R_{se} + R''}{1 + 1,05 * a'} - R_{si} - R_{se} \quad (\text{formule A.3.2.1})$$

$$R_T' = \frac{A_{con}}{A_a \cdot U_{T;a} + A_b \cdot U_{T;b}} \quad (\text{formule A.3.2.2})$$

$$R_T'' = \sum_j \left(\frac{d_j}{\lambda_j''} \right) + R_{si} + R_{se} \quad (\text{formule A.3.2.3})$$

$$\lambda_j'' = \frac{\lambda_{a;j} \cdot A_a + \lambda_{b;j} \cdot A_b}{\sum A} \quad (\text{formule A.3.2.4})$$

Symbolen:

U_c = warmtedoorgangscoefficiënt van het onderdeel

R_{si} = interne warmteovergangswaarde

R_{se} = externe warmteovergangswaarde

U_T = warmtedoorgangscoefficiënt van een totale constructie zonder correctie op de U -waarde

ΔU = toeslagfactor

R_T = warmteweerstand van een totale constructie zonder correctie op de U -waarde

a' = weegfactor conform tabel A.1

R' = bovengrens van de totale warmteweerstand

R'' = ondergrens van de totale warmteweerstand

A_{con} = geprojecteerde oppervlakte van de scheidingsconstructie

A_a en A_b = geprojecteerde oppervlakten van de sectie a en b

$U_{T;a}$ en $U_{T;b}$ = warmtedoorgangscoefficiënten van de sectie a en b (zie 6.2 NEN-EN 1068)

j = de desbetreffende laag

d_j = de dikte van het materiaal

λ_j = de warmtegeleidingscoëfficiënt van het materiaal

λ_j'' = equivalente warmtegeleidingscoëfficiënt van laag j

4. Bronvermelding

4.1. Literatuur

ir. Ligthart, P.; ir. De Graaf, P.; ir. Banga, J.; 2012, Handboek Houtskeletbouw – Ontwerp, Techniek, Uitvoering. Rotterdam: SBR Rotterdam.

ing. Geertsma, H.D.; ir. Banga, J.; 2013, Niet-dragende houten binnenspouwbladen en gevelvullende elementen – Tabellen en richtlijnen voor de constructie. Wageningen, SKH.

ir. Van der Linden A.C.; ir. Erdtsieck, P.; ir. Kuijpers-van Gaalen, L.; ir. Zeegers, A.; 2013, Building Physics. Amersfoort: ThiemeMeulenhoff.

4.2. Normen

Eurocode 5 - Ontwerp en berekening van houtconstructies - Deel 1-1: Algemeen - Gemeenschappelijke regels en regels voor gebouwen.

NEN 1068 – Thermische isolatie van gebouwen – Rekenmethoden.

4.3. Websites

<http://www.nieman.nl/vakgebieden/energie-en-duurzaamheid/epc-rc-vanaf-01-01-2015/>

<https://www.isover.nl/rekentools/thermische-isolatie-berekenen-met-termical>

Dampopen folie/beplating	λ-waarde W/m.K	Verkrijgbare diktes in mm													
		30	50	75	100										
Isover RKL-31 Facade ²⁾	0,031														
Dampopen waterkerende folie ¹⁾	-	0,1	0,2												
Gebitumineerd zachtboard ⁵⁾¹⁾³⁾	0,08	13													
Masonite hardboard ³⁾	0,29	2,5	3,2	4,8	6,4										
Multimax 30 Ultra ²⁾	0,03	56	88	90	105	121	132	154							
Multiplex/Triplex ¹⁾	0,15	3	4	5	6	8	9	10	12	15	18	20	22		
OSB ¹⁾	0,12	9	10	11	18										
Spaanplaat 650 ¹⁾	0,14	10	11	12	14	16	18								
Spaanplaat 700 ¹⁾	0,15	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Reflecterende folie waterafstotend ¹⁾	-	0,1													

Buitenblad	λ-waarde W/m.K	Verkrijgbare diktes in mm
Baksteen ³⁾	1,3	Vrij
Beeksteen ® ²⁾	1	Vrij
Betonelementen ³⁾	2,0	Vrij
Betonsteen ⁴⁾	1,5	Vrij
Kalkzandsteen ³⁾	1,5	Vrij
Keramische tegels ³⁾	-	Vrij
Rabatdelen ³⁾⁶⁾	-	Vrij
Spaanplaat met 30 mm PUR	1	Vrij
Gevelbekleding	-	Vrij

- 1) Bron: ir. Ligthart, P.; ir. De Graaf, P.; ir. Banga, J.; 2012, Handboek Houtskeletbouw – Ontwerp, Techniek, Uitvoering. Rotterdam: SBR Rotterdam.
- 2) Bron: Productinformatie gegeven door leverancier
- 3) Bron: Tabellenboek bij: ir. Van der Linden A.C.; ir. Erdtsieck, P.; ir. Kuijpers-van Gaalen, L.; ir. Zeegers, A.; 2013, Building Physics. Amersfoort: ThiemeMeulenhoff.
- 4) Bron: NEN-EN 1068 tabel C.14 (gemiddelde waarde)
- 5) Gemiddelde lambda waarde van bitumen en softboard
- 6) Kunststof als bovengrens

5.2. Luchtpouwen

luchtpouw <20 mm niet geventileerd zonder reflecterend folie ¹⁾ (ISO 6946 tabel 2)

dikte in mm	5	7	10	15	20	25
Warmteweerstand in m ² ·K/W	0,11	0,13	0,15	0,17	0,18	0,18

1) Tussenliggende waarden worden lineair geïnterpoleerd

luchtpouw ≥20 mm (tabel A.3a NEN-EN 1068-2012+C2-2016)

Type	Warmteweerstand in m ² ·K/W
Niet geventileerd zonder reflecterend folie	0,18
Zwak geventileerd zonder reflecterend folie	0,16
Sterk geventileerd zonder reflecterend folie	0
Niet geventileerd met reflecterend folie	0,57
Zwak geventileerd met reflecterend folie	0,45
Sterk geventileerd met reflecterend folie	0