

Seminar duurzaam bouwen met staal

dr. ir. Ralph Hamerlinck en ir. Jan-Pieter den Hollander

Inleiding ontwikkelingen duurzaam
bouwen en
Webtools voor duurzaamheid

1. Bouwbesluit: materiaalgebruik / staaldata
2. Europa: staaldata
3. Bouwfase in breder perspectief
4. Productvergelijking
5. Adaptief Vermogen

Artikel 5.9 Duurzaam bouwen

1. Van de samenstelling van constructieonderdelen van een woonfunctie is de uitstoot van broeikasgassen en de uitputting van grondstoffen gekwantificeerd volgens de Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken.

2. Van de samenstelling van constructieonderdelen van een gebouw met uitsluitend kantoorfuncties en nevenfuncties daarvan met een totale gebruiksoppervlakte van meer dan 100 m² is de uitstoot van broeikasgassen en de uitputting van grondstoffen gekwantificeerd volgens de Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken.

3. Bij ministeriële regeling kunnen voorschriften worden gegeven over het in het eerste en tweede lid bepaalde.

Twee milieu-
indicatoren

Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken



Berekeningswijze voor het bepalen van de milieuprestatie van gebouwen en GWW-werken gebaseerd op het gebruik van de Bepalingsmethode Milieuprestatie Gebouwen en GWW-werken (BPM-GWW).

BOUWKWALITEIT

Stichting BouwKwaliteit
Visseringplant 27b
1016 CS Rotterdam
Telefoon: 010-3072222
Winkelwagen: 020-3300000
www.stichtingbouw.nl

Dataver:
01-01-2011

Wel berekenen;
(nog) geen eis

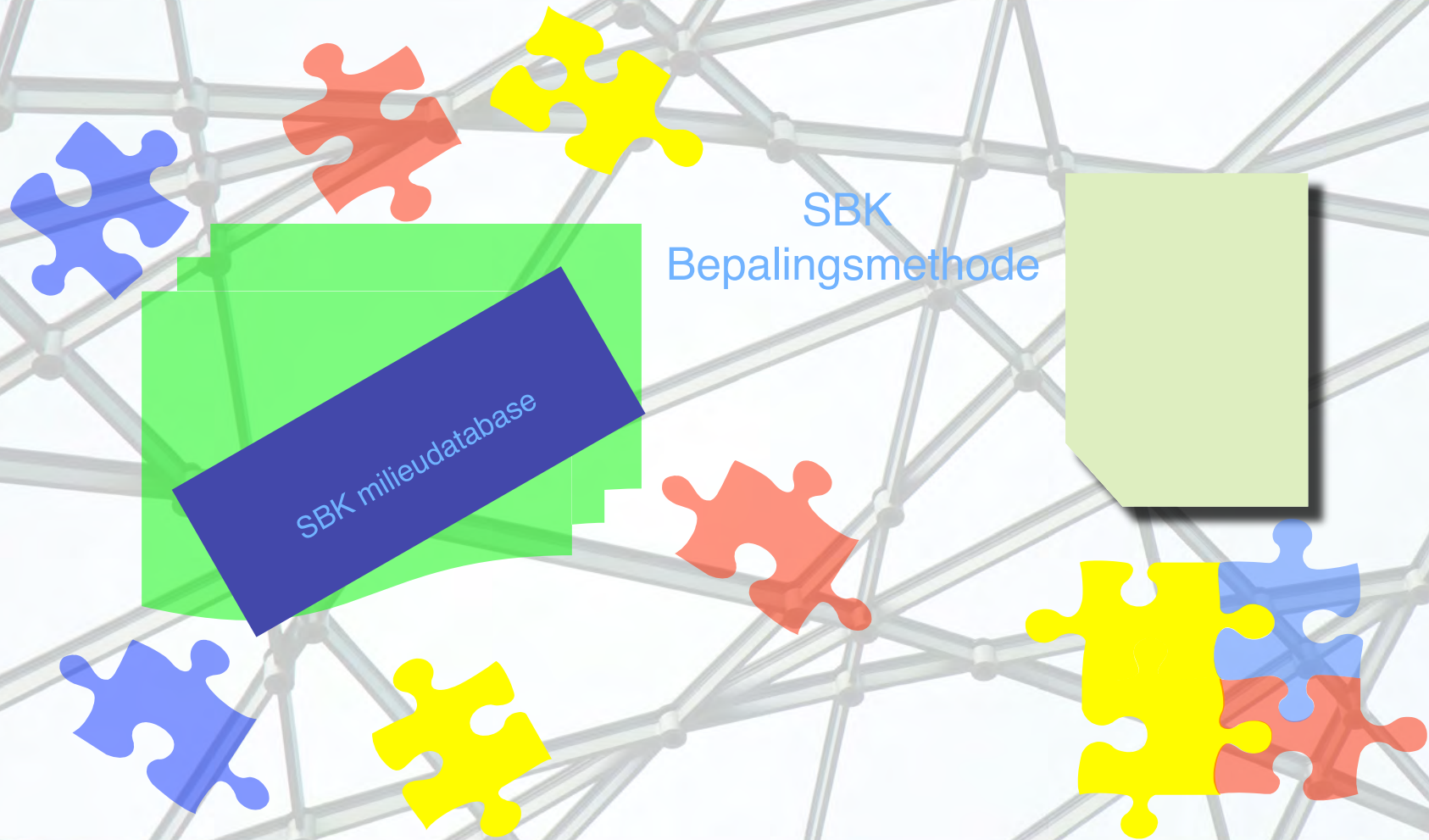
LevensCyclusAnalyse (LCA) per materiaal: Gegevens processen omzetten naar milieu-impacts



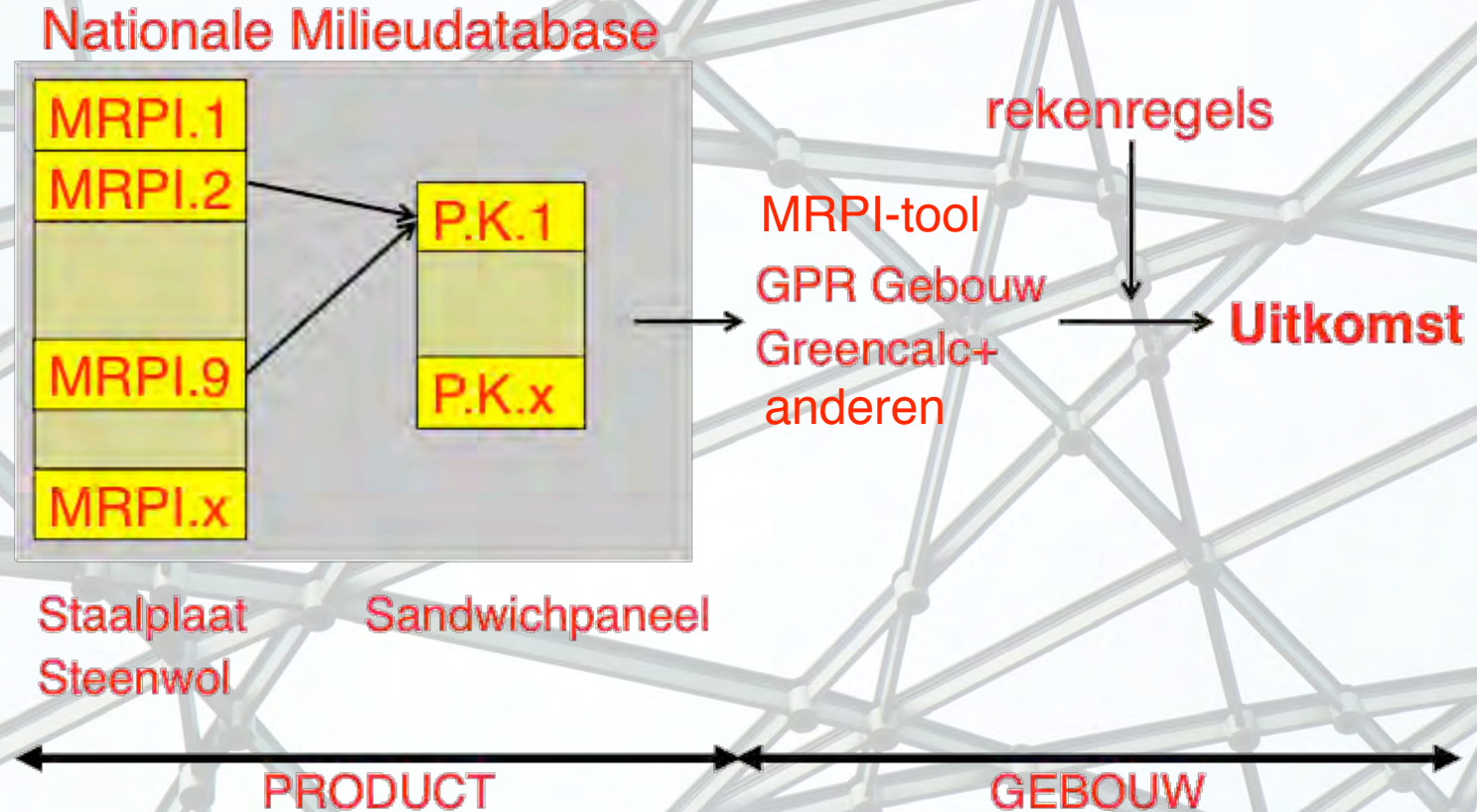
Global warming kg CO₂-eq
Ozone depletion kg CFC-11 eq
Depletion resources Kg Sb-eq
etc

energy MJ
waste kg
etc

Modulaire benadering:
LCA's materialen input voor LCA gebouwen



- www.milieudatabase.nl



1 Staal en einde levensduur: hergebruik, recycling



Hergebruik
Gebouw



- Nieuwe gevel
- Upgraden Installaties
- Andere functie

Hergebruik
staalproduct



Balken 50%
Gevels 30%

~~*~~
Afval
<1%



Materiaal-
recycling
(omsmelten)



Zelfde kwaliteit



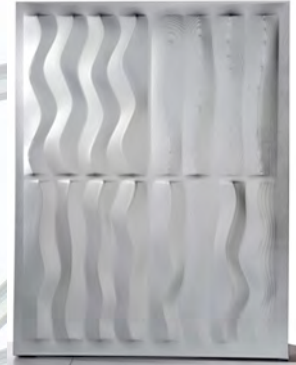
Hogere kwaliteit
“Upcycling”

1 MRPI staal (2011) in NMD + RVS in 2014

Zwaar constructiestaal:



Binnenwanden:



Middelzwaar constructiestaal:



Licht constructiestaal:



Dak- en gevelbekleding:



1 Staaldata: MRPI stalen balk

Eenheid: kg uitstoot/ton staal

| | | |
|---|-------------------------------|--------------|
| 1) Humane toxiciteit | 1,4DB | 40,4 |
| 2) Abiotische uitputting | Sb | 3,0 |
| 3) Ecotoxiciteit water (zoet water) | 1,4DB | 2,0 |
| 4) Ecotoxiciteit sediment (zoet) | 1,4DB | 2,7 |
| 5) Ecotoxiciteit terrestrisch | 1,4DB | 0,45 |
| 6) Verzuring | SO ₂ | 2,3 |
| 7) Vermesting | PO ₄ | 0,32 |
| 8) Broeikaseffect GWP CO₂ | CO₂ | 473,0 |
| 9) Fotochemische oxydantvorming | C ₂ H ₄ | 0,20 |
| 10) Aantasting ozonlaag | CFK11 | 0,00023 |

(Bron: SBK/BmS)

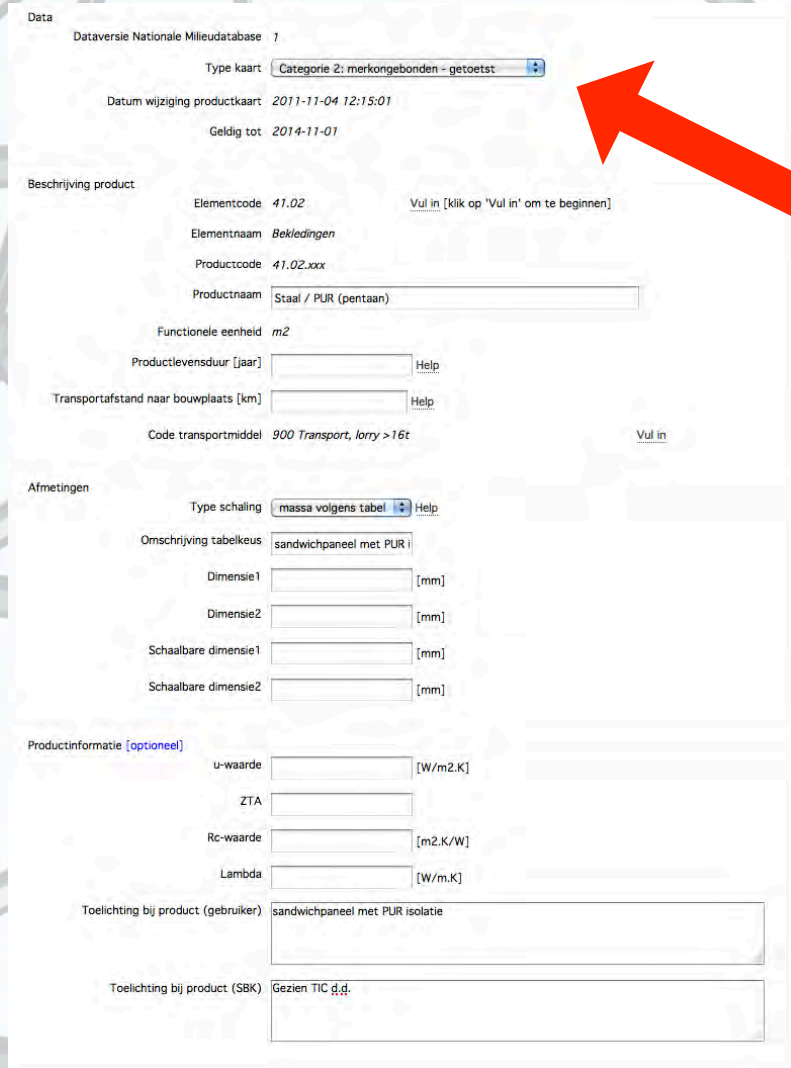
1 Staaldata: Nationale MilieuDatabase (NMD)

- www.milieudatabase.nl

Basisprofielen (5, cf. MRPI)

Productkaarten:

- Cat1: Merkgebonden, getoetst
- Cat2: Merkongebonden, getoetst
(staal-data 5 profielen binnen
rvw fabricage / transport)
- Cat3: Merkongebonden, ongetoetst
(met straffactor per ...)



The screenshot shows the MilieuDatabase (NMD) web interface. A red arrow points to the 'Type kaart' dropdown menu, which is set to 'Categorie 2: merkgebonden - getoetst'. The form contains the following data:

Data
Dataversie Nationale Milieudatabase: 7
Type kaart: Categorie 2: merkgebonden - getoetst
Datum wijziging productkaart: 2011-11-04 12:15:01
Geldig tot: 2014-11-01

Beschrijving product
Elementcode: 41.02
Elementnaam: Bekledingen
Productcode: 41.02.xxx
Productnaam: Staal / PUR (pentaan)
Functionele eenheid: m2
Productlevensduur [jaar]:
Transportafstand naar bouwplaats [km]:
Code transportmiddel: 900 Transport, lorry >16t

Afmetingen
Type schaling: massa volgens tabel
Omschrijving tabelkeus: sandwichpaneel met PUR i
Dimensie1 [mm]:
Dimensie2 [mm]:
Schaalbare dimensie1 [mm]:
Schaalbare dimensie2 [mm]:

Productinformatie [optioneel]
u-waarde [W/m2.K]:
ZTA:
Rc-waarde [m2.K/W]:
Lambda [W/m.K]:
Toelichting bij product (gebruiker): sandwichpaneel met PUR isolatie
Toelichting bij product (SBK): Gezien TIC d.g.

Welke normen komen er? Wanneer? Status? Relatie met Nederlandse documenten NEN / SBK

| | | |
|-----------|------------|----------|
| Framework | EN 15643-1 | generic |
| | EN 15643-2 | milieu |
| | EN 15643-3 | social |
| | EN 15643-4 | economic |

Building Assessment



| | | |
|-----------------|----------------|-----------------------------|
| ■ environmental | EN15978 | SBK Bepalingsmethode |
| ■ social | FprEN16309 | (deels in instrumenten) |
| ■ economic | gaat starten | (deels in instrumenten) |

| | | |
|--|---|---|
| Environmental Product Declarations |  | TR 15941 alg. data EN15804 EPD EN15942 comm.b2b |
|--|---|---|

| |
|--|
| SBK NMD NEN 8006 / MRPI MRPI format |
|--|

- EN 15804:
 - 24 indicatoren i.p.v. 11 - uit dezelfde LCA
 - Modulaire benadering levenscyclus ‘van ‘wieg’ tot ‘end-of-waste’ gebouw’: productie (A1-A3), bouw (A4-A5), gebruik (B1-B7), afdankfase (C1-C4)
 - Toekenning van de “loads and benefits” van hergebruik, recycling, verbranding wordt een optionele module (voor metalen ‘verplicht’)
- gaan EN 15804/15978 onder CPR (BW7) vallen?
- als onderdeel CE-markering?
- NMD ‘2’ obv Europa
- BmS: staal-EPD obv EN 15804 > ‘voor de muziek uit?’
- BmS gaat deelnemen in CEN TC 350

3 Bouwfase in breder perspectief

Product: materiaal versus gebruik (integraal!)

Energie materiaalproductie

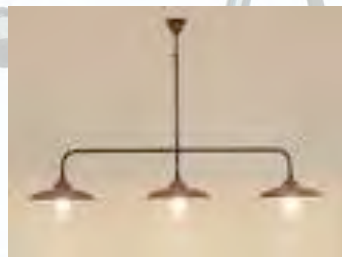


Staalconstructie: 50kg/m²
Staalproductie CO₂ emissie =
0,473 kg CO₂/kg staal

Totaal 50 x 0,473 = 24 kg CO₂/m²

1,5%

Energie tijdens gebruik



Verwarming/koelen/verlichten

- 80 Kwh/m² @ 0,4 kg CO₂/kwh
- Periode 50 jaar

Totaal 50 x 80 x 0,4 = 1600 kg CO₂/m²

98,5%

3 Bouwfase in breder perspectief

- Energieneutrale of -opwekkende hallenbouw > hogere materiaalscore!
- 2009: Dutch Hall
- 2014: TKI-Energo project
 - Werkelijk energiegebruik (Rc, luchtdicht, PV)
 - Tools (JP)
 - Pilot ‘voor het echie’ (Hanse Staalbouw)

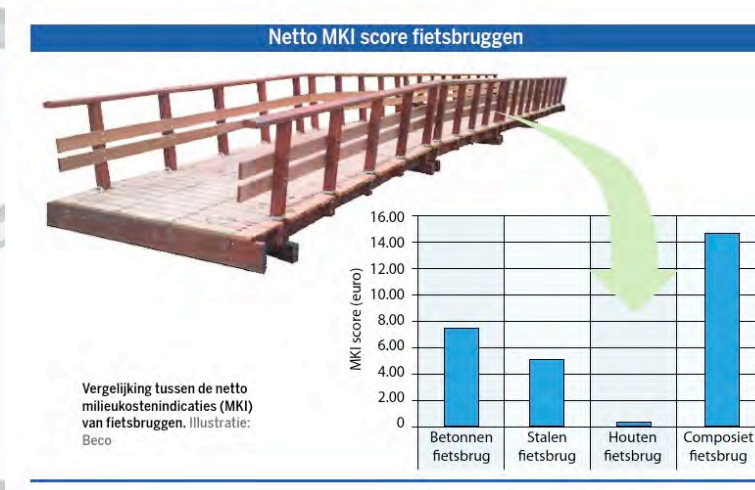


4 Productvergelijking: zin en onzin?

NIBE: Staal bovenaan in milieulijstjes sinds 2013



Beco: Staal verslaat bij nader inzien composiet



5 Adaptief vermogen > (functionele) levensduur

Aanpasbare gebouwen:

- skeletconstructie
- kolomvrije ruimten
- demontabele lichte tussenwanden
- aanpassingen indeling, gevel, installaties
- functiewijziging



Bepalingsmethode 'AV' i.o.

2. Meerdere levens / producthergebruik



3. Materiaalre-/upcycling



Zouden we in Nederland 7 miljoen m² leegstaande kantoren hebben als deze flexibel, aanpasbaar voor andere functies gebouwd waren?

Duurzaam seminar, 16-1-2014

ir. Jan-Pieter den Hollander

Webtools voor duurzaamheid

1. Overview tools
2. PV-ready tool
3. Toekomst

ESL factor (ESL = Expected Service Life = levensduur) *

Bepaling ESL-factor, conform afstudeeronderzoek ir. Frank Tool (TU Delft)

In de [downloadsectie](#) vindt u het afstudeerrapport met daarin de achtergronden van de tool. Een korte beschrijving van de tool staat onderaan deze pagina.

| | |
|---|---|
| 1) Stabiliteitssysteem (St) | <input type="text" value="kies stabiliteitssysteem"/> |
| 2) Geveelfunctie (GF) | <input type="text" value="kies geveelfunctie"/> |
| 3) Gevelstramien (GS) | <input type="text" value="kies gevelstramien"/> |
| 4.0) Kolommen of wanden ? | <input type="text" value="kies kolommen of wanden"/> |
| 4.1) Stramien draagconstructie (X) (SX) | <input type="text" value="kies stramien X"/> |
| 4.2) Stramien draagconstructie (Y) (SY) | <input type="text" value="kies stramien Y"/> |
| 5) Sparingsflexibiliteit vloeren (Sp) | <input type="text" value="kies sparingen"/> |
| 6) Draagvermogen vloeren (D) | <input type="text" value="kies draagvermogen"/> |
| 7) Overmaat vloer (Ov) | <input type="text" value="kies overmaat vloer"/> |
| 8) Optoppen (Op) | <input type="text" value="kies optoppen"/> |
| 9) Overmaat hoogte (Oh) | <input type="text" value="kies overmaat hoogte (verdiepingvloer)"/> |
| 10.1) Bereikbaarheid installaties (I) | <input type="text" value="kies bereikbaarheid"/> |
| 10.2) Positionering leidingschachten (L) | <input type="text" value="kies positionering"/> |
| <input type="button" value="Bereken ESL en teken grafiek"/> | |

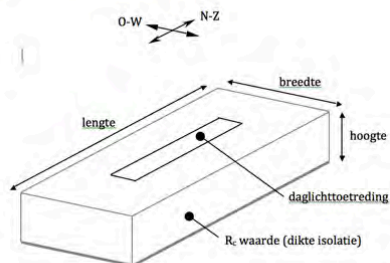
Toelichting grafiek

- zwarte lijn = berekende ESL-factor;
- rode lijn = minimale ESL-factor;
- groene lijn = maximale ESL-factor.

1. Overview: www.dutchhall.nl

Tool energieverbruik hal

Geef de invoerparameters van de hal.



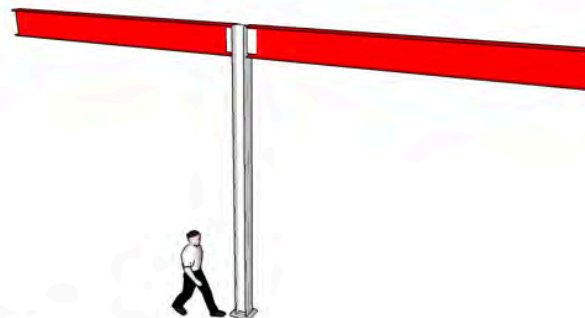
afb. Geometrie hal

| | |
|------------------------------------|--|
| Gebruik hal | van 08.00 – 18.00 |
| Proces energie [W/m ²] | 5 (distributie) |
| Kies afmeting van de hal [m] x [m] | 20x60[m] |
| Orientatie hal (korte zijde) | Noord-Zuid |
| Hoogte hal [m] | 5[m] |
| Infiltratievoud | 0.1 (doosvormig >10000m ³ ZONDER dakramen en/of brandkleppen) |
| R _c -waarde gebouwschil | 2 |
| Daglichttoetreding dak [%] | 0[%] |

Bepaal energieverbruik

Vergelijk milieubelasting S235, S355, S460 (v1.1)

Geef de invoerparameters van de kolom.



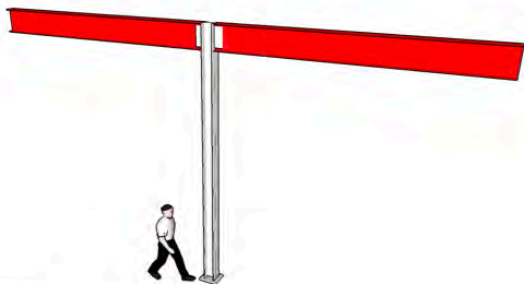
afb. Middenkolom in hal

| | |
|------------------|----------|
| Type kolom | HEA |
| Lengte kolom [m] | 2.5 [m] |
| Belasting [kN] | 500 [kN] |

Vergelijk milieubelasting S235 met S355 en S460

Bepaal milieubelasting middenkolom (v1.2)

Geef de invoerparameters van de kolom.

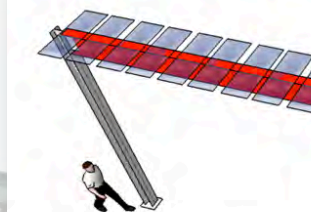


afb. Middenkolom in hal

| | |
|------------------|----------|
| Type kolom | HEA |
| Lengte kolom [m] | 2.5 [m] |
| Staalsoort | S235 |
| Belasting [kN] | 500 [kN] |

Bepaal milieubelasting

Bepaal milieubelasting gevelkolom incl. PV-panelen (v1.0 beta)



afb. Gevelkolom in hal incl. PV-panelen

| | |
|---|-----------------|
| Gewicht PV-panelen [kg/m ²] | Geen PV panelen |
| Lengte kolom [m] | 5 [m] |
| Hart-op-hart kolom [m] | 5 [m] |
| Overspanning [m] | 10 [m] |
| Windgebied | windgebied 1 |
| Terreincategorie | Bebouwd |
| Type kolom | HEA |
| Staalsoort | S235 |

Bepaal milieubelasting gevelkolom incl. PV-panelen

2. PV-ready tool: waarom ?

Verwachting: PV kosten gaan dalen

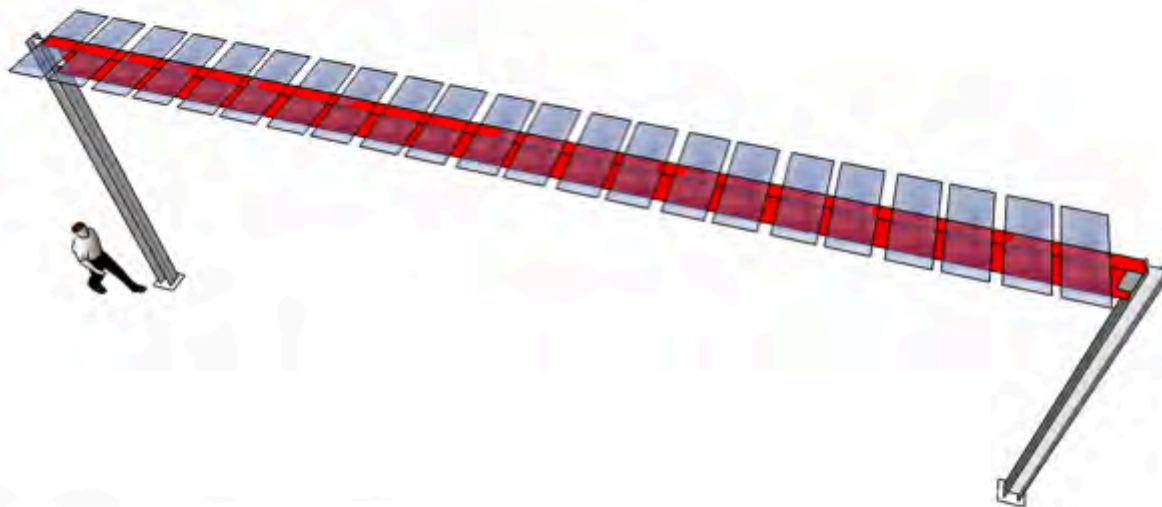
Aanpassen dak industriehal achteraf niet economisch

Extra kosten direct 'PV-ready' maken beperkt

2. PV-ready tool: invoer

Bepaal milieubelasting dakligger incl. PV-panelen (v1.2)

Geef de invoerparameters.



afb. Dakligger in hal met zonnepanelen

Gewicht zonnepanelen incl. ballast [kg/m²]

Hoogte hal [m]

Overspanning ligger [m]

Hart-op-hart ligger [m]

Aantal stralenen

Windgebied

Type ligger

Staalsoort

Bepaal milieubelasting dakligger inclusief zonnepanelen

geen PV panelen ▾
geen PV panelen
10 [kg/m²]
20 [kg/m²]
30 [kg/m²]
40 [kg/m²]



4 ▾



windgebied 1, kust ▾

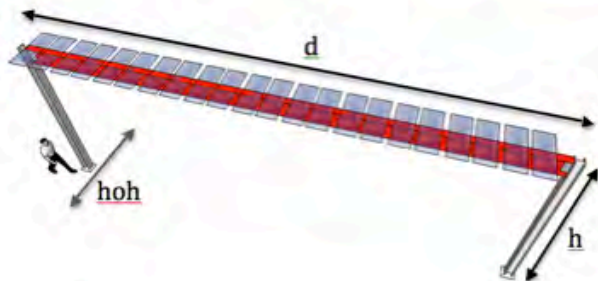
IPE ▾

S235 ▾

Verwacht gewicht
PV-panelen
incl. ballast

2. PV-ready tool: uitvoer

Milieubelasting dakligger S235 (Met PV-panelen)



| | |
|----------------------------|---------------------------|
| Gewicht PV-panelen | = 40 [kg/m ²] |
| Breedte (b) | = 20 [m] |
| Hoogte (h) | = 5 [m] |
| Hart-op-hart afstand (hoh) | = 5 [m] |
| Overspanning (d) | = 17 [m] |
| Windgebied | = 1, kust |

Milieubelasting (conform Bouwbesluit2012, art. 5.9)

Met PV

| | |
|--|---|
| Dakligger S235 | = IPE450 (77.6 kg/m ¹) |
| Gewicht | = 15.52 kg/m ² |
| Carbon footprint | = 7.34 kg CO ₂ /m ² |
| Schaduwkosten | = 0.64 Euro/m ² |
| Dakplaat | = 106R+/750, t=0.75 3-velds |
| Gewicht | = 9.81 kg/m ² |
| Carbon footprint | = 7.76 kg CO ₂ /m ² |
| Schaduwkosten | = 0.68 Euro/m ² |
| Download berekening met PV als PDF | |

Zonder PV

| | |
|----------------------------------|---|
| Dakligger S235 | = IPE400 (66.3 kg/m ¹) |
| Gewicht | = 13.26 kg/m ² |
| Carbon footprint | = 6.27 kg CO ₂ /m ² |
| Schaduwkosten | = 0.54 Euro/m ² |
| Dakplaat | = 106R+/750, t=0.7 3-velds |
| Gewicht | = 9.16 kg/m ² |
| Carbon footprint | = 7.25 kg CO ₂ /m ² |
| Schaduwkosten | = 0.63 Euro/m ² |

2. PV-ready tool: uitvoer PDF

Datum: 8th January 2014

Milieubelasting dakligger S235 (met PV-panelen)

Gewicht PV-panelen = 40 [kg/m²]
 Breedte (b) = 20 [m]
 Hoogte (h) = 7 [m]
 Start-op-hoort afstand (hoh) = 5 [m]
 Overspanning (s) = 14 [m]
 Windgebied = 1, kust

Milieubelasting (conform Bouwbesluit 2012, art. 5.9)

Dakligger S 235 = iPE 360 (57.1 kg/m²)
 Gewicht = 11.42 kg/m²
 Carbon footprint = 5.4 kg CO₂/m²
 Schadekosten dakligger = 0.47 Euro/m²
 Dakplaat = 106R+750, r=0.75 3-welds
 Gewicht = 9.81 kg/m²
 Carbon footprint = 7.76 kg CO₂/m²
 Schadekosten dakplaat = 0.68 Euro/m²

Berekening dakligger met PV-panelen

Permanente
 Bilzenen + dampremmende Laag = 0.07 [kN/m²]
 Dakisolatie = 0.14 [kN/m²]
 Dakplaat 106R+750, r=0.75 3-welds = 0.991 [kN/m²]

www.dutchhall.nl

Datum: 8th January 2014

Gewicht PV-panelen = 0.4 [kN/m²]
 = 0.7061 [kN/m²]
 = 0.2 [kN/m²]

Eigen gewicht ligger
 Sneeuw (NEN-EN1991-1-3)
 $s = s_0 C_s C_e S_e$
 $s_0 = 0.56$ [kN/m²] (5.1) met
 $s = 0.8$ (5.2)
 $C_s = 1.0$ (5.1)
 $C_e = 1.0$ (p5.2(8))
 $S_e = 0.7$ [kN/m²] (NB 4.1)

Wind (NEN-EN1991-1-4)
 $s_0 = 1.47$ [kN/m²] (NB.4)
 $s = 1.4$ (5.1)
 $s = 1.4 = 2h < b = 20$ (7.6)
 $C_{pe} = 200k G$ (NB7.2)
 $C_{pe} zone H = -0.7$
 $C_{pe} zone I = -0.2$
 $C_{po} onderdruk = +0.2$
 $C_{po} overdruk = -0.2$

Belastingen (NEN-EN1990)
 $\gamma_{perm} \rightarrow CCL, vgl. 6.10B = 1.08$ ongunstig (Bouk Krachtwerk 14)

$\gamma_s = 0.9$ gunstig
 $\gamma_c = 1.35$
 $\gamma_{var} = 1$ NB A1.4.2

Belastingcombinaties (NEN-EN1990)
 FC1.1 = $\gamma_{perm} \cdot \text{Permanent} + \text{Eigen Gewicht} + \gamma_s \cdot \text{Sneeuw} = 8.7$ [kN/m]
 FC2.1G = $\gamma_s \cdot \text{Permanent} + \text{Eigen Gewicht} + \gamma_s \cdot \text{Wind (G)} = 9.8$ [kN/m] [-1 | +1]
 FC2.1H = $\gamma_s \cdot \text{Permanent} + \text{Eigen Gewicht} + \gamma_s \cdot \text{Wind (H)} = 8.8$ [kN/m] [-1 | +1]
 FC2.1I = $\gamma_s \cdot \text{Permanent} + \text{Eigen Gewicht} + \gamma_s \cdot \text{Wind (I)} = 0.1$ [kN/m] [-1 | +1]
 FC1.2 = $\gamma_{perm} \cdot \text{Permanent} + \text{Eigen Gewicht} + \text{Sneeuw} = 7.3$ [kN/m]
 FC1.3 = $\gamma_{perm} \cdot \text{Permanent} + \text{Eigen Gewicht} = 4.5$ [kN/m]

www.dutchhall.nl

Datum: 8th January 2014

Toetsing (NEN-EN1993-1-1)
 Doorsnede klasse zuivere buiging = 1
 $\epsilon = \sqrt{235k}$
 $f_t = 235$ [N/mm²] met:
 $s \leq 72 \epsilon = 72$ (B.2. blad 1) met:
 $c = 299$ [mm] lgf
 $c = 8$ [mm] lgf
 $f = 494 = 9$ (B.2. blad 2) met:
 $c \leq 5$
 $c = 63$ [mm] flens
 $t = 12.7$ [mm] flens
 $t = 1$

Verwijzing norm
 $\epsilon = 1$ met:
 $f_t = 235$ [N/mm²]
 $s \leq 72 \epsilon = 72$ (B.2. blad 1) met:
 $c = 299$ [mm] lgf
 $c = 8$ [mm] lgf
 $f = 494 = 9$ (B.2. blad 2) met:
 $c \leq 5$
 $c = 63$ [mm] flens
 $t = 12.7$ [mm] flens
 $t = 1$

Doorsnede klasse flens
Moment normwaarde (FC1, 1)
 $U_{L1.1} = M_{ed} / M_{Rd} = 0.09$ (6.12) met:
 $M_{ed} = 213.2$ [kNm]
 $M_{Rd} = M_{pl,Rd} = M_{pl,y,Rd} = 239.465$ [kNm] (6.13) met:
 $W_{pl,y} = 1019 \times 10^3$ [mm³]
 $f_t = 235$ [N/mm²]
 $\gamma_s = 1$ (6.1)
 $\gamma_c = 1.35$ (6.1)
 $\gamma_{var} = 1$ (6.1)
Slip (FC2, 1)
 $U_{L1.2} = M_{ed} / M_{Rd} = 0.66$ met:
 $M_{ed} = 68.3$ [kNm]
 $M_{Rd} = M_{pl,Rd} / \gamma_s = 103$ [kNm] (6.55)
 $\gamma_s = 1$ (6.1)
 $W_{pl,y} = 1019 \times 10^3$ [mm³]
 $f_t = 0.43$ met:
 $X_{1,1} = X_{1,y} = 0.43$ (6.58) met:
 $X_{2,1} = 10 \Phi_{y1} + \nu | \Phi_{y1} - \Phi_{y2} |$ (6.57) met:
 $\Phi_{y1} = 0.5 [1 + \alpha_y (\lambda_{y1} - \lambda_{y2}) + \beta \lambda_{y1}^2]$
 $\lambda_{y1} = 0.4$
 α_y (h/b = 2.1 > 2, alpkromme c) = 0.49 (6.5)
 $\beta = 1.4$ (6.56) met:
 $\nu = 0.75$
 $M_{ed} = 68.3$ [kNm] (NB.148)
 $M_{Rd} = k_{\alpha y} C_{1,y} / \gamma_s (EI_x / L)$
 $k_{\alpha y} = 1$ (NB.153)
 $L_y = 14000$ [mm]
 $E = 210000$ [N/mm²]
 $I_x = 1043 \times 10^8$ [mm⁴]

www.dutchhall.nl

Datum: 8th January 2014

G = 81000 [N/mm²]
L = 37.1 x 10³ [mm]
C = $(nC_1 L_y^2 / E I_x) \times (1 + (h^2 / S^2) \times (C^2 / C^2) + 1) + nC_2 S^2 / E I_x = 6.66$ (NB.157) met:
 $C_1 = 1.13$ (NB.6)
 $C_2 = -0.45$ (NB.6) op bovenflens
 $S = 7000$ [mm] 1 geflensig met:
S = 1470.42 (NB.158) met:
 $L_y = 309.4 \times 10^3$ [mm]
 $f = 1 - 0.5(1 - \lambda_y) [1 - 2(\lambda_y - 0.8)]$ maar $f \leq 1$ met:
 $\lambda_y = 0.99$ met:
Doorsluiting (DC1.1)
 $U_{L1.1} = M_{ed} / M_{Rd} = 0.73$ met:
 $M_{ed} = M_{ed} = 68.3$ [kNm]
 $M_{Rd} = M_{pl,Rd} + M_{s,Rd} = 106.9$ [kNm] NEN-EN 1990-NBA1.4.2 + NEN6702-H10
 $M_{s,Rd} = M_{s,Rd} + M_{s,Rd} = 106.9$ [kNm] NEN6702-10.1 met:
 $M_{s,Rd} = \text{Permanent} + \text{sneeuw} = 106.9$ [kNm]
 $M_{s,Rd} = 0$ [kNm] tijdonafhankelijk
 $M_{s,Rd} = 65.9$ [kNm] kruip
 $M_{s,Rd} \leq 0.004 M_{ed}$ (end) met:
Doorsluiting (DC1.2)
 $U_{L1.2} = M_{ed} / M_{Rd} = 0.73$ met:
 $M_{ed} = M_{ed} = 68.3$ [kNm]
 $M_{Rd} = M_{pl,Rd} + M_{s,Rd} = 65.9$ [kNm] NEN-EN 1990-NBA1.4.2 + NEN6702-H10
 $M_{s,Rd} = \text{Permanent met PV-panelen} = 65.9$ [kNm]
 $M_{s,Rd} \leq 0.004 M_{ed}$ (end) met:
Disclaimer
 Aan de toeschouwer van de website is de uiterste zorg besteed. Desondanks zijn eventuele fouten en onvolkomenheden niet uit te sluiten. Bouwen met Staal Staal, mede ten behoeve van al degenen die aan deze website hebben meegewerkt, elke aansprakelijkheid uit voor directe en indirecte schade, ontstaan door of verband houdende met de toepassing van deze website. Deel van de website is de gebruiker een indicatie te geven van de minuscule van de staalconstructie. Daarbij hoort een indicatieve constructieberekening van de staalconstructie. De gebruiker zal altijd zelf een constructeur in dienst moeten nemen die nauwkeurig de constructieve randvoorwaarden en uitgangspunten van het specifieke project bekijkt.

www.dutchhall.nl

3. toekomst

Vakwerken

Details inclusief HSS

(i.s.m. TC1)

Data conform Europees format

Dakplaat

Uitwerken PV-systemen