

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica



Energieprestatie prestatie normering EPN

NEN 7120 Energieprestatie

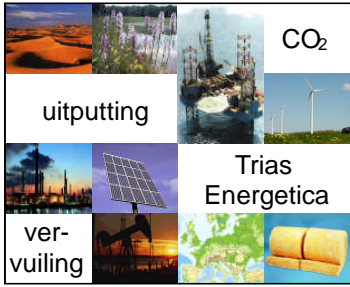
Ing. A.F. Kruithof
Nieman Raadgevende Ingenieurs



Post HBO Bouwfysica

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Waarom Energie Prestatie Norm?



Post HBO Bouwfysica

2

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Wat is de EPN?

- Toetsinstrument - doel: energiebesparing
- Gebouwgebonden energiegebruik

GEEN voorspelling van werkelijke energieverbruik

- Integrale benadering (Trias Energetica):
 - bouwkundige eigenschappen
 - installatietechniek
 - genormeerd bewonersgedrag
 - 'politieke' weegfactoren

Post HBO Bouwfysica

3

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Energiezuinigheid & Bouwbesluit

Nieuwbouw:

Gevel, vloer, dak (afd. 5.1):

- Rc vloer $\geq 3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ (grenzend aan kruipruimte, grond, water)
- Rc gevel $\geq 4,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ (verticale uitwendige scheidingsconstr.)
- Rc dak $\geq 6,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ (hor. of schuine uitw. scheidingsconstr.)

ramen, deuren, kozijnen (afd. 5.1)

gemiddelde $U_w \leq 1,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ voor ramen en deuren

- geldt niet voor panelen in kozijnen en zijwangen ($U_w \leq 1,65$)
- U_w is maximaal $2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
- achtergrond: oude eis zeer beperkt in de keuze van deuren

Post HBO Bouwfysica

4

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Energiezuinigheid & Bouwbesluit

- luchtdoorlatendheid (afd. 5.1) max. 200 l/s per 500 m³
- EPN (afd. 5.1)

	1-1-2015
Woonfunctie	0,4
Bijeenkomstfunctie	1,1
Celfunctie	1,0
Gezondheidszorgfunctie met bedgebied	1,8
Gezondheidszorgfunctie overig	0,8
Kantoorfunctie	0,8
Logiesfunctie zijnde een logiesgebouw	1,0
Onderwijsfunctie	0,7
Sportfunctie	0,9
Winkelfunctie	1,7

- Energie Maatregelen Gebied 1,33 x EPC-eis

Post HBO Bouwfysica

5

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Toekomst energieprestatie

Doelstelling 2018 (nieuwbouw overheidsgebouwen)

- Nationaal plan bevorderen bijna energieneutrale gebouwen NL
- Streven eind 2018: nieuwe overheidsgebouwen bijna energieneutraal

Doelstelling 2020 (nieuwbouw)

- EPBD-recast: eind 2020 nieuwbouw bijna energieneutraal (BENG / nZEB)
- Bijna energieneutraal

Doelstelling 2050 (energie neutrale gebieden)

- Beleidsvisie gemeenten energieneutrale stad/gebied
- Energienuutbouw + energiezuinige bestaande bouw + duurzame energievoorziening in gebied of gemeente

Post HBO Bouwfysica

6

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica **BENG: 2020**

1. Energiebehoefte in kWh/m²
2. Primair energiegebruik in kWh/m²
3. Hernieuwbare energie in %

Post HBO Bouwfysica **7**

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica **Relevante normen**

- **NEN 7120** Energieprestatie van gebouwen – Bepalingsmethode
- **NVN 7125** Energieprestatienorm voor maatregelen op gebiedsniveau (EMG) – Bepalingsmethode
- **NEN 1068** Thermische isolatie van gebouwen - Rekenmethoden
- **NEN 2580** Oppervlakten en inhouden van gebouwen - Termen, definities en bepalingmethoden

Post HBO Bouwfysica **8**

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica **Gebouw- en gebiedsgebonden**

EMG NVN 7125 **EPG NEN 7120**

Post HBO Bouwfysica **9**

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica **Wat is de EPC? (1)**

KARAKTERISTIEK ENERGIEGEBRUIK

- + verwarming
- + ventilatoren
- + verlichting
- + pompen
- + koeling / zomercomfort
- + bevochtiging
- + tapwater

ENERGIEBUDGET

- gebruiksoppervlak
- verliesoppervlak

Post HBO Bouwfysica **10**

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica **Wat is de EPC? (2)**

EPC in formulevorm (woning > 70 m²)

$$EPC = \frac{E_{P,Tot}}{(310 \times A_g + 85 \times A_{is} + 9.000 \times N_{woon}) \times c_{EPC,woon}}$$

EPC in formulevorm (woning < 70 m²)

$$EPC = \frac{E_{P,Tot}}{(160 \times A_g + 85 \times A_{is} + 19.500 \times N_{woon}) \times c_{EPC,woon}}$$

A_g: gebruiksoppervlakte
 A_{is}: verliesoppervlakte
 N_{woon}: aantal woningen
 C_{EPC}: correctiefactor

Post HBO Bouwfysica **11**

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica **Toetsingscriteria**

Woningbouw & U-bouw met één gebruiksfunctie:

- $EPC \leq EPC_{eis}$

U-bouw met meerdere gebruiksfuncties:

$$\frac{E_{P,tot}}{E_{P,adm,tot,ab}} \leq 1$$

Dit geldt ook voor combinatie met woningen

Post HBO Bouwfysica **12**

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Opdracht

Bepaal maatgevende woning van het plan

Hoek- en tussenwoning

Patiowoning

Post HBO Bouwfysica 13

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Invloed geometrie

Bepaal maatgevende woning van het plan

Hoek- en tussenwoning

Patiowoning
ongunstige verhouding
 A_g/A_f in EPC

Post HBO Bouwfysica 14

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Stappenplan EPC-berekening

1. Gebruiksfuncties
2. Gebouwbe grenzing (energiegebouw / aangrenzende ruimten)
3. Klimatiseringszones (verwarming, koeling en ventilatie)
4. Rekenzones

Post HBO Bouwfysica 15

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Stap 1 - Gebruiksfuncties

- Categorie woningbouw:
 - Woonfuncties
 - Woonfunctie van een woonwagen
 - Logiesfunctie niet zijnde een logiesgebouw
- Uitzondering bij kleine andere functie:
 - andere functie heeft EPC eis, en
 - $A_{g, \text{andere functie}} < 0,5 \times A_{g, \text{woonfunctie}}$ (max. 50 m²)
 - dan: andere functie = woonfunctie / logiesfunctie niet zijnde logiesgebouw
 - Regel geldt niet voor bergingscomplexen in woongebouwen

Post HBO Bouwfysica 16

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Stap 2 - Gebouwbe grenzing

Gebruiksfuncties splitsen in:

- Energiegebouw (gebouwdeel waarvoor EP wordt bepaald)
- Aangrenzende ruimten (AOR / AVR / AOS)

Ruimten buiten energiegebouw:

- ruimten met industrie functie
- sterk geventileerde ruimten
- ruimten in verbinding met buitenlucht
- stallingsruimten voor motorvoertuigen

energiegebouw

sterk geventileerde ruimte

Post HBO Bouwfysica 17

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Stap 3 - Klimatiseringszones

Energiegebouw verdelen in ≥ 1 klimatiseringszones

Klimatiseringszone:

- één verwarmingssysteem
- één koelsysteem (indien aanwezig)
- 80% van GO één ventilatiesysteemvariant

Tapwatersysteem speelt dus geen rol in indeling klimatiseringszone (tapwater gekoppeld aan aantal woonfuncties)


Post HBO Bouwfysica 18

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica **Stap 4 - Rekenzones**

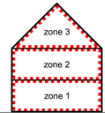
Klimatiseringszones verdelen in ≥ 1 rekenzones
 Rekenzone **mag** in meer dan 1 rekenzone worden ingedeeld, één rekenzone zelfs gunstiger

Voorwaarden (u-bouw):

- temperatuur in gebruiksfuncties van dezelfde rekenzone verschilt maximaal 4 K (m.u.v. dominante gebruiksfunctie > 90% van GO)
- Ventilatiecapaciteit verschilt in een rekenzone ten hoogste factor 4



Woning met één rekenzone



Woning met meerdere rekenzones

Post HBO Bouwfysica 19

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica **Software**

Uniec^{2.2}







Post HBO Bouwfysica 20

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica **Bouwkundige aspecten**

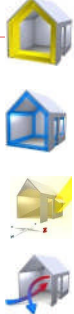
- Ontwerp
- Thermische kwaliteit
- Passieve zonne-energie
 - G-waarde
 - Zonwering
 - Beschaduwing
- Luchtdoorlatendheid
- Thermische capaciteit



Post HBO Bouwfysica 21

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica **Ontwerpinvloeden EPC**

- Verhouding **GO / verliesoppervlakte**
- Verhouding **U- / Rc-waarde**
- Aantal verdiepingen: **1 – 2 – 3**
- Doorsnede: **compact – sprong of uit/opbouw**
- Oriëntatie: **Z-O-W-N**
- Bouwsysteem: **prefab / traditioneel / hsb**
- Ψ -waarden: **nauwkeurig / forfaitair**
- Leidinglengte: hoe **korter** hoe beter
- Overstekken: hoe **langer** hoe beter (maar...)
- Gebouwgebonden zonwering: **+**
- Installaties

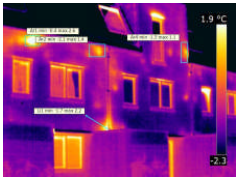


Post HBO Bouwfysica 22

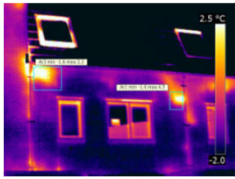
SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica **Thermische kwaliteit**

Warmteverlies via:

- Oppervlaktes
- Lijnvormige aansluitingen
- (puntvormige aansluitingen)



1.9 °C



2.5 °C

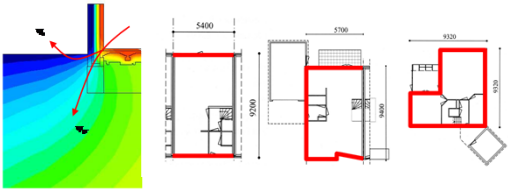
Post HBO Bouwfysica 23

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica **Forfaitair – lineaire warmteverliezen**

Forfaitair rekenen: toeslag op U-waarde

Invoeren perimeter

- lineair warmteverlies ter plaatse van de funderingsaansluitingen
- warmteverlies naar de grond en naar de buitenlucht



Post HBO Bouwfysica 24

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica **Opdracht**

Bepaal positie lineaire warmtedoorgangscoefficienten

Post HBO Bouwfysica 25

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica **Uitgebreid rekenen**

Positie lineaire warmtedoorgangscoefficienten

Post HBO Bouwfysica 26

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica **Uitgebreid rekenen - warmteverliezen**

Bepalen lengte aansluitingen en invoeren van Ψ -waarde
 Invoeren Ψ -waarde op basis van:

- NEN 1068 (conservatief – hoge Ψ -waarde)
- uitgebreid op basis van SBR Referentiedetails (eventueel + 25%)
- numerieke methode (zeer arbeidsintensief)

Knooppunt		
Ψ_s	Ψ_{gl}	Ψ_{gl}
W/(m ² ·K)		
0.041		

Post HBO Bouwfysica 27

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica **Infiltratie**

Invoer infiltratie NEN 7120:

- Forfaitaire waarde afhankelijk van – gebouwtipe + kapvorm
- Invoermogelijkheid eigen waarde (meting bij oplevering)

Gebouwafmeting (buitenwerks LxBxH)

Post HBO Bouwfysica 28

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica **Luchtdoorlatendheidsmeting**

drukverschilmeting Δp

p_2 (druk buiten) p_1 (druk binnen)

q_v volumestroommeting

Q_{v10} -waarde = luchtvolumestroom bij drukverschil van 10 Pascal

Post HBO Bouwfysica 29

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica **Kritische luchtlekken**

Kritische luchtlekken:

- doorvoeringen
- kruipluik
- kozijnen
- dakvoet

Post HBO Bouwfysica 30

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Infiltratie – praktijk

Post HBO Bouwfysica

31

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Invloed oriëntatie

Post HBO Bouwfysica

32

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Zontoetredingsfactor (g-waarde)

- Gangbare waarden

Glassoort	ZTA
- Blank enkelglas	0,80
- Blank dubbelglas	0,70
- Warmtereflecterend, niet zonwerend dubbelglas	0,60
- Triple glas	0,50 – 0,60
- Zonwerende glassoorten (grote diversiteit verkrijgbaar)	0,15 – 0,60

- Productinformatie van glassoorten (afronden op een veelvoud van 0,05 naar beneden)

Post HBO Bouwfysica

33

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Beschadwing: zonwering

Gebouwegebonden zonwering

- Van binnenuit bedienbare buitenzonwering
- U-bouw: automatisch / handbediend

Post HBO Bouwfysica

34

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Belemmeringen

Zichtveld: verticaal vlak door het midden van het zonontvangende vlak

Post HBO Bouwfysica

35

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Belemmeringen

Belemmering:
hb = hoogteverschil / afstand

Overstek:
ho = hoogteverschil / afstand

Zijbelemmering:
bb = afstand / breedte

Post HBO Bouwfysica

36

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica **Thermische capaciteit**

Licht bouwsysteem -> laag warmte accumulerend vermogen -> ongunstig in EPC (hogere post zomercomfort)

Bouwsysteem	ΔEPC
Traditioneel/gemengd zwaar	-
Gemengd licht	+0,011
Volledig houtskeletbouw	+0,083

Praktijk: HSB kan vaak aangemerkt worden als 'gemengd licht' (zwaardere dekvloer + wandbeplating)

Post HBO Bouwfysica **37**

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica **Thermische capaciteit**

	binnenspouwblad	woningscheidende wand	vloer
traditionele bouw	massief	massief	massief
gemengd zwaar	licht	massief	massief
gemengd licht	licht	geen/licht	massief
volledig houtskeletbouw	licht	geen/licht	licht

massief: > 100 kg/m²
licht: ≤ 100 kg/m²

Post HBO Bouwfysica **38**

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica **Installatietechnische invoer**

- Verwarming
- Warm tapwater
- Ventilatie
- Ventilatoren
- Koeling
- Bevochtiging
- Verlichting
- PV-panelen

Post HBO Bouwfysica **39**

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica **Verwarming**

Duidelijk onderscheid in:

- Opwekking cv-ketel, warmtepomp en hulpketel
- Distributie cv-leidingen
- Afgifte radiatoren, vloerverwarming of convectoren

Afgiftesysteem koppelen aan rekenzone

Post HBO Bouwfysica **40**

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica **Verwarming - opwekking**

Verwarming:

- Individueel / collectief systeem
- Individuele regeling: kamerthermostaat
- Type opwekker
- Temperaturniveau: gemiddelde van ontwerpaanvoer- en retourtemperatuur
 - ≤ 50°C LT-systeem
 - > 50°C HT-systeem
 - Bij een warmtepomp meer keuzes in temperatuur

Post HBO Bouwfysica **41**

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica **Verwarming - distributie**

Verwarming:

- Ongeïsoleerde verdeler/verzamelaar bij HT (veelal ongeïsoleerd)
- Geen verdeler
- buffervat buiten verwarmde ruimte aanwezig
- ongeïsoleerde leidingen in onverwarmde ruimten en/of kruipruimte

Post HBO Bouwfysica **42**

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Verwarming - hulpenergie

Op alle energieposten: verwarming, koeling, warmtapwater

Opwekker: elektronica, ventilator, bronpomp

In HR-ketel/warmtepomp zit een hoofdcirculatiepomp

Aanvullende circulatiepomp is nodig:

- Bij HT radiatoren in slaapkamers en vloerverwarming in de woonkamer (menginjectie)
- Bij een verwarmingssysteem met buffervat (warmtepomp of zonneboilercombi)




Post HBO Bouwfysica 43

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Verwarming - warmteafgifte

- Keuze in type warmteafgifte:
 - radiator / convector R_c gevel > 2,5 m²/K/W / < 2,5 m²/K/W
 - vloer / wand / betonkern / luchtverwarming
 - met / zonder stralingsscherm
 - raam (glas loopt door tot vloer)
- Afgiftesysteem in de woonkamer (ruimte grootste A_p) is bepalend voor de keuze!
- U-bouw: gemiddelde
- Onderscheid tussen lage en hoge ruimten (groter of kleiner dan 8 meter, geldt niet voor trappenhuis)



Post HBO Bouwfysica 44

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Warmtapwater - opwekking

Vier typen:

1. Individuele woninginstallaties
2. Individuele samengestelde opwekinstallaties (HR+zonneboiler of bivalente warmtepompen)
3. Externe warmtelevering
4. Collectieve systemen (nb: distributieleidingen)

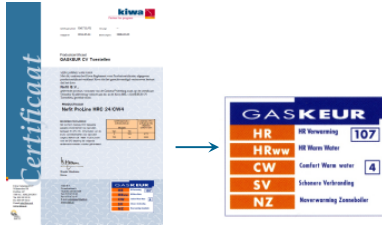



Post HBO Bouwfysica 45

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Warmtapwater

- Vaak product specifieke keuze; combitoestel is vaak van kwaliteitsverklaring voorzien:
 - Hulpenergiegebruik
 - Opwekkingsrendement warm tapwater

Post HBO Bouwfysica 46

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica


Positie opwekkingstoestel

Korte leidingslengte gunstig effect op EPC:

- ΔEPC : 0,02 – 0,05

Leidingslengten:

- keuken badruimte
- Forfaitair: 8-10 m Forfaitair: 6-8 m



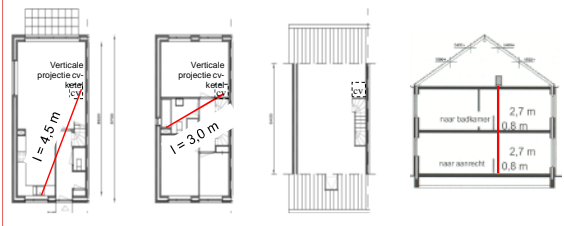
- Technische ruimte naast badruimte = optimaal
- i.v.m. afgifterendement: 80% badkamer / 20% keuken

Post HBO Bouwfysica 47

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Leidingslengten

- $L_{aanrecht} = 2,7 + 2,7 + 4,5 = 9,9$ m
- $L_{badkamer} = 2,7 + 3,0 = 5,7$ m



Post HBO Bouwfysica 48

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouw fysica **Douche-WTW**

Invoer:

- koude poort mengkraan & inlaat toestel
- alleen koude poort mengkraan
- alleen inlaat toestel
- collectieve opstelling

Post HBO Bouw fysica **49**

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouw fysica **Zonne-energie**

Zonneboiler:

- onderscheid in wijze van naverwarming
- Praktijk: veelal kwaliteitsverklaring

Invoer: oriëntatie, helling en ...iets met belemmeringen

Post HBO Bouw fysica **50**

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouw fysica **Koeling**

Aandacht voor zomerperiode:

- Zomercomfort (straftoeslag: aandacht voor oververhitting)
- Koeling, meest gebruikt:
 - compressiekoelmachine
 - koudeopslag/bodemkoeling (zonder inzet koelmachine)

HT-koeling:

- Koudelevering uit bodem zonder
- Betonkernactivering, vloer- of plafondkoeling.

Post HBO Bouw fysica **51**

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouw fysica **Ventilatie**

Systemen:

- A: natuurlijke toe- en afvoer
- B: mechanische toevoer en natuurlijke afvoer
- C: natuurlijke toevoer en mechanische afvoer
- D: mechanische toe- en afvoer
- X: andere systemen

Post HBO Bouw fysica **52**

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouw fysica **Luchtstromen – NEN 8088-1**

Energieverlies door luchtuitwisseling:

- ventilatievoorziening
- spuiventilatie
- infiltratie
- open verbrandingstoestellen

Legenda

- 1 $Q_{ve,sys}$ toevoertuchvolumestroom door ventilatievoorziening
- 2 $Q_{ve,spu}$ toevoertuchvolumestroom door spuiventilatie
- 3 $Q_{ve,ver}$ toevoertuchvolumestroom voor open verbrandingstoestellen
- 4 $Q_{ve,inf}$ toevoertuchvolumestroom door infiltratie

Post HBO Bouw fysica **53**

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouw fysica **Ventilatie**

Systemvarianten

Ventilatievoorziening	Q_{ve}	$Q_{ve,spu}$	$Q_{ve,ver}$	$Q_{ve,inf}$
A Systeem met natuurlijke toe- en afvoer				
A-1 "sterktoest"	1,00	0,00	0,00	0,00
A-2a	0,85	0,15	0,00	0,00
A-2b	0,80	0,20	0,00	0,00
A-2c	0,80	0,20	0,00	0,00
B Systeem met mechanische toevoer en natuurlijke afvoer				
B-1 "sterktoest"	1,00	0,00	0,00	0,00
B-2	0,95	0,05	0,00	0,00
B-3	0,97	0,03	0,00	0,00
C Systeem met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer				
C-1 "sterktoest"	1,00	0,00	0,00	0,00
C-2a	0,80	0,20	0,00	0,00
C-2b	0,85	0,15	0,00	0,00
C-2c	0,90	0,10	0,00	0,00
C-2d	0,75	0,25	0,00	0,00
C-2e	0,75	0,25	0,00	0,00
C-2f	0,80	0,20	0,00	0,00
C-2g	0,81	0,19	0,00	0,00
D Systeem met mechanische toe- en afvoer, gekombineerde ventilatie				
D-1 "sterktoest"	1,00	0,00	0,00	0,00
D-2	1,00	0,00	0,00	0,00
D-3	0,95	0,05	0,00	0,00
D-4a	0,90	0,10	0,00	0,00
D-4b	0,90	0,10	0,00	0,00
D-4c	0,90	0,10	0,00	0,00
D-4d	0,90	0,10	0,00	0,00
D-4e	0,90	0,10	0,00	0,00
D-4f	0,90	0,10	0,00	0,00
D-4g	0,90	0,10	0,00	0,00
X Andere systemen				
X-1 "sterktoest met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer en met anderszins met de centrale WTW, CO-afvoering op afvoer met de centrale WTW"	1,00	0,00	0,00	0,00

Post HBO Bouw fysica **54**

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Ventilatie - parameters

- werkelijk geïnstalleerde capaciteit
 - indien bekend invoeren; effect kan fors zijn (negatief)
- passieve koeling
 - bij systeem A, B, C mag hier standaard van uitgegaan worden
 - met gelijkwaardigheidverklaringen mag hiervan gemotiveerd worden afgeweken.

Post HBO Bouwfysica 55

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Ventilatie - parameters

- luchtdichtheidsklasse kanalen
 - gecertificeerde metalen kanalen → Luka A, B, C, D
 - kanalen niet getest → 'onbekend'
 - effect correctiefactor op debiet
- f_{rend} correctiefactor onbalans en lucht/warmtelekken (systeem D)
 - lengte toevoerkanaal (invoer)
 - isolatie toevoerkanaal (invoer)
 - rendement WTW


Post HBO Bouwfysica 56

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

PV-panelen

Opbrengst afhankelijk van:

- Wijzen van bouwintegratie
 - niet geventileerd, zonder luchtspouw ($RF_{pv} = 0,7$)
 - matig geventileerd, op of in dak ($RF_{pv} = 0,75$)
 - sterk geventileerd, op open draagconstructie ($RF_{pv} = 0,8$)
- Piekvermogen (S_{pv} = Watt-piek vermogen per m² PV-paneel)
- EPC < 0 kan



PV-systeem - 140 Wp/m ²	ΔEPC (NEN 7120)
collectoroppervlakt: 5 m ²	-0,078
collectoroppervlakt: 10 m ²	-0,155
collectoroppervlakt: 20 m ²	-0,309

Post HBO Bouwfysica 57

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Verlichting

Woningbouw:

- Vaste post verlichting: 5 kWh/m²
- Geen gelijkwaardigheid mogelijk



Utiliteitsbouw:

- Variabele post afhankelijk van: schakel-/ en regelsysteem (aan-/afwezigheid) en vermogen
- Grote invloed op uitkomst



Post HBO Bouwfysica 58

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Individuele effecten NEN 7120

	tussen	vrijstaand	woongebouw
Douche-WTW	0,052	0,045	n.v.t.
Zonneboiler	0,105	0,074	n.v.t.
Vraaggestuurd – tijd	0,053	0,050	0,078
Vraaggestuurd – CO2	0,065	0,060	0,093
Geb. ventilatie	0,090	0,078	0,109
warmtepomp	0,249	0,376	0,267

Uitgangspunten

- Douche-wtw: Heitech Technea douche pijp-wtw-V3 aangesloten op douchemengkraan
- Zonneboiler: Atag CB Solar II 120 - 2,30 m² - zuid - 43 graden
- Vraaggestuurd – klok: Buva VAS Q Time
- Vraaggestuurd – CO2: Orcon MVS-10RH CO2
- Gebalanceerde ventilatie: Zehnder J.E. StorkAir WHR 930
- Warmtepomp: Itho WPU-3 / WPU-75 bij max. aanvoer 35 graden

Post HBO Bouwfysica 59



Concepten

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Energieconcepten woongebouwen

- **Woongebouwen:**
<http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2015/06/16/onderzoek-woongebouw-epc-0-4.html>

Post HBO Bouwfysica 61


SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Energieconcepten

RVO-referentiewoningen

<http://www.rvo.nl/sites/default/files/2013/09/Referentiewoningen.pdf>

- Hoekwoning
- Tussenwoning
- Vrijstaande woning
- Woongebouw




Post HBO Bouwfysica 62

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Basis concept

Bouwkundig	Installatietechnisch
R _v vloer = 3,5 m ² /K/W R _g gevel = 4,5 m ² /K/W R _d dak = 6,0 m ² /K/W	HR-107 combiketel CW 4 : ATAG A244EC LT – vloerverwarming
U _{ram} 1,38 W/m ² /K (U _g = 1,1; U _v = 1,7; Ψ _g = 0,04) U _{glas} 1,50 W/m ² /K U _{glasraam} 1,30 W/m ² /K	Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer LUKA B Zehner J.E. StorkAir Comfofan S CO2 Basic
Geen zonwering	Douche-WTW; aangesloten op koudepoort douchemengkraan TW, HW, VW: Heltech Technea doucheppj-wtw-V3 WG: DSS douchegeot WTW model 900/4 DW
Lineaire warmteverliezen nauwkeurig Woongebouw: forfaitair q ₁₀ -waarde: 0,4 dm ³ .s/m ² (VW: 0,6 dm ³ .s/m ²)	PV-panelen TW: 2,0 m², matig geventileerd, zuid, 43°, 150 Wp/m² HW: 3,5 m², matig geventileerd, zuid, 43°, 150 Wp/m² VW: 13,5 m², matig geventileerd, west, 43°, 150 Wp/m² WG: 145,0 m², sterk geventileerd, zuid, 20°, 150 Wp/m²

Woning	EPC
Hoekwoning (HW)	0,40
Tussenwoning (TW)	0,40
Vrijstaande woning (VW)	0,40
Woongebouw (WG)	0,40




Post HBO Bouwfysica 63

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Comfort concept

Bouwkundig	Installatietechnisch
R _v vloer = 3,5 m ² /K/W R _g gevel = 4,5 m ² /K/W R _d dak = 6,0 m ² /K/W	HR-107 combiketel CW 5: ATAG E325EC LT – vloerverwarming
U _{ram} 1,00 W/m ² /K (triple-glas) U _{glas} 1,50 W/m ² /K U _{glasraam} 1,00 W/m ² /K (triple-glas)	Mechanische toevoer en afvoer - centraal LUKA B Brink Renovet Excellent 400, CO2 regeling per VR
Zonwering (zuidgevel)	Douche-WTW; aangesloten op koudepoort douchemengkraan TW, HW, VW: Heltech Technea doucheppj-wtw-V3 WG: DSS douchegeot WTW model 900/4 DW
Lineaire warmteverliezen nauwkeurig Woongebouw: forfaitair q ₁₀ -waarde: 0,4 dm ³ .s/m ² (VW: 0,55 dm ³ .s/m ²)	

Woning	EPC
Hoekwoning (HW)	0,35
Tussenwoning (TW)	0,32
Vrijstaande woning (VW)	0,40
Woongebouw (WG)	0,40



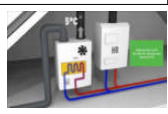
Post HBO Bouwfysica 64

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

All-in-one concept

Bouwkundig	Installatietechnisch
R _v vloer = 3,5 m ² /K/W R _g gevel = 4,5 m ² /K/W R _d dak = 6,0 m ² /K/W	Hybride warmtepomp / HR-ketel, bron: ventilatieretourlucht Duco DucoBox WTW + ATAG E325EC LT – vloerverwarming 35°C - 25°C
U _{ram} 1,38 W/m ² /K (U _g = 1,1; U _v = 1,7; Ψ _g = 0,04) U _{glas} 1,50 W/m ² /K U _{glasraam} 1,30 W/m ² /K	Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer LUKA B Duco DucoBox WTW
Lineaire warmteverliezen nauwkeurig Woongebouw: forfaitair q ₁₀ -waarde: 0,4 dm ³ .s/m ² (VW: 0,6 dm ³ .s/m ²)	Douche-WTW; aangesloten op koudepoort douchemengkraan TW, HW, VW: Heltech Technea doucheppj-wtw-V3 WG: DSS douchegeot WTW model 900/4 DW

Woning	EPC
Hoekwoning (HW)	0,35
Tussenwoning (TW)	0,34
Vrijstaande woning (VW)	0,38
Woongebouw (WG)	0,39




Post HBO Bouwfysica 65

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouwfysica

Solar concept


Bouwkundig	Installatietechnisch
R _v vloer = 3,5 m ² /K/W R _g gevel = 4,5 m ² /K/W R _d dak = 6,0 m ² /K/W	Zonnepillercombi ATAG CB Solar II 200/7,5 ALEC + ATAG E325EC LT – vloerverwarming
U _{ram} 1,38 W/m ² /K (U _g = 1,1; U _v = 1,7; Ψ _g = 0,04) U _{glas} 1,50 W/m ² /K U _{glasraam} 1,30 W/m ² /K	Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer LUKA B Duco Comfort System
Zonwering (zuidgevel)	
Lineaire warmteverliezen nauwkeurig Woongebouw: forfaitair q ₁₀ -waarde: 0,4 dm ³ .s/m ² (VW: 0,6 dm ³ .s/m ²)	PV-panelen VW: 3,0 m², matig geventileerd, west, 43°, 150 Wp/m²

Woning	EPC
Hoekwoning (HW)	0,35
Tussenwoning (TW)	0,33
Vrijstaande woning (VW)	0,40
Woongebouw (WG)	---




Post HBO Bouwfysica 66

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouw fysica **All-electric concept**

Bouwkundig	Installatietechnisch										
$R_{e, vloer} = 3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ $R_{e, gevel} = 4,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ $R_{e, dak} = 6,0 \text{ m}^2\text{K/W}$	Lucht-water combi-warmtepomp CW 4 Alpha Innotec LWD 50A + WWS 202 LT – vloerverwarming 45 °C - 35°C										
$U_{ramm} = 1,38 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($U_g = 1,1$; $U_w = 1,7$; $\Psi_g = 0,04$) $U_{raam} = 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U_{dakraam} = 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$	Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer LUKA B Zehner J.E. StorkAir ComfoFan S CO2 Basic										
Zonwering (zuidgevel)											
Lineaire warmteverliezen nauwkeurig Woongebouw: forfaltair	PV-panelen TW / HW: 3,5 m², matig geventileerd, zuid, 43°, 150 Wp/m² VW: 5,5 m², matig geventileerd, west, 43°, 150 Wp/m² WG: 200,0 m², sterk geventileerd, zuid, 20°, 150 Wp/m²										
$q_{v,10}$ -waarde: 0,4 dm ³ .s/m ² (VW: 0,6 dm ³ .s/m ²)											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Woning</th> <th>EPC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hoekwoning (HW)</td> <td>0,40</td> </tr> <tr> <td>Tussenwoning (TW)</td> <td>0,40</td> </tr> <tr> <td>Vrijstaande woning (VW)</td> <td>0,40</td> </tr> <tr> <td>Woongebouw (WG)</td> <td>0,40</td> </tr> </tbody> </table>	Woning	EPC	Hoekwoning (HW)	0,40	Tussenwoning (TW)	0,40	Vrijstaande woning (VW)	0,40	Woongebouw (WG)	0,40	
Woning	EPC										
Hoekwoning (HW)	0,40										
Tussenwoning (TW)	0,40										
Vrijstaande woning (VW)	0,40										
Woongebouw (WG)	0,40										

Post HBO Bouw fysica 67

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouw fysica **Passief concept**

Bouwkundig	Installatietechnisch										
$R_{e, vloer} = 6,5 \text{ m}^2\text{K/W}$ $R_{e, gevel} = 9,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ $R_{e, dak} = 10,0 \text{ m}^2\text{K/W}$	HR-107 combiketel CW 4 ATAG A244EC LT – vloerverwarming										
$U_{ramm} = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ (triple-glas) $U_{raam} = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U_{dakraam} = 1,00 \text{ W/m}^2\text{K}$ (triple-glas)	Mechanische toevoer en afvoer - centraal LUKA B Brink Renovent Excellent 400										
Zonwering (zuidgevel)	PV-panelen WG: 35,0 m², sterk geventileerd, zuid, 20°, 150 Wp/m²										
Lineaire warmteverliezen nauwkeurig Woongebouw: forfaltair											
$q_{v,10}$ -waarde: 0,15 dm ³ .s/m ²											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Woning</th> <th>EPC</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hoekwoning (HW)</td> <td>0,36</td> </tr> <tr> <td>Tussenwoning (TW)</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td>Vrijstaande woning (VW)</td> <td>0,39</td> </tr> <tr> <td>Woongebouw (WG)</td> <td>0,40</td> </tr> </tbody> </table>	Woning	EPC	Hoekwoning (HW)	0,36	Tussenwoning (TW)	0,35	Vrijstaande woning (VW)	0,39	Woongebouw (WG)	0,40	
Woning	EPC										
Hoekwoning (HW)	0,36										
Tussenwoning (TW)	0,35										
Vrijstaande woning (VW)	0,39										
Woongebouw (WG)	0,40										

Post HBO Bouw fysica 68

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouw fysica **Resumé**

EPC-berekeningen:

- Start met goede thermische schil en zongeorieëerd ontwerp
- Het nauwkeurig rekenen loont
- Stem ontwerp, bouwkundige en installatietechnische kenmerken van een gebouw op elkaar af



Post HBO Bouw fysica 69

SKB Stichting Kennisoverdracht Bouw fysica **Hulpmiddelen**

Handboek gemeenten: Energie prestatie gebouwen informatie t.b.v. controle EPC

Praktijkids Thermische isolatie en energieprestatie

NEN 7120 norm

ISSO 43 naslagwerk selectie van klimatiserings-concepten (U-bouw)



Post HBO Bouw fysica 70