



Voorbeeldexamen Zonne-energiesystemen

Ontwerp Zonnewarmte

Lees zorgvuldig onderstaande informatie:

- Dit examen bestaat uit 40 meerkeuzevragen.
- Lees, voordat u antwoord geeft, de vraag zorgvuldig door.
- Vul uw antwoord op een meerkeuzevraag in op het antwoordblad: maak achter het nummer van de vraag op uw antwoordblad met potlood het betreffende hokje zwart. Dus als u vindt dat bij vraag 1 het goede antwoord C is, dan maakt u achter de 1 het hokje onder de C zwart.
- Als u zich vergist heeft, kunt u het hokje uitgummen en een ander hokje zwart maken.
- Beantwoord alle vragen. Geef per vraag maar één antwoord.
- Een goed beantwoorde vraag levert één scorepunt op. Niet of dubbel beantwoorde vragen worden fout gerekend.
- Er wordt geen kladpapier uitgereikt. U kunt lege ruimtes in het boekje gebruiken om aantekeningen te maken. LET OP: de aantekeningen die u in de boekjes maakt worden NIET beoordeeld.
- Het opgavenboekje bestaat uit 13 pagina's (inclusief voorblad).
- Controleer het opgavenboekje op volledigheid.
- Na afloop van het examen levert u het opgavenboekje en het antwoordblad in.
- Het gebruik van een niet-programmeerbare rekenmachine is toegestaan.
- Het gebruik van het Handboek Zonne-energie is toegestaan.
- De tijdsduur van dit examenonderdeel is maximaal 120 minuten.
- U kunt maximaal 40 punten behalen.
- Voorlopige cesuur: bij 30 punten of meer hebt u een voldoende.

ELKE VORM VAN FRAUDE ZAL ONMIDDELLIJKE UITSLUITING VAN HET EXAMEN TOT GEVOLG HEBBEN.

Dit boekje pas openen als daarvoor toestemming wordt gegeven.

- 1 Hoe moet de collector bij een drukgevuuld leegdruksysteem geplaatst worden?
- A gelijke hoogte met het opslagvat
 - B hoger dan het opslagvat
 - C lager dan het opslagvat
- 2 Een systeem met een expansievat is een ...
- A drukgevuuld systeem.
 - B terugloopsysteem.
 - C thermosifonsysteem.
- 3 Hoe **moet** het terugloopvat bij een leegloopsysteem geplaatst worden?
- A hoger dan de collector
 - B hoger dan het opslagvat
 - C lager dan de collector
- 4 Een gezin heeft een warmtapwaterverbruik van 150 liter van 40°C per dag.
- Wat is de jaarlijkse warmtebehoefte? (Ga uit van een koudwatertemperatuur van 10°C.)
- A 2.940 MJ/jaar
 - B 6.885 MJ/jaar
 - C 9.180 MJ/jaar
- 5 Een voetbalvereniging met 10 teams wil een zonneboilersysteem voor de douches in de kleedkamers. De douches hebben een debiet van 5 liter/minuut bij 40°C.
- Wat is het gemiddeld warmwaterverbruik per dag, berekend volgens het Handboek zonne-energie?
- A 4.000 liter
 - B 4.200 liter
 - C 5.760 liter
- 6 Een collector wordt geplaatst met een minimale hellingshoek en een noordwestoriëntatie.
- Wat is het verschil in opbrengst ten opzichte van zuidgericht onder een hoek van 35°?
- A tussen 0% en 10%
 - B tussen 10% en 20%
 - C tussen 20% en 30%
 - D tussen 30% en 40%

- 7 Op een plat dak worden de collectoren in een terugloopsysteem in twee rijen opgesteld. Gedurende de wintermaanden wordt een deel van de achterste collectoren beschaduwd.

Wat is hiervan de consequentie?

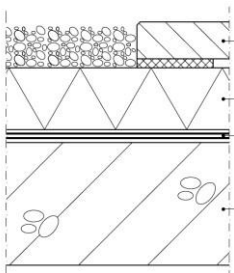
- A Beide rijen moeten hydraulisch ontkoppeld worden.
- B De achterste rij collectoren kan in de wintermaanden bevriezen.
- C De opbrengst is in de wintermaanden te verwaarlozen.
- D De plaats van de collectorvoeler moet zorgvuldig gekozen worden.

- 8 In sommige dakconstructies wordt een onderdakfolie toegepast.

Aan welke eisen moet deze folie voldoen?

- A De folie moet waterdicht / regendicht en damp open zijn.
- B De folie moet waterdicht / regendicht en dampdicht zijn.
- C De folie moet waterdicht / regendicht en condens open zijn.

- 9 Wat voor soort dak staat in onderstaand figuur weergegeven?

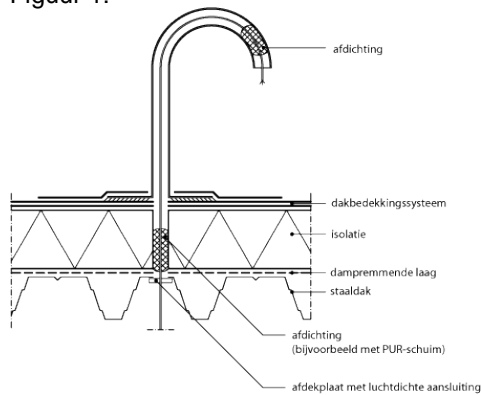


- A een koud dak
- B een omgekeerd dak
- C een warm dak

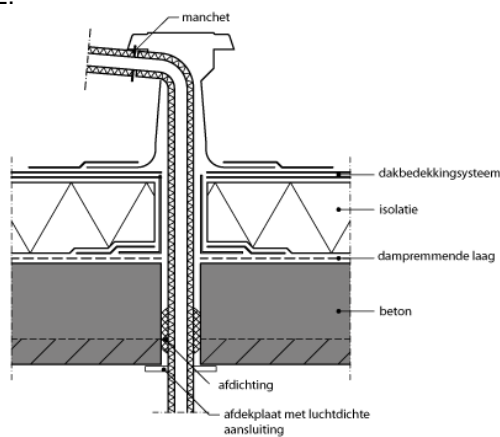
- 10 De ontwerper neemt in zijn ontwerp een voorziening op om de leidingen door het plat dak naar binnen te voeren.

Welk systeem mag bij onderstaande figuren toegepast worden?

Figuur 1:



Figuur 2:



- A Figuur 1 bij een leegkook-systeem en figuur 2 bij een droogdruk-systeem
B Figuur 1 en 2 mogen allebei bij een terugloopsysteem
C Figuur 1 en 2 mogen altijd mits en maar voldoende afschot zit op de leidingen
D Figuur 2 bij een terugloopsysteem en figuur 1 en 2 bij een drukgevoeld systeem

- 11 Er staan plassen op een plat dak nadat het geregend heeft.

Is dit dak geschikt voor een zonnearmtesysteem?

- A Dat kan meestal niet, het duidt op een zwak dak.
B Dat kan meestal wel, regen blijft vaak staan op platte daken.
C Dat moet beoordeeld worden door een dakdekker.

- 12 Het bedrijf moet midden op een groot plat dak (16 x 24 meter) en 4 meter uit de dakrand, van 4 meter hoogte een systeem plaatsen. De ontwerper geeft in zijn werkinstructie aan dat er een dakrandbeveiliging bij de ladder geplaatst moet worden.

Op welke wijze moet deze beveiliging geplaatst worden?

- A Deze moet 4 meter aan beide zijden naast de ladder geplaatst worden.
B Deze moet 5 meter breed geplaatst worden, 2,5 meter links en 2,5 meter rechts.
C Deze moet helemaal rondom geplaatst worden.

- 13 Een ontwerper biedt een corporatie voor 25 woningen een zonneboilersysteem aan met een collector van 2,5 m² en een vat van 110 liter per woning. In elke woning wonen vier personen.

Wat is de gemiddelde besparingsfractie die de corporatie per woning mag verwachten?

- A 30%
- B 50%
- C 70%

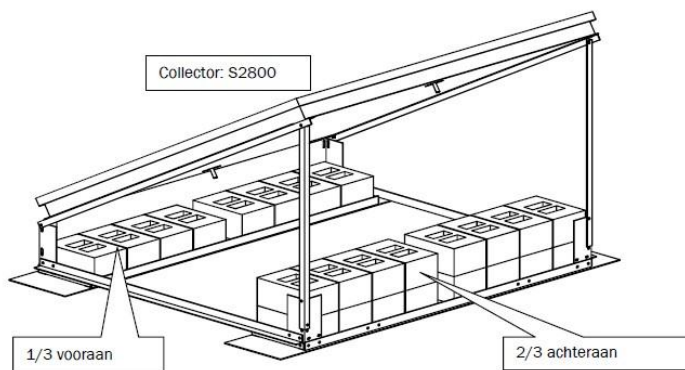
- 14 De collectorpomp en de regeling van het zonneboilersysteem gebruiken ook energie. De ontwerper heeft een systeem geselecteerd dat een pomp heeft met een vermogen van 30W. Het systeem heeft een regeling met een verbruik van 3W.

Wat is het elektrisch verbruik (kWh) per jaar van dit systeem?

- A 66 kWh
- B 86 kWh
- C 289 kWh

- 15 Zonneboilers op een plat dak kunnen op een ballastbakframe gemonteerd worden.

Wat is voor de onderstaande collector STC H 1400, verhoogd op 9 meter hoogte, in midden Nederland de juiste hoeveelheid ballast?



kuststreek	Rest van Nederland België	STC H 1400	STC S 2800	STC H 4200	STC V4200
3 m	6 m	10	24	36	58
6 m	9 m	12	28	44	65
9 m	12 m	14	32	50	69
kuststreek	Rest van Nederland België	STC H 1400 verhoogd	STC S 2800 verhoogd	STC H 4200 verhoogd	STC V4200 verhoogd
3 m	6 m	16	30	44	61
6 m	9 m	22	38	56	67
9 m	12 m	28	46	68	72

- A 308 kg
- B 392 kg
- C 448 kg

- 16** Een door de ontwerper aangeboden zonneboilersysteem voor een camping heeft een besparingsfractie van 60%.
Het huidige gasverbruik voor warm tapwater is 18.000 m³ aardgas per jaar.

Wat is van het zonneboilersysteem de CO₂ reductie per jaar?

- A 6.040 kg
- B 19.224 kg
- C 32.184 kg

- 17** De ontwerper heeft de kosten voor een zonneboiler-installatie voor een gymzaal geraamd op € 18000,-. De installatie bespaart de gymzaal 2400 m³ gas per jaar. De gasprijs voor de gymzaal is € 0,65 /m³. De onderhoudskosten zijn € 250,- per jaar.

Wat is het rendement op zijn geïnvesteerd vermogen (ROI)?

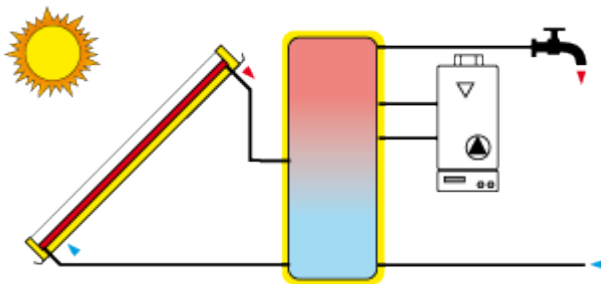
- A. 7,3%
- B. 8,7%
- C. 13,7%

- 18** Een klant wil een zonneboilersysteem met natuurlijke stroming.

Wat is dit voor een systeem?

- A een drukgevuldsysteem
- B een terugloopsysteem
- C een thermosifonsysteem

- 19** Welk systeemconcept staat hieronder weergegeven?



- A. een compact zonneboiler met geïntegreerd vat
- B. een type zonneboiler met geïntegreerde naverwarming
- C. een type zonneboiler voorverwarmer
- D. een zonnecombi-verwarmingssysteem

20 Welke systeem staat hieronder weergegeven?



- A een drukgevuldsysteem
- B een leegloopsysteem
- C een thermosifonsysteem

21 Uit het selectiemodel komt de keuze voor een voorraadvat van 400 liter. Volgens het bestek is Labelklasse B vereist volgens Eco-design energy labelling.

Wat is in deze situatie het gemiddelde warmteverlies (in W/K)?

- A. 1
- B. 1,5
- C. 2

22 Hoe vaak moet de vloeistofkwaliteit in een leegkookstelsel minimaal gecontroleerd worden?

- A elk jaar
- B om de 5 jaar
- C om de 10 jaar

23 Hoe lang gaat een pomp in een zonneboiler ongeveer mee?

- A. 3 tot 5 jaar
- B. 5 tot 10 jaar
- C. 10 tot 15 jaar

24 Een ketel is voorzien van het gaskeur NZ.

Kan op deze ketel een zonneboiler aangesloten worden?

- A. ja, dit kan op de door de fabrikant aangegeven wijze
- B. ja, dit kan zonder speciale extra voorzieningen
- C. ja, maar alleen met het toepassen van een speciale aansluitset

25 Zonneboilers verwarmen water tot 85°C. Daarna wordt de pomp uitgeschakeld. Ongeïsoleerde leidingen hebben bij deze temperaturen een substantieel warmteverlies. Daarom worden leidingen vaak geïsoleerd.

Tot welke temperatuur moet deze isolatie bestand zijn?

- A 85°C
- B 100°C
- C 200°C

- 26** Op het hoogste punt van een leegdruksysteem wordt een ontluchter gemonteerd.
- Welke bewering over een ontluchter is juist?
- A Deze ontluchter heeft na vullen geen functie meer en mag open of dicht blijven.
 - B Deze ontluchter moet altijd openstaan om microbellen te scheiden.
 - C Deze ontluchter moet na ontluchten afgesloten worden.
- 27** Voor het plaatsen van panelen op het plat dak van een kantoorgebouw moet de ontwerper het dak betreden.
- Hoe hoog mag het dak maximaal zijn om dit dak met een ladder te betreden?
- A tot 7,5 meter
 - B tot 8 meter
 - C tot 10 meter
- 28** Een woningeigenaar wil een zonnecollector in zijn bestaand pannendak laten plaatsen. Hij twijfelt of zijn dak daarvoor sterk genoeg is.
- Welke advies kan de ontwerper het best geven?
- A De constructie verstevigen met extra gordingen.
 - B De ontwerper laat eerst een constructeur naar het dak kijken en volgt zijn advies.
 - C De ontwerper plaatst de collectoren omdat deze even zwaar of lichter zijn dan dakpannen.
- 29** De opbrengstgarantie (230 GJ) van een groot zonneboilersysteem is door de leverancier gebaseerd op plaatsing in De Bilt. Een klant van de ontwerper is gevestigd in Vlissingen.
- Welke opbrengst kan deze klant verwachten?
- A een gelijke opbrengst
 - B een hogere opbrengst
 - C een lagere opbrengst
- 30** Een woning heeft een warmtapwatervraag per jaar van 10.000 MJ. Volgens de specificaties heeft het zonneboilersysteem bij optimale hellingshoek en oriëntatie een besparingsfractie van 50%. Het dak van de woning heeft echter een hellingshoek van 45° en een oriëntatie op het oosten.
- Wat is in deze situatie de besparingsfractie?
- A 38%
 - B 44%
 - C 46%

**In de onderstaande casus gaat u een collectief zonnearmtesysteem ontwerpen.
Let op: bij een aantal deelvragen nieuwe uitgangspunten gegeven.**

Aanleiding

Woningbouwvereniging “De Mooie Woning” (DMW) vindt duurzaamheid van groot belang en wil zorgvuldig omgaan met de fossiele hulpbronnen. Daarom denkt DMW voortdurend vooruit en zorgt voor woningen met een optimale energieprestatie. Een van hun woningcomplexen, De Meerweg flat in Den Haag, is voorzien van een collectief warmtapwatersysteem dat verwarmd wordt door VR-ketels met een tapwaterrendement van 65%.

Doel

DMW wil inzicht in de technische, financiële en organisatorische haalbaarheid van plaatsing van een zonneboilersysteem op de Meerweg flat ten behoeve van warmtapwater. Op basis van de resultaten van de haalbaarheidsstudie, wil DMW een onderbouwde beslissing nemen om over te gaan tot plaatsing van dit systeem. Het doel is om te komen tot verduurzaming van de warmtevoorziening en verlaging van de energiekosten voor de bewoners.

De flat bestaat uit 160 seniorenflats en 20 gezinsflats. De huismeester heeft berekend dat de seniorenflats bewoond worden door gemiddeld 1,2 personen. De gezinsflats door gemiddeld 2,5 personen. De oppervlakte van de seniorenflats is 80m^2 , die van de gezinsflats is 100m^2 .

DMW kiest voor een besparingsfractie van 60%.

31 Bereken het dagelijks tapwaterverbruik van deze bewoners volgens “Watergebruik thuis 2007” van VEWIN.

- A 5.675 l/dag
- B 9.728 l/dag
- C 14.800 l/dag
- D 17.045 l/dag

32 Bereken voor de globale dimensionering van het systeem het oppervlak van de collector. Ga uit van een warmtapwaterverbruik van 12.000 l/dag.

- A 252 m^2
- B 636 m^2
- C 1.742 m^2
- D 636.000 m^2

33 De corporatie wil graag weten wat de aardgasreductie zal zijn van deze zonneboilerinstallatie. Ga uit van een warmtapwatertemperatuur van 60°C en een koudwatertemperatuur van 10°C en een tapwaterverbruik van 12.000 l/dag.

- A $10.180\text{ m}^3 / \text{jaar}$
- B $24.094\text{ m}^3 / \text{jaar}$
- C $27.893\text{ m}^3 / \text{jaar}$
- D $40.156\text{ m}^3 / \text{jaar}$

34 DMW moet zijn duurzaamheidsinspanningen rapporteren aan de gemeente. De ontwerper ondersteunt DMW door dit voor hen uit te rekenen. (Reken verder met een gasreductie van 30.000 m³ / jaar.)

- A 1.518 kg CO² / jaar
- B 16.980 kg CO² / jaar
- C 53.400 kg CO²/ jaar
- D 56.100 kg CO²/ jaar

35 Tijdens zijn onderzoek op de locatie ziet de ontwerper dat het dak nog niet geïsoleerd is. Hij adviseert de corporatie dit te doen voor het installeren van de collectoren.

Wat is dit voor type dak nadat er een laag isolatie **op** aangebracht is?

- A koud dak
- B omgekeerd dak
- C samengesteld dak
- D warm dak

36 De corporatie kiest uiteindelijk voor minimaal 300 m² effectief collectoroppervlak.

Hoeveel collectoren heeft de ontwerper nodig? (Gebruik voor uw antwoord onderstaande specificaties.)

Technische gegevens

Type		SV2	SH2
Bruto oppervlak*1	m ²	2,51	2,51
Absorberoppervlak	m ²	2,32	2,32
Apertuuroppervlak*2	m ²	2,33	2,33
Afmetingen			
Breedte	mm	1056	2380
Hoogte	mm	2380	1056
Diepte	mm	90	90
Optisch rendement*3	%	79,3	79,3
Warmteverliescoëfficiënt k ₁ *3	W/(m ² · K)	3,95	3,95
Warmteverliescoëfficiënt k ₂ *3	W/(m ² · K ²)	0,0122	0,0122
Warmtecapaciteit	kJ/(m ² · K)	6,4	6,4
Gewicht	kg	52	52
Inhoud vloeistof (warmtedragend medium)	liter	1,83	2,48
Toeg. werkdruk*4	bar	6	6
Max. stilstandstemperatuur*5	°C	221	221
Aansluiting	Ø mm	22	22
Eisen aan de ondergrond en verankeringen	bij sterke wind voldoende belastbare dakconstructie		

- A 58
- B 120
- C 129
- D 130

37 Omdat het terugloopvat niet op de vereis te hoogte te plaatsen is, kiest u voor een drukgevuld leegkookstelsel.

Hoe vaak moet het glycolgehalte minimaal gecontroleerd worden?

- A elk jaar
- B om de 2 jaar
- C om de 5 jaar
- D om de 10 jaar

38 In zijn calculatie komt de ontwerper uit op een prijs van € 400.000,-. Hij raamt een bedrag van € 850,- aan jaarlijks onderhoud en vervangingskosten.

Wat is de eenvoudige terugverdientijd bij een gasreductie van 30.000 m³ en een gasprijs van € 0,48?

- A 26 jaar
- B 27 jaar
- C 28 jaar
- D 29 jaar

39 Bij een oriëntatie op het zuiden bij een hellingshoek van 45° is de opbrengst van uw systeem 400.000 MJ per jaar. Door de vele ventilatiekokers is het niet mogelijk de collectoren in een diagonaal op het dak te leggen. Hierdoor is de oriëntatie helaas niet pal op het zuiden maar zuidwest.

Wat is hierdoor de opbrengst?

- A 340.000 MJ
- B 360.000 MJ
- C 380.000 MJ
- D 400.000 MJ

40 In de uiteindelijke bestektekst staat dat de collectoren voorzien moeten worden van PT100 sensoren. U heeft nog PT1000 sensoren liggen.

Kunt u deze nog gebruiken?

- A Ja, de PT1000 zijn zelfs nauwkeuriger.
- B Ja, deze gebruiken, er moet alleen een extra weerstand toegevoegd worden.
- C Nee, deze zijn ongeschikt door afwijkende weerstand.
- D Nee, deze zijn ongeschikt door hun meetbereik.

Einde