



Onderdeel Ontwerpen, installeren en beheren van individuele en kleine warmtepompsystemen voor woningen (concept voorbeeldexamen)

Lees zorgvuldig onderstaande informatie

- Dit examen bestaat uit 40 meerkeuzevragen.
- Lees, voordat u antwoord geeft, de vraag zorgvuldig door.
- Vul uw antwoord 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 16 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.
- De tijdsduur van dit examenonderdeel is maximaal 120 minuten.

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

Dit boekje pas openen als daarvoor toestemming wordt gegeven.

- 1 Een warmtepomp heeft 25 eenheden aandrijfenergie nodig. De warmtepomp levert daarmee 100 eenheden bruikbare warmte.

Hoe hoog is de COP?

- A $100 / ((100-25) - 25) = 2$
- B $(100-25) / 25 = 3$
- C $100 / 25 = 4$
- D $(100+25) / 25 = 5$

- 2 Een combiwarmtepomp heeft een geïntegreerde elektrische bijstook.

Waarvoor dient de bijstook m.b.t. warmtapwateropwekking?

- A Om de temperatuur tot de minimaal vereiste tappunttemperatuur van 55 °C te verhogen ter voorkoming van legionella
- B Om gedurende 10 minuten water van 70 °C te spuien om legionella te bestrijden
- C Om met verhoogde temperatuur het boilervat te desinfecteren ter voorkoming van legionella

- 3 Een leverancier van een bodemgekoppelde warmtepomp geeft een COP op van 4 zonder nadere specificaties.

Welke gegevens heeft de ontwerper nodig om het energetisch functioneren van de installatie te beoordelen?

- A De in- en uitgaande verdamper- en condensortemperaturen bij deze COP
- B De omgevingstemperatuur bij deze COP
- C Het verwarmingsvermogen van de warmtepomp bij deze COP

- 4 Waar zit het expansieventiel in de warmtepomp? (Ga uit van de stromingsrichting van het koudemiddel).

- A Dat is niet af te leiden uit deze informatie.
- B Na de condensor.
- C Voor de condensor.

- 5 Het warmtapwaterverbruik in een woning is 200 liter per dag.

Verder zijn de onderstaande gegevens bekend:

- Capaciteit warmtepomp: 2,5 kW
- SCOP warmtepomp: 3,5
- Opwekkingsrendement voor warmtapwater gaswandketel: 72%
- Koudwatertemperatuur: 10 °C
- Tapwatertemperatuur 55 °C
- Energie-inhoud aardgas op onderwaarde: 8,79 kWh/m³
- Elektraprijs: € 0,20 / kWh
- Gasprijs: € 0,70 / m³

Wat is het verschil in energiekosten per jaar tussen bereiding met een warmtepomp zónder bijstook en een gaswandketel?

- A € 84,10
- B € 117,70
- C € 201,05
- D € 272,65

- 6 Aan installaties met koudemiddelen worden technische eisen gesteld.

In welk document zijn deze eisen beschreven?

- A In de Regeling Lekdichtheidsvoorschriften (RLK-97)
- B In de STEK-regeling
- C In de F-gassen verordening

- 7 Bij energieopslag in de bodem wordt gebruik gemaakt van warme en koude bronnen. Voor dit soort systemen is een vergunning vaak noodzakelijk. In deze vergunning is meestal de voorwaarde opgenomen dat het systeem thermisch in balans moet zijn.

Wanneer wordt aan deze voorwaarde voldaan?

Als over een jaar gezien

- A de gemiddelde temperatuur van het water dat wordt onttrokken gelijk is aan de gemiddelde temperatuur die wordt toegevoerd.
- B evenveel warmte aan de bodem wordt toegevoerd als dat er wordt onttrokken.
- C evenveel water aan een bron wordt toegevoerd als dat er wordt onttrokken.

- 8 Een warmtepomp heeft een koudemiddelhoeveelheid van koudemiddelzijdige inhoud van 0,6 kilo R410a (GWP 2088) .

Is deze warmtepomp volgens de F-gassen verordening onderhoudsplichtig?

- A Ja
- B Nee, behalve als er een HCFC-koudemiddel in de warmtepomp zit
- C Nee, nooit

Casus 1 (bij vraag 9 t/m 12)

De eigenaar van een eengezinshoekwoning uit 1985 met radiatoren wil zijn cv-ketel vervangen. Hij wil een duurzame oplossing voor verwarming van zijn woning. De woning heeft een spouwmuurconstructie met 45 mm steenwolisolatie. Ventilatie van de woning gebeurt door mechanische afzuiging en natuurlijke toevoer.

Verder zijn de volgende gegevens bekend:

- Benodigde hoeveelheid thermische energie voor verwarming van deze woning: 17.000 kWh per jaar
- SCOP warmtepomp: 4,3
- Opwekkingsrendement Hr-ketel: 90%
- Investering warmtepompinstallatie: € 12.000,-
- Investering Hr-ketel: € 3.750,-
- Energie-inhoud aardgas op bovenwaarde: 9,76 kWh/m³
- Elektraprijs: € 0,20 / kWh
- Gasprijs: € 0,70 / m³

- 9 Het afgiftesysteem van de warmtepomp en de Hr-ketel is gelijk en alleen voor ruimteverwarming. Het afgiftesysteem wordt geschikt gemaakt voor laagtemperatuurverwarming met een maximale temperatuur van 50°C.

Wat is het rendement op de investering (terugverdientijd) voor de warmtepompinstallatie ten opzichte van de Hr-ketel?

- A 11,6 jaar
- B 14,6 jaar
- C 15,9 jaar
- D 19,2 jaar

- 10 De ramen van de woning zijn van dubbel glas in aluminium kozijnen.

Is het een juist advies om deze woning te voorzien van een bodemgekoppelde warmtepompinstallatie?

- A Ja, de warmtepomp is een duurzame energievoorziening die een comfortabele en rendabele oplossing biedt.
- B Nee, de warmtepomp levert onvoldoende vermogen voor verwarming van deze woning.
- C Nee, de warmtepomp zal met een slecht rendement draaien.

- 11 Wat is het voordeel van een bivalente warmtepompopstelling met elektrische bijstook ten opzichte van een monovalente warmtepompopstelling?

- A Het rendement is hoger.
- B De investering is lager.
- C Het elektrisch aansluitvermogen is lager.
- D Er kan ook koeling worden geleverd.

- 12 Uit welk programma kan de particuliere eigenaar subsidie krijgen bij een bestaande woning als hij kiest voor een combiwarmtepomp?

- A DW (Duurzame Warmte)
- B EIA (Energie Investeringsaftrek)
- C ISDE (Investeringssubsidie Duurzame Energie)

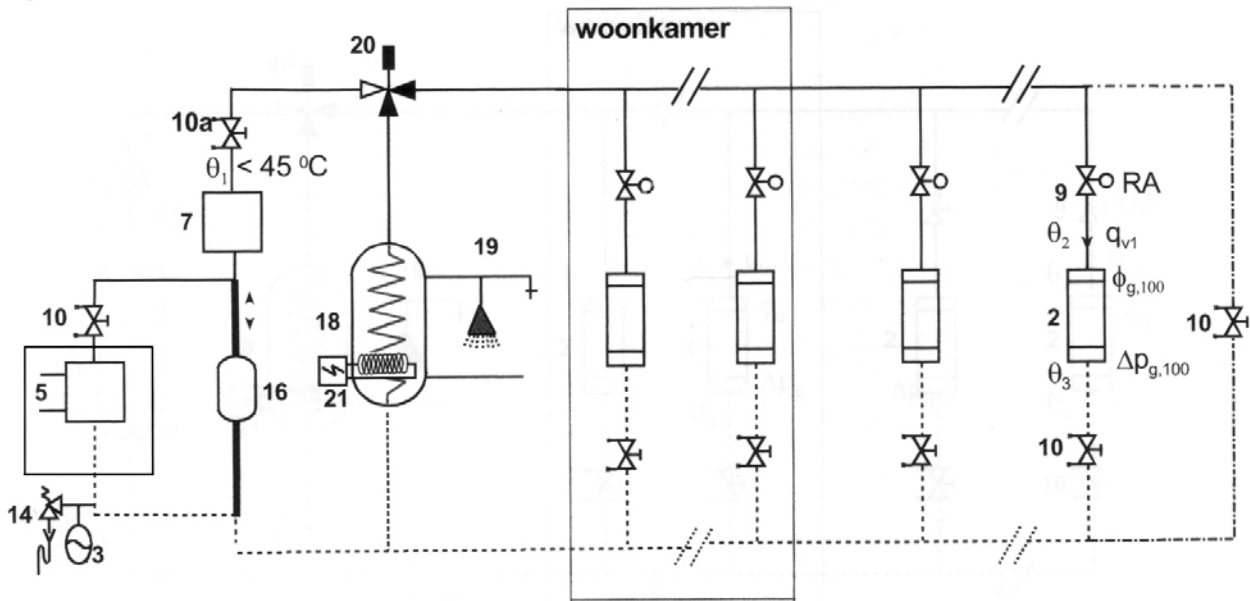
Casus 2 (bij vraag 13 t/m 15)

Een woning heeft een warmtepompinstallatie. De installatie is een jaar lang gemonitord. De gegevens staan in onderstaande tabel.

Warmtevraag ruimteverwarming	kWh	4.500
Warmtevraag tapwaterverwarming	kWh	3.000
Bijdrage componenten:		
- warmtepomp	kWh	7.350
- naverwarmer	kWh	150
SCOP	-	3,84
Condensorvermogen warmtepomp	kW	3,5
COP warmtepomp		4,2
Opwekkingsrendement elektrische energie (centrale)	-	0,5

- 13 Hoeveel warmte is in het jaar aan de bron onttrokken?
- A 3.328 kWh
 - B 5.436 kWh
 - C 5.547 kWh
 - D 7.200 kWh
- 14 In een programma van eisen staat dat voor verwarming in de woning wordt uitgegaan van radiatoren of convectoren. De ontwerpaanvoertemperatuur is 70°C en de delta T is 20 K.
- Hoe moeten de uitgangspunten aangepast worden om een warmtepomp toe te kunnen passen?
- A Alleen de aanvoertemperatuur moet worden verlaagd
 - B Alleen de delta T moet worden verkleind, waarbij de aanvoertemperatuur gelijk blijft
 - C De aanvoertemperatuur moet worden verlaagd en de delta T moet worden verkleind
- 15 De warmtebron voor de woning wordt uitgevoerd in de vorm van een of meer bodemcollectoren. Er moet altijd een (EED of ISSO 73) berekening gemaakt worden op basis van de aanwezige bodemopbouw. Om toch een idee te hebben bedraagt het gemiddelde indicatieve vermogen van de bron per meter boorlengte 25W.
- Wat is de totale boorlengte als eerste indicatie?
- A Ongeveer 103 m
 - B Ongeveer 107 m
 - C Ongeveer 133 m
 - D Ongeveer 140 m

- 16 Bekijk onderstaand prinsipeschema van de afgiftezijde van een warmtepompinstallatie met een boiler.



legenda

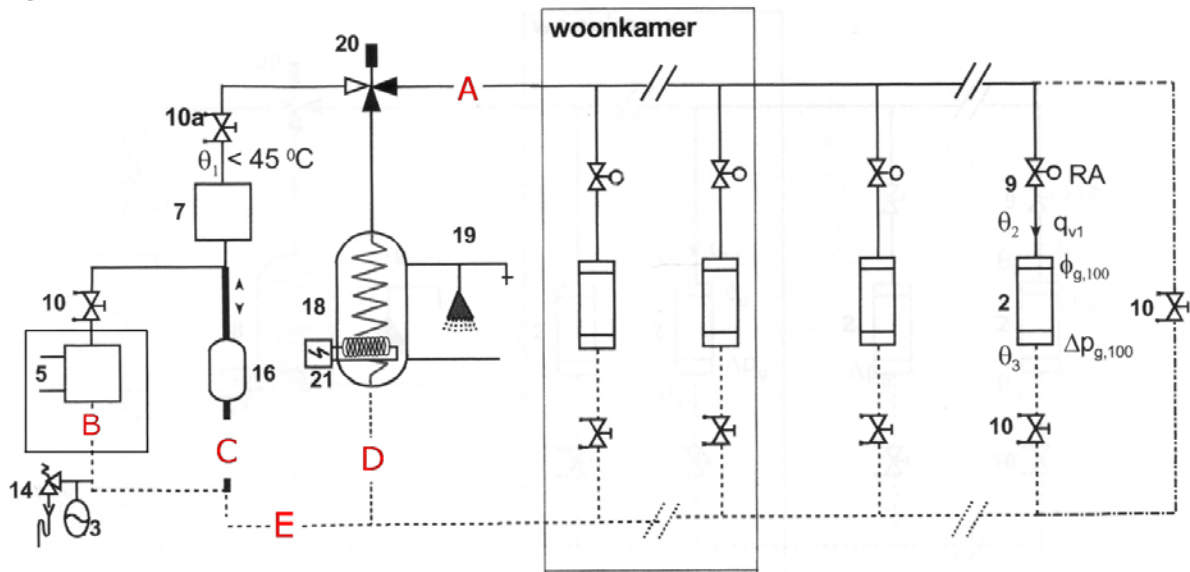
- | | | |
|---------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| 1. | 8. | 15. |
| 2. Buis vloer of wand | 9. Regelafsluiter RA | 16. Buffer |
| 3. | 10. Inregelafsluiter IRA | 17. |
| 4. | 11. | 18. Boiler |
| 5. Condensator warmtepomp | 12. Pomp | 19. Tappunten |
| 6. | 13. Expansievat | 20. 3-wegwisselklep met servomotor |
| 7. Naverwarmer | 14. Veiligheidsklep | 21. verwarmingstoestel |

De circulatiepompen ontbreken in de tekening. De gewenste ruimtetemperatuur is bereikt met behulp van de naverwarmer 7.

In welke volgorde vinden de regelacties plaats?

- A Buffer 16 wordt geladen en naverwarmer 7 schakelt uit.
- B Driewegwisselklep 20 schakelt om naar het boilercircuit om de boiler te laden en naverwarmer 7 schakelt uit.
- C Naverwarmer 7 schakelt uit en buffer 16 wordt geladen.

- 17 Bekijk onderstaand prinsipeschema van de afgiftezijde van een warmtepompinstallatie met ruimteverwarming en warmtapwaterbereiding.



legenda

- | | | |
|-------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| 1. | 8. | 15. |
| 2. Buis vloer of wand | 9. Regelafsluiter RA | 16. Buffer |
| 3. | 10. Inregelafsluiter IRA | 17. |
| 4. | 11. | 18. Boiler |
| 5. Condensor warmtepomp | 12. Pomp | 19. Tappunten |
| 6. | 13. Expansievat | 20. 3 wegwisselklep met servomotor |
| 7. Naverwarmer | 14. Veiligheidsklep | 21. verwarmingstoestel |

Bij welke letters in het schema horen circulatiepompen?

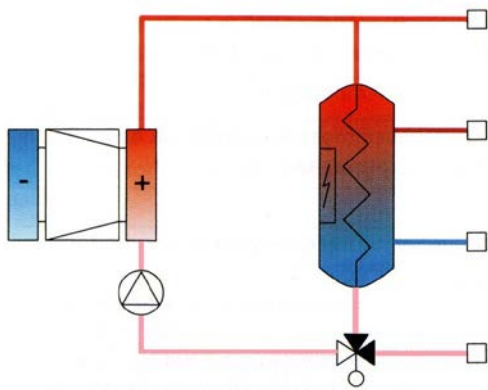
- A Bij A en D
 B Bij B en D
 C Bij B en E

- 18 Wat is de koudste watervoerende leiding van een warmtepomp in verwarmingsbedrijf, wanneer we de koudemiddelleidingen buiten beschouwing laten?

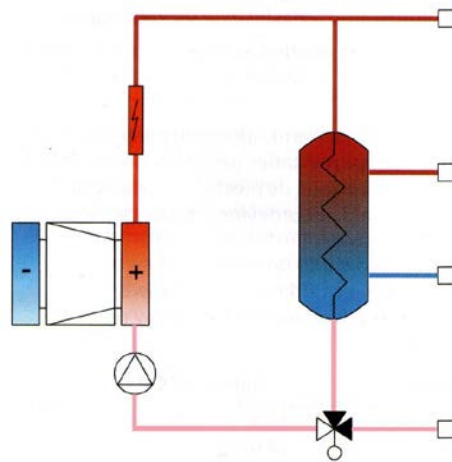
De leiding die

- A de condensor in gaat.
 B de verdampers in gaat.
 C de verdampers uit gaat.

19 Bekijk onderstaande figuren.



stelsel A



stelsel B

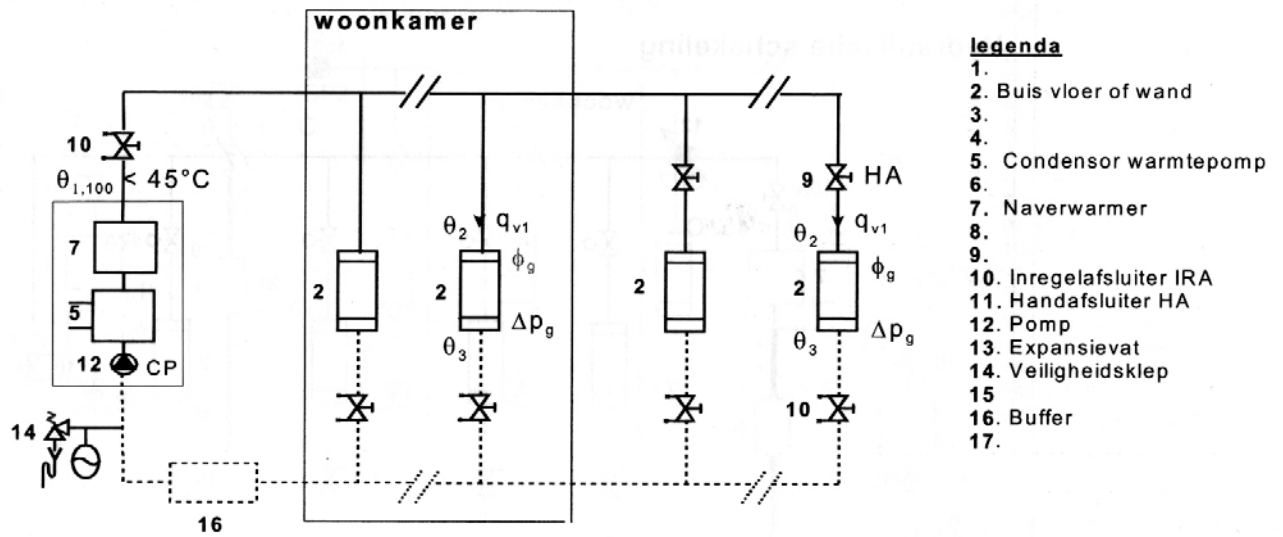
Warmtepomp, bron en afgiftesysteem zijn gelijk in beide systemen.
Stelsel A heeft een boiler met een ingebouwde naverwarmer.
Stelsel B heeft een naverwarmer direct achter de warmtepomp.

Welke uitspraak is juist?

Het energieverbruik van stelsel A is ... die van stelsel B.

- A gelijk aan
- B hoger dan
- C lager dan

20 Bekijk onderstaand schema.



De warmtepomp kan 260 dm³ water met 6,6 K laten stijgen in 10 minuten.
De systeeminhoud zonder buffer 16 is 180 dm³.

De warmtepomp mag het water maximaal 5 K laten stijgen in 10 minuten.

Hoe groot moet de inhoud van buffer 16 zijn?

- A 80 dm³
- B 165 dm³
- C 260 dm³
- D 345 dm³

Casus 3 (bij vraag 21 t/m 23)

De eigenaren van een nieuwbouwwoning (begane grond, verdieping en zolder) willen warmteopwekking door een warmtepomp en de mogelijkheid om te koelen. De begane grond krijgt vloerverwarming, de verdieping paneelradiatoren. Dit omdat men de badkamer en twee slaap-/studeerkamers op onregelmatige tijden wil verwarmen. De woning is voorzien van zonwering.

21 De eigenaren willen het duurzaamste systeem.

Welk van onderstaande systemen moet de ontwerper adviseren?

- A Een bivalent systeem met een combiwarmtepomp en passieve vloerkoeling.
- B Een monovalent systeem met een combiwarmtepomp en actieve vloerkoeling.
- C Een monovalent systeem, een elektrische boiler en passieve vloerkoeling.

22 De warmtebron voor de warmtepomp bestaat uit een gesloten bodemwarmtewisselaar die ook zorgt voor vloerkoeling.

Met welke grotere opvoerhoogte moet de ontwerper rekening houden voor het systeem tussen bron en verdamper en waarom?

Een grotere opvoerhoogte van de

- A Bronpomp in verband met de extra leidingweerstand
- B Pomp aan de condensorzijde in verband met statische hoogte
- C Verdamper-/bronzpomp in verband met de statische hoogte

23 De woning krijgt een warmtepompinstallatie met een boiler met geïntegreerde bijstook.

Waar kunnen de warmtepomp en boiler het beste opgesteld worden?

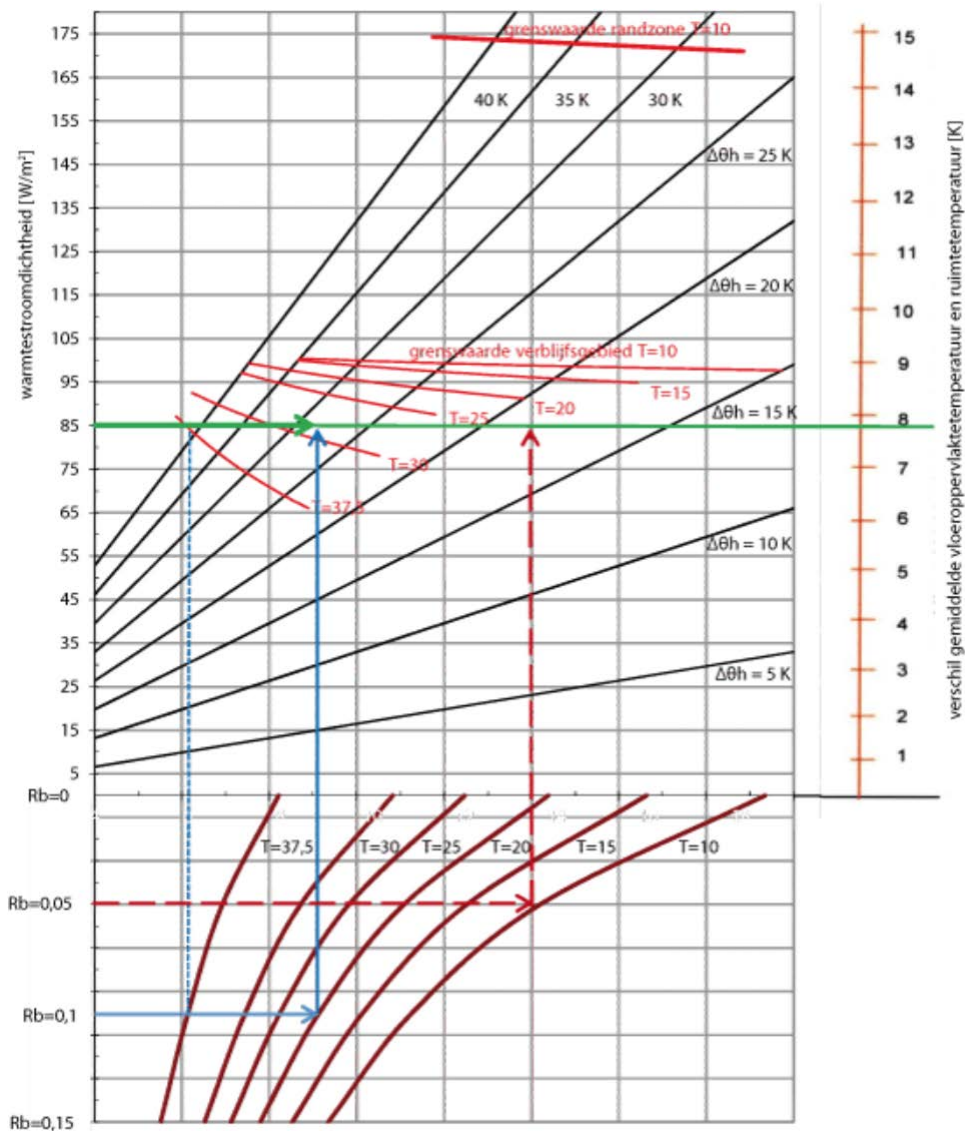
- A In een goed ingerichte opstellingsruimte op de begane grond
- B Op zolder met de boiler horizontaal ernaast zo ver mogelijk onder het zadeldak
- C Op zolder, strak onder het zadeldak met de boiler verticaal ernaast

24 In de woonkamer van een woning wordt vloerverwarming toegepast.

Verder zijn de volgende gegevens bekend:

- vloeroppervlakte: 30 m²
- gewenste ruimtetemperatuur: 22°C
- hart-op-hartafstand van de leidingen (diameter 20 mm): 150 mm
- aanvoertemperatuur: 45°C
- ontwerptemperatuurverschil tussen aanvoer- en retourtemperatuur: 6 K
- warmteweerstand vloerafwerking (tapijt geschikt voor vloerverwarming): 0,1 m²·K/W

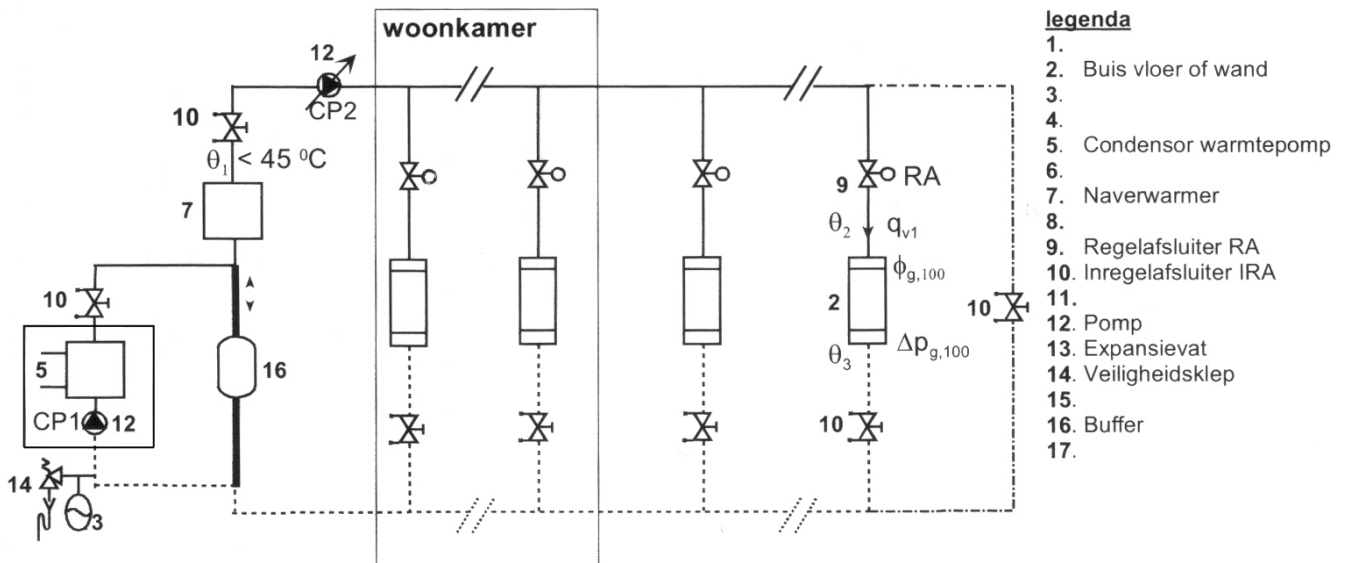
Welk verwarmingsvermogen kan de vloerverwarming leveren? Voer de berekening uit met behulp van onderstaand ontwerpdiaagram uit de ISSO-publicatie.



- A 1.950 Watt
- B 3.150 Watt
- C 3.750 Watt
- D 3.900 Watt

De onderstaande hydraulische schakeling hoort bij vraag 25 t/m 27.

Bekijk de schakeling.



25 In het afgiftesysteem staat een bypass met een inregelafsluiter.

Wat zou er gebeuren als de bypass en inregelafsluiter ontbreekt? De circulatiepomp wordt gestuurd door de regeling als de by-pass verwijderd wordt.

- A De COP van de warmtepomp neemt toe.
- B De warmtepomp gaat pendelen.
- C Het rendement van de warmtepomp neemt af.

26 De warmtepomp krijgt een stooklijnregeling.

Welke temperaturen zijn hiervoor belangrijk?

- A De buitentemperatuur en de aanvoertemperatuur θ_1
- B De buitentemperatuur en de ruimtetemperatuur
- C De uitgaande temperatuur van de warmtepomp en de ruimtetemperatuur

27 Voor de installatie geldt: $\beta = 0,8$.

Welke uitspraak is juist?

- A Een meertraps naverwarmer levert een aanzienlijke bijdrage aan de regelbaarheid van de installatie.
- B Een meertraps warmtepomp levert een beperkte bijdrage aan de regelbaarheid van de installatie.
- C Het vermogen van de naverwarmer is zo gering dat deze niet van invloed is op de regeling.

- 28 Een ontwerper werkt volgens de MKK-structuur (Model Kwaliteitsbeheersing Klimaatinstallaties).

Welke informatie moet hij vastleggen bij de overgang van de programmafase naar de ontwerpfase?

- A Eisen gebouwschil, warmtapwatereisen/-wensen, ventilatiesysteem
- B Installatietekening met vermogen warmtepomp, opstelplaats warmtepomp
- C Temperatuurtraject afgiftesysteem, warmtapwatervoorziening, ventilatiesysteem

- 29 Een woning heeft een warmtepomp waarmee tevens warm tapwater wordt geleverd.

De volgende gegevens zijn bekend:

- Gezinsgrootte: 4 personen
- Badkamer met ligbad
- Maximale laadtijd boiler: 3 uur
- De koudwatertemperatuur: 10°C
- De boiler temperatuur: 58°C

Hoeveel vermogen heeft de warmtepomp gemiddeld over het opwarmtraject nodig?

Aantal personen per woning	Volume standby boiler [liter]			
	Laadtijd < 1,5 uur		1,5 uur < laadtijd < 16 uur	
	douche	bad	douche	bad
1 en 2	96	96	96	138
3	96	96	144	186
4	96	117	192	234
5	120	141	240	282

- A 2,2 kW
- B 3,6 kW
- C 4,1 kW
- D 4,4 kW

- 30 Hoe moet een leidingsysteem bij koelen geïsoleerd worden?

	condensorzijde	verdamperzijde
A	dampdicht	dampdicht
B	dampdicht	niet dampdicht
C	niet dampdicht	dampdicht

- 31 Een bewoner wil de temperatuur in zijn woning per vertrek kunnen regelen. Welke van onderstaande opties is het best?

- A Warmtepompinstallatie met weersafhankelijk regeling en ruimtetemperatuurcompensatie op basis van de kamerthermostaat
- B Warmtepompinstallatie met regeling op basis van de kamerthermostaat en naregeling per vertrek door middel van thermostaatventielen
- C Regeling door middel van thermostaat per vertrek met een koppeling naar de warmtepomp of afgiftepomp

- 32 Wat moet een installateur minimaal controleren bij een jaarlijkse inspectie van een combiwarmtepomp in een woning?
- A Draaiuren, filters, schakelingen, storingen en temperatuurniveaus.
 - B Filters, lektheid van het koudedecircuit, storingen en temperatuurniveaus.
 - C Sensoren, storingen, filters en voedingspanning van de warmtepomp.
- 33 Welke documenten moeten minimaal aanwezig zijn om een warmtepompsysteem correct te kunnen opleveren?
- A Gebruikershandleiding en specificatieblad van de warmtepomp
 - B Handleidingen, ontwerpgegevens en opleverprotocol
 - C Opleverprotocol, revisiegegevens en specificatieblad van de warmtepomp
- 34 Een aantal woningen heeft vloerverwarming voor ruimteverwarming.
- Waarover moet de adviseur de bewoners goed informeren?
- A Dat de warmte van de warmtepomp minder behaaglijk aanvoelt dan van een radiatoreninstallatie
 - B Dat een warmtepomp meer onderhoud nodig heeft dan een cv-ketel
 - C Dat het regelgedrag van vloerverwarming anders is dan van andere systemen
- 35 Een warmtepompinstallatie heeft gefunctioneerd met een SCOP in warmtebedrijf van 3,5. Bij het bepalen van de SCOP van het afgelopen jaar blijkt dat deze gedaald is naar 3,2.
- Wat kan de oorzaak van de daling van de SCOP zijn?
- A Door een recente verbouwing is de afgifte-installatie (op onjuiste wijze) uitgebreid en is de gemiddelde retourtemperatuur afgenomen.
 - B Door vervuiling van de bron is het debiet lager geworden waardoor de gemiddelde in- en uitredetemperatuur van de bron afgenomen is.
 - C Door wijziging in de regeling wordt de cv-ketel eerder ingeschakeld waardoor de warmtepomp minder bedrijfsuren heeft.
- 36 Een gesloten bronsysteem is gevuld met brijn. Tijdens inspectie blijkt dat deze systeemdruk te laag is.
- Wat moet de monteur doen?
- A Leidingen afpersen en installatie vullen met brijn
 - B Controleren op lekkage, installatie bijvullen en beveiligingstemperatuur controleren
 - C Filter schoonmaken en de installatie bijvullen met monopropyleenglycol
- 37 Hoe kan de servicemonteur aan de eigenaar aantonen of een warmtepompinstallatie energetisch correct ingezet wordt en correct blijft functioneren?
- A Aan de gemiddelde COP van de warmtepomp
 - B Aan de stabiliteit van de uitredetemperatuur van de warmtepomp aan condensorzijde
 - C Aan het aantal starts en stops van de warmtepomp

- 38 Wat is een doel van preventief onderhoud aan een warmtepompinstallatie?
- A Het vervangen van een onderdeel als het defect is gegaan.
 - B Het verhogen van de levensduur van de installatie.
 - C Het opheffen van storingen.
- 39 Een eigenaar wil zijn aangekochte jaren 60 woning geschikt maken voor verwarming door een warmtepomp. De begane grond wordt gerenoveerd. Welke aanpassing moet de installateur aanbevelen?
- A De buitenmuren moeten nageïsoleerd worden.
 - B Er moet mechanische ventilatie komen.
 - C Er moeten radiatoren komen op de benedenverdieping.
- 40 Wat moet een inbedrijfsteller controleren voordat een warmtepomp met scroll-compressor in bedrijf genomen mag worden?
- A Aansluitingen van de binnen- en buitenvoeler en de vulling, ontluchting en vorstbeveiliging van het verdampercircuit.
 - B Minimale draaitijd en stilstand van de compressor en de maximale en minimale temperatuur van de condensor en de verdamper.
 - C Vulling, ontluchting en vorstbeveiliging van het verdampercircuit en drukbeveiliging

EINDE

Heeft u voor iedere vraag op het antwoordblad niet meer dan één antwoord aangestreept?