

Onderdeel Ontwerpen, installeren en beheren van individuele en kleine warmtepompsystemen voor woningen (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 warmtepompboiler heeft een geïntegreerde elektrische bijstook. Het drinkwaterleidingnet is circulerend uitgevoerd.

Waarvoor dient de bijstook?

- 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 boiler vat 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 Een aantal woningen is aangesloten op een collectieve bron met een centrale bronpomp. Een ontwerper ontwerpt individuele warmtepompinstallaties voor deze woningen.

Waarmee moet de ontwerper rekening houden?

- A De leidingen aan de bronzijde moeten overgedimensioneerd zijn.
- B De warmtepomp moet de bronklep aansturen.
- C De warmtepompen moeten de centrale bronpomp aansturen.

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

Verder zijn de onderstaande gegevens bekend:

- Capaciteit warmtepomp: 2,5 kW
- COP warmtepomp: 3,5
- Opwekkingsrendement voor warmtapwater gaswandketel: 65%
- Koudwatertemperatuur: 10 °C
- Energie-inhoud aardgas: 8,79 kWh/m³
- Elektraprijs: € 0,225 / kWh
- Gasprijs: € 0,64 / m³

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

- A € 32,15
- B € 65,50
- C € 182,40
- D € 223,60

6 Aan installaties met koudemiddelen worden technische eisen gesteld.

In welk document zijn deze eisen beschreven?

- A in de Regeling Lekkingsvoorschriften (RLK-97)
- B in de STEK-regeling
- C in het F-gassen Besluit

7 Bij energieopslag in de bodem wordt gebruik gemaakt van warme en koude bronnen. Voor dit soort systemen is een grondwatervergunning 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 het grondwater 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 0,6 kg.

Is deze warmtepomp volgens STEK 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 eerste 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 energie voor verwarming van deze woning: 15.000 kWh per jaar
- COP warmtepomp: 3,7
- Opwekkingsrendement Hr-ketel: 90%
- Investering warmtepompinstallatie: € 9.000,-
- Investering Hr-ketel: € 3.750,-
- Energie-inhoud aardgas: 8,79 kWh/m³
- Elektraprijs: € 0,225 / kWh
- Gasprijs: € 0,64 / m³

- 9 Het afgiftesysteem van de warmtepomp en de Hr-ketel is gelijk en alleen voor ruimteverwarming.

Wat is de terugverdientijd voor de warmtepompinstallatie ten opzichte van de Hr-ketel?

- A 9,2 jaar
- B 14,0 jaar
- C 17,4 jaar
- D 22,3 jaar

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

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

- A Ja, de warmtepomp is een duurzame energievoorziening die een comfortabele 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 Kan er in de woning een warmtepomp voor warmtapwaterbereiding (warmtepompboiler) toegepast worden?

- A Ja, als er een 400 V voeding aanwezig is.
- B Ja, als inpassing in de mechanische afzuiging mogelijk is.
- C Nee, de woning heeft geen balansventilatiesysteem.

- 12 Uit welk programma kan de particuliere eigenaar subsidie krijgen als hij kiest voor een warmtepompboiler?

- A Duurzame Warmte
- B EIA (Energie Investeringsaftrek)
- C SDE (Stimulering Duurzame Energieproductie)

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 warm tapwater	kWh	3.000
Bijdrage componenten:		
- warmtepomp	kWh	7.350
- naverwarmer	kWh	150
COPjaar (gemiddeld)	-	3,84
Condensorvermogen warmtepomp	kW	3,5
Opwekkingsrendement elektrische energie (centrale)	-	0,37

13 Hoeveel warmte is in het jaar aan de bron onttrokken?

- A 4.500 kWh
- B 5.435 kWh
- C 7.350 kWh
- D 7.500 kWh

14 Wat was de gemiddelde PER?

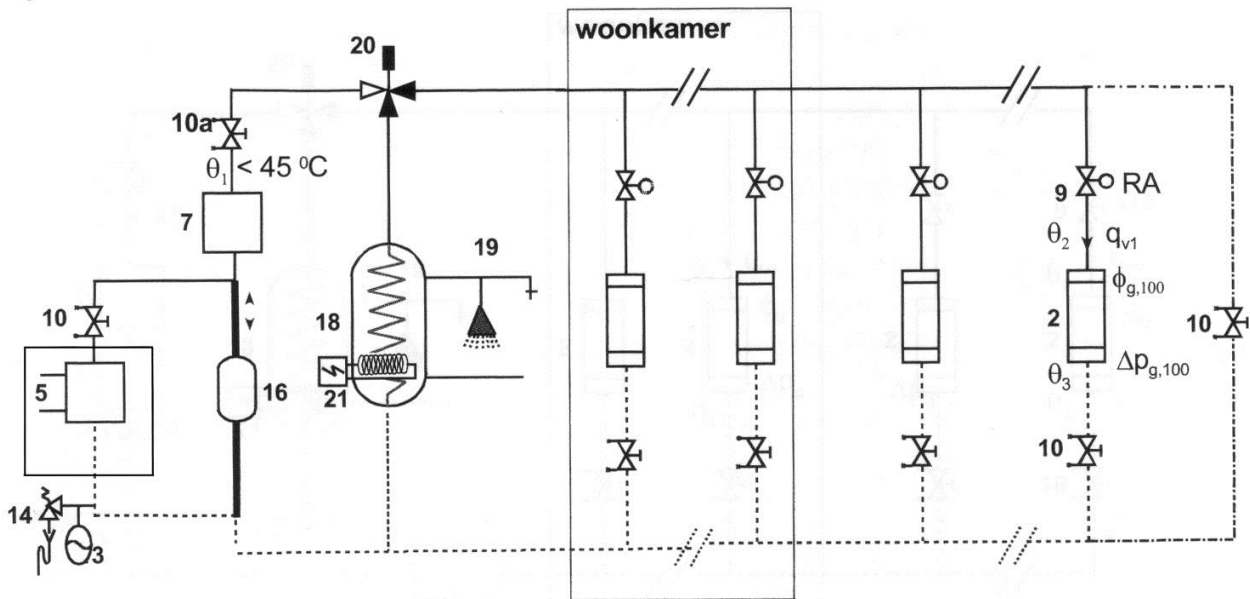
- A 0,67
- B 1,30
- C 1,34
- D 1,50

15 De warmtebron voor de woning wordt uitgevoerd in de vorm van een of meer bodemcollectoren. Het gemiddelde vermogen van de bron per meter boorlengte bedraagt 25W.

Wat is de totale boorlengte?

- A ongeveer 60 m
- B ongeveer 103 m
- C ongeveer 155 m
- D ongeveer 210 m

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



legenda

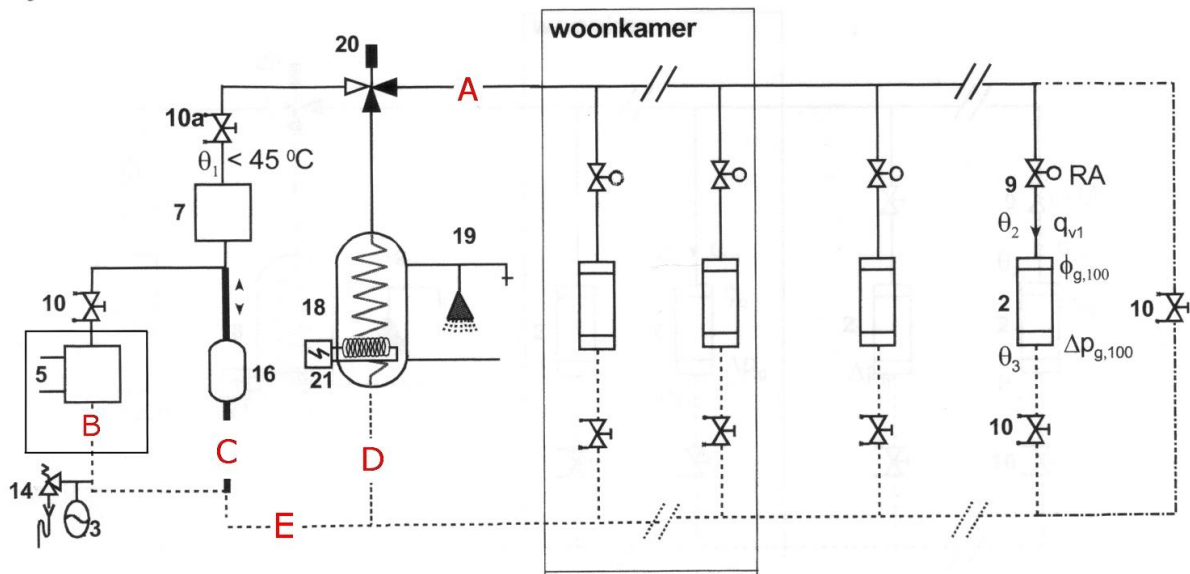
- | | | |
|-------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| 1. | 8. | 15. |
| 2. Buis vloer of wand | 9. Regelaarsluis RA | 16. Buffer |
| 3. | 10. Inregelaarsluis IRA | 17. |
| 4. | 11. | 18. Boiler |
| 5. Condensor warmtepomp | 12. Pomp | 19. Tappunten |
|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

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 principeschema 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. 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?

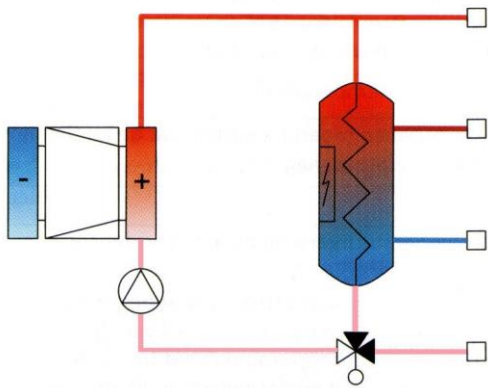
- A bij A en C
 B bij B en D
 C bij B en E

- 18 Wat is de koudste leiding van een warmtepomp in verwarmingsbedrijf?

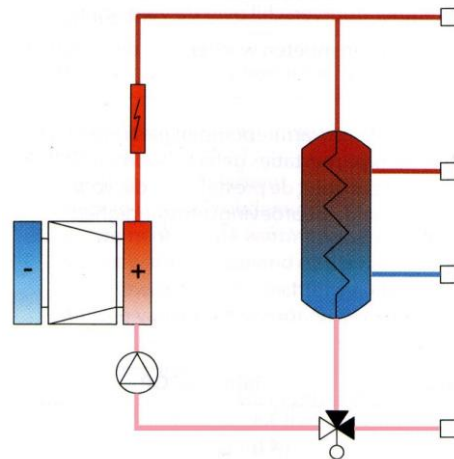
De leiding die

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

19 Bekijk onderstaande figuren.



system A



system B

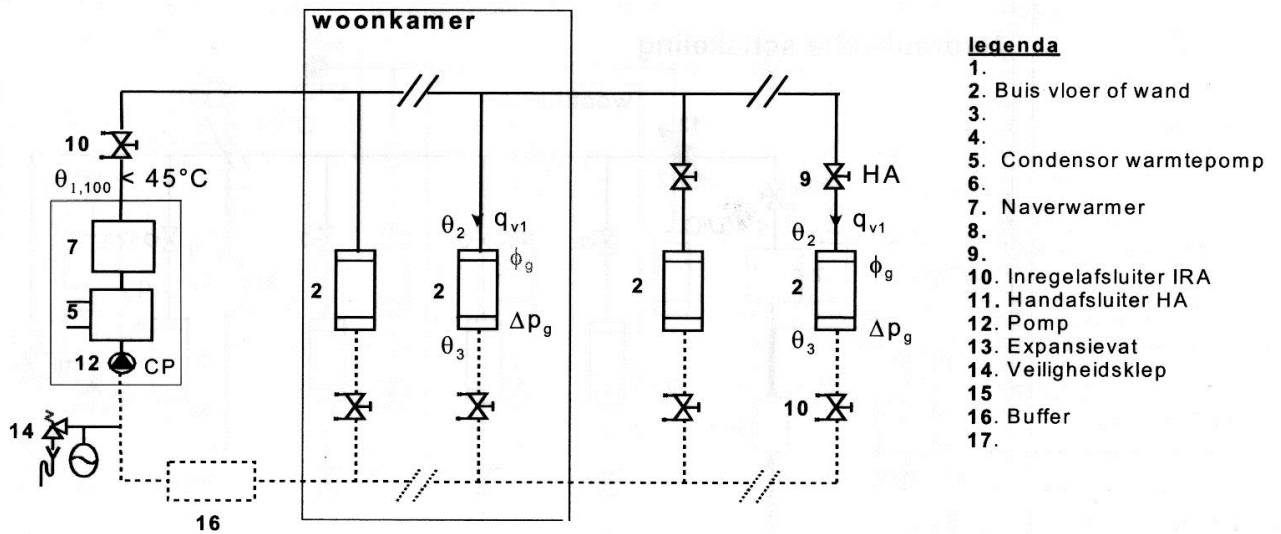
De warmtepomp, bron en afgiftesysteem zijn gelijk in beide systemen.
Systeem A heeft een boiler met een ingebouwde naverwarmer.
Systeem B heeft een naverwarmer direct achter de warmtepomp.

Welke uitspraak is juist?

De jaargemiddelde PER van systeem A is ... die van systeem B.

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

20 Bekijk onderstaand schema.



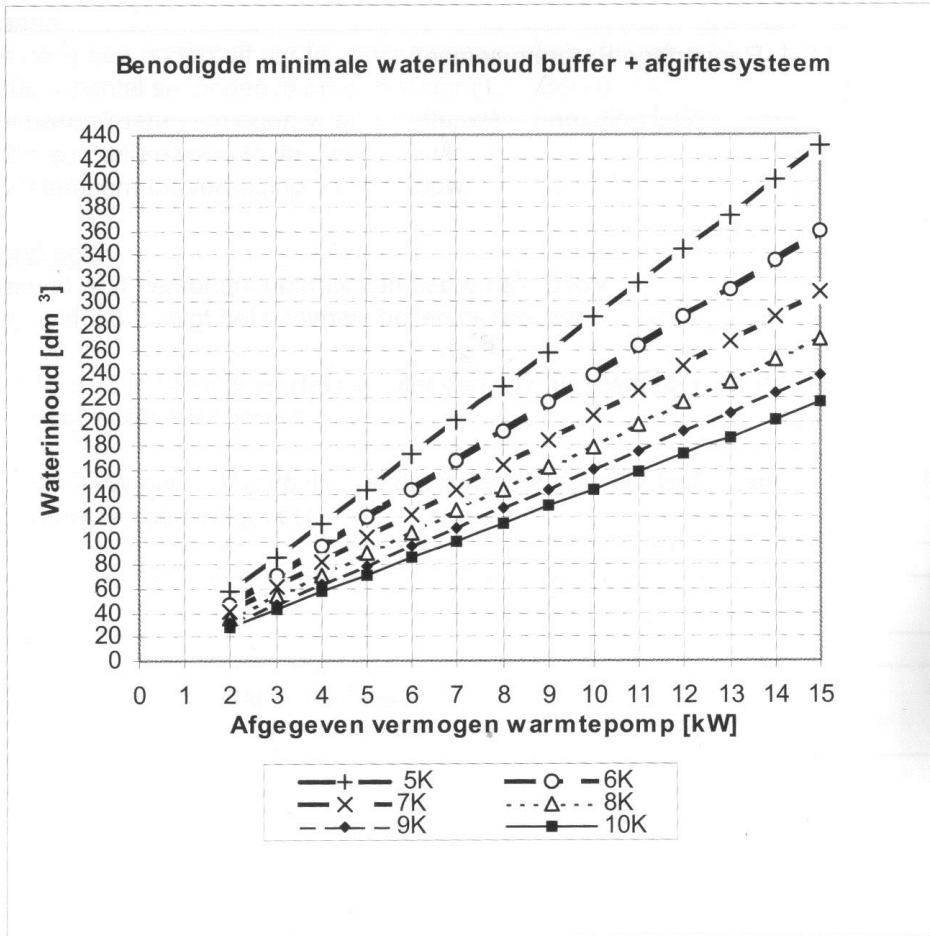
De warmtepomp kan 260 dm^3 water met $6,6 \text{ K}$ laten stijgen in 10 minuten.
 De systeeminhoud zonder buffer 16 is 180 dm^3 .
 Soortelijke warmte van water: $4,2 \text{ kJ/kg.K}$

Bekijk de figuur op de volgende bladzijde.

De warmtepomp moet het water met 5 K laten stijgen in 10 minuten.

Hoe groot moet de inhoud van buffer 16 zijn?

- A 160 dm^3
- B 185 dm^3
- C 205 dm^3
- D 240 dm^3



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.

21 De eigenaren willen energetisch het beste systeem.

Welk van onderstaande systemen moet de ontwerper adviseren?

- A een bivalent systeem met een gasgestookte bijstook en passieve vloerkoeling.
- B een monovalent systeem met een combiwarmtepomp en actieve vloerkoeling.
- C een monovalent systeem, een close-in boiler en passieve vloerkoeling.

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

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

een vergrote opvoerhoogte van de

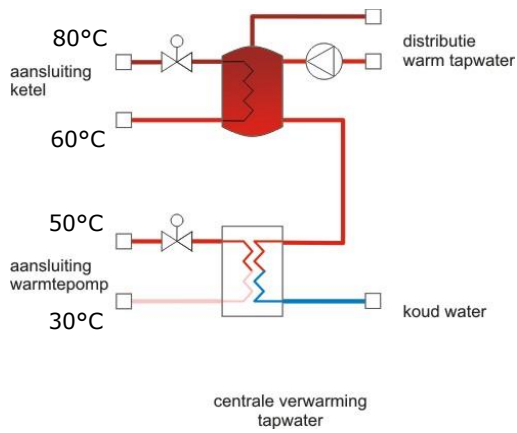
- A bronpomp in verband met de extra leidingweerstand
- B bronpomp in verband met statische hoogte
- C verdamper-/bronnepomp in verband met de statische hoogte

23 De woning krijgt een warmtepompinstallatie met een boiler met geïntegreerde bijstook. De bewoners willen de ruimte in de woning zo efficiënt mogelijk benutten.

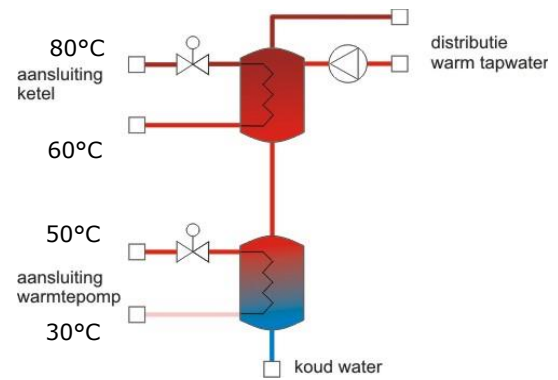
Waar en hoe kunnen de warmtepomp en boiler het beste opgesteld worden?

- 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 De volgende figuur geeft twee mogelijkheden om centraal tapwater te verwarmen.



mogelijkheid 1



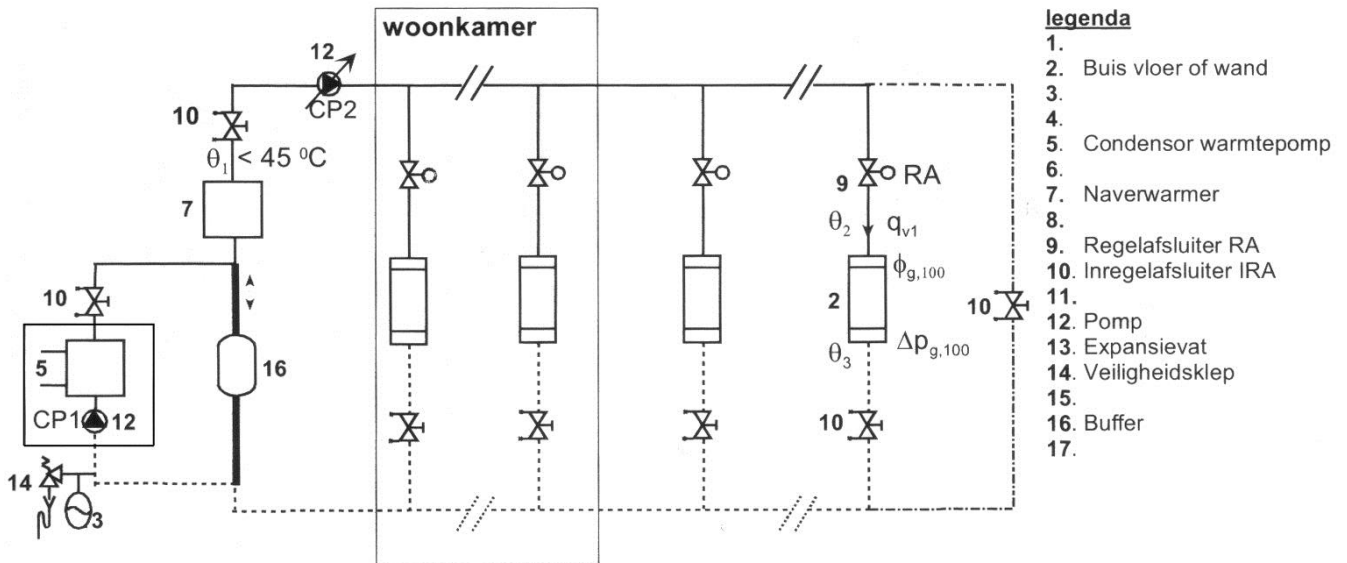
mogelijkheid 2

Welke uitspraak over het voorkomen van legionella is juist?

- A 1 is het veiligst
- B 2 is het veiligst
- C 1 en 2 zijn even veilig

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 inregelafsluiter ontbreekt?

- 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 T1
- B de buitentemperatuur en de ruimtetemperatuur
- C de uitgaande temperatuur van de warmtepomp en de ruimtetemperatuur

27 Voor de installatie geldt: $\beta = 0,3$.

Welke uitspraak is juist?

- A Een meertraps naverwarmer levert een aanzienlijke bijdrage aan de regelbaarheid van de installatie.
- B Een meertraps warmtepomp levert een aanzienlijke 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 ISSO-publicatie 72 is opgezet in de MKK-structuur: Model Kwaliteitsbeheersing Klimaatinstallaties. De structuur is verdeeld in 5 fasen.

Wat moet minimaal vastgelegd zijn om van de ontwerpfase naar de uitwerkingsfase te gaan?

- A principieel ontwerp van de installatie en bouwfysische gegevens van de woning
- B processchema hydraulische schakeling en bouwfysische gegevens van de woning
- C processchema hydraulische schakeling en de beschrijving van de gewenste functionaliteit

- 29 Welke documenten zijn nodig om van uitwerkingsfase naar realisatiefase te gaan?

- A bestek en bestektekeningen
- B functionaliteitenomschrijving
- C installatievoorschriften van de warmtepomp

- 30 Hoe moet een leidingsysteem geïsoleerd worden?

	condensorzijde	verdamperszijde
A	dampdicht	dampdicht
B	dampdicht	niet dampdicht
C	niet dampdicht	dampdicht

- 31 Een ontwerper heeft een warmtepompboiler laten installeren in een woning. De bron voor de warmtepomp is de ventilatielucht. Ter controle wordt het temperatuurverschil tussen de in- en uittredelucht bij de in bedrijf zijnde warmtepomp gemeten. Het temperatuurverschil is 8 K.

Wat is de juiste conclusie uit deze meting?

- A Het luchtdebiet is in orde, maar de gemiddelde ruimtetemperatuur van de woning is aan de hoge kant.
- B Het luchtdebiet is in orde, maar het zegt niets over de ventilatie.
- C Het luchtdebiet is te laag, maar de woning wordt voldoende geventileerd.

- 32 Een weersafhankelijk geregelde bivalente warmtepompinstallatie wordt gecontroleerd. De buitentemperatuurvoeler is een NTC. Deze NTC wordt op de klemmenstrook losgehaald en vervangen door een grotere weerstand.

Hoe reageert de installatie hierop?

- A Als de warmtepomp uit bedrijf is zal deze alleen inschakelen.
- B Als de warmtepomp en de naverwarmer uit bedrijf zijn zullen ze beide inschakelen.
- C Als de warmtepomp, naverwarmer en circulatiepompen in bedrijf zijn, zullen ze uitschakelen.

- 33 Welke documenten moeten minimaal aanwezig zijn om een warmtepompsysteem correct te kunnen opleveren?
- A bedieningsvoorschrift, handleidingen en revisiegegevens
 - 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 meer gangbare systemen
- 35 Een warmtepompinstallatie heeft een aantal jaren gefunctioneerd met een gemiddelde COP in warmtebedrijf van 3,5. Bij het bepalen van de gemiddelde COP van het voorgaande jaar blijkt dat deze gedaald is naar 3,2.
- Wat kan de oorzaak van de daling van de COP 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 uittredetemperatuur 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 controleren op lekkage
 - B installatie bijvullen en beveiligingstemperatuur controleren
 - C filter schoonmaken
- 37 Waaraan kan een eigenaar zien 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 uittredetemperatuur 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 In een tuin staat een lucht/water warmtepomp om een zwembad mee te verwarmen. Tijdens de inspectie blijkt dat de verdamperzijde tussen de planten staat.
- Wat is het gevolg hiervan voor de opwarming van het zwembadwater?
- A De warmte-inhoud van de aangezogen lucht achter de planten is groter waardoor het thermisch vermogen van de warmtepomp toeneemt en het zwembadwater eerder is opgewarmd.
 - B De warmtepomp kan door de planten minder lucht aanzuigen waardoor het thermisch vermogen ervan afneemt en het langer duurt voordat het zwembadwater is opgewarmd.
 - C Door de plantengroei kan de warmtepomp zijn warmte niet kwijt waardoor deze in storing valt en het zwembadwater niet wordt opgewarmd.
- 40 Waarom is preventief onderhoud aan een warmtepompinstallatie belangrijk?
- A Het behoudt de garantie op de installatie.
 - B Het verhoogt het rendement.
 - C Het vermindert de kans op uitval.

EINDE

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