

## EXAMEN WARMTEPOMPEN

### Onderdeel Integraal ontwerpen van collectieve installaties met warmtepompen in woningbouw (voorbeeldexamen)

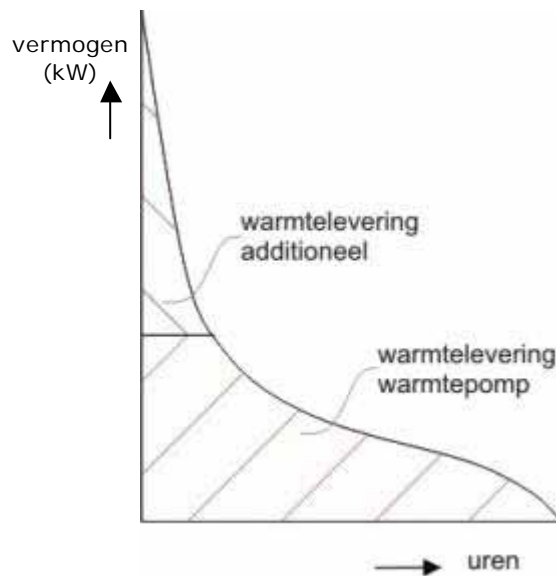
#### Lees zorgvuldig onderstaande informatie

- 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 13 pagina's (inclusief voorblad).
  - Dit examen heeft een bijlage van 12 pagina's (inclusief voorblad).
  - Controleer het opgavenboekje en de bijlage op volledigheid.
  - Na afloop van het examen levert u het opgavenboekje, de bijlage 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 Bekijk onderstaande afbeelding.



Welke bedrijfswijze van een warmtepomp is hierboven afgebeeld?

- A bivalent alternatief bedrijf
- B bivalent parallel bedrijf
- C monovalent bedrijf

2 Een mechanisch gedreven warmtepomp en een thermisch gedreven warmtepomp moeten dezelfde hoeveelheid warmte produceren.

Een mechanisch gedreven warmtepomp heeft hiervoor ... laagtemperatuurwarmte nodig dan/als een thermisch gedreven warmtepomp.

- A minder
- B meer
- C even veel

3 Eén van de kenmerken van de drie basisinstallaties van centrale warmtepompinstallaties is het distributieverlies.

Welke basisinstallatie heeft vanuit energetisch oogpunt het minste distributieverlies?

- A basisinstallatie 3 (centraal tapwater verwarmen)
- B basisinstallatie 4 (lokaal tapwater verwarmen met een doorstroomwarmtewisselaar)
- C basisinstallatie 5 (lokaal tapwater verwarmen met een boiler die periodiek verwarmd wordt)

- 4 Bij toepassing van warmtepompen is de afstemming van de warmtepomp met de afgifte-installatie voor ruimteverwarming in de woning belangrijk. Vloerverwarming is een afgifte-installatie die goed past bij warmtepompen vanwege het temperatuurniveau. Een opdrachtgever wil een comfortabel binnenklimaat zonder onnodig hoge kosten.

Welk temperatuurniveau (aanvoer/retourtemperatuur van warm water) past het beste bij deze vloerverwarming?

- A aanvoertemperatuur 25 °C en retourtemperatuur 22 °C
- B aanvoertemperatuur 36 °C en retourtemperatuur 30 °C
- C aanvoertemperatuur 66 °C en retourtemperatuur 50 °C

- 5 Voor de vijf basisinstallaties is in ISSO-publicatie 80 de jaarlijkse energiekostenbesparing weergegeven voor een gemiddelde woning in een appartementencomplex. Een ontwerper maakt een ontwerp van een warmtepompinstallatie voor een gelijksoortig gemiddeld appartementencomplex. Een exploitant wil het project graag exploiteren. De warmtepompinstallatie bespaart volgens hem jaarlijks €500,- aan energiekosten.

Hoe groot is de afwijking in vergelijking met de jaarlijkse besparing op de energiekosten berekend op basis van de ISSO-publicatie?

- A De afwijking ligt tussen de €0,- en de €25,-.
- B De afwijking ligt tussen de €50,- en de €75,-.
- C De afwijking is groter dan €100,-.

- 6 Voor installaties in woningen kunnen eisen of adviezen gelden. Dit wordt aangegeven in het GIW.

Welk advies of welke eis geldt voor de regeling van de warmteafgifte per vertrek bij toepassing van vloerverwarming?

- A een GIW-advies
- B een GIW-eis
- C een wettelijke eis

- 7 Voor een warmtepompinstallatie met een open bron is een debiet van 20 m<sup>3</sup>/h nodig.

Op basis van welke wet is hiervoor een vergunning nodig?

- A Grondwaterwet
- B Wet Milieubeheer
- C Wet verontreiniging oppervlaktewater

- 8 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

- 9 In een Programma van Eisen staat dat voor verwarming in de woningen uitgegaan wordt van radiatoren.

Welke aanvulling op het Programma van Eisen is nodig voor de warmtepompinstallatie?

- A De methode die aangehouden moet worden bij het berekenen van het vermogen van de radiatoren.
- B De begrenzingen aan de afmetingen van de radiatoren (hoogte, breedte en diepte).
- C Het waterzijdig temperatuurtraject op basis waarvan de selectie van de radiatoren moet plaatsvinden.

- 10 In een Programma van Eisen staat dat een centrale warmtepompinstallatie samen met twee gasgestookte verwarmingsketels in één technische ruimte geplaatst moeten worden. De warmtepomp heeft een verwarmingsvermogen van 100 kW. De twee ketels hebben een gezamenlijk verwarmingsvermogen van 300 kW. De technische ruimte bevindt zich in de geheel ondergronds gesitueerde parkeerkelder.

Waarom is de beschreven situatie NIET toegestaan?

- A De rookgasafvoeren van de ketels mogen niet door de parkeerkelder gevoerd worden.
- B De warmtepomp mag niet in een kelder geplaatst worden.
- C Er moet minimaal één wand van de ruimte grenzen aan de buitenlucht.

- 11 Een opdrachtgever wil in een renovatieproject van een appartementencomplex een warmtepompinstallatie toepassen voor ruimteverwarming en ruimtekoeling. In de bestaande situatie wordt gebruik gemaakt van verwarming door middel van radiatoren.

Wat kan het BESTE opgenomen worden in het Programma van Eisen van de renovatie met betrekking tot de afgifte-installatie?

De huidige afgifte-installatie

- A hoeft alleen geschikt gemaakt te worden voor LTV-verwarming.
- B kan gehandhaafd blijven.
- C moet aangepast worden naar een laagtemperatuur afgifte-installatie die ook geschikt is voor koeling.

- 12 Een opdrachtgever wil in plaats van een gasketelinstallatie een warmtepompinstallatie met bodemwarmtewisselaars toepassen.

Is deze toepassing mogelijk zonder extra investeringskosten voor de opdrachtgever?

- A Ja, door de warmtepompinstallatie door een derde partij te laten exploiteren.
- B Ja, maar alleen als er voldoende subsidie verstrekt wordt.
- C Nee, de opdrachtgever moet altijd een deel van de extra investeringskosten betalen.

- 13 Een ontwerper ontwerpt een centrale warmtepompinstallatie voor 100 appartementen. Voor ruimteverwarming is een gemiddeld verwarmingsvermogen nodig van 4 kW (inclusief gelijktijdigheidsfactor). Voor warmtapwater is per woning een verwarmingsvermogen nodig van 30 kW. Het vermogensverlies bij distributie is in totaal 2 kW (aanvoer en retour).

Wat wordt de capaciteit van de centrale warmtepompinstallatie?

- A 302 kW
- B 402 kW
- C 662 kW
- D 962 kW

- 14 Bij warmtepompinstallaties die gebruik maken van grondwater/bodem als laagtemperatuur warmtebron, is het van belang dat de hoeveelheid warmte die onttrokken wordt, ook weer geladen wordt.

Welke uitspraak over de balans van de bodem is juist?

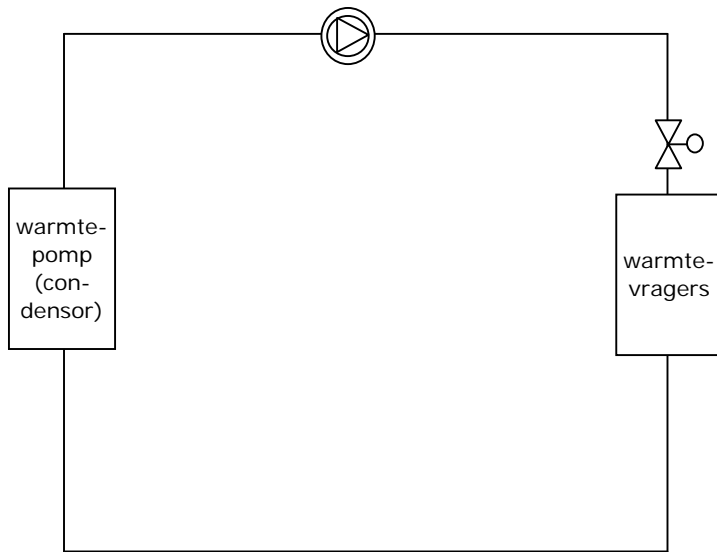
- A De gemaakte bronnen kunnen bij thermische onbalans van de bodem verstopt raken.
- B De thermische balans moet kloppen om thermische kortsluiting te voorkomen.
- C Het bevoegd gezag kan voor de vergunningverlening eisen dat de thermische balans moet kloppen.

- 15 Een warmtepomp produceert 600 MWh/jaar warmte met een temperatuurniveau van circa 45 °C voor levering aan woningen. Als laagtemperatuur bron wordt gebruik gemaakt van de bodem (open bron). De laagtemperatuur bron levert in de zomer 600 MWh/jaar koude aan de woningen.

Wat gebeurt er in deze situatie met de thermische balans in de bodem?

- A Er wordt circa 150 MWh/jaar meer koude onttrokken uit de bodem.
- B Er wordt circa 150 MWh/jaar meer warmte onttrokken uit de bodem.
- C Het systeem is in evenwicht, er zijn geen aanvullende voorzieningen nodig.

16 Hieronder is een prinseschema afgebeeld.

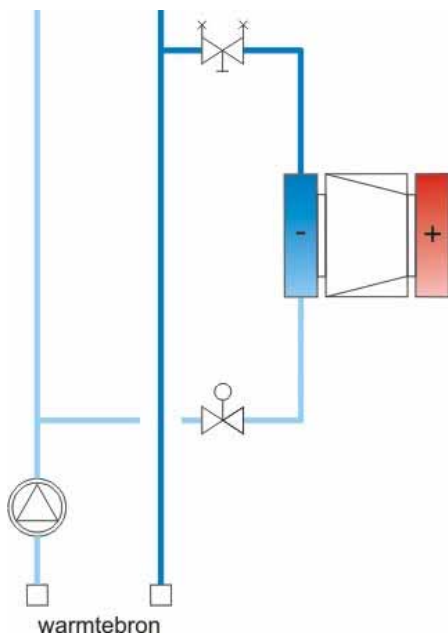


Met de toerengeregelde pomp zijn volumestromen te verlagen tot circa 10% van de ontwerpvolumestroom. Bovenstaand schema wordt ter beoordeling voorgelegd aan een ontwerper.

Hoe moet de ontwerper bovenstaand schema beoordelen?

- A De combinatie van de toerengeregelde pomp en de hoeveelheidsregeling bij de warmtevragers is niet aan te bevelen bij toepassing van warmtepompen.
- B De warmtepomp is goed ingepast in combinatie met de warmtevragers.
- C Een variabele volumestroom door de warmtepomp als gevolg van de toerengeregelde pomp is niet wenselijk.

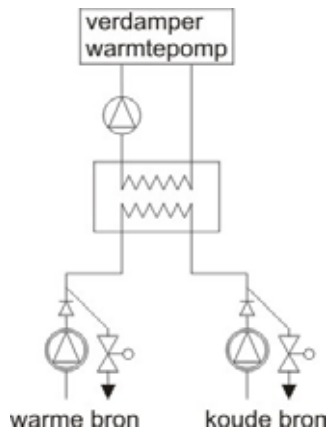
- 17 Een individuele warmtepomp is op onderstaande manier ingepast in een collectief laagtemperatuur distributienet.



Welke conclusie met betrekking tot bovenstaande koppeling is correct?

- A De inpassing is goed. De toerengeregelde pomp voorkomt dat lokaal de volumestroom over de verdamper kan fluctueren.
- B De inpassing is goed. Wel is het van belang om te zorgen voor een constant drukverschil over de verschillende aangesloten individuele warmtepompen om teveel fluctuatie over de verdamper te voorkomen.
- C De inpassing is niet goed. De combinatie van een toerengeregelde distributiepomp en tweeweg gestuurde kleppen bij de individuele warmtepompen is hydraulisch gezien niet juist.

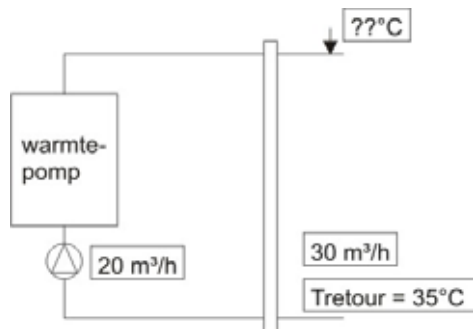
- 18 Hieronder is een koppeling van een warmtepomp (verdamperzijdig) aan een grondwatersysteem afgebeeld.



Welke bewering is juist?

- A Bronnen, warmtewisselaar en warmtepomp zijn op de juiste manier met elkaar verbonden.
  - B De warmtepomp mag niet rechtstreeks aangesloten worden op de warmtewisselaar.
  - C Het is niet wenselijk dat de warmtewisselaar in meestroom staat geschakeld.
- 19 Een centrale warmtepompinstallatie bestaat uit een warmtepomp en een verwarmingsketel. De warmtepomp is uitgelegd op een delta T van 10 K.

Bekijk onderstaande tekening.



De gewenste aanvoertemperatuur is 50 °C.

Welke watertemperatuur wordt bereikt op de plaats van de vraagtekens in de tekening (na levering door warmtepomp)?

- A 38 °C
- B 42 °C
- C 45 °C
- D 50 °C

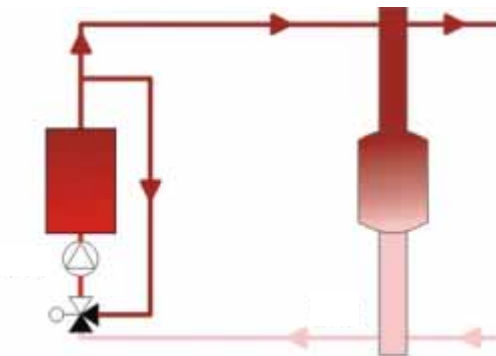


- 20 Een centrale warmtepompinstallatie bestaat uit een warmtepomp (20% van het totaal benodigd vermogen) en een verwarmingsketel (80% van het totaal benodigd vermogen). De minimale warmtevraag van de aangesloten woningen bedraagt 5%.

Wanneer is er in deze situatie GEEN buffer nodig in het condensorcircuit van de warmtepomp?

- A als de warmtepomp terug kan regelen tot 25% van zijn vollastvermogen
- B als de warmtepomp terug kan regelen tot 50% van zijn vollastvermogen
- C als de warmtepomp terug kan regelen tot 75% van zijn vollastvermogen

- 21 Een condensor van een warmtepomp is hydraulisch ingepast zoals in onderstaande figuur.



De condensor van de warmtepomp is uitgelegd op een delta T van 10 K. De retourtemperatuur vanuit de gebruikers is 35 °C. De gewenste aanvoertemperatuur is 55 °C.

Wat is in deze situatie de functie van de driewegregelklep?

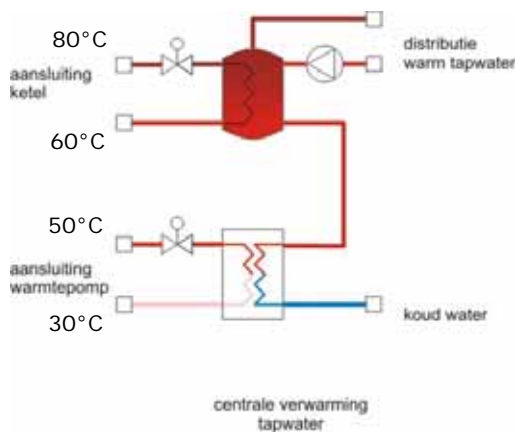
- A beveiligen van de condensor tegen te hoge intredetemperaturen
  - B regelen van de retourtemperatuur van de gebruikers
  - C verhogen van de uitredetemperatuur uit de condensor
- 22 Bij een warmtepompinstallatie met levering van warmtapwater (basisinstallatie 3) wordt een circulatienet toegepast. Voor de dimensionering van het circulatienet geldt als uitgangspunt een minimale temperatuur in het circulatienet.
- Hoe hoog is deze minimale temperatuur?
- A 55 °C
  - B 60 °C
  - C 65 °C

- 23 Een projectontwikkelaar stelt in een woning het laagste deel van de ruimte onder de trap ter beschikking voor een individuele combiwarmtepomp. De ruimte heeft een oppervlakte van 1 m<sup>2</sup> en de beschikbare hoogte varieert van 1 tot 1,5 m. De warmtepomp bestaat uit één geheel (boiler en warmtepompdeel boven elkaar).

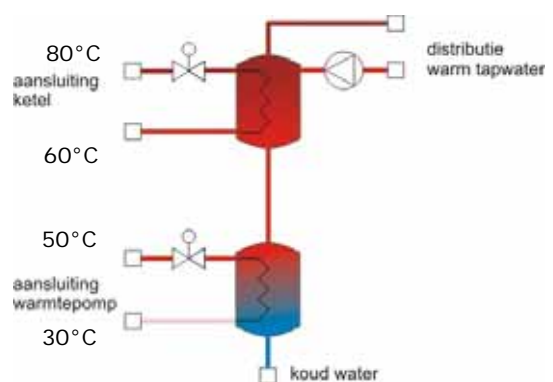
Is deze ruimte groot genoeg?

- A Ja, de ruimte is geschikt om de combiwarmtepomp op te stellen.
- B Nee, de hoogte is goed maar de beschikbare oppervlakte is te klein.
- C Nee, de oppervlakte is goed maar er is te weinig hoogte.

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



*mogelijkheid 1*



*mogelijkheid 2*

Welke mogelijkheid is het veiligst ter voorkoming van legionella?

- A 1 is het veiligst
  - B 2 is het veiligst
  - C 1 en 2 zijn even veilig
- 25 De fabrikant van een warmtepomp geeft een COP op van 4,50 bij een verdamper intredetemperatuur van 0 °C en een condensor uittredetemperatuur van 45 °C. De warmtepomp wordt ingezet bij een verdamper intredetemperatuur van 5 °C en een condensor uittredetemperatuur van 40 °C.

Wat wordt de COP?

- A 4,98
- B 5,06
- C 5,69
- D 8,94

- 26 Bij een warmtepomp in bivalente opstelling wordt de aanvullende warmte geleverd door een Cv-ketel.

Waar moet de ontwerper op letten bij het dimensioneren en inschakelen van de Cv-ketel?

- A De Cv-ketel mag niet op vol vermogen inkomen omdat daardoor de retourtemperatuur zodanig kan stijgen dat de warmtepomp zichzelf uitschakelt.
- B De Cv-ketel moet warmte op een laag temperatuurniveau kunnen leveren zodat daar ook warmte mee geladen kan worden.
- C Het vermogen van de Cv-ketel mag niet hoger zijn dan dat van de warmtepomp omdat de Cv-ketel anders als eerste ingeschakeld wordt.

- 27 De verdamper van een niet-geregelde warmtepomp is uitgelegd op een vaste delta T van 5 K. Het debiet van de bron is hier ook op uitgelegd en is constant. De onttrekkingstemperatuur hierbij is 12 °C en de injectietemperatuur 7 °C.

Wat is het gevolg van een stijging van de onttrekkingstemperatuur?

- A De delta T van het grondwater wordt te groot.
- B De warmtepomp gaat aan/uitschakelen.
- C Er wordt onnodig veel grondwater verpompt.

- 28 Een ontwerper gebruikt in zijn ontwerp een warmtepomp die 50% van het benodigde ontwerpvermogen kan leveren. Hij moet een keuze maken tussen verschillende warmtepompfabrikanten.

Om een goede berekening te kunnen maken van de exploitatiekosten moet hij de jaarlijkse energiekosten van de warmtepomp weten.

Welke informatie is bij het berekenen van de energiekosten het meest van belang?

- A drukverschil over de verdamper en de condensor van de warmtepomp
- B stand-by gebruik van de warmtepomp
- C deellastgegevens van de warmtepomp

- 29 Een ontwerper moet een regelinstallatie uitwerken ten behoeve voor de warmtepompinstallatie.

Welke volgorde moet hij aanhouden?

- A flowcharts maken, functionele omschrijving opstellen, software schrijven
- B functionele omschrijving opstellen, flowcharts maken, software schrijven
- C software schrijven, functionele omschrijving opstellen, flowcharts maken

- 30 Voordat een broninstallatie in werking gesteld mag worden voor het injecteren van grondwater, moeten een aantal zaken getest/gecontroleerd zijn.

Welke van de volgende zaken is het meest relevant?

- A ijking van de barometers
- B niveaubeveiligingen
- C functioneren van de putventilatie

- 31 Tijdens een bouwvergadering stelt de opdrachtgever voor om in plaats van een ventilatiesysteem met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer een systeem met gebalanceerde ventilatie en wtw toe te passen. Hij vraagt de aanwezige werkvoorbereider van de installateur om een reactie.

Wat is het juiste advies van de installateur over het voorstel van de opdrachtgever?

- A Geen probleem, deze wijziging heeft geen consequenties voor het warmtepompontwerp.
- B De energiebalans van het vermogen van de warmtepompinstallatie moet opnieuw doorgerekend worden.
- C Er is meer verwarmingscapaciteit nodig, de warmtepomp zal dus groter moeten worden.

- 32 In een gebouw wordt een installatie geplaatst met een warmtepomp en een ketel. Bij de oplevering moet door de installateur het rendement van de warmtepomp aangetoond worden aan de hand van metingen.

Welke energiestromen moet de installateur hiervoor meten?

de condensorwarmte van de warmtepomp en

- A het elektriciteitsgebruik van de laagtemperatuurbron van de warmtepomp
- B het elektriciteitsgebruik van de warmtepomp
- C het gasgebruik van de ketel

- 33 Een warmtepomp levert de basislast van aangesloten gebruikers. Het verwarmingsvermogen van de warmtepomp bedraagt 150 kW. Uit dataregistratie blijkt dat de warmtepomp op een koude winterdag in totaal 1.700 m<sup>3</sup> grondwater onttrokken en weer geladen heeft. De onttrekkingstemperatuur was gemiddeld 12 °C en de injectietemperatuur gemiddeld 7 °C.

Heeft de warmtepomp de juiste hoeveelheid koude geladen?

- A Ja, dit is een realistische hoeveelheid.
- B Nee, deze warmtepomp kan maximaal ca. 450 m<sup>3</sup> per dag laden.
- C Nee, met deze warmtepomp moet het mogelijk zijn het dubbele te laden.

- 34 Een gebouwbeheerder constateert dat een warmtepomp als gevolg van een lagedrukstoring niet in bedrijf is. Het gaat om een warmtepomp die gevoed wordt door een grondwatersysteem.

Welke parameter moet de storingsmonteur controleren bij de storingsanalyse?

- A de grootte van de warmtevraag
- B het verloop van de buitentemperatuur
- C de volumestroom van de bron

- 35 Waarom moet een grondwaterbron gespuid worden?

- A omdat dit een eis is vanuit de Vergunning Grondwaterwet
- B omdat dit nodig is om vervuiling van de verdamperwarmtewisselaar van de warmtepomp te voorkomen
- C omdat hierdoor de bron de gewenste capaciteit kan blijven leveren bij de (ontwerp)condities

- 36 Waarom is het van belang dat het grondwatercircuit op een overdruk gehouden wordt?
- A omdat anders cavitatie in de bronwaterpompen op kan treden
  - B omdat anders opgeloste gassen uit het grondwater vrijkomen
  - C omdat anders water uit andere grondwaterlagen aangezogen wordt
- 37 Het aantal controles van een warmtepomp is volgens de STEK afhankelijk van de koudemiddelinhoud.
- Hoeveel controles per jaar zijn nodig voor een warmtepomp met één koudemiddelcircuit met een koudemiddelinhoud van 30 kg?
- A één controle
  - B vier controles
  - C zes controles
- 38 Waaraan kan een beheerder afleiden 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
- 39 Uit een reguliere controle van de warmtepomp blijkt dat deze draait met een COP van 4.
- Heeft de warmtepomp een voldoende bijdrage geleverd aan de energiebesparing met betrekking tot de warmtelevering?
- A Ja, een COP van 4 is een voldoende COP waarmee een goede bijdrage geleverd kan worden aan de energiebesparing.
  - B Nee, een COP van 4 is relatief laag en de energiebesparing zal daarom ook laag zijn.
  - C Een momentane COP van de warmtepomp zegt te weinig om een uitspraak te kunnen doen over de energiebesparing.
- 40 Uit een reguliere controle van een warmtepompinstallatie na afloop van het jaar blijkt dat deze 70% van de totale warmtevraag heeft geleverd.
- Heeft de warmtepomp een voldoende bijdrage geleverd aan de energiebesparing met betrekking tot de warmtelevering?
- A Ja, 70% is het verwachte aandeel van de levering door de warmtepomp.
  - B Nee, een bijdrage van 70% is relatief laag en de energiebesparing zal daarom ook laag zijn.
  - C Alleen het gegeven van de bijdrage van de warmtepomp zegt te weinig om een uitspraak te kunnen doen over de energiebesparing.

**EINDE**

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