

## Voorbeeldexamen Basiscursus Vakmanschap Bodemenergie

### 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 17 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 naslagwerken is NIET toegestaan.
  - Dit examen bevat een formuleblad als bijlage.
  - De tijdsduur van dit examenonderdeel is maximaal 120 minuten.
  - U kunt maximaal 40 punten behalen.
  - Voorlopige cesuur: Bij een score van 28 punten of hoger hebt u een voldoende. Bij een score van 27 punten of lager hebt u een onvoldoende

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

Dit boekje pas openen als daarvoor toestemming wordt gegeven.

- 1** Waarop moet de energieopname uit de bodem bij het ontwerpen van een bronneninstallatie worden gebaseerd?
- A** op de basislast van de gevraagde capaciteit van een monovalente installatie
  - B** op de globale energievraag van de jaarlijkse energiebehoefte van een gebouw
  - C** op de maximale vermogensvraag van het gebouw bij extreme buitentemperatuur condities
  - D** op de pieklast van het beschikbaar vermogen van een bivalente installatie
- 2** Welk van onderstaande factoren is van invloed op de energievraag van een gebouw?
- A** De bodemgeschiktheid en daarmee maximale capaciteit van het bodemenergiesysteem
  - B** De gebruikstijden van het gebouw.
  - C** Het vermogen van de warmtepompen dat is aangesloten op het bodemenergiesysteem.
- 3** De vermogens- en energievraag van een gebouw is bepalend bij het ontwerpen van een bodemenergiesysteem.  
Lees de stellingen goed door.
- 1. Bij de bepaling van het maximale verwarmingsvermogen van een gebouw wordt de interne warmteproductie niet meegerekend;
  - 2. Bij de bepaling van het jaarlijkse warmte- en koudeverbruik van een gebouw is de invloed van het klimaatjaar verwaarloosbaar klein.
- Welke stelling(en) is (zijn) juist?
- A** Alleen stelling 1 is juist.
  - B** Alleen stelling 2 is juist.
  - C** Stelling 1 en 2 zijn beiden juist.
  - D** Stelling 1 en 2 zijn beiden onjuist.
- 4** Hieronder staan een aantal stappen die moeten worden doorlopen om een juist inzicht van de energiestromen van een bodemenergiesysteem te krijgen.
- 1. Bepaal de thermische (on)balans in de bodem
  - 2. Bepaal de warmte- en koudevraag van het gebouw
  - 3. Bepaal het aandeel warmtelevering van de warmtepomp en het aandeel koudelevering van de bronneninstallatie
- In welke volgorde moet je de stappen uitvoeren?
- A** 1,2,3
  - B** 2,1,3
  - C** 2,3,1
  - D** 1,3,2

**5** Een verwarmingsstelsel heeft de volgende kenmerken:

- aanvoertemperatuur 45°C
- retourtemperatuur 35°C
- maximaal debiet 15 m<sup>3</sup>/uur
- 1.200 vollast draaiuren per seizoen
- warmtecapaciteit water 4,2 MJ/(m<sup>3</sup> K)

Wat is het maximale verwarmingsvermogen en wat is het verwarmingsverbruik gedurende het seizoen:

- A** 42 kW en 50 MWh
- B** 175 kW en 210 MWh
- C** 788 kW en 945 MWh
- D** 630 MW en 756 GWh

**6** Hoe groot is bij benadering de capaciteit van de warmtepomp van een bivalente installatie?

- A** circa 30% van de benodigde energievraag
- B** circa 30% van het totale koelvermogen
- C** circa 30% van het totale verwarmingsvermogen
- D** circa 70% van het totale vermogen

**7** Een kantoorgebouw met een luchtbehandelingsinstallatie zonder warmteterugwinning heeft een hoog temperatuur verwarmingsafgiftesysteem (80-60°C) dat aangesloten is op een stadsverwarmingsnet. Het gebouw is eveneens voorzien van een Laag Temperatuur Koelsysteem met een koelmachine (6°C-12°C) geplaatst op het dak.

De opdrachtgever wil besparen op energieverbruik voor verwarming en koeling. Het afgiftesysteem kan om economische redenen niet worden vervangen.

Welk systeemconcept verdient de voorkeur?

- A** Luchtbehandeling uitbreiden met een WKO-batterij voor koude laden in de bodem.
- B** Stadsverwarming uitbreiden met een HRe-ketel.
- C** Stadsverwarming uitbreiden met een Warmte Kracht-Koppeling (WKK-installatie 90-70°C) en de noodkoeler van de WKK-koppelen aan de bronneninstallatie.
- D** Een bodemenergiesysteem met warmtepomp voor warmte- en koudelevering aan het gebouw.

**8** Wat wordt bedoeld met een passief koelsysteem?

- A** De koeling voor een gebouw wordt elders voorzien.
- B** De koeling voor een gebouw wordt geleverd door de bronneninstallatie en aangevuld met de warmtepomp in koelbedrijf.
- C** De koeling voor een gebouw wordt geleverd door de bronneninstallatie.
- D** De koeling voor een gebouw wordt geleverd via een luchtbehandeling.

- 9** Bij een renovatie van een bestaand flatgebouw wil de woningbouwvereniging (WBV) het energielabel van label E naar A opwaarderen. In de bestaande situatie is in één centrale technische ruimte op de begane grond een grote CV-ketel aangebracht voor de gehele warmte- en warmtapwatervoorziening van het gebouw.

De WBV stelt voor om deze installatie te vervangen en vloerverwarming in de dekvloer van de woningen aan te brengen. Ook wordt het isolatieglas vervangen voor HR++-glas. Om oververhitting zomers van de woningen te voorkomen stelt de woningbouwvereniging voor de vloerverwarming ook voor gratis koeling te gebruiken.

Welk installatieconcept is voor dit flatgebouw het meest geschikt?

- A** een bodemcollector met een collectief CV-/warmtepompsysteem
- B** een bodemcollector met individuele warmtepompsystemen
- C** een bodemcollector met een collectieve warmtepomp en individuele CV-ketels

- 10** Een woning met een warmtepomp wordt niet voldoende verwarmd. De aanvoertemperatuur naar de vloerverwarming wordt verhoogd van 35 °C naar 40 °C.

Wat is het effect op het rendement van de warmtepomp?

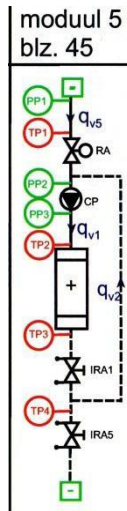
- A** het rendement blijft gelijk
- B** het rendement daalt
- C** het rendement stijgt

- 11** Een projectontwikkelaar besluit het aantal te bouwen woningen in een nieuwbouwwijk te verdubbelen. Alle woningen krijgen een warmtepomp met een individueel gesloten bodemenergiesysteem. Het rendement zal gelijk moeten blijven ten opzichte van het oorspronkelijk ontwerp.

Wat moet er met de lengte van het bodemwarmtewisselaarsysteem van elke woning gebeuren?

- A** die moet afnemen
- B** die moet gelijk blijven
- C** die moet toenemen

- 12 Een gebouw wordt verwarmd en gekoeld met een bodemenergiesysteem. Om het rendement van de warmtepomp te verhogen is een stooklijn opgenomen in de regeltechniek. Hierdoor daalt in deellast de CV-aanvoertemperatuur naar het gebouw.
- In de bovengrondse installatie is een module 5 van de ISSO44 toegepast voor een verwarmingsafgiftesysteem.



De gebruiker is een mengschakeling, het debiet is variabel. Wat gebeurt er met de retourtemperatuur naar de opwekker?

- A die daalt in deellast  
 B die is constant in deellast  
 C die stijgt in deellast
- 13 In een bestaande koelinstallatie (6°C-12°C) zijn meerdere modulen 4 van ISSO47 toegepast als afgiftesystemen voor luchtbehandelingen en koelgroepen. De opdrachtgever wil een open warmte-/ koudeopslagsysteem toepassen met het bestaande Laag Temperatuur -afgiftesysteem.

Koudegebruikermodulen	Moduul 1	Moduul 2	Moduul 3	Moduul 4	Moduul 5	Moduul 6	Moduul 7	Moduul 8
a = warmtewisselaar in LBK zonder condensatie b = warmtewisselaar in LBK met condensatie c = vloer / wandkoeling d = stralingspanelen e = inductieapparaten f = ventilatorconvectoren g = koudeopslag laden (TSA)								
<b>Kenmerken</b>								
Aanwijzing voor toepassing	c, d, e, f	c, d, e, f	g	b	a, c, d, e, f	b, g	a, c, d, e, f	a, c, d, e, f

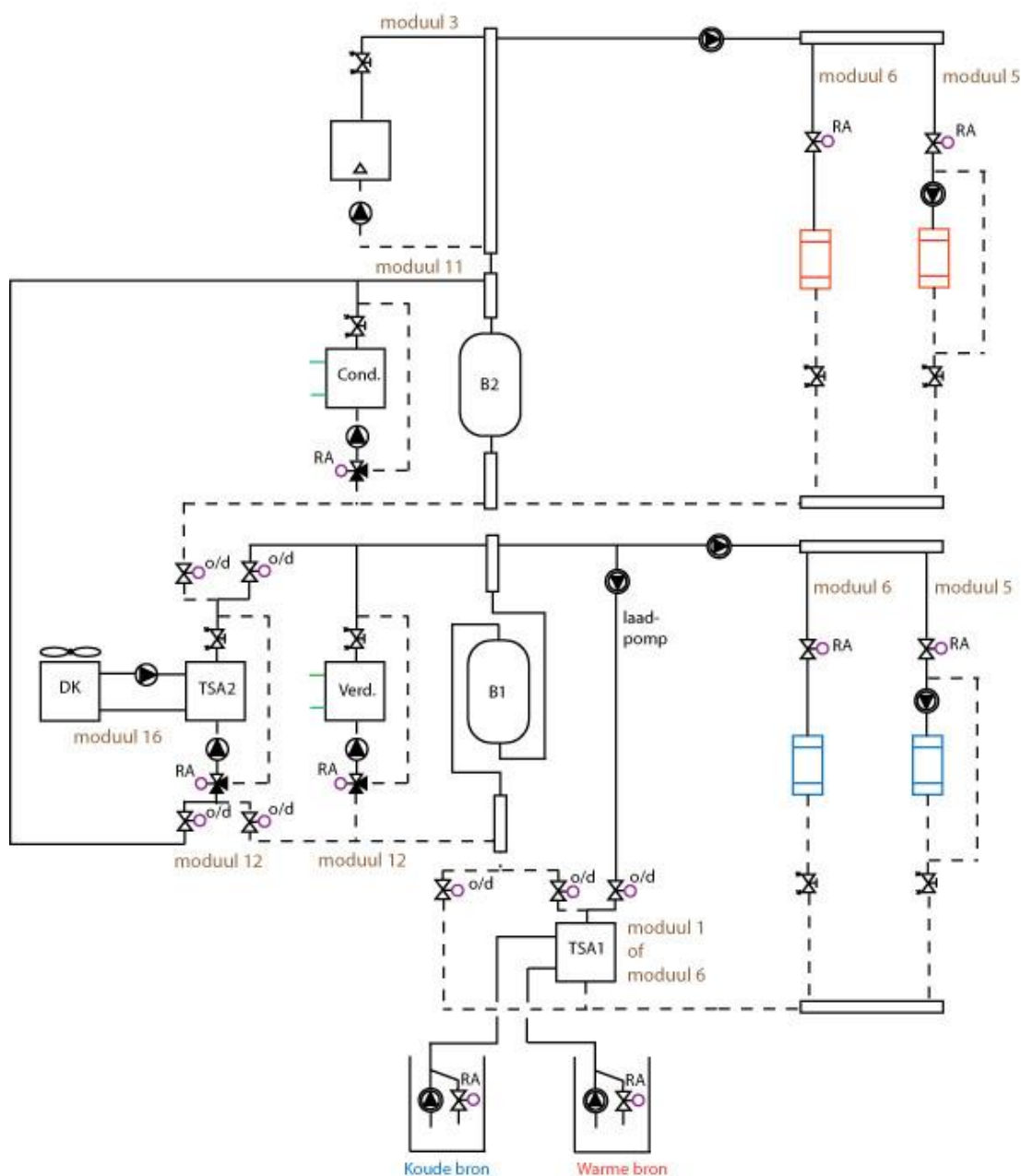
Welke stelling is van toepassing?

- A De afgifte installatie moet worden aangepast omdat bij deellast de retourtemperatuur daalt wat ongunstig is voor de warme bron.  
 B De afgifte installatie moet worden aangepast omdat bij deellast de gekoeld water retourtemperatuur stijgt dat gunstig is voor de warme bron.  
 C De afgifte installatie kan aangesloten worden op het bronnensysteem omdat hiermee de bodembalans wordt bereikt.  
 D De afgifte installatie kan aangesloten worden op het bronnensysteem omdat het afgifte systeem onafhankelijk is van het koude opwekkingsysteem.

- 14 Met welke combinatie van hoofdcomponenten kan de grootste CO2-reductie bereikt worden?
- A met de elektrische warmtepomp, bodemenergiesysteem, tegenstroomapparaat, koelmachine.
  - B met de elektrische warmtepomp, buffervat, warmte/koude bodemenergiesysteem, droge koeler.
  - C met de elektrische warmtepomp, buffervat, warmte/koude bodemenergiesysteem, CV-ketel.
  - D met een aardgasgestookte warmtepomp, buffervat, warmte/koude bodemenergiesysteem, koelmachine.

- 15 Bekijk onderstaand installatieschema.

Basisconcept 3.2



Met welke hoofdcomponenten kan passieve koeling worden gerealiseerd?

Met de:

- A condensor warmtepomp, verdamper warmtepomp en buffervat koude.
- B buffervat koude, TSA bron en het WKO-systeem.
- C verdamper warmtepomp, buffervat koude, TSA bron en het WKO-systeem.

- 16 De uittredetemperatuur van de warmtepomp aan de verdamperzijde daalt bij gelijkblijvende uittredetemperatuur van de condensor.

Wat gebeurt er met de Coëfficiënt Of Performance (COP) van de warmtepomp als de debieten gelijk blijven?

- A die blijft gelijk
- B die wordt groter
- C die wordt kleiner
- D dit is niet te bepalen zonder aanvullende gegevens

- 17 In een kantoorgebouw kan uit de volgende installatieonderdelen worden gekozen:

- radiatoren temperatuurtraject 80°C – 60°C.
- convectoren temperatuurtraject 80°C – 60°C.
- betonkernactivering 16°C – 20°C;
- luchtverwarming temperatuurtraject 80 – 60°C.
- CV-ketels temperatuurtraject 80°C – 60°C.
- koelmachine temperatuurtraject 6 – 12°C.
- vloerverwarming 45°C – 35°C;
- wandverwarming 45°C – 35°C.

U beschikt over onderstaande tabel.

			Geschikt voor toepassing warmtepompen							
			MTV 45°C < $\Theta_2$ < 55°C		Voorkeursgebied voor toepassing warmtepompen					
					LTV 35°C < $\Theta_2$ < 45°C		ZLTV $\Theta_2$ < 35°C			
			TK80	TK66	TK55	TK48	TK42	TK36	TK33	TK30
<b>Ontwerptemperaturen</b>										
aanvoer $\Theta_2$ [°C]	80	66	55	48	42	36	33	30		
retour $\Theta_3$ [°C]	60	50	43	38	34	30	28	26		
verschil $\Theta_2 - \Theta_3$ [K]	20	16	12	10	8	6	5	4		
gemiddeld $(\Theta_2 + \Theta_3)/2$ [K]	70	58	49	43	38	33	30,5	28		
<b>Toepassingsgebied</b>										
radiator	o	o	o	o	o					
convector	o	o	o	o	o					
vloerverwarming				o	o	o	o			
wandverwarming				o	o	o	o			
luchtverwarming	o	o	o	o	o	o				
betonkernactivering					o	o	o	o		o

Tabel 1.1 Temperatuurklassen ( $\Theta_2$  = aanvoertemperatuur CV-water;  $\Theta_3$  = retourtemperatuur CV-water)

Er wordt voorgesteld om een bronneninstallatie te maken met een warmtepomp met koudemiddel R134a, R407C of R410A in het gebouw.

Met welke systeemcomponenten kan een warmtepomp het meest succesvol worden ingepast in de gebouwinstallatie?

- A bij betonkernactivering, vloerverwarming en luchtverwarming
- B bij radiatorverwarming, de convectorverwarming en luchtverwarming
- C bij radiatorverwarming, de vloerverwarming en de convectorverwarming.
- D bij wandverwarming, de vloerverwarming en de betonkernactivering

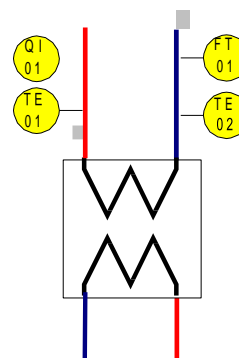
18 Bij bronneninstallaties worden veel warmtemetingen gebruikt voor het monitoren en registreren van energiehoeveelheden van de bron.

De volgende opnemers zijn gebruikt:

- TE01 Platinaopnemer  $\pm 0,3K$
- TE02 Platinaopnemer  $\pm 0,3K$
- FT01 20m<sup>3</sup>/h  $\pm 0,5\%$

De volgende temperatuur trajecten zijn van toepassing:

- verdampercircuit 13 – 7°C.
- condensorcircuit 45 – 35°C



Deze meetopnemers kunnen voor een warmtemeting zowel in het verdampercircuit als in de condensorcircuit worden geplaatst.

Wanneer is de meetafwijking van de warmtemeting het grootst?

- A Als de warmtemeting in het condensorcircuit van de warmtepomp is geplaatst.
- B Als de warmtemeting in het condensorcircuit van de warmtepomp is geplaatst en de temperatuuropnemers paarsgewijs zijn geselecteerd.
- C Als de warmtemeting in het verdampercircuit van de warmtepomp is geplaatst.
- D Als de warmtemeting in het verdampercircuit van de warmtepomp is geplaatst en de temperatuuropnemers paarsgewijs zijn geselecteerd.



- 19 Stel dat het grondwater van een bodemenergiesysteem voor koeling wordt ingezet en het grondwaterdebiet wordt groter dan het gebouwdebiet.

Wat gebeurt er dan met de injectietemperatuur van de warme bron?

- A De injectietemperatuur blijft gelijk.
- B De injectietemperatuur neemt af.
- C De injectietemperatuur neemt toe.

- 20 Wat benadert het beste de ordegrrootte van de natuurlijke grondwaterstroming in Nederland?

- A 0 tot 100 meter per dag
- B 0 tot 100 meter per jaar
- C 0 tot 100 meter per uur

- 21 Een open bronnensysteem is op basis van de standaard richtlijnen ontworpen met boordiameter 600 mm en filterlengte 20 meter. Een boorbedrijf maakt een aanbieding voor bronnen met boordiameter 300 mm en filterlengte 15 meter.

Wat gebeurt er met de afpompings- en de verstoppingsnelheid van de bron als er voor een kleinere boordiameter en een kleinere filterlengte wordt gekozen?

	De afpompings- wordt...	De verstoppingsnelheid wordt...
A	groter.	groter.
B	groter.	kleiner.
C	kleiner.	kleiner.
D	kleiner.	groter.

- 22 De hydraulische straal is de afstand in het watervoerende pakket rondom een infiltratiebron, tot waar het geïnfiltreerde water reikt na één seizoen. De invloed van grondwaterstroming wordt hierbij niet meegenomen. In een infiltratiebron wordt in één seizoen 120.000 m<sup>3</sup> water geïnfiltreerd. De bron staat in een watervoerend pakket van 40 meter dik. De porositeit van de bodem is 0,3.

Wat is de hydraulische straal rond deze infiltratiebron?

- A 17 meter
- B 31 meter
- C 56 meter
- D 70 meter

23 Open en gesloten bodemenergiesystemen hebben verschillende kenmerken.

Welk kenmerk hoort specifiek bij een gesloten systeem:

- A De bodemgeschiktheid is van ondergeschikt belang.
- B Het warmtetransport vindt plaats door grondwaterverplaatsing.
- C Het wordt toegepast in de glastuinbouw.

24 Ontwerp van een open bodemenergiesysteem:

- debiet van 200 m<sup>3</sup>/uur
- 1.000 vollast draaiuren per seizoen
- thermische straal 60 meter rond de bronnen

In de exploitatie blijkt de inzet van het systeem geen 1.000, maar slechts 500 vollast draaiuren per seizoen.

Wat gebeurt er met de thermische straal van het geïnfiltreerde water bij exploitatie?

- A De thermische straal blijft gelijk (60 meter).
- B De thermische straal wordt de helft kleiner (30 meter).
- C De thermische straal wordt een factor  $\sqrt{(2\pi)}$  kleiner (24 meter)
- D De thermische straal wordt een factor  $\sqrt{2}$  kleiner (42 meter).

25 Op twee locaties zijn precies dezelfde bodemwarmtewisselaars aangelegd.

Alleen de gemiddelde warmtegeleidingscoëfficiënt van de bodem is verschillend:

- locatie 1: warmtegeleidingscoëfficiënt 2,0 W/mK
- locatie 2: warmtegeleidingscoëfficiënt 1,5 W/mK

Uit beide bodemwarmtewisselaars wordt dezelfde hoeveelheid warmte onttrokken.

Wat is de temperatuur in het boorgat op locatie 1?

- A gelijk aan locatie 2
- B hoger dan op locatie 2
- C lager dan op locatie 2

26 Wat is de juiste werkvolgorde bij aanleg van een open bron?

- A grondboring; aanvullen boorgat; inbouw filters; inbouw bronpomp en appendages; schoonpompen en ontwikkelen.
- B grondboring; inbouw bronpomp en appendages; schoonpompen en ontwikkelen; inbouw filters; aanvullen boorgat.
- C grondboring; inbouw filters; aanvullen boorgat; schoonpompen en ontwikkelen; inbouw bronpomp en appendages.
- D grondboring; schoonpompen en ontwikkelen; aanvullen boorgat; inbouw filters; inbouw bronpomp en appendages.

- 27** Een boorfirma boort bronnen voor een gesloten bodemenergiesysteem. Tijdens het boren worden geen monsters genomen en worden mogelijk aanwezige scheidende lagen niet gedetecteerd.

Is dit toegestaan volgens het Protocol Mechanisch Boren?

- A** Ja, mits het boorgat in zijn geheel met ondoorlatend materiaal wordt afgedicht.
- B** Ja, mits uit vooronderzoek blijkt dat er geen scheidende lagen aanwezig zijn.
- C** Nee, dit is niet toegestaan.

- 28** Er wordt een gesloten bodemenergiesysteem aangelegd. Het systeem is gemeld conform het activiteitenbesluit.

Welke andere wet- en regelgeving moet worden getoetst voor de aanleg van dit systeem?

1. Wet bodembescherming (o.a. erkenningsplicht, bodemverontreiniging)
2. WION (o.a. melding graafwerkzaamheden, informatie kabels en leidingen)
3. Provinciale milieuverordening (o.a. beschermingsgebieden en boringsvrije zones)
4. Verordening waterhuishouding (o.a. regels voor grondwateronttrekking)
5. Algemene plaatselijke verordening (o.a. regels voor aanleg)
6. Keur van het waterschap (o.a. regels voor aanleg, onttrekking en lozing)

Van toepassing zijn de wet- en regelgeving:

- A** 1 t/m 6
- B** 1, 2, 3, 5 en 6
- C** 1, 3, 4 en 5
- D** 1, 3 en 5

- 29** Wat is het bevoegd gezag voor het lozen van water op oppervlaktewater?

- A** de gemeente of provincie
- B** de gemeente of rijkswaterstaat
- C** het waterschap of de gemeente
- D** het waterschap of rijkswaterstaat

- 30** Waarom moet tijdens het boren het water in het boorgat continu op overdruk worden gehouden?

- A** om doorboring van scheidende lagen te voorkomen
- B** om instorten en beschadiging van het boorgat te voorkomen
- C** om ontgassing van grondwater te voorkomen
- D** om opbarsten van de bron te voorkomen

- 31 Voor het voorkomen van lekkage is de gas- en waterdichtheid van de bodemwarmtewisselaar van belang.

Wanneer moet beproeving plaats vinden?

- A bij het inbedrijf stellen van het totale systeem
- B na inbouw van de lus in het boorgat
- C voor inbouw van de lus in het boorgat (fabriekscontrole)
- D op alle drie bovengenoemde momenten

- 32 Na realisatie van een open bodemenergiesysteem wordt een capaciteitsproef uitgevoerd. Het specifiek debiet van een van de bronnen bedraagt 20 m<sup>3</sup>/h/m. Na twee jaar wordt in dezelfde bron opnieuw een capaciteitsproef uitgevoerd. Bij een onttrekking van 60 m<sup>3</sup>/h wordt een stationaire stijghoogteverandering in de bron van 4,0 meter gemeten.

Wat kan gezegd worden over de capaciteit van deze bron?

- A De broncapaciteit is met 25% afgenomen.
- B De broncapaciteit is met 25% toegenomen.
- C De broncapaciteit is met 66% afgenomen.
- D De broncapaciteit is met 66% toegenomen.

- 33 In de vergunning Waterwet van een open bodemenergiesysteem is een voorschrift over de energiebalans opgenomen:

“Het bodemenergiesysteem bereikt uiterlijk vijf jaar na de datum van ingebruikneming een moment waarop de totale hoeveelheid geladen koude groter is dan de totale hoeveelheid geladen warmte.”

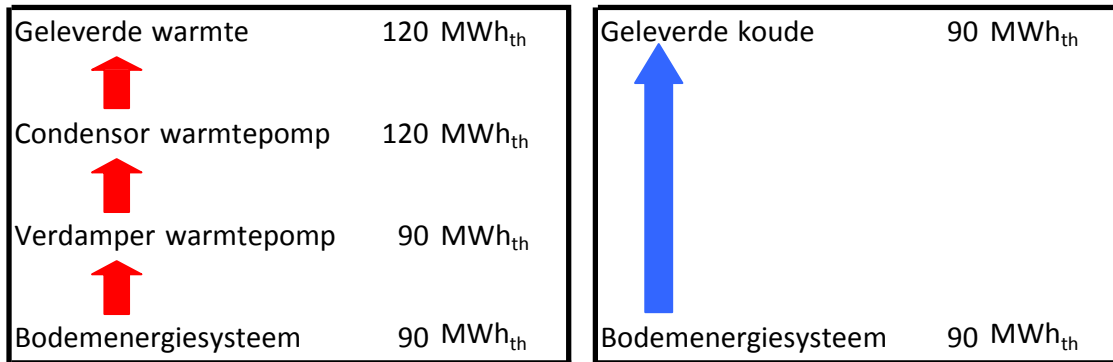
Het bodemenergiesysteem is gedurende vijf jaar in bedrijf. De onderstaande monitoringsgegevens zijn verzameld.

	geleverde energie door koude bronnen MWh	geleverde energie door warme bronnen MWh	balans per periode MWh	balans cumulatief MWh
<b>ontwerp</b>	<b>130</b>	<b>130</b>	<b>0</b>	
<b>monitoringsgegevens exploitatie</b>				
jaar 1	125	78	47	47
jaar 2	108	106	2	49
jaar 3	128	102	26	75
jaar 4	114	137	-23	52
jaar 5	107	112	-5	47
<b>maandgegevens monitoring van jaar 5</b>				
jan	0	35	-35	17
feb	0	23	-23	-6
mrt	0	2	-2	-8
apr	0	8	-8	-16
mei	5	2	3	-13
jun	41	0	41	28
jul	38	0	38	66
aug	15	0	15	81
sep	8	1	7	88
okt	0	9	-9	79
nov	0	14	-14	65
dec	0	18	-18	47

Voldoet dit systeem wel of niet aan het voorschrift over de energiebalans, en wat is daarbij de juiste onderbouwing?

- A** Ja, er wordt voldaan aan het voorschrift over de energiebalans. De totale (cumulatieve) hoeveelheid geladen koude is in alle vijf jaren groter dan de hoeveelheid geladen warmte.
- B** Ja, er wordt voldaan aan het voorschrift over de energiebalans. In de periode februari t/m mei van jaar 5 is de totale (cumulatieve) hoeveelheid geladen koude groter dan de hoeveelheid geladen warmte.
- C** Nee, er wordt niet voldaan aan het voorschrift over de energiebalans. De totale (cumulatieve) hoeveelheid geladen koude is in alle vijf jaren kleiner dan de hoeveelheid geladen warmte.
- D** Nee, er wordt niet voldaan aan het voorschrift over de energiebalans. In jaar 4 en in jaar 5 is de totale hoeveelheid geladen koude (per jaar) kleiner dan de hoeveelheid geladen warmte.

- 34 De energielevering door een warmtepomp in combinatie met een bodemenergiesysteem is schematisch weergegeven:



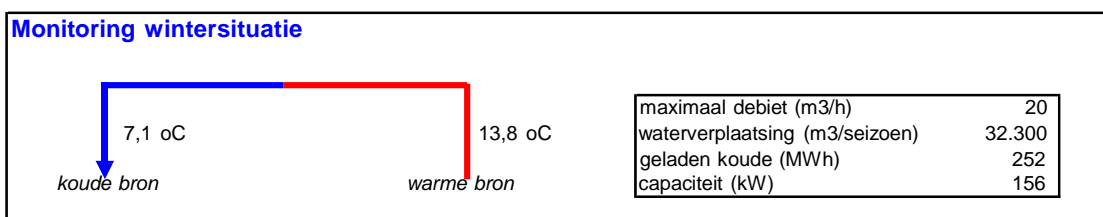
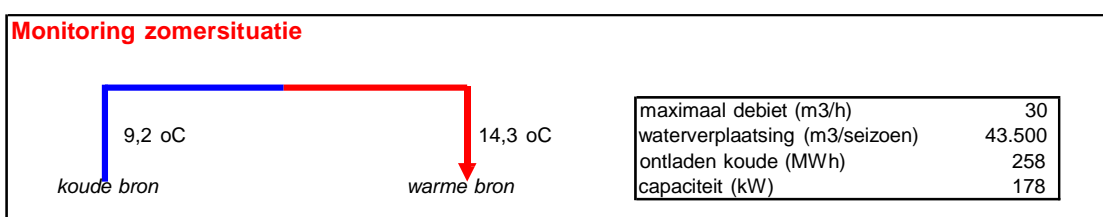
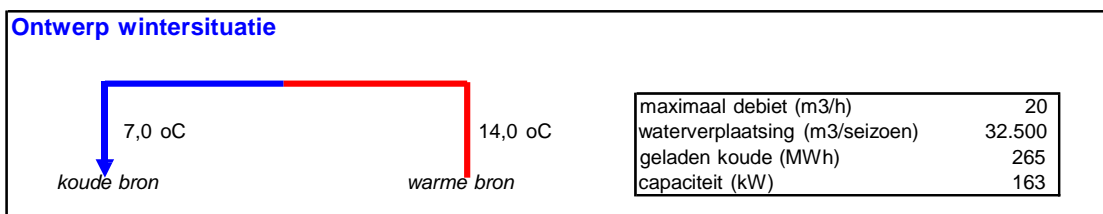
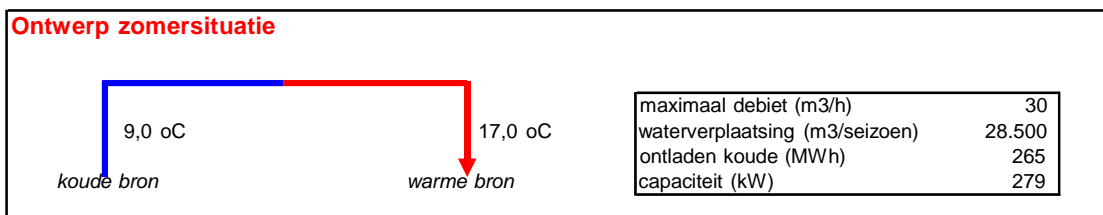
COP warmtepomp 4  
COP bodemenergiesysteem 20

$$SPF = \frac{\text{Geleverde warmte en koude (MWh}_{th})}{\text{Gebruikte elektrische energie (MWh}_{e})}$$

Wat is het rendement (SPF) van de geleverde warmte en koude?

- A SPF = 3,5
- B SPF = 5,4
- C SPF = 6,1
- D SPF = 7,0

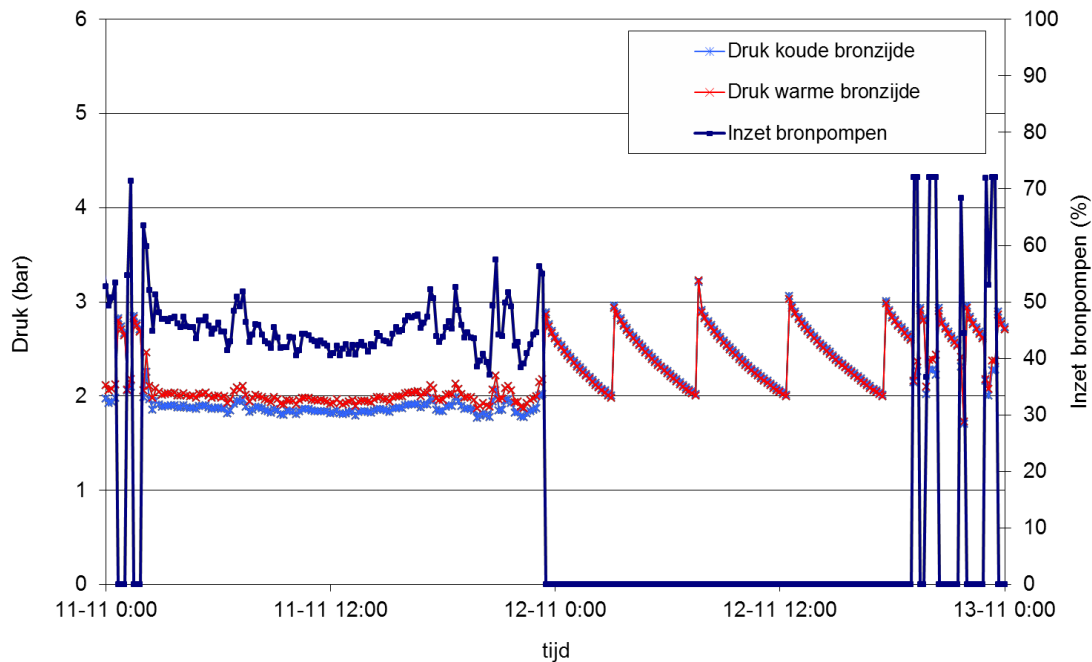
- 35 Het ontwerp en de monitoringsgegevens over een willekeurig jaar van een open bodemenergiesysteem staan hieronder schematisch weergegeven:



Dit systeem functioneert niet volgens ontwerp. Met welke aanpassing zal dit systeem volgens ontwerp gaan functioneren?

- A Er vindt te veel thermisch verlies in de bodem plaats. Aanpassen door vergroten inzet van het bronnensysteem in zomer- en wintersituatie door aanpassing van de stooklijnen en eerdere vrijgave van het opslagsysteem.
- B Er wordt in de zomer met een te lage temperatuur in de warme bron geïnfiltreerd. Aanpassen door verhoging van de infiltratietemperatuur in de warme bron door aanpassingen in de bovengronds installatie en / of regeling.
- C Er wordt in de zomer te veel koeling geleverd door het opslagsysteem. Aanpassen door inzet van aanvullende koelcapaciteit of door aanleg van een regeneratievoorziening voor aanvullend koude laden.

- 36 In een open opslagsysteem wordt de druk in het grondwatercircuit geregistreerd aan de warme en aan de koude bronzijde van de warmtewisselaar. In de figuur is de drukregistratie opgenomen gedurende de dagen 11 en 12 november. Ook is de inzet van de bronpompen weergegeven.



Welke conclusie kunt u op basis van deze figuur trekken?

- A De bronnen zijn verstopt.
  - B De warme bronpomp heeft een te lage opvoerhoogte.
  - C De warmtewisselaar is verstopt.
  - D Het grondwatercircuit heeft lekkage in ruststand.
- 37 Welke term wordt er in een netto contante waarde berekening niet meegenomen?
- A break even point
  - B herinvesteringen
  - C looptijd
- 38 Voor een gebouw met utiliteits- en woonfuncties wordt een wko- warmtepomp installatie ontwikkeld. De belegger en ontwikkelaar willen geen risico lopen op een slecht presenterende installatie (technisch en energetisch) en willen niet investeren in de wko-warmtepomp installatie.

Hoe kunnen zij, zonder risico te lopen en te investeren, er voor zorgdragen dat de wko-warmtepomp installatie toch wordt ontwikkeld?

- A door het afsluiten van een DBFMO-contract
- B door het afsluiten van een UAV-contract
- C door wko-warmtepomp installatie te ontwikkelen in een bouwteam constructie



- 39** Het drukverlies (opvoerhoogteverlies) in een bodemwarmtewisselaarsysteem is, samen met het totale debiet, bepalend voor de pompkeuze.

Waar wordt het drukverlies in een bodemwarmtewisselaarsysteem NIET door beïnvloed?

- A** door de dimensies (diameter, lengte) van het leidingwerk
  - B** door de eigenschappen van het toegepaste medium
  - C** door het debiet over het systeem
  - D** door het hoogteverschil tussen het hoogste en laagste punt in het systeem
- 40** Een warmtepompsysteem voor een woning heeft een bodemwarmtewisselaarsysteem dat uit twee individuele lussen tot een diepte van 80 meter -mv bestaat.
- Hoe worden de bodemwarmtewisselaars op de warmtepomp aangesloten?
- A** De bodemwarmtewisselaars worden in serie geschakeld en met een gezamenlijke aanvoer en retourleiding aan de verdamperkant van de warmtepomp aangesloten.
  - B** De bodemwarmtewisselaars worden parallel geschakeld en met een gezamenlijke aanvoer en retourleiding aan de verdamperkant van de warmtepomp aangesloten.
  - C** Elke bodemwarmtewisselaar wordt op een verdeler/verzamelaar aangesloten en met een tegenstroomapparaat (TSA) aan de verdamperkant van de warmtepomp aangesloten.