

Met energieopslag en warmtepompen

Concept-afwegingen bij collectieve installaties

Verwacht wordt dat het aantal collectieve installaties met energieopslag en warmtepompen de komende tijd zal toenemen. Vooral voor toepassing in gebieden met woningen, al dan niet gecombineerd met andere voorzieningen zoals winkels, kantoren en/of scholen. Door schaalvergroting van de installatie en door de toepassing voor een combinatie van verschillende functies is de complexiteit van de installaties met energieopslag toegenomen. Concept-afweging met het oog op economische, energetische en praktische aspecten is daarom een belangrijk punt bij de ontwikkeling van de energievoorziening. Ook comfort kan een rol spelen bij de ontwikkeling. Denk bijvoorbeeld aan het leveren van koude aan woningen. In dit artikel wordt op hoofdlijnen ingegaan op de concept-afwegingen. Ter illustratie zijn in de kaders een aantal foto's opgenomen met een korte projectomschrijving van toepassingen van collectieve installaties.

- door **ing. L.H. den Dekker***

Energieopslag in de bodem wordt al geruime tijd toegepast. In het begin (1990-ca. 2000) waren het vooral individuele utiliteitsgebouwen die gebruik gingen maken van deze

manier van duurzame koeling. Vervolgens werd energieopslag gecombineerd met warmtepompen zodat niet alleen duurzaam kon worden gekoeld maar ook duurzaam verwarmd. Tot onge-

veer 2000 ging het bij de combinatie van verwarming en koeling met energieopslag om individuele gebouwen die op deze manier werden verwarmd en gekoeld.

Vanaf ongeveer 2000 is de ontwikkeling op gang gekomen om meerdere gebouwen en gebruikers in een gebied op een collectief systeem met energieopslag aan te sluiten. Voorbeelden hiervan zijn het Paleiskwartier in 's-Hertogenbosch, de Oostelijke Handelskade in Amsterdam en de TU/e in Eindhoven. Bij de geschetste ontwikkelingen ging het aanvankelijk vooral om utiliteitsgebouwen. Omdat het bij de gebiedsontwikkelingen ging om ook andere gebouwfuncties, verbreedde ook de doelgroep die gebruik ging maken van energieopslag. Vooral woningen kwamen in beeld om aan te sluiten op een collectieve installatie met energieopslag. In figuur 1 is de ontwikkeling weergegeven.

*DWA installatie- en energieadvies

Ontwikkeling	Voorbeelden	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06
Individuele gebouwen, alleen koeling	Perscombinatie Amsterdam, Groene Hart ziekenhuis Gouda, Rijksmuseum Amsterdam							>>										
Individuele gebouwen, koeling en verwarming	Auditorium TU/e, Anova Amersfoort, Wilhelmina Kinderziekenhuis Utrecht												>>					
Collectieve installaties gebouwcomplexen	Nike Hilversum, KBC Eindhoven, Queens Towers Amsterdam															>>		
Collectieve installaties gebieden met meerdere gebouwfuncties	Oostelijke Handelskade Amsterdam, Paleiskwartier Den Bosch, Strijpse Kampen Oirschot																	>>

Ontwikkeling in toepassingsmogelijkheden van energieopslag en warmtepompen.

- FIGUUR 1 -

AANLEIDING OM COLLECTIEVE INSTALLATIES TOE TE PASSEN

Een veel gehoorde opmerking bij het toepassen van collectieve installatie is: 'Dat is toch niet van deze tijd? Collectieve installaties zijn/worden juist weer ontmanteld en vervangen door individuele installaties'. Dit geldt echter vooral voor conventionele verwarmingsinstallaties. Daar is ook wat voor te zeggen gezien de relatief hoge warmteverliezen. Bij het toepassen van energieopslag en warmtepompen zijn er echter specifieke aspecten die desondanks tot collectieve oplossingen leiden.

1. Bij collectieve installaties met energieopslag zijn er mogelijkheden om warmte en koude onderling uit te wisselen waardoor per saldo meer energie wordt bespaard.
2. In gebieden met een hoge bouwdichtheid wordt met een collectieve installatie ten opzichte van het toepassen van meerdere individuele installaties voorkomen dat er ongewenste onderlinge beïnvloeding optreedt van koude en warme bronnen.
3. Door de verhoging van schaalgrootte bij collectieve installaties zijn de investeringskosten per saldo meestal lager dan bij het toepassen van meerdere individuele installaties.

TOENEMENDE COMPLEXITEIT

Met de toename van de schaalgrootte en combinatie van verschillende gebouwfuncties zijn de energiesystemen met energieopslag en warmtepompen niet minder complex geworden. Een belangrijk punt hierbij is de hydraulische opzet van het energiesysteem. Hiervoor zijn er veel verschillende mogelijkheden. Om te komen tot een keuze van een optimale opzet van het energie-



Technische ruimte met buffer, warmtepomp en installatiewerk voor de aansluiting van de Terminal op de collectieve installatie van de Oostelijke Handelskade te Amsterdam. Voor de Oostelijke Handelskade is een collectieve bronneninstallatie gerealiseerd met een centrale warmtewisselaar van waaruit gekoeld water wordt gedistribueerd. Op dit distributiesysteem zijn naast de Terminal ook andere gebruikers aangesloten (hotel, appartementen, kantoorgebouw).

- Foto 1 -

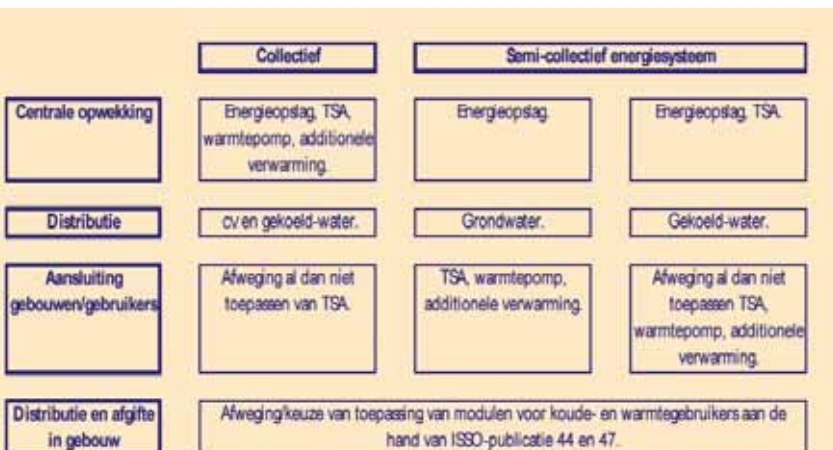
systeem moeten onder andere economische, energetische en praktische aspecten van de verschillende mogelijkheden worden afgewogen. In grote lijnen kan worden gesteld dat de volgende keuzes moeten worden gemaakt (zie schematische weergave in figuur 2):

1. Collectief of semi-collectief: Wordt de totale opwekkingsinstallatie collectief (energieopslag en de warmtepompen) of een deel (alleen de energieopslag)?
2. Als is gekozen voor semi-collectief dient er een keuze te worden gemaakt of er grondwater of gekoeld water wordt gedistribueerd naar de verschillende gebruikers. Bij distributie van gekoeld water dient er centraal een warmtewisselaar te worden toegepast. Bij distributie van grondwater zijn alleen centrale bronnen nodig.

3. Bij zowel grondwater en gekoeld water als distributiemedium zijn er verschillende mogelijkheden om het energiesysteem op te zetten (tweepijps, vierpijps, etc.). Ook hiervoor moet een keuze worden gemaakt.
4. Vervolgens dient te worden bepaald hoe de verschillende gebruikers/gebouwen op het distributiesysteem worden aangesloten.
5. Als laatste dient te worden bepaald hoe de uiteindelijke warmte- en koudegebruikers hydraulisch worden aangesloten. In de ISSO-publicaties 44 en 47 worden hiervoor uitgebreid modules omschreven. In dit artikel wordt hier daarom niet op in gegaan.
6. Hoe is de balans laden/ontladen van de collectieve energieopslag?

In dit artikel wordt vooral op de eerste vier punten ingegaan. Een andere belangrijke vraag is: 'Wie exploiteert de collectieve installatie en hoe wordt dit georganiseerd?'. Op deze meer organisatorische vraag wordt in dit artikel verder niet ingegaan. Hier zal t.z.t. een volgend artikel over worden gepubliceerd.

Figuur 2 geeft een schema waarin de verschillende mogelijkheden om een collectieve installatie met energieopslag en warmtepompen toe te passen.



Overzicht van mogelijkheden om een (semi-)collectief energiesysteem op te zetten.

- FIGUUR 2 -

HOE COLLECTIEF?

De vraag bij toepassing van een collectieve installatie met energieopslag en



Collectieve energieopslag en collectieve warmtepomp. Bij deze hoofdcategorie wordt zowel de energieopslag als de warmtepomp collectief uitgevoerd. In een centrale, collectieve installatie wordt koude en warmte geproduceerd. De warmte en koude worden vervolgens naar de aangesloten gebruikers, gebouwen en/of woningen gedistribueerd.

- FIGUUR 3 -



Bij de hoofdcategorie met alleen een collectieve energieopslag worden meerdere warmtepompen aangesloten op de collectieve voorziening. Deze warmtepompen kunnen worden ingezet voor meerdere gebruikers of voor één enkele gebruiker. Beide gevallen zijn in de figuur schematisch weergegeven. In het eerste geval is er toch weer sprake van een collectieve warmtepomp waarbij warmte wordt gedistribueerd naar de achterliggende gebruikers.

- FIGUUR 4 -

warmtepompen is welk deel collectief wordt gemaakt. Grofweg zijn er hierbij twee hoofdcategorieën (nog los van de diverse uitvoeringsmogelijkheden die verderop in dit artikel worden beschreven):

1. Zowel de energieopslag als de warmtepompen collectief.
2. Alleen de energieopslag collectief.

In de figuren 3 en 4 zijn deze twee hoofdcategorieën weergegeven.

Tabel 1 geeft een vergelijking van de twee hoofdcategorieën: geheel collectief of alleen energieopslag collectief.

Op projectniveau zal moeten worden onderzocht welke hoofdcategorie het

meest gunstig is. Dit hangt onder andere af van de volgende projectkenmerken.

Schaalgrootte

Hoe groter de schaal, hoe minder noodzakelijk het is om alles collectief te maken. Delen van het geheel kunnen voldoende schaal grootte hebben om per fase een warmtepompinstallatie

	Energieopslag en warmtepomp collectief	Alleen energieopslag collectief
Investing	Grotere basisinvestering.	Hogere kosten door kleinere schaal grootte warmtepompinstallaties.
Energiegebruik	Meer distributieverliezen. Vooral warmte verliezen.	
Energiekosten	Mogelijk lager tarief gas en elektra door collectief inkoop punt.	
Onderhoud	Minder onderhoud voor één grote installatie dan voor meerdere kleinere installaties.	Meer onderhoud door meer (kleinere) warmtepompinstallaties.
Faseerbaarheid	Ongunstig. Minder mogelijkheden om mee te groeien met ontwikkeling van het gebied.	Meer mogelijkheden om mee te groeien met ontwikkeling van het gebied. Vooral de warmtepompinstallaties.
Flexibiliteit	Weinig flexibiliteit.	Meer flexibiliteit door meer mogelijkheden voor gefaseerde realisatie.

Vergelijking tussen geheel collectief en alleen energieopslag collectief.

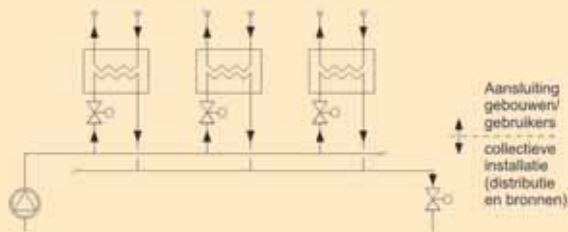
- TABEL 1 -

Schematische weergave van de uitvoeringsvormen

Omschrijving

Recirculatie – tweepijps

Voorbeeld: Strijpse Kampen Oirschot



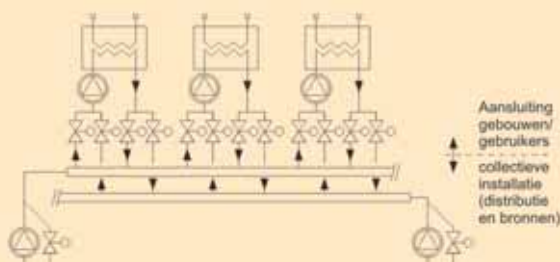
Algemeen: Recirculatievariant waarbij altijd uit dezelfde bron wordt onttrokken. De gebruikers bepalen zelf of zij het grondwater gebruiken voor koeling of voor verwarming.

Voordeel: Eenvoudig systeem.

Nadeel: Aanvoertemperatuur voor koeling is nooit lager dan natuurlijke bodemtemperatuur en voor verwarming nooit hoger dan natuurlijke bodemtemperatuur.

Warme en koude bron - tweepijps

Voorbeeld: TU/e Eindhoven



Algemeen: Grondwatersysteem met koude en warme bron. De gebruikers kiezen of ze onttrekken uit de koude of uit de warme ring van het grondwaterdistributiesysteem.

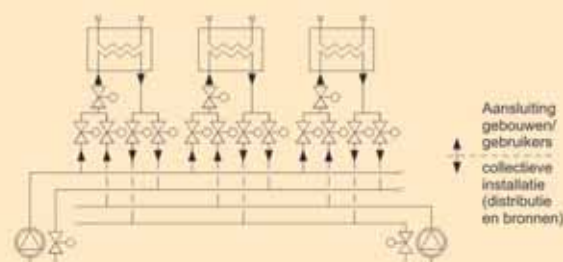
Voordeel: Aanvoertemperatuur voor koeling is (bij geladen koude bron) lager dan natuurlijke bodemtemperatuur en voor verwarming hoger dan natuurlijke bodemtemperatuur. Hierdoor kan meer capaciteit worden geleverd per eenheid volumestroom.

Nadeel: De toerengeregelde pompen van de gebruikers staan in serie met de toerengeregelde bronpomp. Dit moet goed op elkaar worden ingeregeld. Het drukverschil over het distributienet werkt voor de ene vrager mee, terwijl het voor een andere vrager tegenwerkt. Bij de selectie en het (in)regelen van de geregelde pompen bij de gebouwaansluitingen dient hiermee rekening te worden gehouden.

Distributienet is eigenlijk een grote verdeler/ verzamelaar en zal daardoor ruim moeten worden gedimensioneerd. De afmetingen zijn hierdoor groot en het distributienet is relatief duur. Ook de toerengeregelde pompen per gebruiker maken het relatief duur.

Warme en koude bron - vierpijps

Voorbeeld: Paleiskwartier 's-Hertogenbosch, Oostenburgereiland Amsterdam



Algemeen: Grondwatersysteem met koude en warme bron. De gebruikers kiezen of ze onttrekken uit de koude of uit de warme ring van het grondwaterdistributiesysteem.

Voordeel: Aanvoertemperatuur voor koeling is (bij geladen koude bron) lager dan natuurlijke bodemtemperatuur en voor verwarming hoger dan natuurlijke bodemtemperatuur. Hierdoor kan meer capaciteit worden geleverd per eenheid volumestroom.

Nadeel: meer ruimtebeslag doordat distributienet uit vier leidingen bestaat.

Drie uitvoeringsvormen van collectieve energieopslag waarbij grondwater wordt gedistribueerd.

- TABEL 2 -

toe te passen en alleen de energieopslag collectief te maken.

Faseringlooptijd

Hoe meer fasen er zijn of hoe langer de looptijd is, hoe eerder het aantrekkelijker wordt om alleen de energieopslag collectief te maken en per fase een warmtepompinstallatie te maken.

Bouwdichtheid

Hoe lager de bouwdichtheid, hoe gun-

stiger het is om alleen de energieopslag collectief te maken en per gebouw of gebruiker een warmtepompinstallatie te voorzien. In het bijzonder om de warmteverliezen bij distributie van warmte te beperken. Deze afweging speelt bijvoorbeeld bij toepassing van energieopslag en warmtepompen voor een woonwijk met vooral grondgebonden woningen.

UITVOERINGSMOGELIJKHEDEN COLLECTIEVE INSTALLATIES MET ALLEEN ENERGIEOPSLAG COLLECTIEF

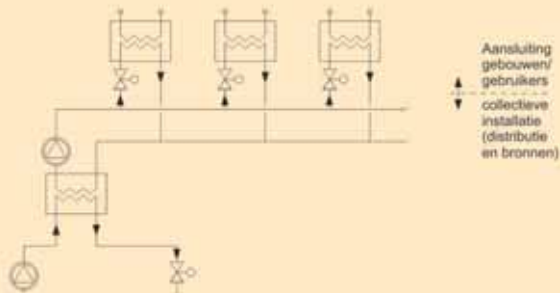
Als het om collectieve installaties met energieopslag en warmtepompen gaat zijn er vele uitvoeringsmogelijkheden. In het bijzonder bij de installaties waarbij alleen de energieopslag collectief wordt toegepast (tweede hoofdcategorie uit het voorgaande) zijn er veel uit-

Schematische weergave van de uitvoeringsvormen

Omschrijving

Recirculatie – tweepijps

Voorbeeld: Westwijk Amstelveen



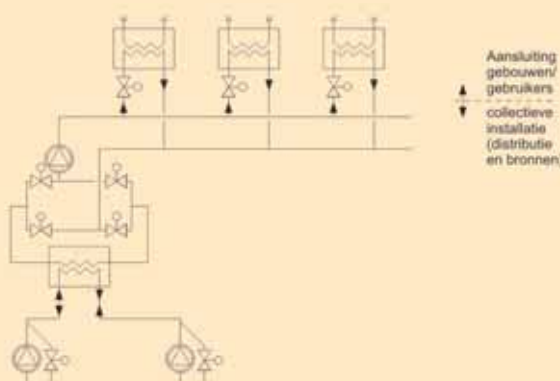
Algemeen: Recirculatievariant waarbij altijd uit dezelfde bron wordt onttrokken. De gebruikers bepalen zelf of zij het gekoeld water gebruiken voor koeling of voor verwarming.

Voordeel: Eenvoudig systeem.

Nadeel: Aanvoertemperatuur voor koeling is nooit lager dan natuurlijke bodemtemperatuur en voor verwarming nooit hoger dan natuurlijke bodemtemperatuur.

Warme en koude bron – tweepijps met glijdende aanvoertemperatuur

Voorbeeld: Oostelijke Handelskade Amsterdam



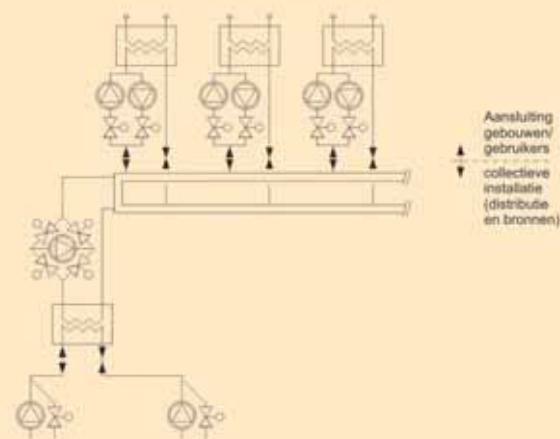
Algemeen: Gebruikers krijgen vanuit het gemeenschappelijke aanvoernet water toegevoerd. Centraal wordt op basis van de temperatuur in het retournet bepaald of er vanuit de warme of vanuit de koude bron energie moet worden toegevoerd. Met de kleppen wordt zodanig geschakeld dat er altijd sprake is van tegenstroom in de warmtewisselaar.

Voordeel: Ook deze uitvoeringsvorm is nog redelijk eenvoudig. Iets minder eenvoudig dan de bovenstaande.

Nadeel: In tussenseizoenen kan er zowel koude als warmtevraag zijn. Het temperatuurverschil over het distributienet is dan relatief klein. Hierdoor wordt relatief veel water verpompt. Dit geldt ook voor het grondwater.

Tijdens verwarmingsbedrijf is de aanvoertemperatuur in het distributienet relatief hoog. Het is mogelijk om met deze temperatuur ook te koelen (als er bijvoorbeeld een gebruiker is die tijdens verwarmingsbedrijf ook koude nodig heeft). Een beperking is wel de aanvoertemperatuur. Deze zal hoger zijn dan bij het 'echte' koelbedrijf.

Warme en koude bron – tweepijps met constante aanvoertemperatuur



Algemeen: Gebruikers onttrekken door middel van 'eigen' geregelde pompen water uit het distributienet. Centraal wordt op basis van volumestroom bepaald of er koude aan het net moet worden toegevoerd of warmte.

Voordeel: Temperatuur van het koude en warme water in het distributienet is niet meer afhankelijk van gebruikers of van retourtemperatuur (zoals bij de voorgaande). Er is altijd koud/warm water beschikbaar met redelijk constante temperatuur op het koude respectievelijk het warme deel van het net.

Nadeel: Distributienet is eigenlijk een grote verdeler/verzamelaar en zal daardoor ruim moeten worden gedimensioneerd. De afmetingen zijn hierdoor groot en het distributienet is relatief duur. Ook de toerengeregelde pompen per gebruiker maken het relatief duur.

Drie uitvoeringsvormen van collectieve energieopslag waarbij gekoeld water wordt gedistribueerd.

- TABEL 3 -

voeringsvormen. Deze zijn grofweg onder te verdelen in:

1. Collectieve energieopslag waarbij grondwater wordt gedistribueerd.
2. Collectieve energieopslag waarbij gekoeld water wordt gedistribueerd.

GRONDWATER ALS DISTRIBUTIE-MEDIUM

Tabel 2 geeft een overzicht van de uitvoeringsvormen van collectieve energieopslag waarbij grondwater wordt gedistribueerd. Bij deze uitvoeringsvormen

zijn vooraf een aantal algemene aandachtspunten/kenmerken te noemen:

1. Bij grondwatersystemen is het belangrijk dat het systeem op druk blijft. Hierdoor blijven eventuele gassen in het grondwater in oplos-

sing. Doordat bij deze uitvoering het grondwater over relatief grote afstand wordt gedistribueerd en er meerdere gebruikers zijn aangesloten op het systeem is de kans groter dat de druk ongewenst verlaagt. Als er sprake is van grondwater met relatief veel opgeloste gassen of er met andere stoffen die gevoelig zijn voor drukverlaging (of zuurstoetreding) is het beter om te kiezen voor andere uitvoeringen.

2. Het (grote) voordeel van deze uitvoering is dat er centraal geen scheidingswarmtewisselaar wordt toegepast. Hierdoor is het mogelijk om bij de uiteindelijke gebruikers koude (en/of warmte) te leveren met een lagere temperatuur (en/of hogere temperatuur in het geval van verwarming). Naast deze algemene opmerkingen die vooral de uitvoeringsvormen gelden, zijn er in de tabel specifieke opmerkingen gegeven van de verschillende uitvoeringsvormen.

GEKOELD-WATER ALS DISTRIBUTIE-MEDIUM

In tabel 3 zijn de uitvoeringsvormen beschreven waarbij gekoeld water wordt gedistribueerd. Bij deze uitvoering zijn er de volgende aandachtspunten/kenmerken:

1. Er moet een centrale scheidingswarmtewisselaar worden toegepast tussen het grondwatersysteem en het distributienet. Hierdoor is er een temperatuursprong waardoor uiteindelijk koude wordt geleverd met een temperatuur die 1 à 2 K hoger is dan de grondwatertemperatuur. Warmte wordt geleverd met een temperatuur die 1 à 2 K lager is dan de grondwatertemperatuur.
2. Naast de temperatuursprong bij de centrale warmtewisselaars is er een temperatuursprong bij de scheidingswarmtewisselaars bij de gebouwen. Deze warmtewisselaars kunnen eventueel achterwege blijven. Dit is echter niet wenselijk in verband met overlast bij lekkages, statische druk van hoge gebouwen op aangesloten lage gebouwen of eventueel individuele woningen, overlast van nieuwe aansluitingen op reeds aangesloten gebruikers/gebouwen, etc.
3. Voor de centrale scheidingswarmtewisselaar (incl. distributiepomp en andere appendages) is een centrale ruimte nodig.

Naast deze algemene opmerkingen die vooral de uitvoeringsvormen gelden, zijn er in de tabel specifieke opmerkingen gegeven van de verschillende uitvoeringsvormen.

AFWEGINGEN BIJ KEUZE GEKOELD WATER OF GRONDWATER DISTRIBUTIE

Ook bij de keuze tussen de beschreven uitvoeringsvormen geldt dat deze projectafhankelijk moet worden gemaakt. De belangrijkste aspecten bij de afweging zijn:

Gewenste temperaturen

Afhankelijk van de gewenste aanvoertemperaturen en de temperatuur van het grondwater is de ene of de andere uitvoeringsvorm meer of minder geschikt.

Samenstelling grondwater

Bij grondwater met bijvoorbeeld een hoog chloridegehalte of met een hoog percentage opgeloste gassen kan het te risicovol zijn om dit over grote afstanden te distribueren. Grondwater als distributiemedium is dan niet aan te bevelen.

Flexibiliteit voor gelijktijdigheid koelen en verwarmen

Bij verschillende gebruikers met verschillende vraagprofielen voor warmte en/of koude is een flexibele installatie nodig waarmee te allen tijde koude en warmte kan worden geleverd met gewenste temperatuurniveaus. De te kiezen uitvoeringsvorm moet dan goed aansluiten bij deze eis. Dit geldt bijvoorbeeld bij een mix van woningen



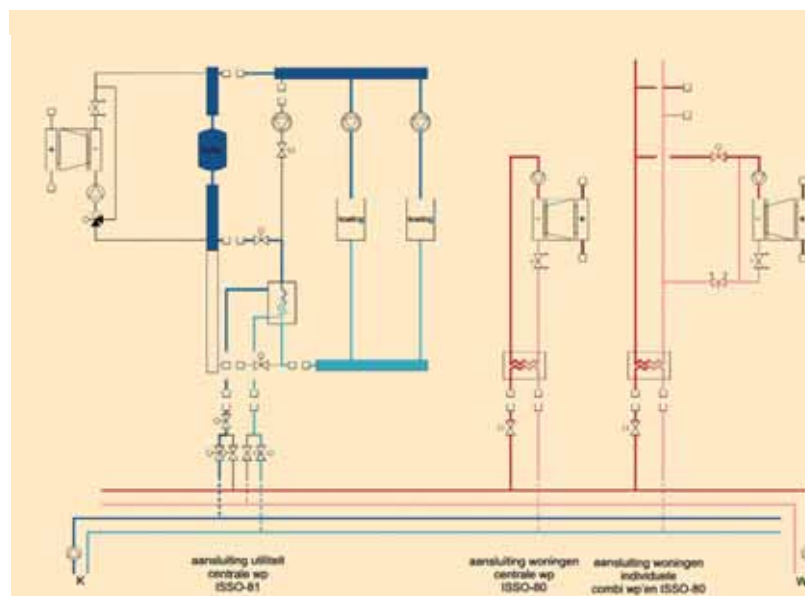
Kantoor en appartementen die zijn aangesloten op collectieve installatie Paleiskwartier 's-Hertogenbosch. Naast deze gebouwen zijn meerdere gebouwen aangesloten op de collectieve installatie. Bij deze collectieve installatie wordt grondwater gedistribueerd door een zogenaamd vierpijps-distributiesysteem. Per gebouw of cluster gebouwen is een aansluiting gerealiseerd die bestaat uit een warmtewisselaar, een warmtepomp en ketels.

- Foto 2 -

(warm tapwater) en kantoren waarbij ook een computerruimte continu moet worden gekoeld.

AANSLUITEN OP COLLECTIEVE INSTALLATIE

In het voorgaande zijn de aansluitingen weergegeven als een warmtewisselaar. Per gebruiker is een warmtewisselaar voorzien met daarbij de regeling om de gewenste hoeveelheid koud of warm water uit het collectieve distributienet te krijgen of te halen. Aan de andere zijde van de warmtewisselaar dient de installatie van de gebruiker, van het



Voorbeelden van aansluitingen op een collectieve installatie.

- FIGUUR 5 -



Kantoorgebouw Kluwer te Alphen aan de Rijn waarin een centrale collectieve installatie is gerealiseerd voor meerdere kantoorvleugels. Vanuit een centrale installatie met warmtewisselaars, warmtepomp en ketels wordt koude en warmte gedistribueerd naar de verschillende bouwdelen.

- Foto 3 -



Technische ruimte met buffervat, warmtepompen en ketel voor aansluiting van een appartementengebouw op de collectieve installatie van het zogenaamde 2 MW-project in Haarlem. Op de collectieve energieopslag (warmteopslag) zijn verschillende appartementengebouwen aangesloten met elk een eigen warmtepomp (gecombineerd met ketels en grootschalige toepassing van zonnecollectoren).

- Foto 4 -

gebouw te worden aangesloten. In de nieuwe ISSO-publicaties 80 en 81 (Handboeken integraal ontwerpen van collectieve installaties met warmtepompen in de woningbouw en utiliteit) zijn een aantal basisschema's gegeven die kunnen aansluiten op de collectieve installaties. Figuur 5 geeft een aantal voorbeelden uit de genoemde ISSO-publicaties.

BALANS LADEN/ONTLADEN

Afhankelijk van de gebruikers die zijn aangesloten op het collectieve distributienet wordt er uit het grondwater een hoeveelheid koude onttrokken (= warmte geladen) en koude geladen (=warmte onttrokken). De verhouding tussen laden en ontladen bepaalt of voorzieningen nodig zijn om aanvul-

lend koude of warmte te laden. De voorzieningen kunnen bij de gebruiker worden gerealiseerd of centraal worden aangesloten op het collectieve distributienet.

In de situatie waarbij er sprake is van de noodzaak om aanvullend koude te laden kan worden gekozen om:

- minder koude te onttrekken uit de energieopslag door een deel van de benodigde koude op een andere manier te leveren. Dit kan door bijvoorbeeld de warmtepomp als koelmachine in te zetten. Dit heeft uiteraard wel consequenties voor de energiebesparing;
- aanvullend koude te laden met koude uit de omgeving (uit buitenlucht, uit oppervlaktewater of uit asfaltcollector).

Als de balans de andere kant uitvalt en er noodzaak is om aanvullend warmte te laden kan worden gekozen om:

- minder warmte te onttrekken uit de energieopslag door een deel van de benodigde warmte in de gebouwen op een andere manier te leveren. Dit kan door bijvoorbeeld additionele verwarming ((bio)wkk, (bio)ketels) meer in te zetten. Ook hierbij geldt dat dit consequenties heeft voor de energiebesparing;
- aanvullend warmte te laden met warmte uit de omgeving (uit buitenlucht, uit oppervlaktewater, zonnecollectoren, asfaltcollectoren of laagwaardige restwarmte van derden).

AFSLUITING

De verschillende (deel)installaties die in dit artikel zijn beschreven, zijn 'blokken' uit de blokkendoos. Door de verschillende blokken goed te stapelen kunnen mooie bouwwerken worden gevormd, die goed kunnen functioneren. Ik schrijf met opzet 'goed kunnen functioneren'. Dit artikel beperkt zich tot de hydraulische opzet van de installaties. Het goed functioneren in de praktijk hangt echter niet alleen af van de hydraulische opzet. De uitwerking daarvan (dimensionering en selectie van pompen en regelkleppen, de regeltechniek/software, datacommunicatie tussen collectieve installatie en gebruikers, etc.) bepaalt of het geheel in de praktijk ook daadwerkelijk goed zal functioneren. Daar zijn gelukkig goede voorbeelden van.



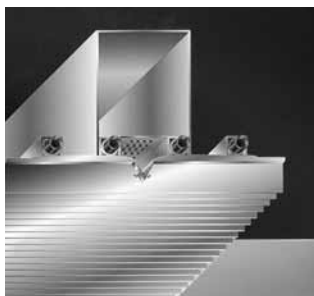
In het appartementencomplex Pothoofd te Deventer is een collectieve installatie gerealiseerd met een centrale warmtewisselaar, warmtepomp, wkk en ketels. Vanuit de centrale installatie wordt warmte en ook koude gedistribueerd naar de appartementen.

- Foto 5 -

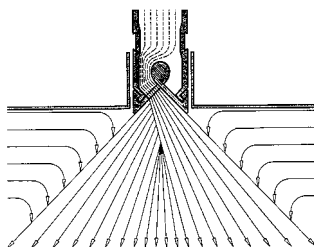


Voldoet ruimschoots aan de thermische comfortnormen zoals: NEN-EN-ISO 7730, DIN 1946/2, Arbo-normering AI-7 en ISSO publicatie nr.19.

INDUCOOL
plafondkoelpaneel
maakt gebruik van alle
energetische voordelen
van lucht en water.
Leverbaar in capaciteiten
tot **250 W/m²** of 500W/m².



Absoluut tochtvrij



Het principe

Door smalle luchtspleetjes
wordt onder een hoek van 45°
met een inductiefactor van 25
tot 30, lucht ingeblazen.
Hierdoor ontstaat een diffuse
en walsarme luchtstroming.



INDUL luchtverdeelarmatuur

Geschikt voor constante of
variabele volumens van 20 tot
100%. Inzetbaar tot -14K.
Leverbaar in cap. van 10 tot
160 m³/hm¹, in lengten van
500 tot 2500mm.
Toepasbaar in metalen-,
gips- en systeemplafonds.

Wij leveren o.a.:

- **Kiefer**
 - Tochtvrije luchtverdeel-
techniek, type Indul - Indulclip
 - Inducool, plafond koelpanelen
lucht/water
 - Indultherm, automatisch
verstelbare plafond lucht-
doorlaat
 - Concretcool, betonkern-
activering met lucht
- **Navotherm®**
Ventilatorconvectoren
t.b.v. kantoren, hotels, e.d.
- **Quitus**
Meet- en inregelventielen
3/8" tot NW 500
- **Stramax**
Klimaatmatten
- **Verwol**
Klimaatplafonds, koelplafonds



Navos Klimaattechniek B.V. is een technische handelsonderneming en importeur van
energiesparende producten en systemen. Ons leveringsprogramma bestaat uit kwalitatief hoogwaardige
producten die in grote mate bijdragen tot verbetering van het comfort in klimaatinstallaties.
U vindt ons op internet: www.navos.nl, e-mail: navos@navos.nl

inregelen volgens de regels



Met de **FlowFinder®** kunt u ventilatiesystemen inre-
gelen volledig volgens de normen **NEN1087 & NEN8087**.
Daarmee voldoet u aan het bouwbesluit.

De **FlowFinder®** meet luchthoeveelheid zeer nauw-
keurig met **nuldrukcompensatie** tot 300 m³/uur, zowel
toevoer als afzuig.

FlowFinder®
het juiste instrument
voor het inregelen van ventilatiesystemen

Kijk op www.acin.nl voor meer informatie
of bel ons voor een offerte: 070 3070703

acin instrumenten bv

tel 070 3070703 | fax 070 3070938 | info@acin.nl | www.acin.nl

ACIN

maatwerk in meten

Voor een professionele aanpak

Air Conditioning

Cooling

Heating

Ventilation



HVAC Nederland

www.hvac.nl

0255 52 24 20