

## Beter bedenken, beter bouwen en beter beheren

**Warmte-koudeopslag (wko) vindt in de Nederlandse nieuwbouw steeds meer toepassing. Zowel in utiliteitsbouw als in woningbouw. Het is een volwassen en kosteneffectieve techniek om met zo weinig mogelijk energie een aangenaam binnenklimaat te realiseren. De bodem van de Nederlandse delta is zeer geschikt voor wko met open bronsystemen en inmiddels zijn er meer dan 2.000 van zulke systemen in bedrijf.**

**Maar wko is anders dan een 'gewoon' klimaatsysteem. Het is een totaalconcept dat bestaat uit een bron, een warmtepomp met bijbehorende energiebuffers en back-up voorzieningen, een afgiftesysteem voor warmte en koude, een meet- en regelsysteem en het gebouw zelf. Alle componenten hangen als de schakels van een ketting met elkaar samen. Het systeem is in alle fasen van bouw en exploitatie verbonden met het gebouw, zowel fysiek als procesmatig. Initiatiefnemers die zich daar rekenschap van geven, kunnen met wko mooie, energiezuinige projecten realiseren. In deze factsheet formuleren we enkele do's-and-don'ts voor opdrachtgevers, ontwikkelaars en gebruikers van wko-systemen.**

### Gesloten en open bronsystemen

Benutting van ondiepe bodemenergie is mogelijk met open en gesloten systemen. Met open systemen wordt grondwater opgepompt en, nadat er warmte of koude aan is onttrokken, weer teruggebracht. Bij gesloten systemen wordt een warmtewisselaar in de bodem gebracht. Hier wordt dus geen water rondgepompt. Open bronsystemen zijn typisch voor de Nederlandse situatie en zijn geschikt voor relatief grote vermogens (gemiddeld 150 kW). Daarom vinden open bronsystemen veel toepassing in utiliteitsgebouwen en - met behulp van een warmtenet - in collectieve woningbouwprojecten. Gesloten systemen worden vooral toegepast voor kleinere vermogens, bijvoorbeeld voor individuele woningen. In deze factsheet concentreren we ons op open systemen. Gesloten systemen komen aan de orde in twee eerder uitgegeven factsheets<sup>1</sup>.

### Penetratie

In de utiliteitsbouw is de toepassing van wko onverminderd populair. Iedere dag wordt er wel ergens in Nederland een nieuw systeem in gebruik genomen. Daarbij is de toepassing in kantoren het verst ontwikkeld. In deze sector werd in 2009 de penetratie geschat op 20 tot 30 procent van de totale nieuwbouw. In de overige sectoren was de penetratie toen ongeveer 10 procent<sup>2</sup>. Sindsdien is de totale nieuwbouw in omvang sterk afgenomen, maar blijft het aantal systemen dat jaarlijks wordt geïnstalleerd, nagenoeg even groot.

---

<sup>1</sup> 'Warmtepompen in de utiliteitsbouw en warmtepompen in de woningbouw; De do's-en-don'ts voor ontwikkelaars', 2011, zie [www.lente-akkoord.nl](http://www.lente-akkoord.nl).

<sup>2</sup> Onno Kleefkens, *Statusrapportage Warmtepompen In Nederland in 2008*, AgentschapNL, Utrecht, januari 2009.

In de woningbouw wordt wko met open systemen toegepast in collectieve warmtesystemen waarbij de woningen al dan niet met individuele warmtepompen zijn aangesloten op een warmtenet. Het aantal woningen dat is aangesloten op een open systeem is in 2012 teruggezakt tot ongeveer 2 procent van de nieuwbouw. Er is een trend waarneembaar naar meer kleine, individuele systemen waarbij wordt gekozen voor een gesloten systeem. In een dalende nieuwbouwmarkt blijft de toepassing van gesloten systemen stijgen.

<b>Toepassing ondiepe bodemwarmte<sup>3</sup></b>					
Aantal bijgeplaatste systemen	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Bijgeplaatst thermisch vermogen in MW</b>					
Utiliteitsgebouwen en landbouwbedrijven met een open systeem	602 75	383 50	380 54	402 62	398 58
Woningen met collectief open systeem	2.010 28	2.337 34	2.647 25	1.204 14	1.058 10
Utiliteitsgebouwen en landbouwbedrijven met een gesloten systeem	175 4	366 15	253 18	567 15	545 16
Woningen met een gesloten systeem	1.313 12	2.223 21	2.393 20	3.686 31	3.785 28

### Successen en missers

Regelmatig verschijnen er berichten in de media over slecht functionerende wko-systemen. Zoals het project in de Zutphense woonwijk De Teuge, opgeleverd in 2002/03: 187 woningen op een wko-systeem met een collectieve open bron. Door een reeks van fouten bij ontwerp en aanleg heeft het systeem nooit de beloofde energiewinst opgeleverd. De energierekening viel aanzienlijk hoger uit dan verwacht en op de koudste dagen van het jaar viel het systeem nogal eens uit.

Tegenover missers, staan veel geslaagde projecten, zowel in woningbouw als in utiliteitsbouw.

Honderden wko-systemen werken al jaren naar verwachting. De eindgebruikers zijn tevreden en het energieverbruik is laag. Een goed voorbeeld is het wko-systeem van de TU Eindhoven: het grootste wko-systeem ter wereld met op dit moment 32 bronnen waarmee 2.000 ton grondwater per uur kan worden verpompt. Het systeem heeft een ringnet voor warmte en koude waar alle gebouwen van de TU op zijn aangesloten. Het systeem is al sinds 2001 naar volle tevredenheid in bedrijf. Ook nieuwe universiteitsgebouwen worden erop aangesloten. In de eindsituatie kan het systeem 3.000 ton grondwater per uur verpompen.

In berichtgeving over wko-systemen maken missers meer indruk dan succesnummers. Zo meldt het blad *De Ingenieur*<sup>4</sup> van november 2012 maar weer eens dat 'zeventig procent van de warmtekoude-opslagsystemen slecht functioneert'. In hetzelfde artikel becijfert Jan-Maarten Elias, directeur Unica Ecopower, dat er in ons land voor 1,05 miljard euro aan slecht functionerende wko-systemen staat. De vraag is echter wat men daar precies mee bedoelt. Als het betekent dat zeventig procent van de installaties mislukt is, dan is dat te kort door de bocht. Als het betekent dat er bij zeventig procent van de wko-systemen meer rendement is te behalen, is dat ongetwijfeld juist.

<sup>3</sup> CBS, *Hernieuwbare energie in Nederland 2011*, augustus 2012. De cijfers over 2012 zijn voorlopig.

<sup>4</sup> Armand van Wijck, 'Bronproblemen', in: *De Ingenieur* 17, november 2012.

## Zeventig procent

*De Ingenieur* was in 2012 niet de eerste die zeventig procent noemt als schatting van het aantal niet optimaal werkende wko-systemen. In 2011 kopte *Cobouw*: 'Driekwart van wko-installaties niet in orde'<sup>5</sup>. In het artikel baseert de schrijver zich op een onderzoek van AgentschapNL waarin staat 'dat 70 procent van de installaties niet optimaal is afgesteld'. In opdracht van Novem, één van de voorlopers van AgentschapNL, had DWA al in 2002 eenzelfde getal genoemd<sup>6</sup>. In een onderzoeksrapport trok DWA de volgende conclusie: 'In 70% van de onderzochte projecten neigt de energiebalans (in meer of mindere mate) naar de warme kant.' Het is een mooi voorbeeld van hoe getallen een eigen leven kunnen gaan leiden.

## De opdracht aan de sector

Onderzoek naar de prestaties van collectieve wko-systemen in woningbouw bevestigt dat het beloofde rendement inderdaad lang niet altijd wordt gehaald<sup>7</sup>. Om te beginnen blijkt dat de meeste installaties niet systematisch worden gemonitord. Soms zijn de benodigde meters niet eens aanwezig. Bij andere projecten zijn de meetresultaten onjuist of twijfelachtig. Daar moet overigens bij worden opgemerkt, dat over de prestaties van traditionele cv-installaties ook nauwelijks praktijkgegevens voorhanden zijn. Uiteindelijk konden in het onderzoek van zeventien collectieve wko-installaties de prestaties worden vergeleken. Daaruit bleek dat veel systemen niet of nauwelijks zuiniger zijn dan een traditioneel systeem met cv. Anderzijds bewijzen succesvolle projecten dat het besparingspotentieel aanzienlijk is (45 tot 70 procent ten opzichte van gas-cv). Als het gaat om koeling, zijn wko-installaties vaak zelfs meer dan tienmaal zuiniger dan traditionele koelsystemen. De conclusie is dat wko een betrouwbare technologie kan zijn, maar dat de kwaliteit van uitvoering daarvoor bepalend is. Missers mogen daarom nog geen reden zijn om de technologie te verwerpen. Integendeel. Deze houden juist een aansporing in om de kwaliteit van de systemen, van de uitvoering en van het beheer te verbeteren. Dat is een opdracht voor alle partijen die met wko aan de slag willen gaan.

**Do** Bedenk dat toepassing van wko goede voorbereiding, realisatie en beheer vraagt. Door zorgvuldig te werk te gaan kan met wko een excellente energieprestatie worden bereikt.

**Don't** Je hoort zoveel berichten over slecht presterende wko-systemen, dat het beter is er helemaal niet aan te beginnen.

## Hoe schrijf je wko?

- In het Nederlands schrijven we de delen van een samenstelling zoveel mogelijk aaneen. Daarbij schrijven we tussen twee gelijkwaardige delen van een samenstelling een koppelstreepje. De juiste spelling is dus *warmte-koudeopslag*.
- De afkorting is *wko* (kleine letters, zonder puntjes).

Bron: [www.Onzetaal.nl/taaladvies](http://www.Onzetaal.nl/taaladvies).

<sup>5</sup> Jan Sint Nicolaas, 'Driekwart van wko-installaties niet in orde', in: *Cobouw digitale editie*, 20 oktober 2011.

<sup>6</sup> DWA in opdracht van Novem, *Evaluatie monitoringprojecten met betrekking tot energieopslag in de bodem*, Utrecht, 2002.

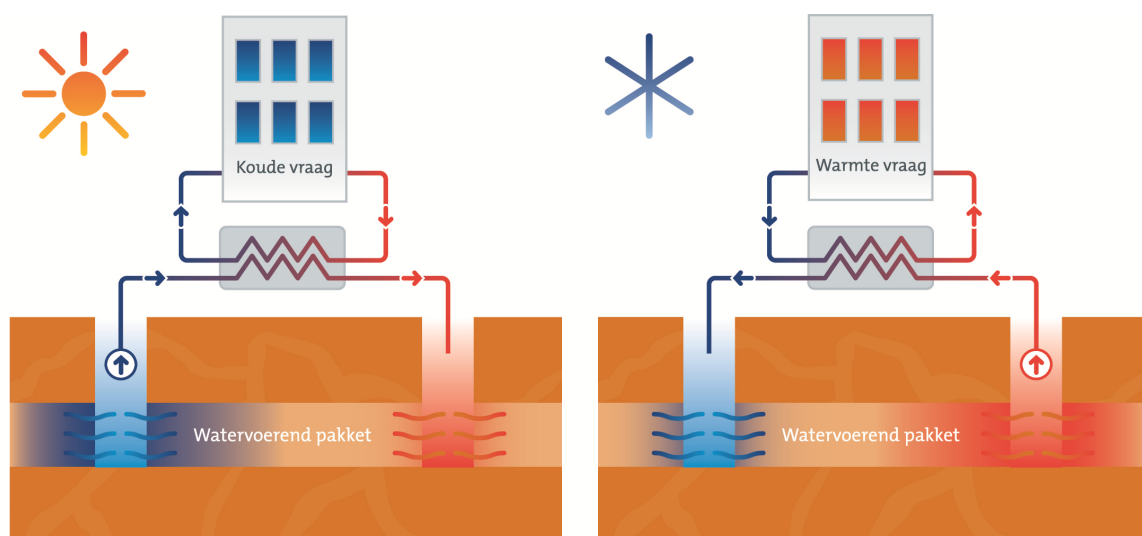
<sup>7</sup> Cauberg-Huygen Raadgevende Ingenieurs in opdracht van AgentschapNL, *Grootschalige monitoring van collectieve WKO installaties*, referentie 20101032-07, Rotterdam, 2012.

## De techniek van wko

Een wko-systeem maakt gebruik van de opslagcapaciteit van watervoerende lagen in de ondiepe ondergrond. Wko wordt daarom steeds vaker ook aangeduid met de term bodemenergie. Bij een open bronsysteem wordt grondwater opgepompt, via warmtewisselaars en een warmtepomp opgewarmd of afgekoeld en vervolgens weer teruggebracht in de grond. De onttrokken warmte of koude wordt met een warmtepomp geschikt gemaakt voor klimaatbeheersing in het gebouw. Het gehele systeem berust op componenten die stuk voor stuk bekend zijn. Wko is dus niet zozeer een innovatieve techniek, dan wel een innovatieve combinatie van bekende technieken.

### Bronnen

Een wko-systeem maakt gebruik van twee grondwaterbronnen op een diepte variërend van 20 tot 300 meter. De ene bron wordt gebruikt voor opslag van warmte (15 tot 20 °C) en de andere voor opslag van koude (8 tot 12 °C). De onderlinge afstand tussen de bronnen moet groot genoeg zijn om kortsluiting te voorkomen. Meestal is 100 meter voldoende. In de zomer wordt grondwater uit de koude bron gepompt. De koude wordt gebruikt als basis voor koeling waarna het opgewarmde retourwater wordt teruggebracht in de warme bron. In de winter keert het systeem om. Dan wordt grondwater uit de warme bron gepompt. Dit wordt gebruikt als basis voor verwarming, waarna het afgekoelde retourwater terugvloeit in de koude bron.



Bron: IF Technology

Vanwege de bodemgesteldheid is dit systeem bijna overal in Nederland goed mogelijk. Onze bodem bestaat voor het grootste deel uit watervoerende pakketten van zand, gescheiden door lagen klei. Met het oog op de drinkwatervoorziening is er bovendien veel kennis en ervaring op het gebied van de samenstelling en opbouw van de bodem en het oppompen van grondwater. Ook voor wko-systemen kent het gebruik van grondwater daarom weinig geheimen<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Zie ook: [www.wkotool.nl](http://www.wkotool.nl)

Om de grondwatervoorraad in stand te houden, is het gebruik ervan aan strenge regels gebonden. Wko-systemen worden alleen onder voorwaarde van een gegarandeerde hydrologische en thermische balans toegestaan. In de praktijk moet die balans bovendien door monitoring worden aangetoond.

## Installaties

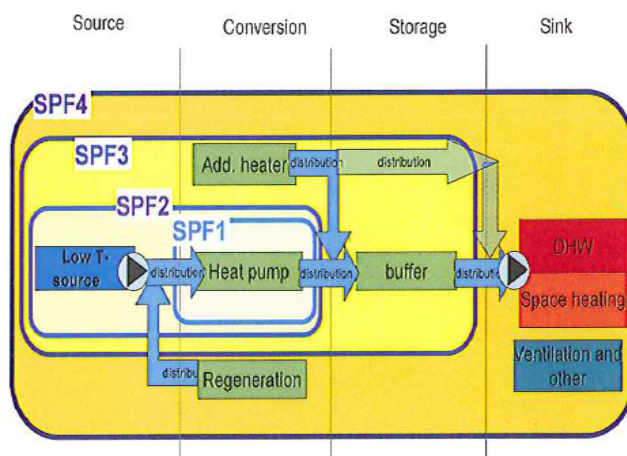
De installaties voor verwarming en koeling staan in het betreffende gebouw of woonhuis. Bij een collectief systeem in een woonwijk kan hiervoor een centrale technische ruimte worden gebouwd. Warmte en koude worden via warmtewisselaars aan het grondwater onttrokken. Met een warmtepomp wordt hiermee het circulatiewater voor het verwarmingssysteem op de vereiste temperatuur gebracht. Net als de techniek van grondwaterwinning, is ook de techniek van de warmtepomp een oude bekende. Kleine warmtepompen worden gebruikt in miljarden koel- en vrieskasten. Voor ruimteverwarming worden warmtepompen traditioneel veel gebruikt in landen met een hoog elektriciteitsaanbod zoals Zwitserland en Oostenrijk.

De capaciteit van het systeem is uitgelegd op de vraag gedurende een groot deel van het jaar. Bij een hoge warmtevraag springt een (traditionele) hulpwarmteketel bij. Om een korte piek te kunnen overbruggen kan er een buffervoorziening worden geïnstalleerd en om de temperatuur van de bronnen in balans te houden kan het systeem worden aangevuld met een regeneratievoorziening.

## Rendement

Een warmtepomp dankt zijn hoge rendement aan een techniek waarmee met een beperkte hoeveelheid energie een veel grotere hoeveelheid energie wordt verplaatst: met de energie die de aandrijving van de warmtepomp kost, kan vaak drie tot vier keer zoveel warmte worden verplaatst. De energie die de warmtepomp gebruikt, komt uit elektriciteit, aardgas, groen gas of combinaties hiervan. Het rendement van de gehele installatie wordt daarnaast bepaald door het energiegebruik van pompen, ventilatoren, hulpwarmteketels en een eventuele regeneratievoorziening.

Om het rendement uit te drukken in een eenduidig getal, wordt de seizoenprestatiefactor (SPF) gebruikt<sup>9</sup>. Deze factor geeft de verhouding weer tussen de geleverde warmte en koude in verhouding tot de daarvoor ingezette energie. Voor opeenvolgende systeemgrenzen is deze factor als volgt gedefinieerd:



- SPF 1: het rendement van de warmtepomp.
- SPF 2: het rendement van de warmtepomp met de bronpompen.
- SPF 3: het rendement van de warmtepomp, bronpompen, buffers, hulpketels en distributiepompen.
- SPF 4: het rendement van de totale installatie, inclusief koelvoorziening.

<sup>9</sup> SEPEMO - Seasonal Performance factor and monitoring for heat pump systems in the building sector, project funded by Intelligent Energy Europe (IEE) Programme financed by the European Commission, Contract No. IEE/08/776/SI2.529222. Zie [www.sepemo.eu](http://www.sepemo.eu).

De SPF mag niet worden verward met de COP-waarde die de fabrikant opgeeft. De COP-waarde is het rendement van de warmtepomp zoals dat wordt vastgesteld onder gestandaardiseerde omstandigheden. De SPF daarentegen is het rendement zoals dat in de praktijk over een jaar kan worden vastgesteld. Binnen de AMvB Bodemenergiesystemen (zie kader op pagina 9) is monitoring van de SPF 2 vereist. Het rendement op het niveau SPF 3 kan worden gebruikt om de prestaties van een wko-systeem te vergelijken met de prestaties van andere verwarmingssystemen. Om de vergelijking 'af' te maken, kan ook de PER-waarde worden berekend. De PER is de Primary Energy Ratio. Dit is de SPF 4 uitgedrukt in primaire energie. Daartoe moet in de SPF 3 nog eens het gemiddelde opwekrendement van elektriciteit (39 procent) worden verwerkt.

### Afgiftesysteem

Een wko-installatie realiseert haar hoogste SPF-waarde als het verschil in temperatuur van het systeemwater en de gewenste binnentemperatuur klein is. Dat wordt bereikt als het afgiftesysteem voor verwarming wordt uitgelegd op een lage temperatuur en het afgiftesysteem voor koeling op een hoge temperatuur. Daarvoor is een gebouw nodig met een gebouwschil die warmteverliezen beperkt, een afgiftesysteem dat gebruik maakt van grote oppervlakten en een regelsysteem dat uitgaat van een trage opwarming en afkoeling. Het afgiftesysteem wordt vaak gerealiseerd met vloer- en wandverwarming, klimaatplafonds, ventilatorconvectoren (fancoil), plafondinductie-units of betonkernactivering. Het gebouw zelf kan daarmee als onderdeel van het systeem worden gezien. De kwaliteit van thermische isolatie, kierdichting en zonwering luistert nauw.

### Meet- en regeltechniek

Een wko-systeem kan vele jaren naar tevredenheid functioneren, dat wil zeggen: het systeem voorziet niet alleen in de gevraagde warmte en koude, maar voldoet ook technisch en energetisch naar behoren. Om dat te realiseren is het belangrijk dat de energievoorraad in de bodem duurzaam in stand wordt gehouden. Monitoring van het bronnensysteem maakt duurzaam beheer mogelijk. Omdat een wko-systeem een integraal deel van een gebouw is, moeten ook de werking van de warmtepomp en de temperatuurtrajecten in het gebouw in de gaten worden gehouden. Om een wko-systeem in goede conditie te houden is dus meer meet- en regeltechniek nodig dan voor een traditionele klimaatinstallatie. Het is belangrijk dat één beheerder toegang heeft tot alle meet- en regeltechniek. De beheerder moet kennis hebben van de gebruikspatronen in het gebouw en inzicht hebben in de werking van het systeem<sup>10</sup>. Als wko-installaties niet optimaal functioneren, blijkt het in de praktijk vaak te schorten aan gebrekkige of gefragmenteerde meet- en regeltechniek. Het eerder aangehaalde onderzoek van Cauberg-Huygen<sup>11</sup> laat zien dat bij veel collectieve systemen in de woningbouw de monitoring zeer beperkt is. Er zijn nog maar weinig exploitanten die monitoring actief gebruiken om tot optimalisatie van systemen te komen. Dat zal ongetwijfeld veranderen, want op grond van het Wijzigingsbesluit bodemenergiesystemen (zie kader op pagina 9) is het vanaf 1 juli 2013 verplicht geworden om het feitelijk gerealiseerde rendement te monitoren. Deze verplichting brengt met zich mee dat er in de toekomst dus wel naar optimalisatie van het systeem wordt gekeken.

---

<sup>10</sup> Hiervoor zijn verschillende beheermodules commercieel op de markt.

<sup>11</sup> Cauberg-Huygen Raadgevende Ingenieurs in opdracht van AgentschapNL, *Grootschalige monitoring van collectieve WKO installaties*, referentie 20101032-07, Rotterdam, 2012.

## Beter bedenken

**Terwijl de techniek van bodemenergie bekend en volwassen is, is de toepassing ervan binnen het ontwikkelingsproces van een gebouw, een gebouwencomplex of een woonwijk relatief nieuw. Alle onderdelen – bron, warmtepompsysteem, afgiftesysteem en gebouw – moeten goed zijn afgestemd op elkaar en op de wensen van de eindgebruiker. Het is cruciaal om in het ontwikkelingsproces het energieconcept en het wko-systeem integraal mee te nemen.**

### Integraal meenemen

Om een wko-systeem met succes in een gebouw te integreren, moet daarover aan het begin van het proces een besluit worden genomen. Het kan vervolgens integraal in alle processtappen worden meegenomen. Aan het begin van het proces moet ook de capaciteit van de installaties worden vastgesteld. De partijen moeten dus vooraf afspreken volgens welke specificaties zij zullen leveren en zij moeten zich daar tijdens het proces nauwkeurig aan houden. Daarnaast is het aan te raden om rekening te houden met flexibiliteit en robuustheid in het ontwerp. Als bijvoorbeeld een woonwijk met een collectief wko-systeem wordt ontworpen, dan moet het systeem ook kunnen functioneren als nog maar de helft van het aantal woningen is opgeleverd.

Met name in de woningbouw is het belangrijk dat er voldoende regeneratie is van de bodembron. Dit betekent dat er in de zomer warmte naar de bron gaat voor gebruik in de winter. Deze warmte kan komen van een zonthermisch dak<sup>12</sup>, een dry-cooler, een asfaltcollector of door het gebruik van warmte uit oppervlaktewater. In het ontwerp moet hiermee rekening worden gehouden<sup>13</sup>.

### Kennis delen

De kennis van de verschillende componenten van een wko-systeem is volop aanwezig, maar vaak bij verschillende partijen. Met toepassing van wko-systemen maken bovendien nieuwe partijen hun opwachting in het bouwproces. Die moeten elkaars taal leren spreken. Het is belangrijk om in het ontwikkelingsproces te zorgen dat de kennis over alle demarcaties heen wordt gedeeld: kennis van de bodemopbouw en de capaciteit van bronnen, kennis van het distributienet in een wijk, zowel elektriciteit als warmte, kennis van installatietechniek, kennis van het gebouw en kennis van het gebruik. In het ontwerpstadium moet er voldoende afstemming zijn tussen de partijen die zich traditioneel alleen met de gebouwen bemoeien en de partijen die van oudsher alleen bezig waren met het boren van bronnen.

### Erbij betrokken blijven

Een wko-installatie bereikt na enkele jaren een goed rendement. Gedurende de eerste seizoenen van gebruik worden de bronnen geladen. In die periode is de werking van het systeem voor een deel nog afhankelijk van reservevermogen. Pas na enkele jaren ontstaat er een balanssituatie. Het is daarom aan te bevelen onderscheid te maken tussen technische en functionele oplevering van het systeem. De technische oplevering vindt plaats op het moment van sleuteloverdracht. Daarna moet de leverancier

---

<sup>12</sup> Jorik van de Waerdt, DWA installatie- en energieadvies in opdracht van Agentschap NL, *Zonthermische daken*, Utrecht, november 2012. Zie [www.agentschapnl.nl](http://www.agentschapnl.nl) (4MB)

<sup>13</sup> Ontwerprichtlijnen zijn opgesteld door ISSO (ISSO 39). Zie [www.issso.nl](http://www.issso.nl).



van het systeem minimaal twee jaar bij de installatie betrokken blijven. Na die periode, als het systeem optimaal werkt, volgt een functionele oplevering.

## Communicatie

Wko is ook voor veel eindgebruikers iets nieuws. In de afgelopen jaren zijn er allerlei publicaties geweest met negatieve berichtgeving. In veel sectoren zijn eindgebruikers daarom op hun hoede. Extra communicatie over de werking van het systeem, bijvoorbeeld in de vorm van een rondleiding, kan helpen om het enthousiasme voor het systeem te vergroten. Mensen vinden het vaak boeiend om te zien hoe een systeem werkt. Het is ook nodig om aan eindgebruikers uit te leggen welke verschillen er in het gebruik zijn tussen een wko-installatie en een traditioneel klimaatsysteem. Wanneer zij beter snappen hoe het werkt, kunnen zij misschien ook beter met het systeem omgaan. Een voorbeeld: bewoners zijn vaak spaarzaam met koeling in de zomer omdat zij van mening zijn dat dat veel energie kost, net als een airco. Goede voorlichting kan zulke misverstanden snel wegnemen.

## Optimaliseren door afstemming

Door het gebruik van de energievoorraad in de bodem ruimtelijk te plannen, is het mogelijk deze optimaal te benutten. Vooral in gebieden waar veel wko-installaties worden aangelegd, is dat belangrijk. Zo hebben de gemeenten Amsterdam en Rotterdam voor bepaalde delen van de stad een masterplan Bodemenergie gemaakt. Daarin is vastgelegd waar koude en warme bronnen voor nieuwe installaties kunnen worden gelokaliseerd. Dankzij deze masterplannen zitten de wko-systemen elkaar niet in de weg. Integendeel: soms kunnen de bronnen van verschillende systemen elkaar positief beïnvloeden.

Het rendement van een wko-systeem kan verder worden verhoogd door warmtevragers en warmtebieders te combineren, bijvoorbeeld woningen en een winkelcentrum of woningen met een kantoorgebouw. Soms is het mogelijk restwarmte van de industrie te gebruiken. Om samenwerking te stroomlijnen is het mogelijk een lokaal energiebedrijf op te richten die de wko-installatie beheert en vervolgens warmte en koude aan de aangesloten afnemers levert.

### **AMvB Bodemenergiesystemen**

Op 1 juli 2013 is het Wijzigingsbesluit Bodemenergiesystemen van kracht geworden<sup>14</sup>. Deze AMvB heeft onder meer betrekking op energiebalans, retourtemperatuur, interferentie en monitoring.

- De exploitant van een wko-systeem moet een registratie bijhouden van de hoeveelheid onttrokken warmte en koude, de temperatuur van het grondwater dat door het systeem terug in de grond wordt gebracht en het gerealiseerde rendement van het systeem. De exploitant moet daarover rapporteren aan de vergunningverlener.
- Er mag over een periode van vijf jaar niet meer warmte aan de bodem worden toegevoegd dan eruit is onttrokken. Een koudeoverschot is in beginsel toegestaan, tenzij de provincie in de vergunning vastlegt dat een bepaalde mate van regeneratie of een volledige balans is vereist.
- De gemeente (en in bijzondere gevallen de provincie) kan interferentiegebieden aanwijzen waar beleid wordt gevoerd ter bevordering van een doelmatig gebruik van bodemenergie.

<sup>14</sup> *Staatsblad 2013, 112, 29 maart 2013.*



### **Warmtewet**

In 2009 is de Warmtewet aangenomen. De wet bepaalt de spelregels voor leveranciers van warmte (die veelal monopolist zijn op een lokaal warmtenet) en afnemers (die hun leverancier niet vrij kunnen kiezen) en heeft ook betrekking op warmtelevering door collectieve wko-systemen. Doel van de wet is om afnemers te beschermen tegen te hoge prijzen. Naar verwachting treedt de wet op 1 januari 2014 in werking. Kijk voor meer informatie over vergunningverlening en handhaving binnen deze wet op [www.acm.nl](http://www.acm.nl).

- Do** Ga uit van een goed energieconcept. Bepaal of de toepassing van wko in dat concept past. Het energieconcept werkt vervolgens door in alle keuzes die bij de ontwikkeling, realisatie en exploitatie moeten worden gemaakt.
  
- Don't** Een wko-systeem is een kosteneffectieve manier om tot een lage EPC en een duurzaam imago te komen. Het is niet voor niets zo populair. Het is verspilde moeite om daar veel langer over na te denken.

## Beter bouwen

**Alle componenten van een wko-systeem hangen als de schakels van een ketting met elkaar samen. Die ketting is zo sterk als de zwakste schakel. Een zwakke schakel kan elders in de keten niet zomaar worden gecompenseerd met een extra sterke schakel. Daarom is er een hoge uitvoeringskwaliteit vereist bij aanleg, installatie en bouw. Meer precies geformuleerd: het vereist dat de uitvoeringskwaliteit nauwkeurig overeenstemt met de specificaties die bij de start zijn afgesproken en waar alle partijen zich op hebben gericht.**

### Onderzoek doen

Om een goed bronnensysteem aan te leggen, is kennis nodig van de ondergrond. Gespecialiseerde instituten kunnen onderzoek doen naar de bodemopbouw en de geohydrologische situatie. Veel gegevens zijn beschikbaar via de centrale toegangspoort tot Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond (DINO) van TNO<sup>15</sup>. Als bestaande gegevens niet toereikend zijn, moeten voldoende proefboringen worden gedaan omdat de samenstelling van de ondergrond nu eenmaal geen constante is. Bij slecht functionerende systemen blijkt wel eens dat het aantal proefboringen is beperkt om langs die weg geld te besparen. Goedkoop wordt duurkoop. Met betrouwbare gegevens over de ondergrond kunnen het aantal benodigde bronnen en de beste locaties worden vastgesteld.

### Erkenningen en certificering

Om deskundigheid bij ontwerp, aanleg en exploitatie van bodemenergiesystemen te borgen, zijn in het Besluit bodemkwaliteit en de onderliggende Regeling bodemkwaliteit een aantal werkzaamheden benoemd die alleen door erkende bedrijven mogen worden uitgevoerd. Hiermee wil de overheid voorkomen dat de bodem wordt verstoord, verontreinigd of aangetast door systemen die niet goed werken. Een opdrachtgever of initiatiefnemer mag deze werkzaamheden alleen uitbesteden aan bedrijven die voor de omschreven werkzaamheden erkend zijn. Een erkenning wordt afgegeven door Bodem+ namens de Minister van Infrastructuur en Milieu.

### Communicatie

Voor een goede werking van het bodemenergiesysteem als geheel is het noodzakelijk dat het ondergrondse deel en de energiecentrale goed op elkaar aansluiten. Daarom zijn eisen aan de overdracht van informatie tussen partijen vastgelegd in communicatieprotocollen (ISSO-publicatie 39) die identiek worden opgenomen in zowel BRL KBI 6000 (bovengronds) als in BRL SIKB 11000 (ondergronds)<sup>16</sup>.

### Bodemverontreiniging

Tijdens de aanleg en het beheer van het bodemenergiesysteem kan er sprake zijn van bodemverontreiniging. Dit kan betekenen dat bepaalde werkzaamheden in ernstig verontreinigde grond alleen door daarvoor erkende bedrijven mogen worden uitgevoerd. Dat kan gaan om het uitvoeren van (bodem)onderzoek en het (tijdelijk) verplaatsen van verontreinigde grond<sup>17</sup>.

---

<sup>15</sup> Zie: [www2.dinoloket.nl](http://www2.dinoloket.nl)

<sup>16</sup> Zie publicatie 39 op [www.isso.nl](http://www.isso.nl)

<sup>17</sup> Zie hierover: [www.allesoverbodemenergie.nl](http://www.allesoverbodemenergie.nl).

Erkenning	Certificaat en richtlijn
Uitvoeren van mechanische (grond)boringen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Het uitvoeren van mechanische boringen voor de aanleg van het ondergrondse deel moet worden uitgevoerd door een bedrijf dat erkend is voor de BRL SIKB 2100, 'Mechanisch boren' en de daaraan gekoppelde protocollen en normen.</li> </ul>
Ontwerp, realisatie, beheer en onderhoud van het ondergrondse deel van een bodemenergiesysteem	<ul style="list-style-type: none"> <li>Voor het ondergrondse deel van het bodemenergiesysteem is de BRL SIKB 11000 ontwikkeld. Na een implementatieperiode van een jaar is het medio 2014 verplicht om erkend te zijn voor het ontwerp, de realisatie en het beheer en/of het onderhoud van het ondergrondse deel van een bodemenergiesysteem.</li> <li>Er is voor de verschillende (deel)activiteiten van de BRL 11000 een erkenningsplicht. Bedrijven kunnen daarmee een erkenningen aanvragen voor een of meerdere deelactiviteiten.</li> </ul>
Ontwerp, installatie en het beheer van de energiecentrale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Voor de energiecentrale (het bovengrondse deel) van het bodemenergiesysteem is de BRL KBI 6000 (de onderdelen 6000-00 en 6000-21) ontwikkeld. Na een implementatieperiode van een jaar is het medio 2014 verplicht om erkend te zijn voor het ontwerp, de installatie en/of het beheer van de energiecentrale.</li> <li>Er is voor de verschillende (deel)activiteiten van de BRL KBI 6000 een erkenningsplicht. Bedrijven kunnen daarmee een erkenning aanvragen voor een of meerdere deelactiviteiten na certificatie volgens BRL 6000.</li> <li>Het distributiesysteem in het gebouw, het afgiftesysteem en de pijpleidingen daartussen, vallen niet onder het bovengrondse deel. Dit heet het 'gebouwszijdige' deel.</li> </ul>

## Opleidingen

Voor het bevorderen van de deskundigheid van adviseurs, projectontwikkelaars, boorbedrijven, installateurs, beheerders, vergunningverleners en toezichthouders zijn inmiddels diverse opleidingen ontwikkeld. Vraag en aanbod van opleidingen en trainingen voor bodem- en milieudeskundigen en ambtenaren wordt bijgehouden door de Bodembreedacademie (BBA)<sup>18</sup>. De technische cursussen voor installateurs en technische adviseurs zijn beschikbaar bij BodemenergieNL<sup>19</sup> (voorheen NVOE) en ISSO. Voor het verkrijgen van een certificaat en erkenning is het volgen van een aantal van deze opleidingen noodzakelijk.

## Toezicht en handhaving

De gemeente, de provincie en het Rijk (Inspectie voor Leefomgeving en Transport) houden toezicht op de erkenningsregeling voor bodemenergiesystemen. Zij kunnen handhavend optreden als een opdrachtgever de werkzaamheden uitbesteedt aan een niet-erkend bedrijf. Het Rijk kan bovendien

<sup>18</sup> Zie hiervoor: [www.bodembreedacademie.nl](http://www.bodembreedacademie.nl)

<sup>19</sup> Zie hiervoor: [www.bodemenergienl.nl](http://www.bodemenergienl.nl)

handhavend optreden tegen het niet-erkende bedrijf die de werkzaamheden uitvoert en tegen een bedrijf dat niet volgens de richtlijnen en protocollen werkt. Als de provincie of de gemeente dergelijke onregelmatigheden constateren, zullen zij dit melden bij het Rijk.

## De bouwkundige kwaliteit

Het bronnensysteem en de energiecentrale moeten passen bij de energievraag van het gebouw of de woningen. Omdat de afstemming aan het begin van het proces moet worden bereikt, betekent het, dat de afgesproken specificaties in het vervolg van het proces moeten worden nageleefd. Dat lijkt een open deur. Toch blijkt in de praktijk van het bouwen vaak, dat er gaandeweg allerlei afwijkingen worden gerealiseerd of fouten worden gemaakt. Die leiden tot een ander energieprofiel dan waar het bodemenergiesysteem op is gedimensioneerd. In de praktijk kan dat leiden tot een suboptimaal rendement of tot discomfort.

Een eenvoudige handreiking voor realisatie van kwaliteit in het bouwproces is de KopStaat Aanpak<sup>20</sup>. Deze is gedefinieerd voor de woningbouw, maar is evenzeer in de utiliteitsbouw bruikbaar.

Opdrachtgevers doen er goed aan om voor aanbesteding in het bestek aan te geven hoe, wanneer en volgens welke criteria controles plaatsvinden. Tijdens de bouw moet er toezicht zijn op de geleverde kwaliteit. Vaak is er tijdens de bouw nog iets aan te doen. Daarna is het bij oplevering uiteraard van belang om vast te stellen dat alle installaties en gebouwcomponenten voldoen aan de afgesproken specificaties.

**Do** Doe goed onderzoek en ga alleen in zee met bedrijven die gecertificeerd zijn voor hun werk. Zorg dat alle partijen zich committeren aan de gevraagde kwaliteit. Bouw daarvoor controlemomenten in en wees er vooraf helder over. Laat één partij de bron, de warmtepomp en de thermische kwaliteit van het gebouw controleren.

**Don't** Aannemers en installateurs willen altijd het zekere voor het onzekere. Maar dat maakt ieder project onnodig duur. Het is beter om partijen te selecteren op de laagste prijs.

---

<sup>20</sup> Claudia Bouwens, *KopStaat aanpak; Voor een gezonde kwaliteitsslag in de energiezuinige nieuwbouw van woningen*, Lente-akkoord, juni 2010 en Christine Algera e.a., *KopStaat Praktijkboek*, Lente-akkoord en Agentschap NL, december 2011. Zie [KopStaat.pdf](#)

## Beter beheren

**De exploitatie van een wko-systeem is intensiever dan die van een traditionele klimaatinstallatie. Bij een wko-systeem gaat het om instandhouding van de bodembronnen, bediening en onderhoud van de warmtepomp en de bijbehorende installaties en regeling van het klimaatsysteem in het gebouw. Door dat alles integraal te managen, kan het hoogste rendement worden gerealiseerd.**

### Bodembronnen

Het beheer van de bodembronnen is een vorm van voorraadbeheer. Dat betekent dat een beheerder in de zomer al moet nadenken over de wintervraag en in de winter moet nadenken over de zomervraag. Monitoring van de energiebalans is voor de vergunning verplicht, maar is ook de sleutel om de bronvoorraad zodanig te managen dat deze duurzaam in stand blijft. Als de onttrekking van warmte of koude uit balans is, moet dat tijdig worden gecorrigeerd. Dat kan bijvoorbeeld door de schakelmomenten voor de warmtepomp en de piekwarmtekotel anders in te stellen.

Raakt de temperatuur van de bronnen structureel uit balans, dan moet er worden ingegrepen. Soms is het mogelijk een tweede gebruiker met een ander energiepatroon op het bronnensysteem aan te sluiten. Anders moet de bron worden geregenereerd. Een te warme bron kan worden afgekoeld door via koelventilatoren het warmteoverschot af te blazen. Een te koude bron kan met een hulpketel worden opgewarmd. Dat drukt uiteraard het uiteindelijke rendement van de installatie.

### Installaties

De levensduur van een warmtepomp wordt onder meer bepaald door het aantal start- en stopmomenten. Als een warmtepomp gelijkmatig werkt, gaat deze het langst mee. Het is dus belangrijk de schakelmomenten voor het bijspringen van een piekwarmtekotel of een buffervoorraad slim te kiezen. Aan de andere kant is het totaalrendement van de installatie optimaal als de piekwarmtekotel zo weinig mogelijk wordt aangesproken. Door de installaties met kennis en inzicht te beheren, is het mogelijk de levensduur van de installatie te verlengen, het rendement te verhogen en het comfort voor de eindgebruiker te waarborgen. Vaak wordt voor dit doel een buffervoorraad aangehouden. Door deze slim in te zetten, worden zowel de start- en stopmomenten beperkt als de inzet van een piekwarmtekotel.

### Klimaatregeling

De regeltechniek voor het binnenklimaat in een gebouw staat in de praktijk vaak los van de meet- en regeltechniek voor de warmtepomp en het bronnensysteem. Dat hoeft geen bezwaar te zijn. Wel kunnen er door goede monitoring van gebruikspatronen soms besparingen worden gerealiseerd. Uit monitoring kan bijvoorbeeld blijken dat verwarming en koeling soms gelijktijdig plaatsvinden. Dan zijn extra besparingen mogelijk. De analyse van gebruiksgegevens levert vaak al veel op voor optimale regelingen.

### Beheer en onderhoud

Het beheer van een wko-systeem is gericht op storingsvrij functioneren én het behalen van een hoog systeemrendement. Om dat te bereiken is het aan te raden om beheer en onderhoud voor zowel het bronnensysteem als de installaties (warmtepomp, buffervoorziening en hulpwarmtekotel) in één

contract aan te besteden. Het is belangrijk zo'n contract voor een langere periode aan te gaan: minimaal drie jaar. In de overeenkomst moet bovendien een prikkel worden ingebouwd voor een hoog energetisch rendement.

### In eigen hand of uitbesteden?

Beheer en onderhoud van een wko-installatie vergt kennis van zaken. ISSO, het kennisinstituut voor de installatiesector, heeft een wko-expertisetool ontwikkeld. Dit is een ontwerp- en beheerinstrument voor wko-installaties. De tool is ook te gebruiken om een bestaande installatie beter te beheren en in te regelen<sup>21</sup>.

Als de gebouwbeheerder de benodigde kennis niet heeft, is het beter de exploitatie van de installatie volledig uit te besteden. Dan worden in een contract met een exploitant afspraken gemaakt over de te leveren warmte en koude, de leveringszekerheid en de kosten. De exploitant betaalt voor de ingekochte primaire energie en heeft daarmee alle belang bij een hoog rendement en een duurzame instandhouding van de installaties en de bronnen.

- Do** Maak onderscheid tussen technische en functionele oplevering en maak de leverancier verantwoordelijk voor de prestaties van het systeem gedurende de eerste jaren. Zorg voor monitoring en zorg ervoor dat het systeem op basis daarvan optimaal wordt beheerd.
- Do** Let erop dat het beheer van de installatie niet alleen is gericht op probleemloos functioneren, maar ook op het behalen van een hoog systeemrendement. Dat kan door de exploitatie in z'n geheel uit te besteden.
- Don't** Herstel zo goed mogelijk alle opleverpunten en zorg dat de eindgebruiker zo snel mogelijk het gebouw kan betrekken. Ga daarna snel door naar een volgend project.

---

<sup>21</sup> De tool is gebaseerd op de ISSO-publicatie 39: *Ontwerp, realisatie en beheer van een energiecentrale met warmte- en koudeopslag*. Zie verder: [www.issso.nl](http://www.issso.nl).

## Verantwoording

Deze tekst is gemaakt met bijdragen van de werkgroep wko die op initiatief van het Lente-akkoord bijeen is gekomen op 30 mei 2013. De werkgroep bestond uit: Cem Akdag (Eneco), Lex Bosselaar (AgentschapNL), Coen Dijxhoorn (IF Technology), Ronald Dikstaal (Eneco), Bas van de Griendt (Bouwfonds Ontwikkeling), Jan-Fokko Haan (Kropman Installatietechniek), Menno van der Hoff (Colt), Gert-Jan de Joode (Eteck), Patrick Keij (Unica Ecopower), Peter Kouwenhoven (ministerie van Infrastructuur en Milieu), Bart Kuijpers (Cofely Energy Solutions), Yuri Pelser (Ymere), Cees Verloop (Eteck), Chris van Holthe (MAB), Jan van 't Westeinde (MAB) en Eric Willems (Cauberg-Huygen).

### Opdrachtgever

Claudia Bouwens (Programmaleider Lente-akkoord)

### Tekstschrijver

Henk Bouwmeester

### Meer informatie

[www.lente-akkoord.nl](http://www.lente-akkoord.nl)

augustus 2013