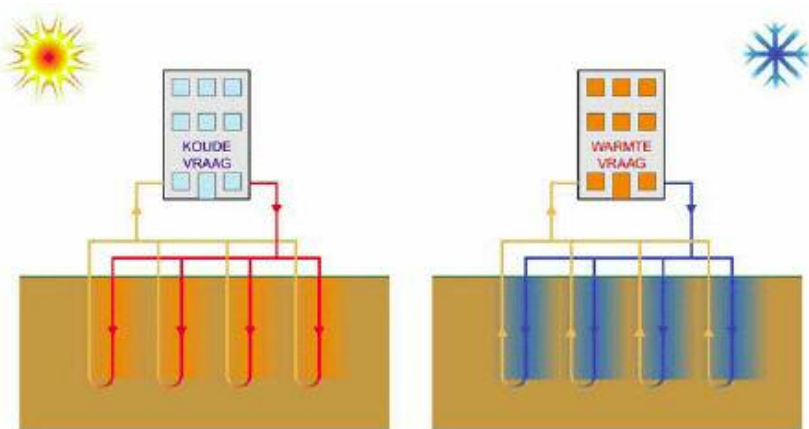


A2 - INDIVIDUELE WARMTEPOMP, BODEMWARMTEWISSELAAR (HORIZONTAAL / VERTICAAL), ZLTV

a. Algemeen

i	Wat is het?	Bij het energieconcept 'Individuele warmtepomp, bodemwarmtewisselaar' wordt warmte uit de zomer gebruikt voor verwarming in de winter, en de winterkou bewaard voor koeling in de zomer.  Bron afbeelding: AgentschapNL Een gesloten bodem-warmtewisselaar vormt een gesloten circuit waar water/glycol doorheen stroomt, wat een temperatuur van circa 12°C aanneemt. Het systeem kan uitgevoerd worden met verticale lussen in de grond, of geïntegreerd worden in de heipalen. Dit laatste systeem wordt ook wel aangeduid als energiepalen. Met een warmtepomp wordt de laagwaardige warmte vervolgens naar een hoger temperatuurniveau gebracht, dat geschikt is voor ruimteverwarming. De werking van een warmtepomp is gebaseerd op het natuurkundig effect dat indien een gas gecomprimeerd wordt tot een hogere druk het tevens in temperatuur stijgt. Het gas (koudemiddel) circuleert in een gesloten kringloop waarbij de cyclus 'begint' met warmteopname en het koudemiddel nog vloeistof is. Deze vloeistof verdampt op lage temperatuur en lage druk in de verdamper en neemt hierbij warmte op vanuit de duurzame warmtebron. De compressor brengt dit gas op een hogere druk en dus hogere temperatuur. Dit gas op hogere temperatuur stroomt door de condensor waar het afkoelt en weer vloeibaar wordt. Hierbij wordt warmte afgegeven aan het verwarmingssysteem. Nadat de warmte afgegeven is wordt de druk verlaagd in een expansieventiel en hierdoor kan er weer nieuwe (duurzame) warmte opgenomen worden.
---	-------------	--

	De eigenschap van warmtepompen is dat met een bepaalde hoeveelheid aandrijfenergie een grotere hoeveelheid warmte-energie kan worden verplaatst dan er aan energie is gebruikt. Hierdoor wordt dus energie bespaard. Er zijn twee soorten WKO-systemen waarmee de natuurlijke energie in de bodem kan worden benut. Men kan gebruik maken van open systemen en gesloten systemen. Gesloten systemen werken in grote lijnen hetzelfde als open systemen, alleen wordt er geen grondwater verpompt. Water met een niet-giftig antivriesmiddel wordt door bodemlussen (twee tot vier per huis) gepompt om warmte of koude aan de bodem te onttrekken. Het energetisch rendement is gemiddeld iets lager dan bij open systemen. Gesloten systemen worden meestal per huis aangelegd, maar een collectief systeem voor een appartementen-complex of meerdere woningen kan ook. Er zijn verschillende soorten gesloten bodemwarmtewisselaars zoals horizontale, verticale en energiepalen (gesloten systeem in een heipaal).
Techniek	• Warmte: - o Gesloten bodemwisselaar (horizontaal, verticaal of energiepalen) - o Warmtewisselaar - o Warmtepomp - o óf warmtepomp + HR-ketel voor pieklast - o Afgifte via laagtemperatuur afgiftesysteem • Koude: - o Gesloten bodemwisselaar (horizontaal, verticaal of energiepalen) - o Warmtepomp - o Afgifte via laagtemperatuur afgiftesysteem • Warm tapwater: - o Warmtepomp - o óf warmtepomp + HR-ketel voor pieklast
Bij welke schaalgrootte is het toepasbaar?	Gesloten systemen worden meestal per huis aangelegd, maar een collectief systeem voor een appartementencomplex of meerdere woningen kan ook.
Bij welke randvoorwaarden is het toepasbaar?	Horizontale bodemwarmtewisselaars beslaan een relatief grote oppervlakte. Hoe groot dit oppervlak is, hangt af van de warmtevraag en de bodemgesteldheid. Over het algemeen is er meer ruimte nodig dan beschikbaar is bij compacte nieuwbouw. Verticale bodemwarmtewisselaars beslaan vrijwel geen (horizontale) oppervlakte. Ze worden geplaatst tot op een diepte van 20 à 150 meter. Deze werkwijze vergt een analyse vooraf en een nauwe samenwerking met het grondboorbedrijf. Diepte en aantal wisselaars zijn afhankelijk van factoren als capaciteit van de warmtepomp, bodemgesteldheid en beschikbare ruimte. De toepassing van warmtepompen stelt eisen aan de afwerking en kwaliteit van de woning, gebaseerd op het treffen van de maatregelen aan de schil (isolatie, luchtdichtheid), met een comfortabel binnenklimaat en een LTV verwarmingssysteem. De warmtebron en de bouwkundige situatie hebben een grote invloed op de gewenste uitvoering van de warmtepompinstallatie. Afhankelijk van de situatie en de gekozen bron kan worden gekozen voor een monovalent, mono-energetisch of bivalent systeem. De verschillen zitten in alleen een

		warmtepomp, aanvulling met elektrisch verwarmingselement of een extra warmte-opwekker. Hieronder worden de verschillende opties toegelicht. <i>Monovalent</i> Bij dit systeem wordt het hele gebouw alleen verwarmd door de warmtepomp er is geen andere verwarmingsinstallatie als ondersteuning aanwezig. Het is zeer belangrijk dat de warmtepomp dan goed gedimensioneerd is en dat ook de bouwkwaliteit en afwerking van het gebouw voldoende gegarandeerd is waarmee verwarmingspieken kunnen worden voorkomen. Men moet er voor zorgen dat er altijd genoeg warmte beschikbaar is, maar een overgedimensioneerde warmtepomp komt al gauw duur uit. Hierbij moet ook rekening gehouden worden met de constante behoefte aan warm tapwater. Vooral het type water/water is hiervoor geschikt omdat daarbij een goede brontemperatuur gegarandeerd. <i>Mono-energetisch</i> Mono-energetische warmtepompsystemen zijn uitgelegd op de gemiddelde warmtevraag die gedurende een groot deel van het jaar noodzakelijk is. Voor de pieklast zijn mono-energetische systemen als back-up uitgevoerd met een elektrisch verwarmingselement voor naverwarming. Bij de meeste installaties wordt de warmtepomp dan gedimensioneerd op 70 à 80 % van het benodigde warmtevermogen. Het aandeel van de jaarlijkse stookactiviteit van de warmtepomp bedraagt dan rond de 92 à 98 % en bij laag energiewoningen zelfs 99%. Momenteel wordt dit systeem meestal toegepast in de nieuwbouw bij lucht/water warmtepompen en warmtepompboilers. <i>Bivalent</i> Bivalente warmtepompsystemen zijn uitgelegd op de gemiddelde warmtevraag die gedurende een groot deel van het jaar noodzakelijk is. De capaciteit van de warmtepomp wordt dan gedimensioneerd op 50 à 70 % van de warmtebehoefte. Het aandeel van de warmtepomp op jaarbasis ligt tussen de 72 en 90 %. Dit is vooral van belang bij renovatie waarbij de systemen aanvullend zijn uitgevoerd op een conventionele warmte-opwekker voor de pieklast. Afhankelijk van de mate van renovatie, betere isolatie en laag temperatuur afgifte systeem kan de dekking van de warmtepomp worden vergroot. In de praktijk wordt dit systeem meestal toegepast bij lucht/water warmtepompen. In gebieden waar vanwege een waterwingebied of aanwezige verontreinigingen in de bodem geen open bronnen mogelijk zijn, zijn gesloten systemen een mogelijk alternatief. Echter, hierbij dient wel rekening te worden gehouden met de specifieke situaties in relatie tot kwaliteitseisen omtrent het boren om risico van kortsluiting van aquifers en eventuele lekkage van bodemwarmtewisselaars
ii	Doorlooptijd van de energieconcepten	De doorlooptijd betreft enkele maanden.
iii	Ruimtelijke eigenschappen van de energieconcepten, zowel binnenshuis als buitenshuis	Onder of naast het gebouw wordt een gesloten buizen systeem (horizontaal of verticaal) aangelegd. Het bodemsysteem bestaat uit een of meerdere gesloten circuits van verticale leidingen. Onderlinge afstand tussen de leidingen is ca. 5 tot 7 meter (is ook afhankelijk van lokale hydrologie en meer specifiek stroomsnelheid van het grondwater). In het gebouw wordt een individuele warmtepomp geplaatst. De warmtepomp kan optimaal functioneren bij een goede zorgvuldig aangebrachte isolatie en kierafdichting. Hierdoor wordt het systeem ook niet te groot.

		Voldoende afstand tot eventuele andere systemen vereist, e.e.a. is ook afhankelijk van de grondwaterstromingsrichting en snelheid. Wanneer wordt afgezien van conventionele gasketels als bijstook is een gas-infrastructuur niet vereist, wel is een boiler vat voor warmtapwater dan noodzakelijk.
iv	Wat zijn de energie- en milieuprestaties ten opzichte van een conventionele referentie met gas?	Afhankelijk van het type ondergrond bedraagt het vermogen van het bodemsysteem 20 tot 40 W per meter leiding. Het is mogelijk om een EPL vanaf ca. 7 te halen.
v	Voor- en nadelen en risico's.	Uit Lessons Learned komt het beeld naar voren dat warmtepompen als een aantrekkelijke optie worden gezien in een streven naar een lagere EPC, maar tevens als een optie die nog niet betrouwbaar zonder meer kan worden toegepast. Vooral de relatie tussen installatiekwaliteit en bouwkwiteit wordt als problematisch gezien, oplosbaar door een meer geïntegreerde en procesmatige aanpak vanaf het eerste ontwerp van de bouw. De investeringen voor een individuele bron per woning zijn wel hoger dan voor een centraal systeem en maken ongeveer 1/3 van de kosten van het systeem uit. Een individuele gesloten bron heeft te maken met pompenergie naast de 'extra' warmteoverdracht in de warmtepomp. Het blijkt vaak dat de opbrengst van warmtepompsystemen tegenvallen, waar in de ontwerpfase regelmatig te optimistische aannamen worden gedaan. Het goed dimensioneren van de juiste verwarmingscapaciteit van een warmtepompsysteem is zowel vanuit het oogpunt van de aanschafkosten als de optimale prestatie vaak lastig. Veel toeslagen in de ontwerpberoeeningen, vanaf de berekening van de verwarmingsbehoefte van de woning tot de prestaties van het verwarmingssysteem, zijn daar debet aan. De groeiende populariteit van WKO is met name toe te schrijven aan de lagere energiekosten c.q. energiebesparing in samenhang met het positieve klimaateffect door vermindering van de CO₂-uitstoot. Daarnaast kan WKO in de bovengrond ruimte besparen op ketels en koelmachines en ontstaan er mogelijkheden om kosten effectiever diepe grondwaterverontreinigingen aan te pakken. Gesloten systemen (bodemplussen/bodemwarmtewisselaars) zijn minder gevoelig voor doorstroming, maar vragen de nodige zorg omtrent het in balans houden van de ondergrond dan wel inschatten van de verwachte evenwichtstemperaturen. Hierbij dienen partijen zich op de hoogte te stellen wat de verwachtingen zijn met behorende marges van die verwachtingen. In geval van onbalans dan dienen de afnemers van het systeem zich op de hoogte te stellen wat de nieuwe evenwichtstemperaturen zullen zijn na enkele jaren. Een temperatuurverlaging van de bron met 5 K resulteert in 17 – 20 % meer energie voor een warmtepompcompressor. Door het grootschalig gebruik van WKO wordt het bewaken van de bodemkwaliteit steeds belangrijker. Belanghebbenden moeten kunnen vertrouwen op een kwalitatief hoogwaardig systeem dat de bodem niet beschadigt en dat het beloofde rendement levert. Potentiële negatieve gevolgen zijn er voor de bodem en grondwater. Het door dringen tot diep in de bodem kan schade veroorzaken aan beschermde bodemlagen en te grote temperatuurveranderingen in de bodem kunnen invloed hebben op de biologische activiteit van bodemorganismen en het chemische evenwicht verstoren. Gesloten systemen kunnen gaan lekken waardoor milieuvreemde stoffen in de bodem terecht komen. Open systemen kunnen leiden tot veranderingen van de grondwaterstand en -stroming, wat mogelijk gevolgen kan hebben op het

		aantrekken van verontreinigingen of het grondwaterpeil. De gevolgen kunnen worden beperkt door temperatuurveranderingen gering te houden en door een zorgvuldige aanleg, beheer en beëindiging van de systemen.
vi	Praktijkvoorbeelden	Gesloten systemen worden in Nederland niet gereguleerd of geregistreerd, dus het is onbekend hoeveel systemen er precies in gebruik zijn. Naar schatting gaat het om enkele duizenden systemen.
b. Kosten		
i	Kwalitatieve inschatting van de bandbreedte van de investerings- en exploitatiekosten ten opzichte van conventionele technieken	Voor individuele toepassingen moet gerekend worden met 9.000 – 20.000 euro. De capaciteit van de installatie ligt dan op een niveau vanaf 10kW. Projectprijzen vanaf tien tot veertig woningen liggen aanzienlijk lager, in een aantal gevallen onder 10.000 euro. Bij installatie in grootschalige renovatieprojecten met gesloten systemen ligt de projectprijs tussen 10.000 – 15.000 euro. Doorgaans is hier sprake van kleinere woningen met een geringere capaciteit (4-10 kW per systeem). Door het ontbreken van een relatief kostbare bodembron kosten lucht-water warmtepompen, afhankelijk van de capaciteit, tussen €3.500,- en €8.000,-. De gasrekening wordt verlaagd doordat de warmtepomp een deel van de warmtelevering van de ketel overneemt. Tegelijkertijd wordt een hogere elektriciteitsrekening betaald omdat de warmtepomp zorgt voor extra elektriciteitsverbruik. Of deze som resulteert in een verlaging van de energierekening hangt af van twee belangrijke factoren: - De COP van het warmtepompsysteem versus de efficiency van de referentieketel. - De verhouding tussen de gas- en elektriciteitsprijs. Bij een ongunstige verhouding tussen gas- en elektriciteitsprijs kan met een warmtepomp de energierekening hoger uitvallen. Zo zal een warmtepomp met een COP van 3 bij de gemiddelde energieprijzen voor de periode 2010-2030 conform het GE-scenario (ECN) tot een hogere energierekening leiden. Daarbij komt dan ook nog dat woningen met warmtepompen een hogere aansluitwaarde hebben op capaciteit en vanaf 2009 hierop worden doorberekend. Financieel een vrij hoge investering door combinatie van relatief dure technische installaties en -grondwerk. Gemeente zal sterk betrokken en meewerkend moeten zijn om de haalbaarheid in positieve zin te beïnvloeden. Afhankelijk van de elektriciteitsprijs (inkoop), het type regeling (dag/nacht/seizoen) en locatiefactoren, inclusief transactiekosten (zoals leges, vergunningen, belastingen). Gemeentelijke subsidie beïnvloedt de mate van toepassing.
ii	Regelingen en subsidiemogelijkheden	Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE): iedereen die elektriciteit of gas gaat produceren op een duurzame manier kan gebruik maken van de SDE. De regeling geeft particulieren, bedrijven en instellingen die investeren in duurzame energie een langjarige zekerheid. De subsidieregeling Duurzame Warmte voor bestaande woningen ondersteunt de aanschaf van duurzame warmtetoepassingen die zonder subsidie (nog) niet rendabel zijn: zonneboilers, warmtepompen en micro-wkk. De regeling is bedoeld voor particulieren en de non-profit sectoren

		ondernemingen die investeren in bestaande woningen. De regeling Duurzame Warmte wil duurzame energietechnieken in bestaande woningen stimuleren. Energie-investeringsaftrek (EIA): Minder inkomsten- of vennootschapsbelasting voor ondernemers die investeren in energiebesparende technieken en de toepassing van duurzame energie. De EIA is ook bedoeld voor bedrijfsmatige verhuurders, zoals woningcorporaties en commerciële verhuurders.
iii	Welke financieringsmogelijkheden zijn er?	-
c. Sociaal		
i	Marketing eigenschappen	Gesloten systemen worden in Nederland niet gereguleerd of geregistreerd, dus het is onbekend hoeveel systemen er precies in gebruik zijn. Naar schatting gaat het om enkele duizenden systemen. In landen als Zweden en Zwitserland zijn gesloten systemen bijna standaard in de nieuwbouw. In andere Europese landen worden gesloten systemen steeds meer toegepast, omdat ze geschikt zijn voor vrijwel elke bodemsoort. De inzet van gesloten systemen blijft in Nederland achter ten opzichte van andere Europese landen. Er is echter inmiddels voldoende ervaring met gesloten systemen en er zijn diverse leveranciers. In de woningbouw is er in principe ruimte voor verdere groei van zowel open als gesloten systemen. Deze markt is duidelijk anders dan de hierboven genoemde sectoren, omdat bij woningen traditioneel geen koudevraag bestaat en de warmtevraag leidend is. De spelers op deze markt zijn minder bekend met Warmte Koude Opslag en de consument vraagt er (nog) niet om, omdat de economische voordelen vaak niet bij hen terechtkomen. Daarom worden de meeste huizen nog steeds gebouwd met een conventioneel hoogcalorisch warmte afgiftesysteem en een CV-ketel. Warmte Koude Opslag kan op dergelijke systemen niet aansluiten. Een aantal projectontwikkelaars biedt de warmtepomppoptie aan omdat het voor hen een relatief betaalbare niet bouwtechnische optie is om de EPC op 0,8 te brengen. De optie is ook een aantrekkelijk product omdat het de koper van de woning een hoge gevoelswaarde geeft van comfort en kwaliteit. Gevoel over eigen 'ketel' te kunnen beschikken en te kunnen regelen geeft een 'vertrouwd' gevoel bij de burger. Door noodzaak van laagtemperatuurvoorziening wordt een hoog 'knuffelgehalte' toegekend aan warme vloeren en wanden.
	Overig	Koken zal doorgaans met elektriciteit gebeuren en dat vraagt bij velen tot aanpassing van het gedrag en mogelijk nog een zwaardere aansluiting In Nederland en Europa zijn verschillende normen en keurmerken op zowel component als apparaat als installatieniveau. Warmtepompkeur is een kwaliteitsmerk van de Stichting Energie Prestatie Keur (EPK) om door hen getoetste warmtepompen te classificeren. Meer informatie over het keurmerk, evenals de warmtepompen die al van het keurmerk zijn voorzien, is te vinden op de site van de Stichting EPK {www.epk.nl}.

		Voor het ontwerpen, installeren en onderhouden van warmtepompen is een grote mate van vakbekwaamheid vereist. Installatiebedrijven die over deze kennis beschikken, kunnen dit kenbaar maken met een erkenning voor warmtepompen. De Stichting Erkenning Installatiebedrijven (SEI) heeft de reeds bestaande erkenningsregelingen uitgebreid met een erkenningsregeling voor installateurs voor warmtepompen.
d. Juridisch		
i	Wat is het overheidsbeleid (wet- en regelgeving) hieromtrent en waar is lokaal beleid hierover te vinden?	Het Ministerie van VROM wil de toepassing van WKO systemen stimuleren. Immers, het benutten van de kansen in de ondergrond is belangrijk voor het realiseren van de Nederlandse ambities op het gebied van beperking van de emissies van broeikasgassen, de inzet van hernieuwde energie en verbetering van de energie-efficiënte. De drijvende kracht achter WKO in de markt is het economische voordeel dat hieraan is gekoppeld. Landelijke beleid: Nederland streeft naar 30 procent CO2 reductie en 20 procent duurzame energie in 2020. In het Bouwbesluit worden eisen gesteld ten aanzien van de energiezuinigheid. Naast de eisen aan de energieprestatiecoëfficiënt (EPC) zijn eisen gesteld met betrekking tot de thermische isolatie en de luchtdoorlatendheid. De EPC-eis is afhankelijk van de gebruiksfunctie. De energieprestatie van een nieuw te realiseren woonfunctie en woongebouw moet worden bepaald volgens de NEN 5128. Lokaal beleid: Bodemwarmtewisselaars zijn niet vergunningsplichtig. In sommige gebieden geldt echter een meldingsplicht.
e. Proces		
i	Organisatorische eigenschappen	Om warmtepompen succesvol toe te passen voor ruimteverwarming dient het afgiftesysteem in het gebouw bij voorkeur op lage temperatuur te worden afgesteld. Verdeling van verantwoordelijkheden voor realisatie en beheer van bodemsysteem en warmtepomp(en) is vereist. Noodzaak van instructies over LTV aan bewoners vanwege 'niet standaard' zijn extra aandacht nodig voor samenwerking en verdeling van investeringslasten
ii	Hoe kan bij het gebieds-ontwikkelingsproces het energieconcept verder ingestoken worden?	Stimuleer particulier opdrachtgeverschap: van particulier opdrachtgeverschap is sprake wanneer een particulier zelf de grond kan kopen of in erfpacht kan krijgen en daarna zelf kan bepalen met welke partijen zijn of haar woning wordt gerealiseerd. Een koper kan ook worden betrokken bij de bouwplannen van een projectontwikkelaar. Ervaringen in Almere en op IJburg zijn dat particuliere opdrachtgevers zeer geïnteresseerd zijn in passiefhuis technologie en verregaande duurzaamheidsmaatregelen toepassen.

	Wat zijn de aandachtspunten bij het gebiedsontwikkelingsproces om het energieconcept tot een succes te maken?	Geef vrije kavels uit bij de planontwikkeling. Informeer vrije kavelbouwers over de mogelijkheden van passiefbouw. Houdt rekening met de oriëntatie bij uitgifte van vrije kavels. Biedt begeleiding (bouwadvies) aan vrije kavelbouwers.
f. Bronnen		
	http://www.senternovem.nl/new/technieken/bodemwarmtewisselaars.asp http://www.senternovem.nl/new/technieken/warmtepompen.asp http://www.senternovem.nl/mmfiles/Statusrapportage%20warmtepompen%20in%20Nederland%20in%202008_tcm24-292088.pdf Afwegingskader Warmte, beta-versie 1.1, d.d. 10 februari 2010	