

Octrooiraad



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8100333**

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Ondergrondse warmteaccumulator en werkwijze voor het vervaardigen daarvan.**
- ⑤1 Int.Cl.³: F24H 7/00// B65D 88/76.
- ⑦1 Aanvrager: Société Anonyme dite: Soletanche te Nanterre, Frankrijk.
- ⑦4 Gem.: Ir. G.F. van der Beek c.s.
NEDERLANDSCH OCTROOIBUREAU
Joh. de Wittlaan 15
2517 JR 's-Gravenhage.

- ②1 Aanvraag Nr. 8100333.
- ②2 Ingediend 23 januari 1981.
- ③2 Voorrang vanaf 25 januari 1980.
- ③3 Land van voorrang: Frankrijk (FR).
- ③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 8001634 .
- ⑥2 --

- ④3 Ter inzage gelegd 17 augustus 1981.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

Ondergrondse warmteaccumulator en werkwijze voor het vervaardigen daarvan.

De warmteaccumulator volgens de uitvinding is bestemd om bijvoorbeeld warmte op te slaan die van een willekeurige bron afkomstig is, zoals een zonneopnemer, een warmtepomp, een warmwaterbron, een elektrische energiegenerator, etc. waarbij de opgeslagen
5 warmte vervolgens voor verschillende toepassingen gebruikt kan worden, zoals bijvoorbeeld voor de verwarming van woningen of andere constructies. Een dergelijke accumulator kan tijdens meer of minder lange cycli benut of geëxploiteerd worden, bijvoorbeeld gedurende dagcycli, seizoencycli etc.

10 De ondergrondse warmteaccumulator volgens de uitvinding bevat een begraven massa van één of meer materialen die een geschikte specifieke warmte hebben, en waarin een deel van ten minste een energietransportcircuit is opgenomen. Volgens de uitvinding bestaat het materiaal, opzamelaar van warmte, in hoofdzaak uit een
15 bindmiddel, bijvoorbeeld cement, uit klei en uit water in geschikte hoeveelheden om aan het materiaal de juiste mechanische weerstand te geven.

De stijve massa die hoofdzakelijk de warmteaccumulator volgens de uitvinding vormt, biedt de combinatie van de twee volgende
20 belangrijke voordelen: dat het stijf is, waarbij geen draagstructuur noch reservoir nodig is in tegenstelling tot de warmteaccumulator van vloeistof; en dat zijn aandeel aan water hoog kan zijn, waarbij zij een thermisch volume-capaciteit kan hebben die dicht bij de eenheid (in calorieën / °C.cm³) ligt, d.w.z. veel beter dan die van de
25 gebruikelijke vaste stoffen waaronder ook begrepen ^{gesteente,} droog zand en zelfs met water verzadigd zand.

De werkwijze volgens de uitvinding maakt het mogelijk een ondergrondse warmteaccumulator van het bovengenoemde type te vervaardigen, in het bijzonder in water-houdend terrein waar een wa-
30 terlaag dicht aan het terreinoppervlak bestaat, maar ook a fortiori in droog terrein, waar eventueel slechts een zeer diep gelegen waterlaag aanwezig is.

De werkwijze voor het vervaardigen van een ondergrondse warmteaccumulator volgens de uitvinding bestaat uit de stappen van
35 het in de bodem uitgraven van een uitholling met een volume ten minste gelijk aan die van de te maken accumulator, en het vullen van deze holte ten minste voor een deel met één of meer materialen van

8100333

geschikte specifieke warmte, en het hierin voeren van een deel van ten minste een energietransportcircuit. Volgens de werkwijze volgens de uitvinding wordt tijdens het uitgraven van de uitholling deze voortdurend gevuld ten minste voor een deel met een ^{ge}schikte vloeistof
5 zoals water of boringsmodder, waarbij men het overeenkomstige gedeelte van het energietransportcircuit onderdompelt en vastlegt in de vloeistof die de uitholling vult, en men aan de vloeistof bepaalde hoeveelheden van een bindmiddel, zoals cement, toevoegt en eventueel andere toevoegingen, die de verharding waarborgen van het
10 bindmiddel en aldus de verstijving van de vloeistof in een massa met geschikte calorische capaciteit, welke ten minste voor een deel de gereede uitholling vult.

De uitvinding zal aan de hand van uitvoeringsvoorbeelden nader toegelicht worden met verwijzing naar de tekening, waarin:

15 Fig. 1 een doorsnedeaanzicht volgens een vrijwel verticaal vlak geeft van een ondergrondse warmteaccumulator volgens de uitvinding;

fig. 2 op grotere schaal een aanzicht geeft van het detail A uit fig. 1; en

20 fig. 3 een variant geeft van de in fig. 1 aangegeven accumulator, waarbij de ondergrondse accumulator dient als onderlaag voor een gebouw.

Hierna volgend wordt de constructie van de ondergrondse warmteaccumulator volgens de uitvinding toegelicht welke schematisch in fig. 1 is aangegeven. In het geval waarin de genoemde accumulator in een terrein met losse of zeer losse grond begraven moet worden of zelfs eventueel in grond die buitengewoon weinig compact is, bijvoorbeeld in hoofdzaak bestaande uit zand, slik, turf, of linon, kan van het waterniveau in deze grond daarenboven aange-
30 nomen worden dat het ^{een}lage diepte heeft. Deze omstandigheden zijn vanzelfsprekend de meest ongunstige die men kan tegenkomen voor het inbrengen van een dergelijke ondergrondse constructie. In het bijzonder is het uitgraven van een uitholling buitengewoon moeilijk en omslachtig daar de wanden van de uitholling de neiging hebben om
35 tijdens het uitgraven daarvan in te zakken. De onderhavige uitvinding maakt het niettemin mogelijk in een dergelijk ongunstig terrein een warmteaccumulator te vervaardigen waarvan het volume meerdere honderden kubieke meters kan bereiken en zelfs kan overschrijden. De uitvinding beoogt eveneens aan de warmteaccumulator voor een be-
40 paald volume de grootst mogelijke thermische capaciteit te geven en

dat bij de laagst mogelijke kosten. Teneinde deze doelstelling te bereiken zou men kunnen overwegen water in vloeistoofstoestand te gebruiken als warmteopslagmateriaal, ^{waar} bij de volgende tabel duidelijk aangeeft dat de thermische volumecapaciteit van warmte, gelijk aan het produkt van zijn volumemassa met zijn specifieke warmte, 5 aanmerkelijk hoger is dan de respectievelijke thermische volumecapaciteit van het grootste deel van de vaste stoffen waaronder begrepen het gebruikelijke ^{gesteente} droog zand en zelfs met water verzadigd zand.

10 materiaal	massa volume g/cm ³	specifieke warmte calorie/g	thermische volume- capaciteit calorie/°C cm ³
ijzer	7,8	0,1	0,78
krijt	2,3	0,2	0,46
15 graniet	2,7	0,2	0,54
zandsteen	2,4	0,2	0,48
petroleum	0,8	0,5	0,40
lood	11,3	0,03	0,34
kwarts	2,6	0,2	0,52
20 droog zand	1,7	0,2	0,34
met water verzadigd zand	2,0	0,3	0,60
water	1,0	1,0	1,0

Aan het voordeel van een hoge thermische volumecapaciteit bij water worden daarbij de zeer lage kosten gevoegd. De toepassing van een massa van ondergronds water als warmteaccumulator heeft echter bepaalde nadelen: de laag aarde bovenop een dergelijke massa water biedt onvoldoende weerstand om het mogelijk te maken om constructies daarop te bouwen, hetgeen eventueel slechts mogelijk is 30 door deze te vervangen door een "dak" met voldoende mechanische weerstand en als gevolg daarvan een kostbare vervaardiging. Anderzijds is het niet mogelijk om direkt een vloeibare massa in los terrein te begraven; om het inzakken aan de wanden van de uitholling tegen te gaan is het vervolgens onvermijdelijk om wanden op te richten 35 ten die voldoende bestendig en bijgevolg van eveneens kostbare constructie zijn.

Nu zal bij wijze van voorbeeld een bepaalde uitvoeringsmode van de werkwijze volgens de uitvinding toegelicht worden voor het vervaardigen van de warmteaccumulator die schematisch in de 40 fig. 1 en 2 aangegeven is. Uitgaande van het oppervlak 1 van de grond graaft men een uitholling van voorafbepaalde vorm, bijvoor-

beeld een parallellopipedum, onder toepassing van bekende publieke werkmachines, bijvoorbeeld mechanische grondgraafmachines of "drag-line" machines. Naarmate het uitgraven van de uitholling 2 voortgaat, voert men er ^{een} boorspoeling aan toe bestaande in hoofdzaak uit
5 een bindmiddel zoals cement, klei, zoals bentoniet, water en verschillende toevoegingen waarvan er één is gekozen om op geschikte wijze de verharding van het bindmiddel te vertragen; waarbij het gewichtsaandeel van water bij voorkeur in sterke mate het grootst is. Een voorbeeld van een samenstelling van een boorspoeling voor
10 het ten uitvoerleggen van de werkwijze volgens de uitvinding is de volgende:

	water	: 1000 liter
	slakken-cement	: 100 à 200 kg
	bentoniet	: 35 kg
15	vertrager van de verharding,	
	bijvoorbeeld lignosulfiet	: 1 à 5 liter

De aldus samengestelde spoeling wordt in de uitholling tijdens het graven daarvan ingevoerd of door middel van een pomp die een continue stroom van spoeling verzekert aangepast aan de
20 graafsnelheid of op discontinue wijze door in de uitholling opvolgende ladingen uit te storten bij voorkeur van hetzelfde geschikte volume. Het aandeel van de vertrager van de verharding in de boorspoeling moet vanzelfsprekend gekozen zijn om de verharding van de spoeling in een vaste massa te vermijden niet alleen tot aan
25 de afwerking van de uitholling, maar ook tot aan die bewerking van de nakomende bewerkingen die hierna volgend beschreven zijn. Bij de bepaling van het aandeel van de vertrager van de verharding moet men ook rekening houden eventueel met onderbrekingsperioden van het graven van de uitholling, bijvoorbeeld tijdens de nachten.
30 Tijdens deze fase van het uitgraven van de uitholling heeft de spoeling die ten minste voor een deel op bekende wijze in de uitholling wordt gevuld, als hoofdrol het vermijden van het afkalven van de wanden van de uitholling tijdens het graven; deze rol is van fundamenteel belang in het bijzonder in het geval dat de grond
35 waarin gegraven wordt, een zeer zwakke cohesie en grote hoeveelheden water dichtbij het oppervlak daarvan heeft, zoals reeds eerder vermeld.

Voor de vervaardiging van de warmteaccumulator volgens de uitvinding, welke in de fig. 1 en 2 is aangegeven, gaat men ver-
40 volgens over tot het in de nog niet verstijfde spoeling, welke ten

minste voor een deel de voltooide uitholling vult, ^{thermische} indompelen van/
isolerende en/of voor water ondoorlaatbare panelen.

In het geval van een uitholling in de vorm van een parallelloepipedum welke bestemd is voor de vervaardiging van een accumulator met dezelfde vorm, gaat het in de eerste plaats om het nabij de in wezen
5 ^{zij- of} verticale dwarswanden van de uitholling 2 indompelen en vastzetten door middel van bekende middelen van panelen, zoals 3a, 3b.....
voorzien voor het vormen van de dwarswanden van een ruimte bestemd om geheel de warmteaccumulator te omsluiten. Voor een accumulator van
10 grote afmetingen wordt ^{zij- of} elke dwarswand dan gevormd bij voorkeur door de randen van meerdere panelen zoals 3a, aan elkaar te bevestigen, waarbij de smalle zijden van deze panelen glad of bewerkt kunnen zijn om in elkaar gevoegd te worden. Nadat deze dwarswanden op hun plaats zijn gebracht gaat men over tot het nabij de in wezen hori-
15 zontaal verlopende bodem van de uitholling 2 indompelen en vastzetten van één of meerdere panelen 3d die bestemd zijn om de vloer van de genoemde holte te vormen. Vanzelfsprekend kunnen de panelen 3d van de vloer voor die van de dwarswanden ondergedompeld worden. Bij de in de fig. 1 en 2 aangegeven uitvoeringsvorm kan elk paneel
20 3a tot 3d de volgende op grotere schaal in fig. 2 aangegeven samenstelling hebben: elk paneel, bijvoorbeeld 3b, bestaat in wezen uit een isolatieplaat 4 van een materiaal met laag thermisch geleidingsvermogen, bijvoorbeeld van polystyreen of van fenolschuim, welke is geplaatst tussen twee mechanische beschermings- en ballastplaten
25 5a en 5b, die onderling door de isolatieplaat 4 doorlopende verstijvingsribben, zoals 6, aan elkaar bevestigd zijn. Elke verstijvingsrib 6 kan aangebracht zijn om een eventuele vervorming of indrukking van de isolatieplaat 4 door het gewicht van de accumulator of de gronddruk te vermijden. Te dien einde kan men in het geval
30 bijvoorbeeld van een door moeren 6a op zijn plaats gehouden verstijvingsrib contramoeren 6b aanbrengen. Anderzijds zijn het oppervlak van elk paneel, zoals 3b, dat naar het uitwendige van de accumulator is gericht, d.w.z. naar de dichtstbijzijnde dwarswand van de uitholling 2, en dus eventueel ook het andere oppervlak daarvan
35 bekleed door afdichtingselementen, zoals voor water ondoorlaatbare films of bladen 7, bijvoorbeeld eenvoudige bladen van kunststofmateriaal die door elk geschikt middel, bijvoorbeeld door plakken, aan de betonplaat 5a zijn bevestigd. Elk aldus vervaardigd paneel reduceert in sterke mate de thermische uitwisseling tussen de
40 accumulator en de grond waarin hij begraven is dankzij met name de

isolatieplaat 4, waarbij het blad 7 praktisch gezien elke circulatie van water tussen het inwendige van de holte van de accumulator enerzijds en de grond anderzijds verhindert teneinde eveneens calorieverliezen die een gevolg zijn van deze watercirculaties te vermijden.

5 Uiteindelijk geven de betonplaten 5a en 5b aan elk paneel, zoals 3b, een voldoende stijfheid en mechanische weerstand. Terwijl zij in belangrijke mate het gewicht van de overeenkomstige panelen vergroten fungeren de betonplaten 5a en 5b eveneens als ballast waarbij zij de in de nog niet verstijfde spoeling ingedompelde panelen
10 vasthouden.

Voor de verharding van de boorspoeling die de door de panelen 3a tot 3d gevormde holte vult, dompelt men daar vervolgens de onderste gedeelten van beide energietransportketens in, te weten een primair circuit om in de ondergrondse energieaccumulator de
15 van een energiebron afkomstige calorieten over te brengen, en een secundair circuit om ten minste een deel van de in de accumulator opgeslagen calorieten naar op het oppervlak van de grond 1 of boven geplaatste gebruiksapparaten over te brengen, en bevestigt men deze onderste gedeelten daarin eventueel met behulp van elk geschikt
20 middel. In de in fig. 1 aangegeven uitvoeringsvorm bestaat het primaire circuit in wezen uit elektrische weerstandsdraden, zoals 8, die elk door een elektrisch isolerende mantel zijn omgeven en eventueel door een beschermingsbuis 9. De buizen 9 worden zodanig in de spoeling gedompeld dat zij daarin voorafbepaalde plaatsen in-
25 nemen.

Het secundaire circuit bestaat eveneens uit buizen, zoals 11, bij voorkeur van metaal, waarvan bijvoorbeeld enige verticaal en andere daartussen horizontaal, zoals de buizen 9, zijn geplaatst. Van deze verschillende buizen 11 zijn de uiteinden twee aan twee
30 aan elkaar bevestigd teneinde binnen de genoemde holte verdeeld een thermische wisselaar te vormen. De ingang en de uitgang van de aldus samengestelde thermische wisselaar zijn respectievelijk door middel van twee bijvoorbeeld verticale pijpen 12a en 12b en door middel van (niet aangegeven) ^{andere} pijpen verbonden met de calorische
35 energiegebruiksapparaten, met name een thermische wisselaar, die het mogelijk maakt de overgedragen calorieten te onttrekken. Dit secundaire circuit is vanzelfsprekend bestemd om met een warmte-dragend fluïdum gevuld te worden, die bijvoorbeeld van een geschikt bekend type kan zijn, zoals water, lucht, etc.

40 Wanneer de spoeling de door de panelen 3a tot 3d gevormde

8100333

holte niet in zijn geheel zou ^{vullen,} stort men vervolgens een aanvullende hoeveelheid van spoeling bij teneinde een volledige vulling van de genoemde holte te verkrijgen. Wanneer de spoeling geheel in de uitgraving 2 en dus in de door de panelen 3a-3d gevormde holte ver-
5 stijfd is tot een massa 13 waarin de buizen 9 en 11 van de primaire en secundaire circuits geheel ondergedompeld zijn, sluit men de genoemde holte af door middel van een dak of plafond dat met name uit een aan de vloer 3d analoog paneel 3e kan bestaan. Natuurlijk zijn er in dit bovenste paneel 3e afgedichte doorvoeren voorzien voor
10 het doorlaten van elektrische kabels 10a-10b die dienen voor de aansluiting van het primaire circuit op een uitwendige elektrische energiebron en voor de invoer en uitvoerleidingen 12a-12b van het secundaire circuit. Een laag van planteground, van beton of van een ander materiaal T kan uiteindelijk bovenop het bovenste paneel 3e
15 van de gevormde holte neergelegd worden om het oppervlak van de grond 1 weer continu te laten verlopen.

In het geval van een accumulator die onder toepassing van een spoeling gemaakt is met de eerder als voorbeeld gegeven samen-
stelling en die met name op 1000liter/^{water}150 kg slakkencement bevat,
20 heeft men kunnen vaststellen dat de stijve massa van het materiaal van de warmteaccumulator een thermische volumecapaciteit had van ongeveer $0,98 \text{ calorie}/^{\circ}\text{C}.\text{cm}^3$, welke zeer dichtbij die van water ($1 \text{ calorie}/^{\circ}\text{C}.\text{cm}^3$) ligt. Men heeft eveneens kunnen vaststellen dat de weerstand daarvan tegen samendrukking na een verhardingstijd
25 van een maand ongeveer 5 bar bedraagt, hetgeen ruimschoots toereikend is om het mogelijk te maken eventueel constructies op het grondoppervlak, met name boven de laag T, loodrecht boven de warmte-accumulator volgens de uitvinding, op te richten. De warmteaccumulator volgens de uitvinding kan in het bijzonder met voordeel ge-
30 bruikt worden om middels zijn secundair energietransportcircuit geconstrueerde lokalen of ruimten te verwarmen.

Fig. 3 toont een uitvoeringsvorm van dit type, waarin de verwarmingsradiatoren van een gebouw 14 gevoed worden door het secundaire circuit 11-12a-12b van een warmteaccumulator 13 vol-
35 gens de uitvinding. Deze laatste bevat dwarswanden, zoals 3a, 3b, die zich tot in de buurt van het oppervlak van de grond 1 uitstrekken en die als onderlaag voor het gebouw 14 fungeren. De eenheid gevormd door de massa 13 van het materiaal van de warmteaccumulator en door een thermische isolerende, horizontaal verlopende wand 3e
40 die bovenop de massa 13 ligt, heeft boven de bodem of de vloer 3d

een hoogte h die aanmerkelijk kleiner is dan de hoogte H van de dwarswanden zoals 3a, 3b; de horizontale wand 3e begrenst op deze wijze met de bovenste gedeelten van de dwarswanden zoals 3a, 3b een grote ruimte 15 die als sou-terrain voor het gebouw 14 kan dienen.

5 Wanneer het daarentegen niet de bedoeling is om direkt boven de warmteaccumulator volgens de uitvinding te bouwen, kan de stijve massa daarvan een minder hoge weerstand tegen samendrukking hebben, hetgeen voor 1000 liter water een lager aandeel van cement in de boorspoeling met zich meebrengt, bijvoorbeeld slechts
10 100 kg slakkencement of nog minder. De weerstand tegen samendrukking van de stijve massa van het warmteaccumulatormateriaal kan aldus verlaagd worden volgens de uitvinding tot ongeveer 0,1 bar, hetgeen net voldoende is om daarin de circuits 9 en 11 van de warmtewisselaars en de wanden 3a, 3b.....3d, 3e in de voorziene plaatsen te
15 houden. Een dergelijk materiaal zoals het profaan dat/eerder pasta-achtig dan stijf wordt beschouwd, verschilt evenwel van een vloeistof hierin dat het een bepaalde cohesie heeft, d.w.z. dat het schuifspanningen of belastingen zonder grote vervorming kan weerstaan hetgeen niet het geval is bij eenvoudig viskeuze materialen
20 of zij nu pasta-vormig of vloeibaar zijn.

De bovenbeschreven uitvoeringsvorm van de warmteaccumulator volgens de uitvinding evenals de boven toegelichte werkwijze voor het vervaardigen daarvan kunnen vele wijzigingen ondergaan binnen het kader van de uitvinding. De vervaardiging van elk van
25 de panelen 3a-3e die de omsloten holte vormen, is naar keuze; elk paneel kan eenvoudigweg gevormd zijn uit een plaat van thermisch isolerend materiaal, bijvoorbeeld van kunststof materiaal of ook uit een plaat van een voor water ondoordringbaar materiaal dat echter betrekkelijk dun is. Inplaats van dat de plaat van isolatiemateriaal aan zijn beide vlakken belast wordt door betonplaten zoals
30 aangegeven in fig. 2, kan deze plaat van isolatiemateriaal aan een enkel zijvlak door een betonplaat belast worden. De betonplaten kunnen zelf versterkt zijn door armaturen of vervangen worden door platen van geschikt staal. Anderzijds kunnen de dwarswanden van de
35 omsloten holte inplaats van verticaal verlopen ook voor bepaalde toepassingen scheef opgesteld worden. Bij een variant kunnen de zij- of dwarswanden van de omsloten holte inplaats van te bestaan uit in de spoeling voor de verstijving daarvan gedompelde panelen, gevormd worden door wanden die met behulp van een bekende werkwijze voor
40 het uitgraven van de uitholling in de grond gevormd of gegoten zijn.

In dat geval wordt de uitholling natuurlijk tussen de eerst in de grond gevormde wanden vervolgens uitgegraven waarbij gewaakt wordt deze wanden niet te beschadigen en waarbij een spoeling toegepast wordt die bijvoorbeeld de eerder aangegeven samenstelling heeft .

5 De volgorde van bewerkingen blijft onveranderd. De vloer 3d en de buizen 9 en 11 van de warmtetransportcircuits worden voor de verstijving van de spoeling op hun plaats gebracht, waarbij de gesloten holte uiteindelijk na verstijving van de spoeling afgemaakt wordt doordat het bovenste paneel 3e op zijn plaats wordt gebracht.

10 De realisatie van een afgesloten holte rond de warmteaccumulator volgens de uitvinding is facultatief. Men kan een dergelijke holte weggelaten in het bijzonder telkens wanneer het terrein, waarin de uitholling gegraven^{kan} worden, van nature de warmteuitwisseling tussen de wanden van de uitholling enerzijds en de massa van
15 de warmteaccumulator anderzijds beperkt waarbij het in dit geval om verliezen door geleiding of door warmtecirculatie gaat. In het bijzonder is het niet nodig om een afgesloten ruimte aan te brengen wanneer de accumulator volgens de uitvinding in droog zand of in praktisch ondoordringbare klei moet worden ondergebracht. De samen-
20 stelling van de spoeling kan naar keus zijn, waarbij de eerderaangegeven verhoudingen slechts voorbeelden zijn. Het als bindmiddel toegepaste cement kan ook Portland-cement zijn. Ofschoon slakken-cement in het bijzonder geschikt is gezien de hoge mechanische weerstand die verkregen kan worden voor een kleine hoeveelheid cement
25 en gezien eveneens de goede weerstand daarvan tegen de inwerking van seleniteus water, kan het vervangen worden door elk ander cement. Om evenwel een mechanische weerstand te verkrijgen equivalent aan bijvoorbeeld Portland-cement, heeft men veel meer slakkencement nodig. Het cement kan ook in zijn geheel of voor een deel vervangen
30 worden door een ander geschikt bindmiddel zoals losse as of slakken, pouzzolaanpoederaarde, kalk, etc.

Het bentoniet kan eveneens vervangen worden door een lokale klei, maar in een veel grotere verhouding. Inplaats van elektrische weerstanden te omvatten, kan het primaire circuit een wisselaar voor
35 warmte-dragend fluïdum omvatten analoog aan die van het secundaire circuit. De verschillende buizen van de primaire en secundaire circuits kunnen onregelmatig in de massa van de accumulator verdeeld zijn, bijvoorbeeld kunnen zij in het middengebied zijn geconcentreerd. Bij een variant behoort elke buis van het secundaire circuit strikt
40 bij een buis van het primaire circuit, waar hij bijvoorbeeld over

een deel ten minste van zijn lengte dichtbij ligt. Voor bepaalde toepassingen is het voldoende om een enkel energietransportcircuit aan te brengen dat gedurende vastgestelde tijdsperioden nu eens als primair circuit en dan weer als secundair circuit gebruikt kan worden door daarin bijvoorbeeld een bekend stelsel van meer-wegkleppen in op te nemen.

Bij een variant van de werkwijze voor het vervaardigen van een warmteaccumulator volgens de uitvinding worden het bindmiddel en eventueel de andere toevoegingen niet in de spoeling toegevoegd, voor het gebruik daarvan, om de uitholling tijdens het uitgraven te vullen, maar pas na het voltooien van de uitholling. Hiermede kan vanzelfsprekend het gebruik van een vertrager van de verharding weggelaten worden. Het cement en de andere eventuele toevoegingen kunnen direkt ontladen worden in de spoeling die de voltooide uitholling vult. Men kan ook een gesloten circuit gebruiken dat tenminste een pomp en een menger heeft, die buiten de uitholling zijn geplaatst om hieraan de spoeling te onttrekken, de menging hiervan met het cement en de andere toevoegingen te realiseren en om vervolgens het aldus verkregen mengsel in de uitholling uit te storten. De verrijking van de spoeling met cement in de menger wordt voortgezet opdat het de uitholling vullende mengsel het noodzakelijke aandeel aan cement bevat. Deze variant van de werkwijze volgens de uitvinding maakt behalve de bezuiniging op de vertrager van de verharding een bezuiniging aan cement mogelijk. In het geval van de eerder beschreven werkwijze waarbij het cement reeds in de tijdens het uitgraven van de uitholling gebruikte spoeling was opgenomen, werd een deel van het mengsel en bijgevolg van het daarin opgenomen cement onvermijdelijk met de uitgegraven aarde van de uitholling meegenomen en was dientengevolge verloren.

Gezien zijn volume kan de voor de constructie van een warmteaccumulator volgens de uitvinding bestemde uitholling of in zijn geheel in een enkele bewerking en zonder herhalingen of verbindingen tussen de verschillende onderdelen uitgegraven worden of in afzonderlijke gedeelten uitgegraven worden waarvan elk deel met name voorzien wordt van energietransportcircuits en eventueel van wanden van de omsloten ruimte die vervolgens voor de uitvoering van het aangrenzende gedeelte verstijfd wordt. In het geval van een warmteaccumulator van zeer groot volume waarvoor de opvolgende uitvoering bijvoorbeeld van N aan elkaar grenzende en van 1 tot N genummerde delen, nodig is, voert men bij voorkeur eerst bijvoorbeeld

8100333

de even genummerde gedeelten van de accumulator en vervolgens na hun voltooiing de oneven genummerde gedeelten daarvan uit.

Reeds is aangegeven dat de plaatsing van de buizen van de energietransportcircuits binnen de warmteaccumulator volgens de uit-
5 vinding naar keuze kan geschieden. Inplaats van een soort van netwerk met parallellopipedummazen te vormen zoals op fig. 1 kunnen de buizen van de primaire wisselaar en/of ^{van} de secundaire wisselaar op willekeurige wijze in de massa van de warmteaccumulator verdeeld zijn of kunnen zij in cirkels, spiralen, in serpentinevorm etc.
10 aangebracht zijn.

Natuurlijk kan de ondergrondse warmteaccumulator volgens de uitvinding eveneens in een zeer coherent terrein zijn gemaakt, waarin de wanden van de uitholling tijdens het uitgraven weinig instortrisico opleveren. In dit geval is het gebruik van een spoeling
15 ling tijdens het uitgraven van de uitholling ^{on}nodig. Het is dan voldoende om de gereede uitholling te vullen met een vloeistofmengsel die in hoofdzaak bestaat uit een bindmiddel, zoals cement en uit klei en water. Wanneer de overeenkomstige delen van het energietransportcircuit of -circuits en eventueel de dwarswanden en de vloer
20 van de holte van de accumulator op hun plaats in de voltooide uitholling voor de vulling daarvan met het vloeistofmengsel zijn geplaatst, is het niet nodig om een vertrager van de verharding aan dit mengsel toe te voegen. Wanneer echter op kleine diepte in een ^{terrein} dergelijk terrein een laag water aanwezig is, welk ~~betrekkelijk~~ co-
25 herent maar niet ondoordringbaar is, kan de uitholling zich tijdens de uitgraving vullen. In dit geval brengt, zodra de overeenkomstige delen van het energietransportcircuit of -circuits en aldus eventueel de dwarswanden en de vloer van de holte in het de gereede uitholling vullende water gedompeld zijn, en vervolgens nabij de wan-
30 den van de genoemde uitholling vastgezet zijn, de voltooiing van de accumulator slechts de noodzaak met zich mee van het toevoegen van een bindmiddel, zoals cement, en van klei aan de waterige inhoud van de uitholling.

- conclusies -

C O N C L U S I E S

1. Ondergrondse warmteaccumulator voorzien van een begraven massa van één of meerdere materialen met een geschikte specifieke warmte, waarin een gedeelte van ten minste een energietransportcircuit (9,11) verzonken is, met het kenmerk,
5 dat het materiaal (13) van de warmteaccumulator in hoofdzaak gevormd wordt door een bindmiddel, bijvoorbeeld cement, door klei en door water in geschikte verhoudingen om aan het materiaal een juiste mechanische weerstand te geven.

2. Warmteaccumulator volgens conclusie 1, met het
10 kenmerk, dat het materiaal (13) van de accumulator in hoofdzaak bestaat uit cement, bijvoorbeeld slakkencement, uit bentoniet en uit water, waarbij het gewichtspercentage van het water in ruime mate het grootst is.

3. Warmteaccumulator volgens conclusie 1 en 2, met
15 het kenmerk, dat het materiaal (13) van de warmteaccumulator een weerstand tegen samendrukking heeft ten minste gelijk aan die nodig om het energietransportcircuit (9,11) vast te zetten als ook eventueel de andere vaste organen (3a tot 3e) van de accumulator, in de plaatsen die aan hen binnen of aan de omtrek van de
20 cumulator zijn toegewezen, waarbij de minimale waarde van de weerstand tegen samendrukking in de orde van 0,1 bar kan zijn.

4. Warmteaccumulator volgens één der conclusies 1-3, met het kenmerk, dat het materiaal (13) van de warmteaccumulator een specifieke volumewarmte heeft groter dan die
25 van aarde en van gesteente en bij voorkeur ten minste gelijk aan $0,9 \text{ calorie/}^{\circ}\text{C.cm}^3$.

5. Warmteaccumulator volgens één der conclusies 1-4, met het kenmerk, dat de massa van het accumulatormateriaal (13) geïsoleerd is van de waarde waarin zij onder toepassing van thermisch
30 isolerende voor water ondoordringbare wanden (3a-3e) begraven is, welke wanden bij voorkeur een rond de genoemde massa gesloten holte vormen.

6. Warmteaccumulator volgens één der conclusies 1-5, met het kenmerk, dat de massa van het accumulatormateriaal (13)
35 geïsoleerd is van de aarde waarin zij onder toepassing van voor water ondoordringbare wanden (3a-3e) begraven is, welke wanden bij voorkeur een rond de genoemde massa gesloten holte vormen.

7. Warmteaccumulator volgens één der conclusies 5 en 6, met het kenmerk, dat ten minste bepaalde wanden, met name de ^{zij- of} dwarswanden van de omsloten holte, in de grond gegoten of gevormde wanden zijn.

5 8. Warmteaccumulator volgens één der conclusies 5 en 6, met het kenmerk, dat ten minste bepaalde wanden (3a tot 3e) elk bestaan uit ten minste een paneel, dat verkregen wordt door samenvoegen van een plaat (4) van een materiaal met zwak thermisch geleidingsvermogen, en van ten minste een plaat (5a of 5b) 10 voor ballast en/of voor mechanische bescherming, bijvoorbeeld van staal, van beton of van bewapend beton.

9. Warmteaccumulator volgens conclusie 8, met het kenmerk, dat de plaat (4) met zwak thermisch geleidingsvermogen tussen twee ballast- en/of mechanische beschermingsplaten (5a en 15 5b) is geplaatst.

10. Warmteaccumulator volgens één der conclusies 8 en 9, met het kenmerk, dat elk paneel (3a - 3c) ten minste aan één van zijn beide zijvlakken bekleed is door een voor water-afdichtingselement zoalseen ondoordringbare film of blad (7).

20 11. Warmteaccumulator volgens één der conclusies 1 - 10, geïnstalleerd onder ten minste een bovenstructuur, zoals een gebouw (14), met het kenmerk, dat de accumulator als onderlaag of als fundering voor de bovenstructuur (14) dient.

12. Warmteaccumulator volgens conclusie 11, geen - 25 merkt door dwarswanden (3a, 3b) die zich tot dichtbij het oppervlak van de grond (1) uitstrekken en die als onderlaag voor het gebouw (14) dienen, waarbij het door de massa (13) van het materiaal van de warmteaccumulator en door een thermisch isolerende en in wezen horizontaal verlopende wand (3e) die boven de massa 30 (13) ligt, ^{gevormde geheel} boven de bodem van de accumulator een hoogte (h) heeft die aanzienlijk kleiner is dan die (H) van de dwarswanden (3a, 3b) zodat de horizontale wand (3e) met de bovengedeelten van de dwarswanden (3a, 3b) het sousterrain van het gebouw begrenst.

13. Werkwijze voor het vervaardigen van een warmteaccumula- 35 tor volgens één der conclusies 1-12, met name in een waterhoudend terrein, welke werkwijze omvat de stappen van het in de grond uitgraven van een uitholling (2) met een volume ten minste gelijk aan dat van de te maken uitholling, en het vullen van deze uitholling (2) ten minste voor een deel met één of meerdere materialen met 40 geschikte specifieke warmte door in de uitholling een gedeelte van

ten minste een energietransportcircuit (9,11) in te voeren, m e t
h e t k e n m e r k, dat tijdens het uitgraven van de uithol-
ling (2) deze voortdurend gevuld wordt ten minste voor een deel met
een geschikte vloeistof zoals water of een spoeling, dat men het
5 overeenkomstige gedeelte van het energietransportcircuit (9,11)
in de de uitholling vullende vloeistof dompelt en vastzet, en dat
men aan de vloeistof bepaalde hoeveelheden van een bindmiddel, zoals
cement, toevoegt en eventueel van andere toevoegingen om de ver-
harding van het bindmiddel te verzekeren en als ook de verstijving
10 van ^{de} vloeistof tot een massa (13) van geschikte calorische capaciteit
die ten minste voor een deel de bepaalde uitholling (2) vult.

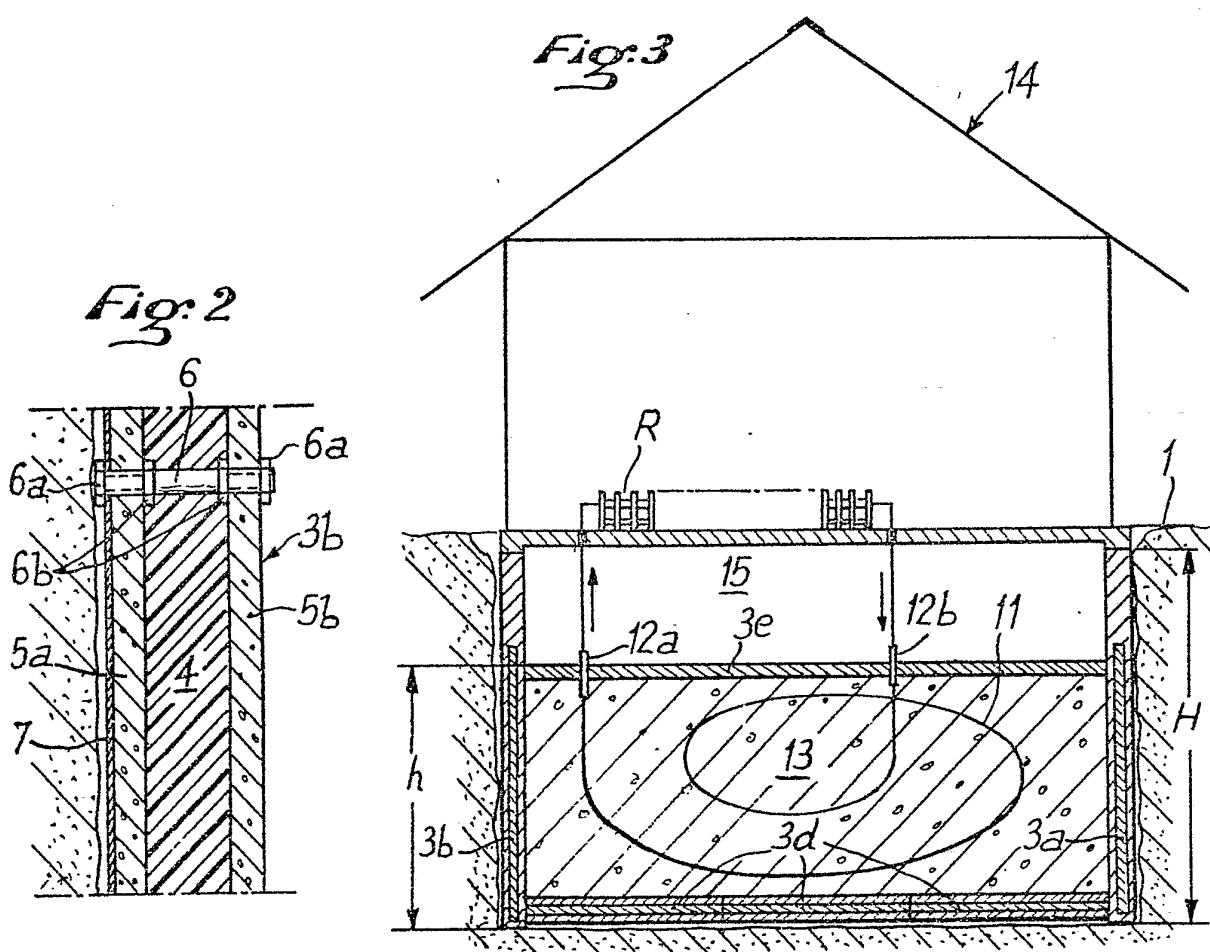
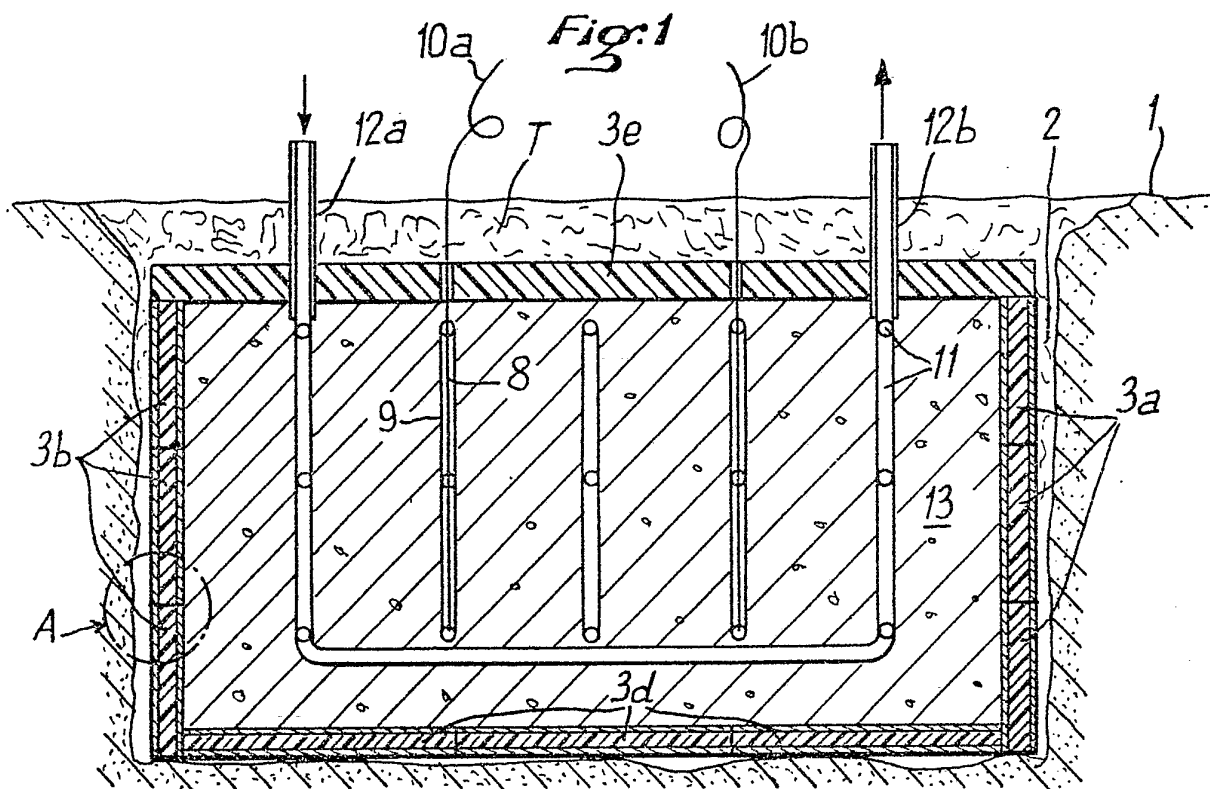
14. Werkwijze volgens conclusie 12, m e t h e t k e n
m e r k, dat men het bindmiddel en de andere toevoegingen toevoegt
aan de spoeling voordat deze gebruikt wordt om de uitholling (2)
15 tijdens het uitgraven te vullen, waarbij een van de toevoegingen,
bijvoorbeeld lignosulfiet, gekozen is om de verharding van het bind-
middel te vertragen ten minste tot de voltooiing van de uitholling
(2) en de plaatsing van het energietransportcircuit (9, 11).

15. Werkwijze volgens conclusie 13, m e t h e t
20 k e n m e r k, dat men het bindmiddel en eventueel de andere toe-
voegingen aan de de voltooide uitholling (2) vullende vloeistof
toevoegt.

16. Werkwijze volgens één der conclusies 13-15, voor het
vervaardigen van een ondergrondse warmteaccumulator die in een
25 thermisch isolerende en/of afdichtende omhulling is opgesloten,
m e t h e t k e n m e r k, dat men in de grond door middel
van een bekende werkwijze in wezen verticale betonwanden vormt
die bestemd zijn om de dwarswanden van de isolerende omhulling te
vormen, dat men vervolgens de uitholling tussen de gevormde wanden
30 uitgraaft, dat men voor de verstijving van ^{de} uitholling vullende
vloeistof in deze vloeistof een thermisch isolerende en/of afdich-
tend paneel dompelt, dat nabij de bodem van de uitholling vastgezet
wordt om de vloer van de afgesloten omhulling te vormen, en dat men
na verstijving van de vloeistof en plaatsing van het energietrans-
35 portcircuit de omhulling afmaakt door middel van een thermisch iso-
lerend en/of afdichtend bovenpaneel.

17. Werkwijze volgens één der conclusies 13-15, voor het
vervaardigen van een ondergrondse warmteaccumulator die in een
thermische isolerende en/of afdichtende omhulling is afgesloten,
40 m e t h e t k e n m e r k, dat thermisch isolerende en/of

voor water ondoordringbare panelen (3a tot 3d) in de de voltooide
uitholling (2) vullende vloeistof zijn opgenomen voor de ver-
stijving van de vloeistof, welke panelen nabij de bodem en de
dwarswanden van de uitholling vastgezet zijn om met een analoog
5 bovenpaneel (3e) de afgesloten holte te vormen.



8100333