



FI000103149B

(12) PATENTTIJULKAISU
PATENTSKRIFT

(10) FI 103149 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats 30.04.1999

(51) Kv.lk.6 - Int.kl.6

F 25B 15/00 // F 24D 11/02

(21) Patenttihakemus - Patentansökning 954950

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag 17.10.1995

(24) Alkupäivä - Löpdag 17.10.1995

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig 18.04.1997

SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(73) Haltija - Innehavare

1. ABB Installaatiot Oy, Iso-Iivarintie, 21530 Paimio, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Leskinen, Seppo, 01120 Vesterskog, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Kolster Oy Ab, Iso Roobertinkatu 23, 00120 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

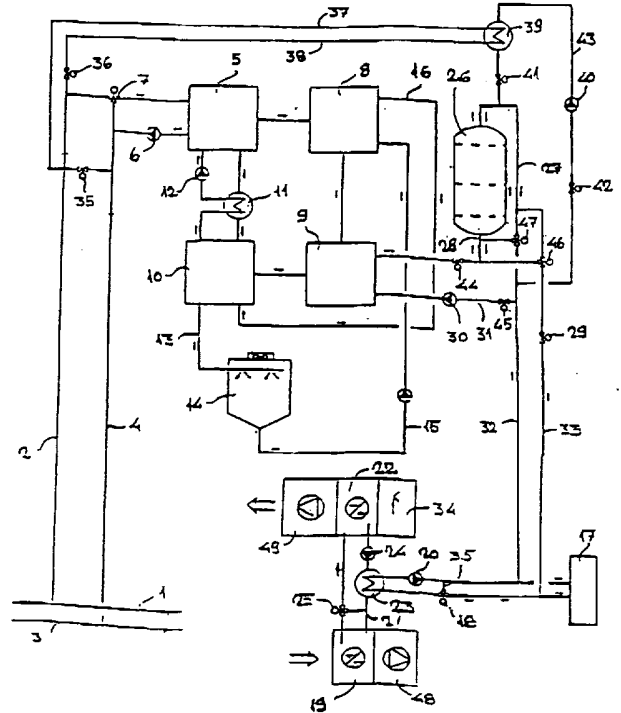
Menetelmä ja sovitelmä jäähdytystehon ja lämmitystehon tuottamiseksi
Förfarande och arrangemang för generering av kylningseffekt och värmeeffekt

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

FI C 56898 (F 24D 11/02), DE A 3103955 (F 24D 11/02), US A 4134273 (F 25B 15/00),
LVI 9, 1984, Lindström, Energiasäästö kylmälaitoksissa

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksinnön kohteena on menetelmä ja sovitelmä jäähdytystehon ja lämmitystehon tuottamiseksi yhtä tai useampaa rakennusta varten ja sen jakamiseksi rakennuksiin putkiverkossa kiertävän nesteen avulla, jolloin jäähdytys- ja lämmitystehoa tuotetaan kaukolämpövedestä energiansa ottavan absorptiokoneikon (5,8,9,10) tai vastaavan ja kuuman kaukolämpöveden avulla. Kustannusten alentamiseksi energian siirtoon käytettävä neste on sovitettu varastoitavaksi sekä jäähdytys- että lämmitystilanteissa absorptiokoneikkoon (5,8,9,10) tai vastaavaan sovitettuun samaan varaajaan (26) silloin kun jäähdytys- tai lämmitystarve on pieni ja sovitettu otettavaksi varaajasta (26) silloin kun lämmitys- tai jäähdytystarve on suuri.



Uppfinningen avser förfarande och arrangemang för generering av kyleffekt och värmeeffekt för en eller flera byggnader och dess distribution till byggnaderna med användning av i ett rörnät cirkulerande vätska, varvid kyl- och värmeeffekten produceras med tillhjälp av ett absorptionsaggregat (5, 8, 9, 10) eller motsvarande, som tar sin energi ur fjärrvärmevatten, och med hett fjärrvärmevatten. För minskning av kostnaderna har den för energiöverföringen använda vätskan anordnats att såväl vid kylning som vid uppvärmning lagras i en i absorptionsaggregatet (5, 8, 9, 10) eller motsvarande anordnad behållare (26) då kyl- eller uppvärmningsbehovet är litet, och att uttas från behållaren (26) då uppvärmnings- eller kylbehovet är stort.

Menetelmä ja sovitelma jäädytystehon ja lämmitystehon tuottamiseksi

Keksinnön kohteena on menetelmä jäädytystehon ja lämmitystehon tuottamiseksi yhtä tai useampaa rakennusta varten ja sen jakamiseksi rakennuksiin putkiverkossa kiertävän nesteen avulla, jolloin jäädytys- ja lämmitystehoa tuotetaan kaukolämpövedestä energiansa ottavan absorptiokoneikon tai vastaavan ja kuuman kaukolämpöveden avulla ja varastoidaan absorptiokoneikkoon tai vastaavaan sovitettuun varaajaan ja otetaan varaajasta silloin, kun jäädytys- tai lämmitystarve on suuri. Keksinnön kohteena on edelleen sovitelma jäädytystehon ja lämmitystehon tuottamiseksi yhtä tai useampaa rakennusta varten.

Rakennusten jäädyttämiseen käytetään nykyään yleisimmin kompressorikoneikkoon perustuvia jäädytyskoneikkoja, jotka on hajautettu käyttöpaikoille. Kylmäteho tuotetaan niissä sähköllä. Rakennusten jäädytyksen osuus sähkönkulutuksesta on nykyisin jo varsin merkittävä, esimerkiksi Etelä-Euroopan maissa sähkönkulutuksen huippu on kesällä. Kulutus sattuu lisäksi tuotannon kannalta epäedulliseen ajankohtaan. Sähkön tuotannon yhteydessä väistämättä syntyvälle lämmölle ei ole lämpimän käyttöveden lisäksi juuri muuta käyttöä, vaan se joudutaan lauhduttamaan vesistöihin esimerkiksi merivesilauhduuttimilla tai ilmaan jäädytystornien avulla.

Jäädytystehoa pystyttäisiin tuottamaan myös sähköntuotannon jätelämmöllä ns. absorptiokoneikoissa, joista tunnetuimpia ovat litiumbromidi/vesi- ja ammoniakki-/vesikoneikot. Näillä pystyttäisiin pienentämään sähkönkulutusta ja siten mm. CO₂-päästöjä sekä saamaan nyt täysin hukkaan menevä jätelämpö hyötykäyttöön.

Esimerkkeinä tunnetusta tekniikasta voidaan mainita US-patenttijulkaisussa 4 134 273, FI-julkaisussa 56898, DE-julkaisussa 31 03 955 ja julkaisussa LVI 9, 1984,

Lindström, Energiansäästö kylmälaitoksissa kuvatut ratkaisut. US-julkaisussa 4 134 273 käytetään eri säiliöitä kylmän ja kuumen varastointiin. FI-julkaisu 56898 liittyy lämmön ja/tai kylmän tuotantoon sorptiomenetelmällä. DE-31 03 955 liittyy pelkästään lämmön varastointiin termokeemiallisia varaajia käyttäen silloin kun lämmöntuotanto on ajoittaista. Julkaisu LVI 9 käsittää yksinomaan kylmätekniikkaa, lämmitystä ei mainita.

Edullisimmin voitaisiin kylmän tuotanto järjestää ns. kaukokylmäjärjestelmänä, jossa kylmäteho tuotettaisiin keskitetysti voimalaitoksissa ja saatettaisiin käyttäjille putkiverkolla samaan tapaan kuin kaukolämpö. Tällä olisi edullinen vaikutus mm. huoltokustannuksiin, jotka nykyisissä hajautetuissa järjestelmissä ovat korkeat, käyttövarmuuteen, satunnaisten kuormitushuippujen vaikutuksen tasoittumiseen jne.

Kaukokylmäjärjestelmien yleistymisen ovat kuitenkin estäneet korkeat investointikustannukset. Vaikka tällä tavoin tuotetun kylmän kWh-hinta onkin alhainen sähkön hintaan verrattuna, jää käyttötuntimäärä liian alhaiseksi peittämään investointikustannukset niillä ilmastovyöhykeillä, joille kaukolämpöä kannattaa rakentaa. Niinpä esimerkiksi Suomeen ei tällaisia järjestelmiä ole rakennettu. Niitä on eniten Japanissa, Koreassa ja Yhdysvalloissa.

FI-patenttihakemuksessa 940342 on esitetty 3-putkijärjestelmä, jolla jakeluverkon kustannuksia pystytään merkittävästi alentamaan. Lisäksi on FI-patenttihakemuksessa 940343 esitetty järjestelmä, jossa yhdistämällä lämmönsiirrinten toiminta voidaan yksittäisissä rakennuksissa pienentää investointikustannuksia huomattavasti. Edelleen on FI-patenttihakemuksessa 940344 esitetty järjestelmä, jossa absorptiokoneikon tarvitsemana lauhdutusvetenä käytetään kaukolämpö-/kylmäverkon paluuvettä, jolloin voimalaitoksella ei tarvita lainkaan jäähdytystornia tai muuta lauhdutinta. Em. seikka pienentää kaukokylmän tuotannon investointi- ja käyttökustannuksia.

Näillä toimenpiteillä on mahdollista saada kaukokylmäjärjestelmien rakentaminen kannattavaksi rakennettaessa uusia yhdyskuntia, joiden kaikki jäähdytystä tarvitsevat rakennukset liitetään verkkoon. Tällaisen rakentamisen osuus on teollistuneissa maissa kuitenkin pieni ja sen osuus kaikesta rakentamisesta on vähenemässä. Pääosa työstä on nykyään olemassaolevien yhdyskuntien täydennys- ja korjausrakentamista. Tällöin ei ole mahdollista saada merkittävää osaa rakennuksista liittymään kaukokylmään samanaikaisesti, jos alueelle rakennetaan verkko. Pieni liittyyjä määrä ei pysty kattamaan kaukokylmäverkon ja -tuotannon investointikustannuksia ja tämä estää kaukokylmäverkkojen rakentamisen olemassa oleviin yhdyskuntiin.

Samana tapaiseen ongelmaan on törmätty kaukolämpöverkkoja rakennettaessa. Ratkaisuksi löydettiin siirrettävät lämpökeskukset, joissa tuotettiin lämpöä vain rajoitettua aluetta varten, jolloin jakeluverkon kustannukset jäivät pieniksi ja ne pystyttiin kattamaan heti. Kun alueita oli saatu liittymään riittävästi, rakennettiin pääverkko, jolla alueet yhdistettiin voimalaitokselle. Siirrettävät lämpökeskukset siirrettiin palvelemaan uusia alueita tai jätettiin toimimaan huippulämpökeskuksina. Jos samaa ajattelutapaa yritetään soveltaa kaukokylmän rakentamiseen, törmätään vaikeuksiin. Pääverkon rakentamiskustannukset tosin jäävät pois, mutta paluuv veden käyttö lauhdutusvetenä ei ole mahdollista. Olisi siis käytettävä jäähdytystorneja, pohjavettä tms. Esimerkiksi jäähdytystornien sijoittaminen kaupunkialueille on useimmiten mahdotonta arkkitehtonisista syistä, tilan puutteen takia jne.

Edellä esitettyjä, absorptiokoneikkoihin perustuvia laitoksia on kuitenkin jonkin verran rakennettu ja tällaiset järjestelmät ovat teknisesti toimivia, mutta niiden kilpailukyky kompressorijäähdytyksen kanssa on kyseenalainen ja sitä huonompi mitä pienemmäksi käyttötuntimäärä

jää, ts. lauhkean ja kylmän ilmaston alueilla, joilla toisaalta kaukolämpöverkot ovat yleisiä. Tämä johtuu siitä, että absorptiolämpöpumpun, jäähdytystornin ja jakeluverkon investointikustannukset ovat huomattavasti suuremmat kuin vastaavan kompressorikoneikon kustannukset. Vaikka käyttöenergia eli lämpö olisi lähes ilmaista ja kompressorikoneikon käyttämä sähkö kallista, ei käyttökustannusten pieneneminen pysty kattamaan investointikustannuseroa, jos käyttötuntimäärä ei ole riittävän suuri. Tilannetta pahentaa se, että jäähdytystarpeessa esiintyy erittäin voimakas ja lyhytaikainen kuormitushuippu, josta keskimääräinen kuormitus jäähdytyskaudella on alle puolet. Tämä johtuu siitä, että lauhkealla ja kylmällä vyöhykkeellä mitoittava ulkolämpötila esiintyy vain muutamana päivänä vuodessa muutaman iltapäivätunnin ajan. Myöskin keskimääräinen jäähdytyskuorma on lyhytaikaista. Se ei ole ympärivuorokautista kuten lämmitys, vaan rajoittuu keski- ja iltapäivän tunteihin. Kun sähkönkulutuksen huippu on kylmän ja lauhkean vyöhykkeen maissa talvella, ei korkeita investointikustannuksia voida perustella sähkön tuotantokoneiston investointien pienenemisellä kuten lämpimän vyöhykkeen maissa. Niinpä tällaisia laitoksia on esimerkiksi Keski- ja Pohjois-Eurooppaan rakennettu vain muutamia kokeilu- ja tutkimustarkoituksiin, vaikka ne lämpimillä alueilla ovat yleisiä.

Edellä esitetty järjestelmä on kuvattu esimerkiksi tämän hakemuksen kanssa samanaikaisesti jätetyssä FI-patenttihakemuksessa 954949, jossa on esitetty myös järjestely, jolla investointikustannuksia pystytään olennaisesti pienentämään ja samalla parantamaan laitoksen käyttövarmuutta aiempiin sovellutuksiin verrattuna. Em. edut on saatu aikaan leikkaamalla huippukuormitus rakennuksen ilmastointikoneisiin sijoitetulla evaporatiivisella jäähdytyksellä ja tasaamalla kulutuksen vuorokausivaihtelu varustamalla järjestelmä varaajalla, josta kulutushuipun

aikana päivällä puretaan tehoa, joka on ladattu varaajaan yöllä, tai muulloin kun kulutusta ei ole tai se on pieni.

Evaporatiivinen jäähdytys ja varsinkin varaaja aiheuttavat tietenkin lisäkustannuksia, jotka kuitenkin ovat huomattavasti pienempiä kuin absorptiolämpöpumpun, suihkutornin, putkiston ym. pienenemisen ansiosta saavutettavat säästöt. Ne huonontavat kuitenkin järjestelmän kilpailukykyä kompressorijäähdytykseen verrattuna.

Edellä esitetyn FI-patenttihakemuksen mukainen järjestelmä korvaa kesällä sähkön käyttöä jätelämmöllä, joka kesällä muuten menee lähes kokonaan hukkaan ja tasaa sen käytön ympärivuorokautiseksi. Tämä parantaa koko energiantuotannon taloudellisuutta. Kaukolämpöverkon ja lämmöntuotannon investoinnit määräytyvät kuitenkin talviajan lämmönkulutuksen perusteella.

Lämmöntuotannon ja -jakelun investointikustannukset määräytyvät huippukulutuksen perusteella, joka ensi sijassa riippuu ulkolämpötilasta. Mitoittava ulkolämpötila esiintyy kuitenkin verrattain harvoin. Esimerkiksi Helsingin mitoituslämpötila on -26°C . Tätä lämpötilaa esiintyy kuitenkin koko vuodessa keskimäärin alle 18 tunnin ajan. Vastaavasti -20°C tai sitä alempi lämpötila esiintyy keskimäärin noin 88 tunnin ajan, kun koko lämmityskauden pituus on rakennuksesta riippuen 5000 - 6500 tuntia. Tilanne on siten hyvin samanlainen kuin kesällä. Lämpötilan pysyvyyssäyrässä on lyhytaikainen korkea huippuarvo.

Lämmöntuotannon ja -jakelun kannalta tilannetta pahentaa kulutuksen vuorokausivaihtelu. Rakennuskannasta noin puolet on sellaisia rakennuksia, jotka eivät ole käytössä muulloin kuin työaikana. Tällaisten rakennusten ilmanvaihto yleensä pysäytetään tai säädetään hyvin pieneksi iltaisin ja viikonloppuina. Kun ilmanvaihdon osuus rakennusten lämmönkulutuksesta on keskimäärin suunnilleen puolet, vaihtelee vuorokautinen lämmönkulutus näissä rakennuksissa jatkuvasti 50 %:n ja 100 %:n välillä. Tämä kas-

vattaa edelleen lämmön keskimääräisen ja huippukulutuksen eroa. Usein myös tällaisen rakennuksen sisälämpötilaa alennetaan silloin kun rakennus ei ole käytössä mikä edelleen pahentaa tilannetta.

5 Vasta viime vuosina on havaittu, että rakennuksissa suoritettut energiansäästötoimenpiteet ovat edelleen pahentaneet tilannetta. On käynyt niin, että lämmön vuosikulutus on viimeisten 20 vuoden aikana laskenut voimakkaasti. Sen sijaan huippukulutus ei ole laskenut läheskään yhtä
10 paljon. Syitä on useampia. Ehkä tärkein syy on se, että lämmön talteenottoa poistoilmasta ei pystytä käyttämään täydellä teholla huippukuormituksen aikana jäätymisvaaran takia. Toinen tärkeä syy on sisälämpötilan alentaminen kun rakennukset eivät ole käytössä.

15 Lämmöntuotannon ja -jakelun kannalta tilanne on vaikea. Lämpövoimala ja jakeluverkko olisi mitoitettava huippukulutuksen mukaan, mutta niiden keskimääräinen käyttöaste jäisi suunnilleen 25 - 35 %:iin. Tilanne on lisäksi jatkuvasti huononemassa.

20 Käytännössä kallista voimalaa ja jakeluverkkoa ei mitoiteta huippukuormituksen mukaan vaan huomattavasti pienemmälle teholle. Lämmönkulutuksen huipputeho tuotetaan eri puolille jakeluverkkoa rakennetuissa huippulämpökeskuksissa, joiden osuus kokonaislämpötehosta voi olla huomattava. Esimerkiksi Helsingissä huippulämpökeskusten käyttöaste on alhainen, pahimmillaan käyttöaika on vain joitakin kymmeniä tunteja vuodessa. Niissä tuotetun lämmön yksikköhinta on erittäin korkea suurten investointikustannusten takia.

30 Keksinnön mukaisella järjestelyllä pystytään tasamaan lämmönkulutuksen vuorokausivaihtelu niin, että järjestelmään kytketyt rakennukset eivät kuluta lämpöä kaukolämpöverkosta lainkaan tai saattavat eräissä tapauksissa jopa pystyä syöttämään kaukolämpöverkkoon tehoa silloin,
35 kun muissa rakennuksissa on huippukulutus. Vastaavasti ne

ottavat verkosta kaiken tarvitsemansa lämpöenergian silloin kun muissa rakennuksissa kulutus on pieni. Keksintö korvaa siten huippulämpökeskuksia ja pienentää investointitarvetta. Energiantuotannon kokonaishyötysuhde nousee, kun nykyistä suurempi osa energiasta voidaan tuottaa lämpövoimaloissa huippulämpökeskusten sijasta.

Keksinnössä käytetään hyväksi kylmän tuottamiseen käytettävää laitteistoa, jota on kuvattu samanaikaisesti jätetyssä FI-patenttihakemuksessa 954949. Osaa kylmän tuottamiseen käytetyistä laitteista voidaan siten käyttää myös talvella ja saada laitteiden käyttötuntimäärä kasvamaan monikymmenkertaiseksi. Jos investointikustannus jaetaan lämmön- ja kylmäntuotannon kesken käyttötuntimäärien, tuotettujen energiamäärien tai jonkun muun johdonmukaisen tekijän perusteella, saadaan sekä lämmön että varsinkin kylmän kokonaiskustannuksia pienennettyä huomattavasti ja kylmän tuotanto paremmin kilpailukykyiseksi kompressorijäähdytyksen kanssa.

Keksintö perustuu siihen yksinkertaiseen oivallukseen, että FI-patenttihakemuksen 954949 mukaiseen laitteistoon sisältyvää jäähdytysvesivaraajaa voidaan käyttää kuumavesivaraajana talvella, jolloin jäähdytysvettä ei tarvita. Keksinnön mukainen menetelmä on tunnettu siitä, että samaa varaajaa käytetään sekä lämmitys- että jäähdytystehon varastointiin. Keksinnön mukainen sovitelma on puolestaan tunnettu siitä, että sama varaaja on sovitettu käytettäväksi sekä lämmitys- että jäähdytystehon varastointiin.

Varaaja voidaan siis ladata täyteen kuumaa vettä yöllä, kun kaukolämpöverkoston kuormitus on pieni, ja ottaa kaikki rakennuksen tarvitsema lämpö varaajasta päivällä kun verkon kuormitus on suuri. Jos 40 % rakennuksista on varustettu tällaisella laitteistolla, saadaan vuorokautinen kuormitusvaihtelu täysin tasattua. Esimerkiksi nykyaikaisessa konttoritalossa jäähdytystehon maksimitarve

on n. 60 W/rakennus-m². FI-patenttihakemuksen 954949 mukaisessa järjestelmässä jäähdytysenergian tarpeesta katetaan varaajalla vähintään 30 %, eli keskimäärin kulutuksesta 18 W/rakennus-m². Lämmitysenergia katetaan kokonaan säiliöstä.

5 Huipputehon käyttöajaksi voidaan jäähdytyksessä ottaa 6 tuntia ja lämmityksessä 11 tuntia. Näin saataisiin varastoitavaa energiamäärää kuvaaviksi tunnusluvuiksi lämmitystapauksessa 880 Wh/rakennus-m² ja jäähdytystapauksessa 108 Wh/rakennus-m². Säiliötilavuutta kuvaava tunnusluku saadaan

10 jakamalla varastoitavaa energiamäärää kuvaava tunnusluku tulo- ja menoveden lämpötilaerolla, joka tavanomaisissa laitoksissa on jäähdytystapauksissa $12 - 6 = 6$ °C ja lämmitystapauksissa $70 - 40 = 30$ °C. Tunnusluvuiksi saadaan jäähdytyksessä $18 \text{ Wh/m}^2 \text{ °C}$ ja lämmityksessä $29,3 \text{ Wh/m}^2 \text{ °C}$.

15 Tavanomaiseen tapaan suunnitellussa laitoksessa lämmitysenergian tarpeesta pystyttäisiin siten peittämään vain noin 60 %, jos mitoitus perustuu jäähdytysenergian tarpeeseen. Tilanne paranee olennaisesti kun oivalletaan, että kaukolämpövedellä, jonka tulolämpötila mitoitusilanteessa

20 on 115 °C, pystytään varastoitava vesi lämmittämään olennaisesti korkeampaan lämpötilaan suunnittelemalla kaukolämpöveron ja talon verkon välinen lämmönsiirrin tavanomaisesta poikkeavasti, esimerkiksi siten, että varastoitavan veden lämpötila on 100 °C. Talon kiertovesiverkon

25 menoveden lämpötila voidaan saada sopivaksi sinänsä tunnetuilla shunttikytkenöillä esimerkiksi sekoittamalla 2- tai 3-tieventtiilillä kiertoveteen sopiva määrä säiliön kuumaa vettä. Lämpötilaero on tällöin $100 - 40 = 60$ °C ja säiliön tilavuutta kuvaava tunnusluku lämmitystilanteessa

30 $14,7 \text{ Wh/m}^2 \text{ °C}$. Lämmitystilannetta varten tarvittaisiin siis vain 80 % säiliötilavuudesta, joka on mitoitettu jäähdytykselle riittävästi. Tätä energiareserviä pystytään käyttämään hyväksi, jos talon kiertoveden sijasta varastoidaankin kaukolämpövettä, josta lämpö siirretään talon

35 kiertovesipiiriin lämmönsiirtimellä. Jos tätä käytetään

esimerkiksi katkaisemaan ns. maanantai-aamupiikistä 3 tunnin ajan 25 %, voidaan lyhyellä tarkastelulla todeta energioreservin riittävän noin kolmelle sellaiselle talolle, joiden kulutus on sama kuin talon, jota varten varaaja suunnitellaan. Menetelmällä on kuitenkin se heikkous, että säiliö on suunniteltava täyttämään kaukolämpöverkon paine-, lämpötila ym. vaatimukset. Lisäksi talon jäähdytysvesi ja kaukolämpövesi sekoittuvat kun siirrytään jäähdytystilanteeseen/-tilanteesta. Vielä edullisempi ratkaisu saadaan aikaan jos talon ilmastointikoneet varustetaan FI-kuulutusjulkaisun 92867 mukaisella lämmönsiirtopiirillä ja talon lämmitys- ja ilmastointijärjestelmien lämmönsiirto kytketään sarjaan FI-kuulutusjulkaisussa 94173 esitetyllä tavalla. Talon kiertoovesipiirien lämpötilaerot kasvavat julkaisuissa esitetyistä syistä niin, että lämmitystilanteessa lämpötilaero on $100 - 15 = 85$ °C ja jäähdytystilanteessa $20 - 6 = 14$ °C. Säiliötilavuutta kuvaavat tunnusluvut ovat tällöin lämmitystilanteessa $8,0 \text{ Wh/m}^2 \text{ °C}$ ja jäähdytystilanteessa $7,8 \text{ Wh/m}^2 \text{ °C}$, siis alle puolet normaalilla LVI-tekniikalla suunnitellun säiliön tilavuudesta.

Keksintöä ryhdytään selvittämään seuraavassa tarkemmin oheisessa piirustuksessa kuvattujen edullisten sovellutusesimerkkien avulla, jolloin

kuvio 1 esittää periaatteellisena kaaviokuvana keksinnön mukaisen sovitelman ensimmäistä sovellutusmuotoa, kuvio 2 esittää periaatteellisena kaaviokuvana keksinnön mukaisen sovitelman toista sovellutusmuotoa ja kuvio 3 esittää periaatteellisena kaaviokuvana keksinnön mukaisen sovitelman kolmatta sovellutusmuotoa.

Kuvioissa 1 - 3 on esitetty keksinnön mukaisen kokonaisjärjestelmän kolme erilaista sovellutusmuotoa. Jäähdytysvaiheen osalta em. sovellutusmuotojen toiminta vastaa aiemmin mainitussa, samanaikaisesti jätetyssä FI-patenttihakemuksessa 954949 kuvatun järjestelmän toimintaa, jota ei tässä yhteydessä toisteta, vaan viitataan em. patenttihakemuksen sisältöön.

Kuviossa 1 on esitetty kaukolämpöverkko liitännä-
putkineen viitenumeroilla 1 - 4, absorptiolämpöpumppu apu-
laitteineen ja putkistoineen viitenumeroilla 5 - 16. Läm-
mitysjärjestelmä on kuvattu periaatteellisesti viitenum-
5 roilla 17 ja ilmastointikoneen lämmönsiirtopiiri viitenum-
eroilla 18 - 25. Varaaja liityntäputkineen on kuvattu vii-
tenumeroilla 26 - 28, jäähdytyskäyttöön tarvittava putkis-
to viitenumeroilla 29 - 33 sekä evaporatiivista jäähdytys-
tä kuvaava kostutusosa viitenumerolla 34. Lämmityskäyttöä
10 varten tarvittavat lisävarusteet on esitetty viitenum-
eroilla 35, 36 jne.

Kuvion 1 mukainen järjestelmä toimii jäähdytyskäy-
tössä samoin kuin samanaikaisesti jätetyssä FI-patenttiha-
kemuksessa 954949 kuvattu järjestelmä kuten edellä on to-
15 dettu. Kuvion 1 mukainen järjestelmä toimii lämmityskäy-
tössä periaatteellisesti seuraavalla tavalla. Absorp-
tiokoneikko apulaitteineen 5 - 16 on pysäytetty ja suljet-
tu pois kiertovesijärjestelmistä venttiileillä 7, 44 ja
45. Päivällä ja muulloinkin huippukuormituksen aikana, kun
20 lämpötehoa ei oteta kaukolämpöverkosta 1 - 4, venttiilit
35, 36, 41 ja 42 ovat suljettuina ja pumppu 40 pysäytetty-
nä, ts. talon lämmitysjärjestelmä on kytketty irti kauko-
lämpöverkosta. Lämmitysteho otetaan varaajasta 26 putken
27 kautta. 3-tieventtiili 46 on asennossa, jossa virtaus-
25 tiet putkiin 27 ja 33 ovat auki ja virtaustie putkeen 28
suljettuna. Ilmastointikone 18 - 25 on käynnissä ja sen
pumppu 20 ottaa putkesta 33 kuumaa vettä ilmastointikoneen
lämmönsiirtimelle 25 tarvittavan määrän, jota säädetään 3-
tieventtiilillä 18. Pumppu 20 palauttaa jäähtyneen veden
30 putkien 32 ja 28 sekä 3-tieventtiilin 47 kautta varaajal-
le. Vastaavalla tavalla talon lämmitysjärjestelmään 17
sisältyvä pumppu/pumput ottaa/ottavat kuumaa vettä putkes-
ta 33 ja palauttaa/palauttavat jäähtyneen veden putken 32
kautta varaajalle 26. Kolmitieventtiili 47 on asennossa,
35 jossa virtaustie putkeen 27 on suljettu ja virtaustiet
putkiin 28 ja 32 auki.

On selvää, että edellä esitetty sovellutus on ainoastaan esimerkki siitä, miten keksinnön periaatetta voidaan toteuttaa. Selvyden vuoksi kuviossa 1 on esitetty vain yksi ilmastointikone 18 - 25 ja lämmitysjärjestelmä 17, vaikka niitä käytännössä on useimmiten useita, vieläpä useissa rakennuksissa. Rakennuksen sisäisistä kytkennöistä on esimerkinomaisesti esitetty ilmastointikoneen yksi mahdollinen kytkentä eräälle ilmastointikonetyypille. Yleisempää on esimerkiksi se, että lämmönsiirrintä 23 ei ole, vaan kuuma vesi johdetaan suoraan ilmastointikoneen lämmityspatterille. Lämmitysjärjestelmää ei ole esitetty yksityiskohtaisesti, koska erilaiset lämmitystavat kuten radi-aattorilämmitys, lattialämmitys jne. ovat kaikki mahdollisia. On myös mahdollista, ettei erillistä lämmitysjärjestelmää kuumalla vedellä ole esimerkiksi ilmalämmitystaloissa. Kaikki nämä tavanomaista tekniikkaa soveltavat ratkaisut kuuluvat luonnollisesti keksinnön piiriin.

Kuviossa 1 on esitetty vain yksi varaaja. Varaajia voi tietysti olla myös kaksi tai useampia edullisimmin sarjaan mutta myös rinnan kytkettyä. Putkikytkennät voidaan tehdä monella tavalla sinänsä tunnettua tekniikkaa käyttäen.

Kun kaukolämpöverkon 1 - 4 kuormitus pienenee yleensä siitä syystä, että ilmastointikoneet 18 - 25 pysäytetään suuressa määrässä rakennuksia, varaajaa 26 aletaan ladata. Ilmastointikoneiden pysäyttäminen ei tarkoita sitä, että esimerkiksi kuvion 1 kone pysäytetään kokonaan. Puhaltimet 48 ja 49 pysäytetään ja tuloilmapellit, joita ei ole esitetty kuviossa 1 suljetaan. Pumput 24 ja 20 jätetään tavallisesti pyörimään, usein pienennetyllä nopeudella ja venttiili 18 sulkee kuuman veden oton putkesta 33 lähes kokonaan.

Lämmönsiirrin 39 kytketään varaajaan 26 avaamalla venttiilit 42 ja 41 sekä kaukolämpöverkkoon 1 - 4 avaamalla venttiilit 35 ja 36 ja pumppu 40 käynnistetään. Kauko-

lämpövesi alkaa virrata putkesta 2 venttiilin 36 ja putken 38 kautta lämmönsiirtimelle 39, jossa se jäähtyy ja palaa putken 37 ja venttiilin 35 kautta paluuputkeen 4. Vesivirta säädetään sopivaksi venttiilillä 35 tai 36. Lämmönsiir-
5 rin 39 voidaan myös varustaa omalla pumpulla ja 3- tai 2-
tieventtiilillä samaan tapaan kuin ilmastointikoneessa 18
- 25.

Pumppu 40 imee jäähtynyttä vettä venttiilin 42
10 kautta putkesta 33, johon sitä tulee sekä putken 28 kautta
varaajalta 26 että rakennuksen lämmitysjärjestelmästä 17,
joka on koko ajan toiminnassa. Pumpulta 40 vesi virtaa
putken 43 kautta siirtimelle 39, jossa se kuumenee ja vir-
taa osittain venttiilin 41 kautta varaajaan 26 ja osittain
putken 27, venttiilin 46 ja putken 33 kautta lämmitysjär-
15 jestelmään.

Koska lämmönsiirtimen 39 on pystyttävä sekä hoita-
maan rakennuksen lämmitys että lataamaan varaajaa 26 sa-
manaikaisesti, on sen tehon oltava riittävä. Yleensä riit-
tää, jos vaihtimen vesipiiri 39 - 43 mitoitetaan vesivir-
20 ralle, jonka suuruus on ilmastoinnin vesivirta + kaksi
kertaa lämmityksen vesivirta mitoitustilanteessa.

Kuvion 1 kytkentä on ainoastaan esimerkki keksinnön
toteutuksesta. On esimerkiksi mahdollista, että varaaja 26
voidaan varustaa kaksilla liitännöillä ja liittää lämmön-
siirtopiiri 39 - 43 suoraan varaajaan eikä putkiin 27 ja
25 28. Jos esimerkiksi lämmitysjärjestelmää 17 ei ole ja ra-
kennuksen lämmitys hoidetaan ilmastointikoneilla 18 - 25,
puhaltimia 48 ja 49 ei pysäytetä vaan siirrytään palautus-
ilmakäyttöön, ts. ulkoilman sijasta lämmitetään rakennuk-
30 sen poistoilmaa, joka imetään puhaltimella 49 rakennukses-
ta ja palautetaan puhaltimella 48 sinne takaisin. Käytän-
nössä tämä tapahtuu sulkemalla ulkoilmapellit ja avaamalla
palautusilmapelti, joita ei ole esitetty kuviossa 1. Vent-
tiili 18 säätää putkesta 33 otettavan vesivirran vastaa-
35 maan pienentyntä tehoa.

Kuten havaitaan, keksinnön perusajatusta voidaan soveltaa monenlaisina kytkentöinä monenlaisten ilmastointi- ja lämmitysjärjestelmien yhteydessä. Kaikki nämä tunnetun tekniikan sovellutukset kuuluvat tietysti keksinnön piiriin.

5 Kuviossa 2 on esitetty keksinnön toinen sovellutusmuoto. Tässä sovellutusmuodossa varaaja 26 on yhdistetty suoraan kaukolämpöverkkoon 1 - 4 putkilla ja venttiileillä 35 - 38. Lämmitystä varten on lämmönsiirtopiiri 50 - 53, jossa rakennuksen lämmönjakopiirissä 54 - 57 kiertävä vesi lämmitetään. Lämmönsiirtopiiri 50 - 53 ja lämmönjakopiiri 10 54 - 57 ovat käynnissä aina, kun lämmöntarvetta on. Varaaja ladataan yksinkertaisesti avaamalla venttiilit 35 ja 36. Lämmönsiirtopiirin 50 - 53 säätö on jätetty selvyiden 15 vuoksi pois kuvioista 2. Muilta osin merkinnät ja toiminta vastaavat kuvion 1 esimerkkiä.

Järjestelmässä on se heikkous, että kun siirryttäessä jäähdytyskaudelle venttiilit 36 ja 35 suljetaan, venttiilit 28 ja 45 avataan sekä venttiileillä 47 ja 46 20 suljetaan lämmönjakopiiri 54 - 57 pois käytöstä, varaajaan 26 jää kaukolämpövettä, joka alkaa kiertää absorptiokoneikon kiertovesipiirissä. Toisaalta tästä järjestelmästä voidaan syöttää tehoa kaukolämpöverkkoon 1 - 4 avaamalla venttiileillä 58 ja 59 ohitusputki 61 kaukolämpöverkkoon, 25 johon pumpulla 60 voidaan syöttää kuumaa vettä varaajasta 26.

Kuviossa 3 on esitetty erityisen edullinen keksinnön sovellutusmuoto, jossa varaajalta 26 putkien 27 ja 33 kautta tuleva vesi kulkee ensin rakennuksen lämmitysjärjestelmän 17 läpi ja sitten paluuvesi johdetaan putkella 30 62 ilmastointikoneille 18 - 25, joilta se palaa varaajalle 26 putken 32 kautta. Ilmastointikoneen lämmönsiirtopiiri 18 - 25 on FI-kuulutusjulkaisun 92867 mukainen. Tällöin saavutetaan suurempi lämpötilaero kuin kuvioiden 1 ja 2 mukaisilla sovellutuksilla ja varaajan 26 koko voidaan 35 pienentää jopa puoleen.

Rakennuksissa voidaan tarvita jäähdytys- ja lämmitystehoa myös samanaikaisesti. Tämä on helposti järjestettävissä esimerkiksi kuvion 3 kytkennässä siten, että lämmitysjärjestelmälle 17 järjestetään ohituskytkentä paluuputkeen 32, ilmastointikone 18 - 25 irrotetaan lämmitysputkista 32 ja 33 esimerkiksi sulkuventtiilillä ja järjestetään ilmastointikoneilta 18 - 25 putket absorptiokoneikolle 5 - 16, joka käynnistetään. Varaaja 26 ja lämmönsiirtopiiri 39 - 43 jäävät tällöin palvelemaan lämmitystä niissä rakennuksissa tai rakennuksen osissa, joissa sitä tarvitaan ja absorptiokoneikko 5 - 16 jää palvelemaan ilmastointikoneita 18 - 25, jotka hoitavat jäähdytyksen siellä, missä sitä tarvitaan.

Vastaavasti voidaan esimerkiksi kuvion 2 lämmönsiirtopiiri 50 - 57 sulkea irti järjestelmästä ja järjestää ohituskytkentä suoraan kaukolämpöverkkoon 1 - 4. Varaaja 26 ja absorptiokoneikko 5 - 16 jäävät tällöin palvelemaan jäähdytystä.

Edellä esitettyjä kytkentämahdollisuuksia on käsitelty laajemmin esimerkiksi FI-patenttihakemuksessa 940343, joten niitä ei käsitellä tässä yhteydessä laajemmin.

Joissain tapauksissa joudutaan absorptiokoneikkoa käyttämään jaksollisesti esimerkiksi keväisin tai syksyisin, jolloin rakennuksen jäähdytyskuorma on pieni. Edullisimmin tämä ongelma ratkeaa siten, että koneikkoa käytetään vain yöllä ja varastoidaan kylmää varaajaan 26. Päivällä absorptiokoneikko seisoo ja jäähdytys hoidetaan varaajaan varastoidulla vedellä. Tällöin ei myöskään ilmastointikoneita 18 - 25 ja 35 - 41 tarvitse käyttää, koska varastoitu vesi on 20-asteista.

On myös mahdollista käyttää apusäiliötä käyntijaksojen välillä syntyvälle 20-asteiselle rakennuksen jäähdytysjärjestelmien paluvedelle ja/tai käyntijakson aikana syntyvälle 50 - 55 asteiselle vedelle tai molemmille. Ne

yhdistetään sinänsä tunnetuilla putki- ja ohjauskytkennöillä, joita voidaan varioida monella tavoin valitusta käyttöstrategiasta riippuen. Kaikki nämä sinänsä tunnetut ratkaisut kuuluvat keksinnön piiriin.

5 Edellä esitetyjä sovellutusesimerkkejä ei ole mitenkään tarkoitettu rajoittamaan keksintöä, vaan keksintöä voidaan muunnella patenttivaatimusten puitteissa täysin vapaasti. Näin ollen on selvää, että keksinnön mukaisen sovitelman tai sen yksityiskohtien ei välttämättä tarvitse
10 olla juuri sellaisia kuin kuvioissa on esitetty, vaan muunlaisetkin ratkaisut ovat mahdollisia. Kuvioiden esimerkeissä on lähdetty siitä, että kylmäteho tuotetaan absorptiokoneikolla, koska sen yhteydessä saavutettavat edut ovat suurimmat. On tietysti selvää, että keksinnön yh-
15 teydessä voidaan käyttää myös muita kylmätehon tuottamiseen käytettyjä koneita.

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä jäähdytystehon ja lämmitystehon tuot-
tamiseksi yhtä tai useampaa rakennusta varten ja sen jaka-
miseksi rakennuksiin putkiverkossa kiertävän nesteen avul-
5 la, jolloin jäähdytys- ja lämmitystehoa tuotetaan kauko-
lämpövedestä energiansa ottavan absorptiokoneikon (5, 8,
9, 10) tai vastaavan ja kuumen kaukolämpöveden avulla ja
varastoidaan absorptiokoneikkoon tai vastaavaan sovitet-
10 tuun varaajaan ja otetaan varaajasta silloin, kun jäähdy-
tys- tai lämmitystarve on suuri, t u n n e t t u siitä,
että samaa varaajaa (26) käytetään sekä lämmitys- että
jäähdytystehon varastointiin.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että energiaa siirtävän nesteen lämpötila
15 varaajassa (26) sovitetaan lämmitystilanteessa korkeam-
maksi ja/tai jäähdytystilanteessa alemmaksi kuin energiaa
kuluttavien laitteiden vaatima nesteen lämpötila.

3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä,
20 t u n n e t t u siitä, että varaajalta (26) lähtevän nes-
teen lämpötila saatetaan oikealle tasolle sekoittamalla
siihen energiaa kuluttavilta laitteilta palaavaa nestettä.

4. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen 1 - 3 mu-
kainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että varaajaan
25 (26) lämmitystä varten varastoitava neste on kaukolämpö-
vettä.

5. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen 1 - 4 mu-
kainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että rakennuksen
lämmitysjärjestelmän läpi virrannut neste ohjataan suurem-
30 man lämpötilamuutoksen aikaansaamiseksi kulkemaan toisessa
portaassa ilmastointijärjestelmän läpi.

6. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen 1 - 5 mu-
kainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että varaajaan
(26) varastoitua nestettä tai sillä lämmitettyä kaukoläm-
35 pövettä syötetään takaisin kaukolämpöverkkoon silloin kun
kaukolämpöverkon kuormitus on suuri.

7. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen 1 - 6 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että rakennusten tarvitsema jäähdytysteho otetaan päivällä varaajalta (26), johon yöllä varastoidaan kylmää nestettä.

5 8. Sovitelma jäähdytystehon ja lämmitystehon tuottamiseksi yhtä tai useampaa rakennusta varten ja sen jakamiseksi rakennuksiin putkiverkossa kiertävän nesteen avulla, jolloin jäähdytys- ja lämmitysteho on sovitettu tuotettavaksi kaukolämpövedestä energiansa ottavan absorp-
10 tiokoneikon (5, 8, 9, 10) tai vastaavan ja kuuman kaukolämpöveden avulla ja sovitettu varastoitavaksi absorp-
tiokoneikkoon tai vastaavaan sovitettuun varaajaan ja sovitettu otettavaksi varaajasta silloin, kun jäähdytys- tai
15 lämmitystarve on suuri, t u n n e t t u siitä, että sama varaaja (26) on sovitettu käytettäväksi sekä lämmitysettä jäähdytystehon varastointiin.

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen sovitelma, t u n n e t t u siitä, että energiaa siirtävän nesteen lämpötila varaajassa (26) on sovitettu lämmitystilanteessa korkeammaksi ja/tai jäähdytystilanteessa alemmaksi kuin energiaa kuluttavien laitteiden vaatima nesteen lämpötila.

10. Patenttivaatimuksen 8 tai 9 mukainen sovitelma, t u n n e t t u siitä, että varaajalta (26) lähtevän nesteen lämpötila on sovitettu oikealle tasolle sekoittamalla
25 siihen energiaa kuluttavilta laitteilta palaavaa nestettä.

11. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen 8 - 10 mukainen sovitelma, t u n n e t t u siitä, että varaajaan (26) lämmitystä varten varastoitava neste on kaukolämpövettä.

30 12. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen 8 - 11 mukainen sovitelma, t u n n e t t u siitä, että rakennusten lämmitysjärjestelmän läpi virrannut neste on sovitettu suuremman lämpötilamuutoksen aikaansaamiseksi kulkemaan toisessa portaassa ilmastointijärjestelmän läpi.

13. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen 8 - 12 mukainen sovitelma, t u n n e t t u siitä, että varaajaan (26) varastoitua nestettä tai sillä lämmitettyä kaukolämpövettä on sovitettu syötettäväksi takaisin kaukolämpöverkkoon silloin kun kaukolämpöverkon kuormitus on suuri.

14. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen 8 - 13 mukainen sovitelma, t u n n e t t u siitä, että kylmää nestettä on sovitettu varastoitavaksi yöllä varaajaan (26) ja että varaaja (26) on sovitettu luovuttamaan päivällä varastoitua nestettä rakennusten tehontarpeeseen.

Patentkrav

5 1. Förfarande för generering av kylningseffekt och
värmeeffekt för en eller flera byggnader och distribution
av denna till byggnaderna medelst en i rörsystemet cirku-
lerande vätska, varvid kylnings- och värmeeffekt genereras
medelst ett absorptionsaggregat (5, 8, 9, 10) eller mot-
svarande, som upptar sin energi från fjärrvärmevattnet,
och medelst hett fjärrvärmevatten och lagras i en beredare
10 som är anordnad i anslutning till absorptionsaggregatet
eller motsvarande och uttas från beredaren då kylnings-
eller uppvärmningsbehovet är stort, k ä n n e t e c k -
n a t av att samma beredare (26) används både för lagring
av värme- och kylningseffekt.

15 2. Förfarande enligt patentkrav 1, k ä n n e -
t e c k n a t av att temperaturen på den energiöverföran-
de vätskan i beredaren (26) är anordnad att i en uppvärm-
ningssituation vara högre och/eller i en avkylningssitua-
tion vara lägre än den vätsketemperatur som de energiför-
20 brukande apparaterna fordrar.

25 3. Förfarande enligt patentkrav 1 eller 2, k ä n -
n e t e c k n a t av att temperaturen på vätskan som ut-
går från beredaren (26) regleras till rätt nivå genom att
däri blanda returvätska som kommer från de energiförbru-
kande apparaterna.

30 4. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 3,
k ä n n e t e c k n a t av att vätskan som lagras i bere-
daren (26) för uppvärmning utgörs av fjärrvärmevatten.

5. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 4,
30 k ä n n e t e c k n a t av att vätskan som cirkulerat
genom byggnadens uppvärmningssystem är anordnad att i ett
andra steg cirkulera genom luftkonditioneringssystemet för
att en större temperaturförändring skall fås till stånd.

35 6. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 5,
k ä n n e t e c k n a t av att vätska som lagrats i bere-

daren (26) eller därmed uppvärmt fjärrvärmevatten återförs till fjärrvärmenätet då belastningen på fjärrvärmenätet är stor.

5 7. Förfarande enligt något av patentkraven 1 - 6, k ä n n e t e c k n a t av att den kylningseffekt som byggnaderna behöver, på dagen uttas från beredaren (26) där kall vätska lagras på natten.

10 8. Arrangemang för generering av kylningseffekt och värmeeffekt för en eller flera byggnader och distribution av denna till byggnaderna medelst en i rörsystemet cirkulerande vätska, varvid kylnings- och värmeeffekten är anordnad att genereras medelst ett absorptionsaggregat (5, 8, 9, 10) eller motsvarande, som upptar sin energi från fjärrvärmevattnet, och medelst hett fjärrvärmevatten och anordnad att lagras i en i absorptionsaggregatet eller 15 motsvarande anordnad beredare och anordnad att uttas från beredaren då behovet av kylnings- eller värmeeffekt är stort, k ä n n e t e c k n a t av att samma beredare (26) är anordnad att användas både för lagring av värme- och 20 kylningseffekt.

9. Arrangemang enligt patentkrav 8, k ä n n e t e c k n a t av att temperaturen på den värmeöverförande vätskan i beredaren (26) är anordnad att i en uppvärmningssituation vara högre och/eller i en avkylningssituation vara lägre än den vätsketemperatur som de energiförbrukande apparaterna fordrar. 25

10. Arrangemang enligt patentkrav 8 eller 9, k ä n n e t e c k n a t av att temperaturen på vätskan som utgår från beredaren (26) regleras till rätt nivå genom att däri blanda returvätska som kommer från de energiförbrukande apparaterna. 30

11. Arrangemang enligt något av patentkraven 8 - 10, k ä n n e t e c k n a t av att vätskan som lagras i beredaren (26) för uppvärmning utgörs av fjärrvärmevatten. 35

12. Arrangemang enligt något av patentkraven 8 -
11, k ä n n e t e c k n a t av att vätskan som cirkulerat
genom byggnadernas uppvärmningssystem är anordnad att i
ett andra steg cirkulera genom luftkonditioneringssystemet
5 för att en större temperaturförändring skall fås till
stånd.

13. Arrangemang enligt något av patentkraven 8 -
12, k ä n n e t e c k n a t av att vätska som lagrats i
beredaren (26) eller därmed uppvärmt fjärrvärmevatten
10 anordnats att återföras till fjärrvärmenätet då belast-
ningen på fjärrvärmenätet är stor.

14. Arrangemang enligt något av patentkraven 8 -
13, k ä n n e t e c k n a t av att kall vätska anordnats
att lagras på natten i beredaren (26) och att beredaren
15 (26) är anordnad att på dagen ge ut av den lagrade vätskan
för byggnadernas effektbehov.

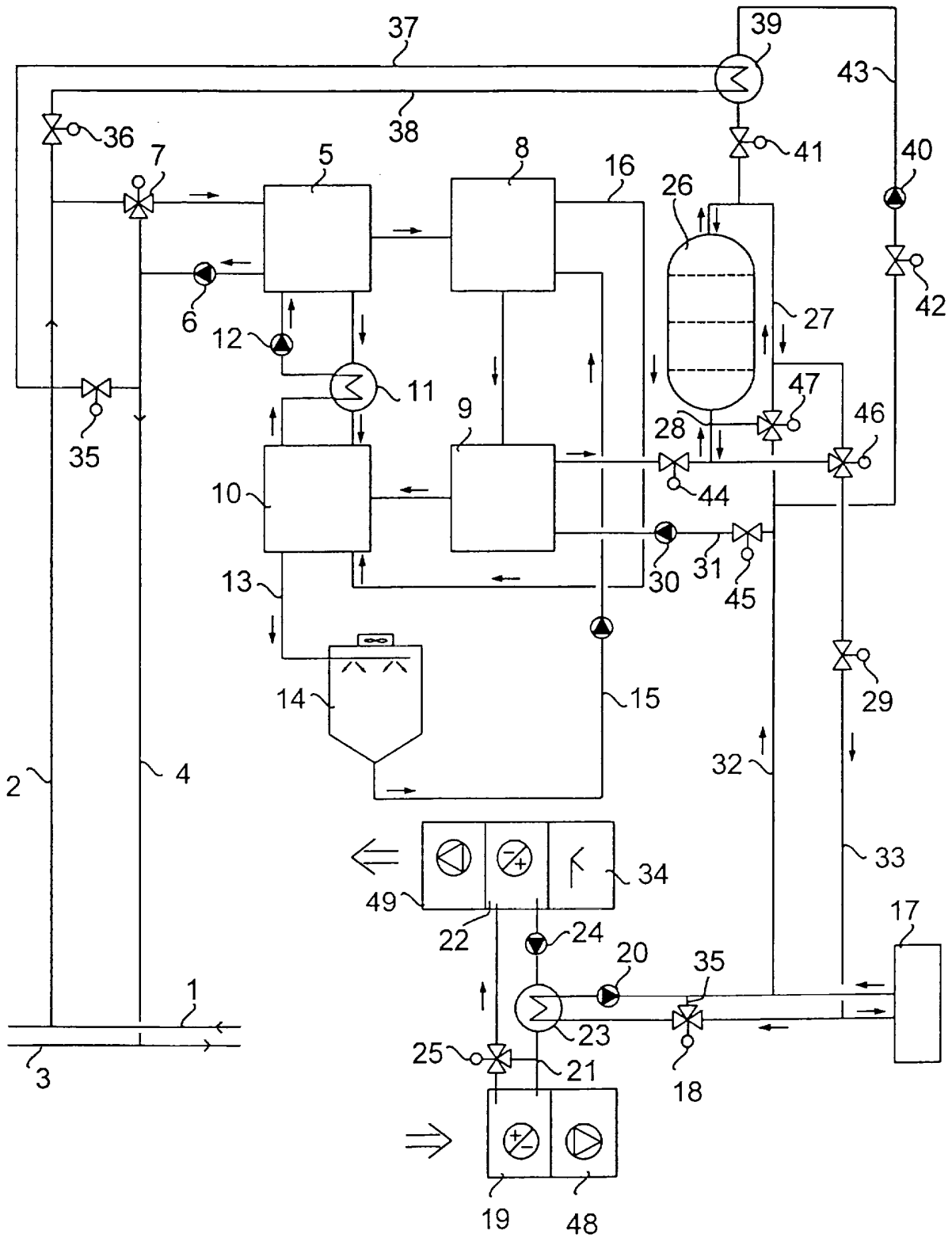


FIG. 1

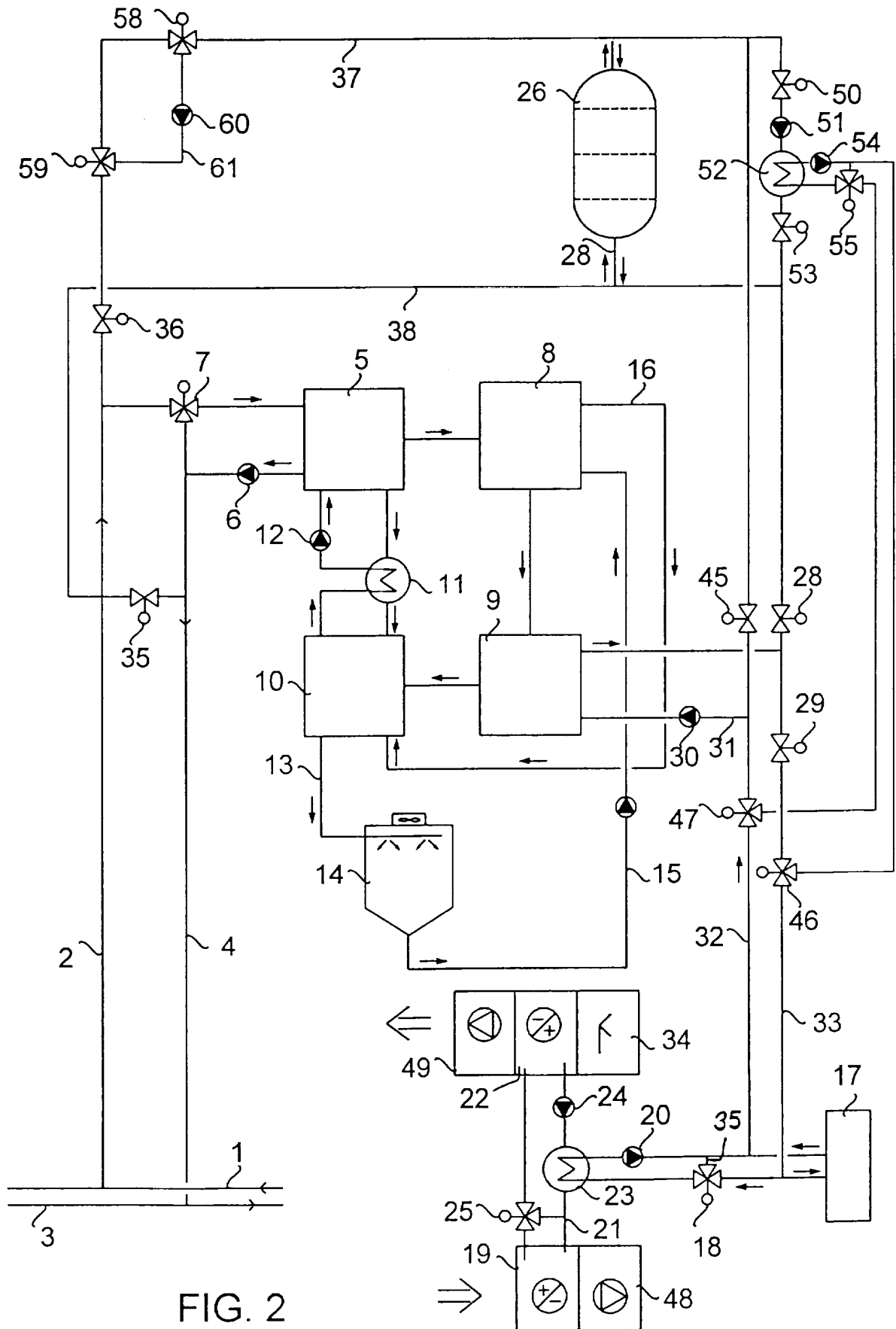


FIG. 2

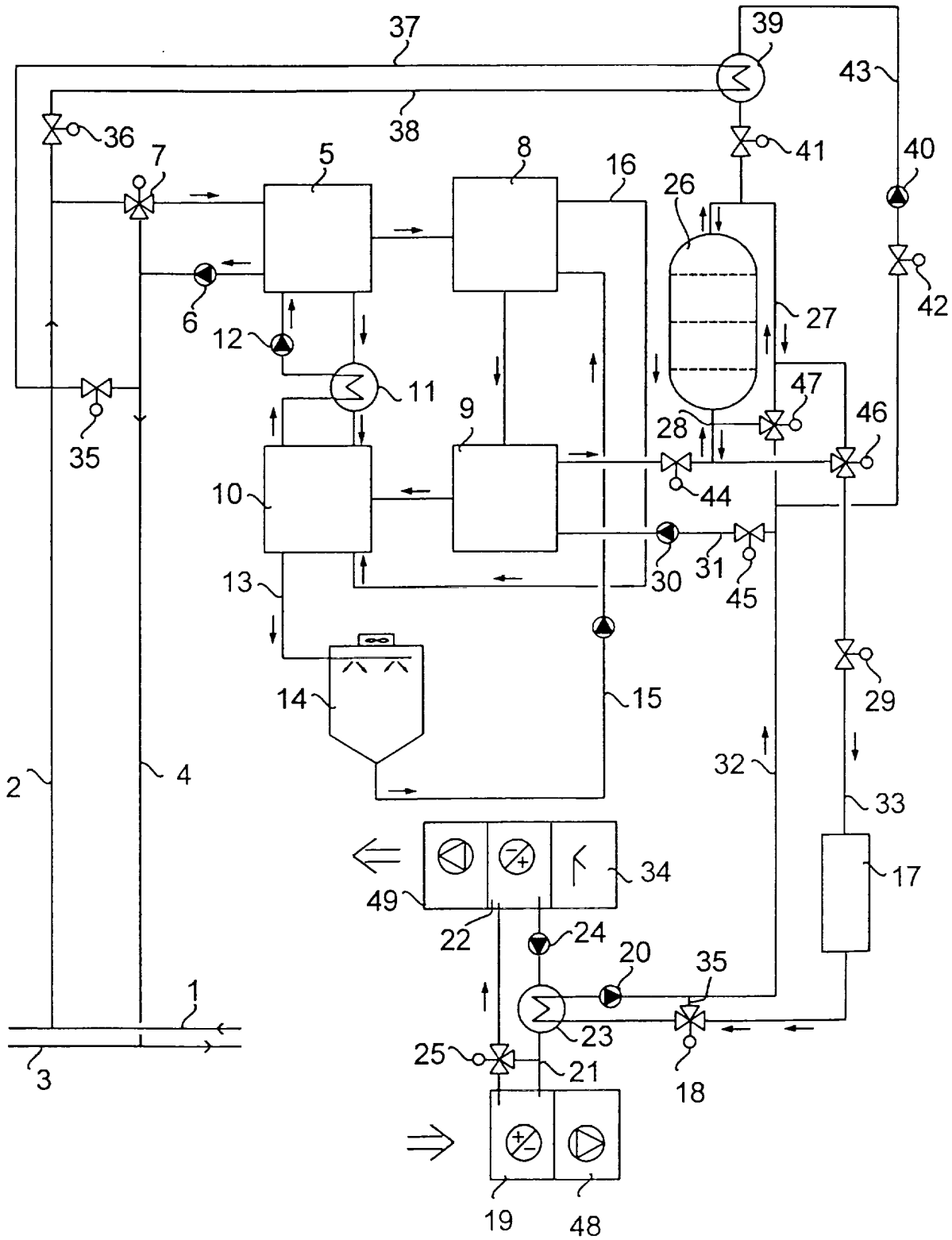


FIG. 3