



A XVII-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2017

EXPLOATAREA ȘI RECUPERAREA CĂLDURII DIN SURSE ENERGETICE SECUNDARE CU POTENȚIAL TERMIC COBORÂT

Timea GABOR, Viorel DAN, Ancuța Elena TIUC, Ioana Monica SUR

HEAT EXPLOITATION AND RECOVERY FROM SECONDARY ENERGY SOURCES WITH HEAT DOWN POTENTIAL

The reduction of energy consumption or the heat recovery from different sources is an increasingly important activity both at EU. Facilities commonly used for heat recovery are heat exchangers, and heat pump. Starting from this paper, it was considered appropriate to approach a research on the heat recovery using heat exchanger from wastewater. The potential of wastewater, types of heat exchangers and their applications is discussed. In this study, is presented a review of heat exchangers are classified in detail based on multiple features, including utilization and construction, methodology.

Keywords: wastewater, heat recovery, energy, heat exchanger

Cuvinte cheie: apă uzată, recuperare căldură, energie, schimbător de căldură

1. Introducere

Energia, sub diferitele ei forme, reprezintă un element de bază pentru desfășurarea tuturor activităților în sectorul industrial, instituțional și casnic. Din acest motiv utilizarea eficientă a energiei reprezintă un factor esențial de progres în derularea acestor activități. Reducerea consumului energetic a devenit o prioritate

pentru toate țările din lume. De cele mai multe ori resursele energetice secundare sunt irosite datorită viciilor din construcție ale clădirilor sau datorită echipamentelor (instalațiilor) industriale [1].

Consumul de energie la nivelul clădirilor în Europa, reprezintă 40 % din consumul total, din care 36 % este energie producătoare de emisii. România consumă de trei ori mai multă energie primară pentru încălzirea locuințelor decât media europeană. România trebuie să promoveze o strategie privind eficiența energetică și producția din surse regenerabile, deoarece numărul de locuri de muncă din acest sector a crescut în mod considerabil fiind echivalentul ansamblului de locuri de muncă din sectoarele petrolului, gazului și cărbunelui [2].

În perioada de exploatare a unei clădiri se consumă diverse forme de energii pentru a asigura: încălzirea pe timpul iernii, răcirea pe timpul verii (aer condiționat, climatizare), iluminatul, ventilarea artificială, funcționarea diverselor aparate. În figura 1 sunt prezentate ponderile acestor consumuri pentru o clădire rezidențială situată în România [3].

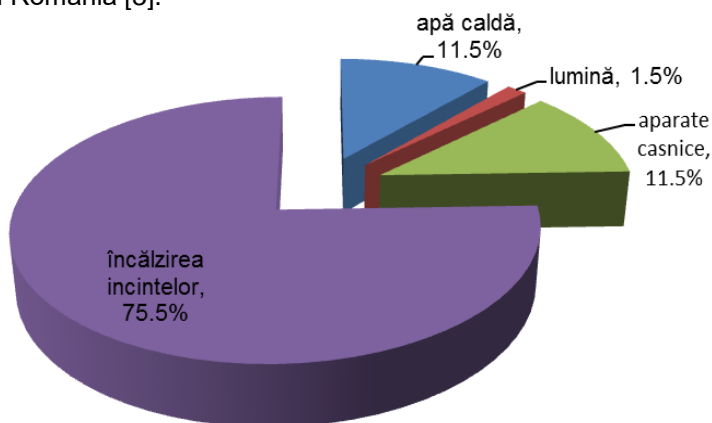


Fig.1 Ponderea consumului de energie la clădiri

În cadrul clădirilor apele uzate contribuie cu aproximativ 15-30 % [4] la pierderile de energie, astfel este important ca aceste resurse potențiale să fie valorificate.

În România din punct de vedere cantitativ, consumul de energie la clădiri, este cel mai ridicat în cadrul procesului de încălzire. Din acest motiv, în vederea scăderii cheltuielilor cu

energia într-o clădire, reducerea consumului de energie pentru încălzire reprezintă cea mai importantă măsură care trebuie realizată. Prin realizarea acestei măsuri are loc și reducerea impactului asupra mediului privind emisiile de gaze cu efect de seră rezultate în urma arderilor combustibililor fosili.

Majoritatea apelor uzate după ce părăsesc locuințele și întreprinderile sunt mai calde decât mediul înconjurător, acesta fiind un fapt de care multe țări sunt conștiente la ora actuală. Proiecte realizate în Suedia, Germania, Austria, Elveția, Norvegia și Japonia [5-7], arată că energia recuperată din apele uzate poate fi utilizată cu succes pentru prepararea apei calde de consum sau pentru încălzirea spațiilor.

Tehnologia de recuperare a căldurii din apele uzate este asemănătoare cu tehnologia care se folosește pentru extragerea energiei geotermale prin intermediul pompelor de căldură [8].

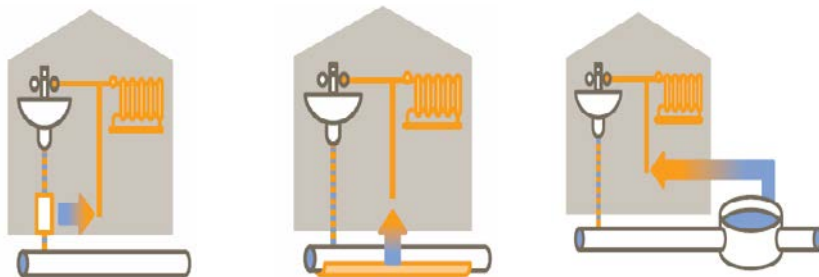
Atât România cât și țările situate în partea Estică a Europei Centrale au o experiență limitată cu privire la proiecte, soluții și realizări ingineresti necesare pentru producerea energiilor din resurse energetice secundare. Pentru acest lucru sunt necesare cercetări detaliate privind sursele energetice, studii de eficiență economică, construirea unor stații pilot și în final alegerea unor tehnologii corespunzătoare în vederea implementării acestora.

2. Modalități de recuperare a căldurii din apele uzate

În orice locuință sau clădire apa caldă se utilizează în majoritatea cazurilor, la cabina de duș, cadă, chiuvetă sau la mașinile de spălat vase și rufe. În aproape toate situațiile menționate, apa reziduală caldă păstrează o parte semnificativă din energia termică inițială – energie care poate fi recuperată și reutilizată. Cantități mari de ape uzate sunt evacuate prin liniile de drenaj al clădirilor având temperaturi de 35–40 °C, iar temperatura apei uzate ajunsă în conductele de canalizare este de 18–25 °C. Acest fapt a reprezentat punctul de plecare în dezvoltarea acestor tipuri de sisteme recuperatoare de căldură, reducând necesitatea energetică pentru prepararea apei calde menajere.

Diversitatea materialelor din care se pot fabrica schimbătoare de căldură a condus la dezvoltarea unor sisteme de recuperare a căldurii din apele uzate (SRCAU). Modalitățile de recuperare a căldurii din apele uzate sunt multiple, fiind utilizate diferite tipuri de schimbătoare de căldură. În funcție de debitul și temperatura apelor

uzate, schimbătoarele de căldură pot fi instalate în sistemul de canalizare al clădirilor, în conductele de canalizare orășenești sau în stațiile de epurare [9].



a. linia de drenaj clădire

b. conductă canalizare

c. stație de epurare

Fig. 2 Metode de montare a schimbătoarelor de căldură

Astfel, conform lui Muller [10], se pot distinge trei moduri de recuperare a energiei din apele uzate și anume:

a. Recuperarea energiei termice din locuință – pentru clădiri cu un consum mare de apă caldă (spitale, clinici, instalații industriale, piscine de interior, etc.) căldură conținută de apele uzate se reutilizează în clădirea respectivă. În acest scop înainte ca apele uzate să ajungă în conducta de canalizare, ele sunt colectate într-un bazin de stocare, unde are loc recuperarea căldurii. Avantajul acestui sistem este faptul că temperatura apei uzate este relativ ridicată (25–30°C). Dezavantajul este că fluxul de apă uzată este discontinuu și cantitatea de energie recuperată este mică.

b. Recuperarea energiei termice din canalizare – are avantajul, că debitul apelor uzate este mult mai mare și continuu iar energia se recuperează în oraș, astfel temperatura apei uzate este relativ ridicată (16–20°C), se poate recupera o cantitate mai mare de căldură.

c. Recuperarea energiei termice din stația de epurare – la acest sistem căldura recuperată provine din ape uzate preepurate. Punerea în aplicare este avantajoasă doar în cazul în care stația de epurare se află cât mai clădirea unde se dorește utilizarea energiei recuperate, pentru a evita cheltuielile legate de

transport. Dezavantajul este că temperatura apei uzate este destul de scăzută (10 °C).

Ca și avantaj se amintește faptul că în acest caz se dispune de o cantitate mare de apă uzată, astfel se poate recupera mai multă energie.

3. Recuperarea căldurii din apele uzate orășenești din conductele de canalizare

Conductele de canalizare reprezintă locul unde se colectează apele uzate de la clădiri și obiective industriale, astfel sunt locul ideal pentru a monta schimbătoarele de căldură în vederea extragerii căldurii conținute de apele uzate.

În multe orașe mari sunt disponibile conducte de canalizare de dimensiuni mari unde se pot implementa asemenea sisteme.

Acest mod de conectare prezintă următoarele avantaje: temperatura apei uzate este relativ constantă; apele uzate au debit mai mare iar consumatorii sunt aproape de locul de recuperare.

Ca și dezavantaje putem aminti: nivelul temperaturii apei uzate este mai scăzută în comparație cu apele uzate menajere din liniile de drenaj al clădirilor; apar depuneri pe suprafața schimbătoarelor de căldură iar realizarea recuperării depinde de operatorii rețelelor de canalizare.

Temperatura apelor uzate în conductele de canalizare variază în funcție de anotimp dar pe perioada iernii, nu scade sub 12-14 °C, deoarece temperatura minimă a solului este de aproximativ 8 °C, la acea adâncime.

Relația dintre debitul apelor uzate și puterea de extracție a schimbătoarelor de căldură [12]:

- dintr-un 1 m³ de apă uzată se poate extrage cu ajutorul schimbătorului de căldură o energie de aprox. 2 – 3 kW/h;
- pentru a produce 1 kW/h energie sunt necesare 420 l de apă uzată.

Recuperarea căldurii din conductele de canalizare se poate realiza prin două moduri: utilizând conducte de canalizare fabricate direct cu schimbătoare de căldură sau montând în conductele de canalizare existente schimbătoare de căldură ca și elemente prefabricate.

3.1. Schimbătoare de căldură montate în peretele conductelor de canalizare

Diametrul nominal al conductelor de canalizare $D_n > 800$ mm.

Schimbătoarele de căldură sunt introduse în peretele interior al conductei de canalizare, având o durată de viață de cel puțin 50 de ani (vezi figurile 3 și 4). Coroziunea, eroziunea, abraziunea, întreținerea și curățarea conductelor de canalizare sunt factorii care influențează alegerea materialelor, modul de construire, sudare, asamblare și instalare.



Fig. 3 Schimbătoare de căldură montate în conducte de canalizare cu profil „O”, [13]



Fig. 4 Schimbătoare de căldură montate în conducte de canalizare cu profil „U”, [13]

În vederea măririi eficienței sistemului de recuperare, schimbătoarele de căldură sunt conectate la pompe de căldură având rolul de a crește temperatura recuperată. Sistemul poate produce apă caldă menajeră sau apă caldă industrială, iar vara se poate utiliza pentru a produce apă rece la instalația de climatizare.

Capacitatea de extragere a schimbătoarelor de căldură montate în conductele de canalizare depinde de debitul apelor uzate; panta de conductei canalizare, rezistența la colmatare și temperatura apelor uzate.

Criteriile pentru o utilizare optimă acestor schimbătoare de căldură sunt:

- diametrul minim al conductelor de canalizare 800 mm;
- debitul mediu al apelor uzate min.12 l/s;
- lungimea schimbătorului de căldură min. 9 m, max.200 m;
- puterea minimă de încălzire 80 kW;

- distanța dintre conducta de canalizare și consumator max. 200-300 m;
- temperatura primară (consumator) max. 70 °C;
- puterea pompei de căldură, aprox. 2–5 kW/m² schimbător de căldură.

3.2. Schimbătorul de căldură pentru conductele de canalizare existente

La aceste tipuri de schimbătoare se disting două modele, în funcție de cantitatea de apă uzată existentă în conducta de canalizare.



Fig. 5 Schimbător de căldură pentru debit scăzut de apă uzată [14]



Fig. 6 Schimbător de căldură pentru debit mare de apă uzată [14]



Fig. 7 Montarea schimbătoarele de căldură [14]



Forma schimbătorului de căldură din figura 5 este adoptată pentru un flux hidraulic scăzut, permițând un transfer termic bun

chiar și la un nivel scăzut al apei uzate. Asamblarea este simplă, schimbătorul fiind format din mai multe elemente individuale care sunt legate între ele prin sisteme de prindere (vezi figura 7). Schimbătorul de căldură din figura 6 este proiectat special pentru cantități mari de ape uzate.

Se poate monta atât în conducte de canalizare existente cât și în cele noi [5, 14].

Sunt recomandate pentru un consum de energie de 70 kW, putându-se obține dintr-un debit al apelor uzate de 15 l/s. În acest caz economiile anuale de combustibili fosili pot fi și de 50 %. Datorită costurilor de investiție nu foarte ridicate, de 2 - 3 ori mai mari decât costurile unui sistem convențional, rezultă că perioada de recuperare a investiției este foarte scurtă.

4. Concluzii

■ Sistemele de recuperare a căldurii din apele uzate au apărut relativ recent, dar tehnologia cunoaște o dezvoltare rapidă. Pentru a respecta principiile dezvoltării durabile este foarte important de a recupera energia din resurse secundare irosite.

În cadrul studiului de față s-au prezentat metodele prin care se poate recupera căldura din apele uzate și tipuri de schimbătoare de căldură care se pot utiliza pentru conductele de canalizare.

Conectate la pompe de căldură aceste sisteme pot funcționa atât pentru încălzirea cât și pentru răcirea clădirilor, realizând economii de până la 40 % din consumul de energie pentru încălzire.

■ Utilizând sisteme de recuperare a căldurii din apele uzate se reduc emisiile de CO₂, evacuările de căldură în mediu, poluarea aerului și consumul de energie electrică respectiv termică.

Totodată au costuri relativ scăzute, instalarea este simplă, iar întreținerea se realizează la costuri scăzute.

■ Schimbătorul de căldură este unul dintre elementele cheie al sistemului de recuperare a căldurii din apele uzate, deoarece transferă energia de la/către fluidul de lucru la/de canalizare.

Fiind montat la baza conductelor de canalizare este foarte important să avem în vedere coroziunea, sistemul de montare, astfel trebuie avut în vedere modul de proiectare respectiv întreținerea (curățarea) acestora pentru a menține un transfer termic eficient.

■ Conservarea și utilizarea energiilor secundare oferă un potențial important pentru a reduce consumul de energie primară și implicit reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Mladin, Emilia-Cerna, Georgescu, Mihaela, Dutianu, Dana, *Eficiența în clădiri – situația în România și Aquis-ul Comunitar*, ENERO – Centrul pentru promovarea energiei curate și eficiente în România, București, 2004.
- [2] * * * *Strategia pentru mobilizarea investițiilor în renovarea fondului de clădiri rezidențiale și comerciale, atât publice cât și private, existente la nivel național* - Ministerul Dezvoltării Regionale și Administrației Publice, 2014
- [3] * * * ISOVER Preluat de pe ISOVER SAINT-GOBAIN: <http://www.isover.ro/eficienta-energetica/izolatie-termica-26.html>
- [4] Schmid, F., *Sewage Water: Interesting Source for Heat Pumps*, 2008. InfraWatt. <http://www.infrawatt.ch>
- [5] Oguzhan, C., Husezin, G., Emrah, B., Orhan, E., *Heat exchanger applications in wastewater source heat pumps for buildings: A key review*, Energy and Buildings, 104, 2015, pg. 215–232
- [6] Fercher, J., *Abwasserwarmerückgewinnung in einer Kläranlage – Warmerückgewinnung aus Abwasser in Verbindung mit einer Wärmepumpe*, Firma Bernhard Fercher Entstaubung – Abluft – Abwasser – Energie, Graz, 2010, pg. 1 – 7.
- [7] * * * Huber Technologie - *Waste Water Solutions, Energierückgewinnung aus Filtratwasser auf Kläranlagen*, 2010.
- [8] Hepbasli, A., Bizik, E., Ekren, O., Gunerhan, H., Araz, M., *A key review of wastewater source heat pump (WWSHP) systems*, Energy Conversion and Management 88, 2014, pg.700–722
- [8] Brickwedde, F., *Energierückgewinnung aus Abwasserkanälen - Heizen und Kühlen mit Abwasser - Ratgeber für Bauherren und Kommunen*, Institut Energie in Infrastrukturanlagen, München, 2009, pg. 36.
- [9] Baumann, M., Laue, H., Müller, P., *Heizen mit Umweltenergie, Erweiterte und vollständig überarbeitete auflagem*, BINE Informationsdienst, Verlag Solarpraxis, Berlin, 2007.
- [10] Müller, E.A., Tastakin, S., Neuhauser, A., Schindler, K., *Gebäudebezogene Nutzung von Abwasserwärme*, Berliner Netzwerk Energieagentur GmbH, Berlin, 2011, pg. 6 – 7.
- [11] Müller, E.A., *Wärmerückgewinnung aus abwasser*, Institut für Umweltingenieurwissenschaften, Zürich, 2008.
- [12] Buri, R., Kobel, B., *Energie aus Kanalabwasser*, Leitfanden für Ingenieure und Planer, Osnabruck / Bremen, 2005, pg. 15 – 16.

[13] Christ, O., Mitsdoerffer, R., *Wärmequelle Abwasser im Wasserwirtschaft Wassertechnik* - Abwasser und Energie - Regenerative Energie Nutzen, DAS THEMA, Vol. 5, 2008, pg.1– 4.

Şef lucr. Dr. Ing. Timea GABOR
Universitatea Tehnică din Cluj –Napoca
membru AGIR
e-mail: Timea.Gabor@imadd.utcluj.ro

Conf. Dr. Ing. Viorel DAN
Universitatea Tehnică din Cluj –Napoca
membru AGIR
e-mail: Viorel.Dan@imadd.utcluj.ro

Şef lucr. Dr. Ing. Ancuţa-Elena TIUC
Universitatea Tehnică din Cluj – Napoca
membru AGIR
e-mai: Ancuta.Tiuc@imadd.utcluj.ro

Asist. Dr. Ing. Ioana Monica SUR,
Universitatea Tehnică din Cluj – Napoca,
e-mai: imberar@mail.utcluj.ro