

stwarzają podstawę do rozpoczęcia prac, umożliwiających wdrożenie tego typu urządzeń w inżynierii uzdrowiskowej, zwłaszcza dla podgrzewania wody w basenach i przygotowania ciepłej wody użytkowej, t.j. w układach instalacyjnych w których możliwa jest akumulacja ciepła. Ogólnie można stwierdzić, że wykorzystanie energii słonecznej w uzdrowiskach, jako pomocniczego źródła ciepła, jest technicznie i ekonomicznie uzasadnione, a ze względu na ochronę środowiska naturalnego, dodatkowo zalecane.

LITERATURA

1. L. LASKOWSKI: Możliwości wykorzystania energii promieniowania słonecznego. COW, nr 12, 1979, str. 326-330.
2. P. MICHALCZYK: Wykorzystanie energii słonecznej do celów ogrzewczych COW, nr 9, 1976, str. 226-230.
3. M. JANKOWSKI: Wyniki wstępnych badań kolektorów słonecznych, Sympozjum n.t. Wykorzystanie energii słonecznej dla potrzeb gospodarki narodowej. Komitet Problemów Energetyki PAN, Warszawa, 25 X 1979 r.
4. S. MINORSKI: Stan badań i wdrożeń wykorzystania energii promieniowania słonecznego w Polsce.

Sympozjum n.t.: Wykorzystanie energii słonecznej dla potrzeb gospodarki narodowej. Komitet Problemów Energetyki PAN, Warszawa 25 X 1979 r.

5. J. JANCZAK: Energia słoneczna na tle obecnej sytuacji energetycznej. Sympozjum n.t. Wykorzystanie energii słonecznej dla potrzeb gospodarki narodowej. Komitet Problemów Energetyki PAN, Warszawa, 25 X 1979 r.

O Z N A C Z E N I A

E_p — moc promieniowania słonecznego, ε_a — współczynnik absorpcyjności powierzchni czynnej absorbera, q_c — straty ciepła w kolektorze wynikające z jego konstrukcji, W , t_o — temperatura otoczenia, °C, t_a — średnia temperatura absorbera $\frac{t_{1k} + t_{2k}}{2}$, t_{1k} —

temperatura na wejściu do kolektora słonecznego, °C, t_{2k} — temperatura na wyjściu z kolektora słonecznego, °C; t_{za} — temperatura czynnika w zbiorniku akumulacyjnym, °C; α_s — kąt padania promieni słonecznych na absorber; β_k — kąt nachylenia kolektora; ξ_s — współczynnik przepuszczalności promieniowania słonecznego przez szyby; η_{wa} — sprawność wymiennika kolektora słonecznego odprowadzającego energię ciepłą do zasobnika; η_k — sprawność kolektora słonecznego.

doc. dr inż. Gerard Jan Besler
mgr inż. Zbigniew Burzyński
dr inż. Zbigniew Spryszyński

Politechnika Wrocławska

OGRANICZENIE ZANIECZYSZCZENIA ŚRODOWISKA W WYNIKU WYKORZYSTANIA ENERGII GRUNTU DLA KSZTAŁTOWANIA MIKROKLIMATU POMIESZCZEŃ

Przedstawiono możliwości istotnego ograniczenia zanieczyszczenia środowiska w wyniku pozyskiwania naturalnej energii gruntu z niewielkich głębokości dla celów termowentylacji, klimatyzacji i chłodnictwa.

Wykazano wiele korzyści wynikających z zastosowania urządzeń pozyskujących tę energię i zwrócono szczególną uwagę na możliwość prostej i taniej poprawy mikroklimatu wewnątrz, zwłaszcza w nowoczesnym budownictwie mieszkaniowym.

Człowiek od dawna ujarzmił przyrodę uzyskując z niej zasoby materialne dla tworzenia nowych cywilizacji. Pod wpływem stałego naporu, w wielu regionach kuli ziemskiej, przyroda zaczęła ustępować, a często ginąć, kierując się tym samym przeciwko człowiekowi. Znaczną liczbą uczonych jest dziś zdania, że niedostosowanie świadomości ludzkiej do osiągniętego poziomu sił wytwórczych, w wielu częściach globu, doprowadziło już, a w innych prowadzi nieuchronnie do kryzysu ekologicznego, czyli kryzysu środowiska przyrodniczego człowieka, którego przejawami są zwłaszcza:

- zachwianie zdrowia ludzkiego (zanieczyszczenia wód, powietrza i gleby atakują organizm bezpośrednio lub pośrednio — w drodze spożywania pokarmów, zawie-

rających coraz więcej substancji toksycznych, zakumulowanych w tkankach roślin i zwierząt);

- zagrożenia zdolności rozrodczych i zakłócenia genetyczne (za przyczyną nadmiernego promieniowania i używanych farmaceutyków);
- osłabienie zdolności przyrody do pełnej autoregeneracji
- niewygody życia m.in. w wyniku ograniczonej możliwości przyjemnego obcowania z przyrodą (brudne rzeki, jeziora i morza, zaśmiecone lasy itp.).

Sprawa wygląda szczególnie alarmująco, jeśli wziąć pod uwagę przewidywania International Research and Technology Corporation, mówią-

ce o trzykrotnym w stosunku do 1970 roku wzroście emitowanych zanieczyszczeń w 2000 roku, tj. do wartości 7,2 mld t pyłów. W porównaniu do 1970 r. emisja dwutlenku węgla ma wzrosnąć o 80%, dwutlenku siarki o 140%, a węglowodorów o ok. 25%.

Współcześnie głównym źródłem zanieczyszczeń, zwłaszcza emisji pyłów i dwutlenku siarki do atmosfery jest energetyka. Prognozy wykorzystania różnych źródeł energii w Polsce do 2000 roku w/g [1] przedstawia tab. 1:

Tabela 1

**PROGNOZY WYKORZYSTANIA RÓŻNYCH ŹRÓDEŁ ENERGII
W POLSCE DO 2000 R.**

Źródło energii	1970	1980	1990	2000
	udział w %			
Węgiel kamienny	74	60	53	49
Węgiel brunatny	7,3	4,9	4,6	4,6
Torf i drewno	2,0	1,2	0,7	0,5
Ropa naftowa i pochodne	9,7	33,0	34,6	31,9
Gaz	6,5	—	—	—
Hydroenergia	0,6	0,5	0,5	0,6
Energia jądrowa	—	0,1	4,6	12,5

W tabeli tej podano procentowy udział poszczególnych źródeł energii do 2000 roku, należy jednak pamiętać, że do tego czasu zapotrzebowanie na energię wzrośnie orientacyjnie 2,5—3 krotnie. Tak więc pomimo widocznego w tabeli niewielkiego procentowego spadku udziału węgla, faktycznie ich ilościowe zużycie będzie rosło i rosnąć będą zanieczyszczenia pochodzące z elektrowni węglowych, zwłaszcza że spalane będą coraz gorsze jakościowo gatunki węgla, charakteryzujące się większą ilością odpadów. W tabeli 1 nie uwzględniono możliwości wykorzystania naturalnych źródeł energii (energii gruntu, słonecznej itp), których udział w ogólnym bilansie w ciągu najbliższych już lat niewątpliwie poważnie wzrośnie.

Na bardzo niebezpieczny wpływ zanieczyszczeń, pochodzących z elektrowni lub elektrociepłowni węglowych dla środowisk naturalnych wskazuje Pacyna w monografii [2], stwierdzając iż:

- szczególnie niebezpieczne jest toksyczne oddziaływanie licznej grupy metali i promieniotwórcze oddziaływanie niektórych radionuklidów emitowanych do atmosfery, znajdujących się w żużlach lub wychwyconych w filtrach i następnie użytkowanych;
- żużle i lotne popioły węgla z badanych elektrowni nie powinny znajdować zastosowania do produkcji cementu lub bloków betonowych, gdyż w pomieszczeniach nowo wybudowanych przy użyciu takich materiałów zaobserwowano znaczne podwyższenie radioaktywności;
- drogą oddychania do organizmu ludzkiego dostaje się jedynie ok. 13% radionuklidów, natomiast prawie cała reszta tj. 86,5% wraz ze skażonym pokarmem;
- elektrownie węglowe powodują znacznie większe skażenie środowiska, niż elektrownie jądrowe w warunkach bezawaryjnej pracy.

W rozwiniętych krajach EWG procentowe zużycie energii w poszczególnych działach gospodarki w latach 1969—1971 kształtowało się jak w przytoczonej tab. 2.

Tabela 2

**PROCENTOWE ZUŻYCIE ENERGII
W POSZCZEGÓLNYCH DZIAŁACH GOSPODARKI KRAJÓW EWG
w LATACH 1969—1971 [3]**

	1969	1970	1971
Przemysł	46,4	45,4	43,6
Transport	15,5	15,6	16,3
Gospodarstwo domowe itp.	37,7	38,7	39,8
Inne	0,4	0,3	0,3

Można założyć, że w najbliższych latach w Polsce struktura zużycia energii w poszczególnych gałęziach gospodarki narodowej będzie kształtowała się podobnie. W naszej strefie klimatycznej zużycie energii dla ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji, jedynie pomieszczeń mieszkalnych, dochodzi do 40%, a jeśli dodać zapotrzebowanie przemysłu na te cele, to łatwo stwierdzić, iż ta sfera usług przynosi największe zanieczyszczenie środowiska.

Z uwagi na pogłębiający się kryzys paliwowo-energetyczny powodowany głównie systematycznym wyczerpywaniem się surowców oraz z uwagi na stale rosnące koszty produkcji energii cieplnej, wszelkie oszczędności energetyczne mają współcześnie szczególną wymowę. Zrozumiałym jest, iż każda zaoszczędzona kaloria, czy gram węgla, to równocześnie ograniczenie emisji toksycznych zanieczyszczeń, a więc ochrona biologicznego środowiska człowieka.

Jeden ze sposobów rozwiązania, pozwalający na zaoszczędzenie energii cieplnej, niezbędnej dla nowo wznoszonych budynków mieszkalnych przedstawiono pokrótce w Informatorze z maja 1979 r. [5], a uzasadnienie uzyskiwanych efektów omówiono bardziej dokładnie w publikacji [4] i [6]. Należy zwrócić uwagę, że efektywność zaproponowanego do stosowania rozwiązania pośredniego ogrzewania powietrznego z jednoczesną wentylacją nawiewną staje się szczególnie atrakcyjna w przypadku połączenia tego rozwiązania z urządzeniem do pozyskiwania energii cieplnej z gruntu [7].

W świetle powyższych rozważań zrozumiałą się staje ważkość pozyskiwania wszelkich rodzajów energii naturalnej. Zagadnienie to winno być współcześnie szczególnie preferowane nie tylko z uwagi na oszczędności paliwa, ale zwłaszcza ze względu na brak odpadów zanieczyszczających środowisko. I tak też dzieje się w krajach wysoko rozwiniętych. W Stanach Zjednoczonych np. już 157 firm, a w RFN ponad 100 firm zajmuje się produkcją akumulatorów słonecznych dla ogrzewania budynków zwłaszcza mieszkalnych. W Danii postawiono na wykorzystanie energii wiatru, w Szwecji — energii słonecznej. Buduje się już prototypowe rozwiązania kotłów wysokoprężnych ogrzewanych promieniami słonecznymi, skupionymi w dużych soczewkach (USA).

W Zespole Badawczym Nr 1 w Instytucie Inżynierii Chemicznej i Urządzeń Ciepłych Politechniki Wrocławskiej podjęto badania teoretyczno-eksperymentalne urządzeń, wykorzystujących energię ciepłą gruntu z niewielkich głębokości, głównie dla celów **ogrzewania** i **chłodzenia** powietrza [8]. Prace w tym temacie uznać należy współcześnie za ważne i celowe, zarówno z uwagi na uzyskiwanie znacznych oszczędności energetycznych jak i z racji wielkiej prostoty proponowanego rozwiązania. Zagadnienie dotyczy w zasadzie nowych konstrukcji wraz z uzbrojeniem w urządzenia wentylacyjne, zlokalizowanych w gruncie, na zewnątrz klimatyzowanych, wentylowanych, czy też ogrzewanych powietrznie obiektów. Podobnego typu rozwiązania w charakterze eksperymentalnym jak i eksploatacyjnym wykonano za granicą. W RFN przyjęto dla nich nazwę „Erdluftbrunnen”, a w jednym z raportów węgierskiego Instytutu Budownictwa określono je jako „Air fountain”. Rozwiązania także są faktycznie stosowane do wstępnego uzdatniania powietrza dla celów klimatyzacyjnych lub wentylacyjnych. W szczególnych przypadkach, kiedy to warunki komfortu ciepłego klimatyzowanych pomieszczeń w okresie letnim nie są sztywno ustalone, mogą one zastąpić nawet urządzenia klimatyzacyjne. Proces zachodzący w omawianych urządzeniach polega na wymianie ciepła i masy między wilgotnym wypełnieniem, w specjalny sposób przygotowanym i umieszczonym w gruncie, spełniającym w zależności od pory roku rolę akumulatora zimna lub ciepła, a przepływającym strumieniem powietrza zasysanym z otoczenia. Z przeprowadzonej analizy pracy znanych urządzeń z pionowym przepływem powietrza przez warstwy gruntu z jednoczesną pełną filtracją powietrza wynika, że urządzenia takie charakteryzują się oporami przepływu powietrza rzędu $\Delta P = 1100 \text{ Pa}$ (ca 110 mmsw) w okresie letnim i $\Delta P = 1800 \text{ Pa}$ (ca 180 mmsw) w okresie zimowym, co w zasadzie sugeruje, a nawet zmusza do zaprojektowania osobnego wentylatora dla tego układu. Wentylator tłoczy powietrze do specjalnej komory nadciśnieniowej (nadciśnienie ca 50 Pa), skąd dalej już powietrze jest rozprowadzane tradycyjnymi sposobami. W ogólnym bilansie taki układ, ze schładzaniem powietrza lub jego ogrzewaniem w gruncie, jest znacznie bardziej ekonomiczny od stosowanych dotychczas metod ogrzewania powietrza wentylującego lub jego ochładzania.

W innym, nie spotykanym dotąd rozwiązaniu zbliżonego typu, [7] istnieje możliwość znacznego zmniejszenia oporów przepływu powietrza przy podobnych efektach cieplnych, jeśli filtracji powietrza powierzyć jedynie zadanie wstępnego, a więc mniej dokładnego, oczyszczania. Zatem rozwiązanie to może znaleźć bezpośrednie zastosowanie dla klimatyzacji i termowentylacji w tych przypadkach, w których powietrze zasysane jest nieznacznie zanieczyszczone, lub gdy wymagania, odnośnie stopnia czystości powietrza nawiewanego, są niezbyt wygórowane. Wstępne rozeznanie pozwala także wysnuć

wniosek, iż nawet w przypadku zastosowania dokładnych filtrów, to drugie rozwiązanie okaże się bardziej energooszczędnym od pierwszego, z uwagi na mniejsze zapotrzebowanie mocy do napędu wentylatora, przetłaczającego powietrze przez grunt.

W związku z powyższym, prowadzone prace teoretyczno-eksperymentalne [8], [9] obejmują przebadanie dwóch rodzajów tych urządzeń: jednego opartego na idei znanych urządzeń stosowanych za granicą, z pionowym przepływem przez warstwy gruntu oraz drugiego, nowego, opartego na idei wprowadzania strumienia powietrza do warstw kontaktowych, prawie że bezoporowo, za pośrednictwem pionowych wlotów i jego poziomym przepływie przez wypełnienie o znacznie mniejszym oporze. To rozwiązanie może przeto znaleźć zastosowanie nie tylko w dziedzinach wym. powyżej tj. w klimatyzacji i termowentylacji, ale także i w chłodnictwie, np. w skraplaczach chłodzonych powietrzem, w chłodniach wentylatorowych wody, do wychładzania w lecie pomieszczeń, w których zastosowano system pośredniego ogrzewania powietrznego itp. Wprowadzenie urządzeń do pozyskiwania energii cieplnej z gruntu, ograniczy zatem nie tylko w znacznym stopniu skażenie naturalnego środowiska człowieka, ale umożliwia także w tani sposób poprawić mikroklimat wewnątrz.

W celu orientacyjnej oceny uzyskiwanych oszczędności, omawianych urządzeń, przytacza się dane uzyskane w badaniach eksploatacyjnych urządzeń z gruntowym ujęciem powietrza w RFN:

Dla warunków okresu ciepłego, przy stanie powietrza zewnętrznego, określonego przez temperaturę powietrza $t_{pc1} = 32^\circ\text{C}$ i wilgotność względną $\varphi = 60\%$, uzyskano, kosztem zwiększonego poboru mocy przez wentylator o wydajności $v = 40000 \text{ m}^3/\text{r}$ i sprężu $\Delta P = 110 \text{ mmsw}$ — stan powietrza na wyjściu z gruntowego ujęcia powietrza o temperaturze $t_{pz2} = +18 - 19^\circ\text{C}$ i wilgotności względnej $\varphi = 80\%$. Natomiast w okresie zimowym przy temperaturze powietrza zewnętrznego $t_{pz1} = -12^\circ\text{C}$ uzyskano temperaturę na wyjściu $t_{pz2} = \pm 0^\circ\text{C}$. Czyli dla wyżej wym. warunków eksploatacyjnych uzyskano w okresie ciepłym naturalne schłodzenie powietrza o ok. (patrz wykres i — x):

$\Delta Q = G \times \Delta t = 1,2 \times 40\,000 \times (18,7 - 11,2) = 360\,000 \text{ kcal/h} = 419 \text{ kW}$, a w okresie zimowym ogrzanie powietrza o:

$$\Delta Q = 1,2 \times 40\,000 \times [1,8 - (-2,2)] = 192\,000 \text{ kcal/h} = 223 \text{ kW},$$

przy czym pobór mocy przez silnik napędzający wentylator wynosił w przybliżeniu:

$$N = V \times \Delta P / (3600 \times 102 \times \eta) = 40\,000 \times 110 / (3600 \times 102 \times 0,7) = 17,0 \text{ kW}$$

Z włożonej energii do napędu wentylatora, wymuszającego przepływ powietrza przez grunt bliskiej 17 kW, uzyskuje się zatem w okresie szczytu letniego 419 kW chłodu, zaś w zimie

ok. 223 kW ciepła, a ponadto także dobrą filtrację powietrza oraz jego nawilżanie w zimie lub osuszenie w lecie.

Zachowanie czystości środowiska naturalnego, jest ważne wszędzie, jednakże ograniczenie emisji zanieczyszczeń ma szczególnie istotne znaczenie w miejscowościach uzdrowiskowych, ze względu na ich specyfikę. I tu zwłaszcza urządzenia do pozyskiwania energii cieplnej z gruntu [9] powinny i mogą znaleźć liczne zastosowania. Jeżeli przykładowo w zakładzie przyrodoleczniczym wielkości takiej jak w Polanicy Zdroju, dla zapewnienia sprawnej wentylacji potrzeba w przybliżeniu 10 000 m³/h powietrza, to łatwo wyliczyć że:

- a) w okresie zimowym przy temperaturze zewnętrznej — 12°C zaoszczędzić można:
- $$\Delta Q = 1,2 \times 100\,000 \times (1,8 + 2,2) = 480\,000 \text{ kcal/h} = 560 \text{ kW.}$$
- Dobowe oszczędności energii przy założeniu 10-godzinowego okresu eksploatacji wyniosą wtedy:

$$\Delta Q_{\text{dob}} = 480\,000 \times 10 = 4,8 \text{ Gcal} = 5600 \text{ kWh}$$

W przeliczeniu na ilość węgla zużywanego w kotłowni oszczędności wyniosą:

$$\Delta G = \frac{\Delta Q_{\text{dob}}}{W_{\text{op}} \times \eta} = \frac{4\,800\,000}{5000 \times 0,65} = 1477 \text{ kg/dobę}$$

Zatem przy temperaturach zewnętrznych rzędu — 12°C można zaoszczędzić w ciągu doby w przybliżeniu 1500 kg węgla.

- b) w okresie szczytu letniego, ochładzając powietrze zewnętrzne od temperatury +32° do temperatury ok. +19°C można uzyskać:

$$\Delta Q = 1,2 \times 100\,000 \times (18,7 - 11,2) = 900\,000 \text{ kcal/h} = 1050 \text{ kW chłodu,}$$

współcześnie już sześciokrotnie droższego od ciepła. Kilkogodzinna eksploatacja urządzenia ze schładzaniem powietrza daje oczywiście wielokrotnione odpowiednio wartości.

Uzyskane dotychczas wyniki badań w świetle danych literaturowych i analiz, poza wyraźnym ograniczeniem zanieczyszczenia naturalnego środowiska człowieka, pozwalają na wyróżnienie następujących korzyści wynikających z zastosowania omawianych urządzeń:

1. Przedstawione powyżej znaczne oszczędności energii w zimie i lecie.
2. Ograniczenie kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych dla urządzeń klimatyzacyjnych, wentylacyjnych lub termowentylacyjnych, pozyskujących energię cieplną (chłód) z gruntu, gdyż np. mniejsze są nagrzewnice i chłodnice.
3. Stan powietrza na wyjściu z urządzenia jest w dużym stopniu niezależny od stanu powietrza

zewnętrznego, a to daje znaczne oszczędności w kosztach automatyzacji urządzeń klimatyzacyjnych.

4. Dzięki możliwości realizacji urządzeń gruntowych w oparciu o tanie i łatwo dostępne na rynku krajowym materiały, istnieje możliwość zastosowania klimatyzacji lub wentylacji z ochładzaniem w wielu obiektach, w których w chwili obecnej — z uwagi na brak środków na zakup drogich, często importowanych urządzeń chłodniczych — klimatyzacji lub wentylacji z ochładzaniem się nie stosuje.

5. Można także w miejsce wentylacji, często nie spełniającej właściwie swego zadania, uzyskać skutecznie działającą wentylację — w efekcie nawiewu powietrza ochłodzonego w okresie ciepłym — przy niezmiennych przekrojach przewodów wentylacyjnych, zwłaszcza gdy źródłem zanieczyszczenia jest nadmiar ciepła.

6. Istnieje możliwość zwiększenia ekonomiki pracy takich urządzeń jak: skraplacze urządzeń ziemnych chłodzone powietrzem, chłodnie wentylatorowe itp. głównie przy zastosowaniu rozwiązań opisanych w publikacjach [7] i [10].

7. Istotną cechą są znikome koszty obsługi urządzeń gruntowych.

8. Zastosowanie urządzeń pozyskujących energię cieplną z gruntu w nowoczesnym budownictwie mieszkaniowym stwarza bardzo korzystną możliwość taniej i wyraźnej poprawy mikroklimatu wewnątrz w przypadku zastosowania jednego z przedstawionych sposobów:

W pierwszym rozwiązaniu, gdy zamiast powszechnie dziś stosowanych systemów wentylacji wywiewnej — z niekontrolowanym napływem powietrza świeżego przez nieszczelności okien i ścian — zrealizować system z kontrolowanym nawiewem mechanicznym powietrza świeżego do pomieszczeń mieszkalnych [6]. W takim przypadku około 50% ciepła niezbędnego dla wentylacji w zimie można pozyskać z gruntu, a niewielki wzrost kosztów inwestycyjnych dodatkowej instalacji nawiewnej (stanowiący około 1% ogółu kosztów budowy) amortyzuje się w bardzo krótkim okresie czasu. Wywiew w takim rozwiązaniu może być grawitacyjny (na skutek panującego nadciśnienia powietrza będzie uchodziło poprzez istniejące otwory wentylacyjne w kuchni i łazience), albo także i mechaniczny, co opisano skrótowo w publikacji [5]. W lecie taki system umożliwia oczywiście nawiew chłodnego powietrza, kosztem jedynie energii niezbędnej do napędu wentylatora.

W innym rozwiązaniu efekty poprawy mikroklimatu wewnątrz uzyskuje się wtedy, gdy w budynku wykonano np. stropowe pośrednie ogrzewanie powietrzne, które latem w łatwy sposób można przystosować dla celów — także pośredniego — ochładzania pomieszczeń, przy wykorzystaniu gruntowego, bezprzeponowego wymiennika ciepła i masy [10].

Najbardziej efektywne, godne polecenia będzie oczywiście rozwiązanie scalające obydwa wyżej omówione.

Wnioski

Przedstawione korzyści wynikające z zastosowania proponowanych konstrukcji, pozyskujących energię ciepłą z gruntu, cenne są zwłaszcza w aspekcie ekologicznej ochrony środowiska. Ich znaczenie rośnie coraz bardziej wraz z widocznym kurczeniem się ogólnoświatowej bazy paliwowo-surowcowej. Podjęte w Zespole Badawczym Nr 1 Instytutu Inżynierii Chemicznej i Urządzeń Ciepłych Politechniki Wrocławskiej prace badawcze nad omawianym zagadnieniem uznać należy wobec tego za przyszłościowe. W następnej publikacji przedstawione będą interesujące wyniki badań instalacji pilotowej.

LITERATURA

1. K. KOPYCKI: Człowiek w świecie energii. Prognozy i Perspektywy. W-wa 1979.
2. J.M. PACYNA: Elektrownie węglowe jako źródło skażenia środowiska metalami i radionuklidami. Politechnika Wrocławska. Wrocław 1980.
3. Energie-Statistik 1971 i 1972. Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften.
4. G.J. BESLER i inni: Ökonomische Aspekte der Optimierung des Mikroklimas im modernen Wohnbau. Optimalizacja vykurovacích vetracích a klimatizačných zariadení. Wysokie Tatry — Bratislava 1978.
5. G.J. BESLER: O potrzebie i możliwościach poprawy mikroklimatu wewnątrz w nowo wznoszonych budynkach mieszkalnych. Ochrona Środowiska. Wrocław maj 1979.
6. G.J. BESLER: Niektóre energooszczędne rozwiązania w technice kształtowania mikroklimatu wewnątrz. VI Konf. Wentylacja w Budownictwie i Przemysle. PZJTS Kraków marzec 1979.
7. G.J. BESLER, Z. SPRYSZYŃSKI: Urządzenie chłodząco-grzewcze. Zgł. pat. Politechniki Wrocławskiej nr P-215334. BUP 8/80 Wrocław.
8. G.J. BESLER, Z. SPRYSZYŃSKI: Pozyskiwanie ciepła oraz chłodu z gruntu dla celów klimatyzacji i termowentylacji. Symposium naukowe pt. Systemy ogrzewania i zaopatrzenia w ciepło w świetle badań i doświadczeń. Sekcja Ogrzewnictwa i Wentylacji Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN. Tuczno 1980.
9. G.J. BESLER, Z. SPRYSZYŃSKI i inni: Prace wstępne dotyczące odzyskiwania energii cieplnej z gruntu i poprawy mikroklimatu wewnątrz w obiektach uzdrowiskowych. Instytut Inżynierii Chemicznej i Urządzeń Ciepłych Politechniki Wrocławskiej. Raport SPR 9/80. Wrocław 1980.
10. G.J. BESLER, Z. SPRYSZYŃSKI i inni: Bezprzeponowy gruntowy wymiennik ciepła i masy. Zgł. pat. Politechniki Wrocławskiej z dnia 13.05.1980. nr P-224528.