

## PORSCHE Bucuresti Vest 2

### - un exemplu de valorificare complexa a energiei pamantului -

In conditiile patrunderii si dezvoltarii rapide in Romania a aplicatiilor cu pompe termice ce au ca sursa termica pamantul, autorii considera ca aprofundarea bazei teoretice, stabilirea notiunilor specifice, introducerea criteriilor de performanta si crearea unor sisteme de apreciere a acestora sunt de natura a elimina confuziile, amatorismul, incompetenta si concurenta neloiala, cu efecte benefice asupra unei dezvoltari sanatoase, durabile si de calitate a utilizarii in Romania a unei surse alternative de energie cu un potential energetic extrem de ridicat.

### Partea I – Comportarea in sezonul rece 2006/2007

#### Date generale

Tara	ROMANIA
Orasul	Bucuresti
Numele clientului	PORSCHE Romania SRL
Tipul constructiei	Showroom auto si service auto pentru autoturisme cu marca AUDI si SEAT
Anul constructiei	2006
Sistemul HVAC	Incalzire, ventilatie, aer conditionat
Tipul pompelor termice	(racire) si apa calda sanitara asigurate cu pompe termice racordate la un schimbator vertical de caldura implantat in sol Florida Heat Pump – modele Apa-Apa si Apa-Aer cu fluid frigorific ecologic R410A si compresoare actionate electric
Mod de operare	Reversibil, incalzire si racire
Sursa termica	100% pamantul
Combustibil clasic aditional	N/A
Proiectant si antreprenor HVAC	ASA Holding SA - Bucuresti
Contact	Alex Aposteanu – Presedinte ASA Holding SA – Membru ASHRAE Email: alex@asa.ro
Investigat de	Dr. Ing. Radu Polizu – Vicepresedinte Societatea Romana Geoexchange – Membru ASHRAE Email: ipolizu@geoexchange.ro
Colaborator	Prof.dr.ing. Robert Gavriluc Vicepresedinte ASHRAE Danube Chapter Email: rgavriluc@instal.utcb.ro



### **Rezumatul prezentarii**

PORSCHE Bucuresti Vest 2 - Showroom si service auto (3.507 m<sup>2</sup>) a fost realizat in Bucuresti in anul 2006, avand punerea in functiune in luna august.

Sistemul HVAC destinat sa realizeze incalzirea (308 kW<sub>t</sub>), racirea (313 kW<sub>t</sub>), ventilarea si apa calda sanitara (200 kWh<sub>t</sub>/zi), a fost proiectat si executat de ASA Holding SA si foloseste pompe de caldura reversibile (incalzire – racire) cu sursa geotermica.

Nivelul de performanta in perioada scursa de la darea in functiune a fost monitorizat si analizat conducand la urmatoarele concluzii:

- (a) consum de resurse de 5 ori mai mic decat intr-un sistem clasic echivalent din punct de vedere tehnic;
- (b) poluare cu CO<sub>2</sub> de 10 ori mai mica decat in cazul unui sistem HVAC clasic;
- (c) cheltuiala pentru incalzire de 3 ori mai mica decat in cazul unui sistem clasic.

### **Date privind proiectantul si antreprenorul lucrarii**

Sistemul HVAC prezentat a fost proiectat si implementat de ASA Holding SA, in calitate de antreprenor de specialitate, in colaborare cu IMSAT Muntenia S.A. in calitate de antreprenor general instalatii.

ASA Holding SA ([www.asa.ro](http://www.asa.ro)) este o firma de inginerie si consultanta de numele careia se leaga toate aplicatiile functionale de anvergura cu pompe geotermice realizate in Romania. Specialistii ASA Holding sunt membri ASHRAE – Danube Chapter, IGSHPA si au fost pregatiti si certificati ca proiectanti specializati Geoexchange de AEE – Association of Energy Engineers – SUA.

Sistemul de management al calitatii implementat in firma are la baza standardul ISO 9001:2000 si a fost certificat de SRAC si IQNet in 2004.

### **Date privind constructia**

Constructia, cu o suprafata desfasurata de 3.507 m<sup>2</sup>, este metalica, constituita din patru parti distincte, si anume:

- un showroom SEAT in suprafata de 360 m<sup>2</sup>, din otel si sticla, cu o invelitoare metalica tipica brand SEAT;
- un showroom AUDI in suprafata desfasurata de 795 m<sup>2</sup>, din care 650 m<sup>2</sup> reprezinta zona de prezentare masini, cu suprafete complet vitrate pe 3 laturi si cu acoperis metalic curb, in care este practicat un luminator din sticla tip "banda" specifica brand AUDI, iar 145 m<sup>2</sup> reprezinta zona de birouri dispusa pe doua niveluri, parter si etaj, in general de tipul "open space" in parter si de

tipul "separeuri cu pereti usori" la etaj, cu frontoane din sticla si cu acces de pe o platforma cu vedere panoramica inspre showroom parter;

- un tronson intermediar din metal si sticla in suprafata de 421 m<sup>2</sup>, ce face legatura intre constructiile metalice ale celor doua showroom-uri, cu destinatia de zona publica, avand specific de cafeterie, cu magazin de piese auto, servicii facturare si plati, grupuri sanitare si 2 spatii distincte de livrare masini noi cu porti sectionale pliabile din sticla;
- o hala de dimensiuni mari, in suprafata de 1931 m<sup>2</sup>, cu pereti laterali metalici termoizolati, cu stalpi si ferme din beton, cu acoperis din prefabricate din materiale usoare de tip sandwich, cu destinatia de service auto si cu compartimentarile:
  - mecanica auto;
  - spalatorie si curatatorie auto;
  - depozit piese si subansambluri auto;
  - receptie si diagnosticare auto pe marci de masini, SEAT respectiv AUDI;
  - grup social (vestiare, loc de luat masa, grupuri sanitare).

Corespunzator destinatiei diferitelor spatii ale constructiei, au fost alese si caracteristicile termotehnice ale materialelor de constructie utilizate in realizarea anvelopelor cladirilor, astfel:

- placile de beton de asezare pe sol ale showroom-ului SEAT, ale showroom-ului AUDI si ale birourilor de la parter, precum si ale tronsonului intermediar de cladire dintre SEAT si AUDI, in suprafata totala de 1460 m<sup>2</sup>, sunt termoizolate la partea inferioara cu polistiren extrudat, ceea ce le confera o rezistenta termica ridicata, cu valoarea de 3,19 m<sup>2</sup>K/W;
- tamplaria de aluminiu a peretilor cortina este de tip Schuco, iar geamul termoizolant este presurizat cu argon intr-un strat gros de 16mm, ceea ce ii confera ansamblului o rezistenta termica de peste 0,8 m<sup>2</sup>K/W;
- invelitorile curbe ale celor doua showroom-uri si acoperisul partii de constructie de legatura dintre acestea sunt metalice, din tabla de aluminiu cu miez de vata minerala semirigida, multistrat de 12 cm, cu o rezistenta termica a ansamblului de peste 3,1 m<sup>2</sup>K/W;
- luminatorul de tip "banda" al showroom-ului AUDI are rezistenta termica 0,33 m<sup>2</sup>K/W;
- peretii exteriori de tip opac ai showroom-urilor si ai halei de productie sunt metalici, prefabricati, de tip sandwich, cu poliuretan expandat si cu rezistenta termica de 4 m<sup>2</sup>K/W, rezistenta termica identica cu cea a acoperisului prefabricat al halei de productie;
- portile sectionale ale constructiei, in numar de 12 bucati, sunt de tip etans si au o rezistenta termica minima de 0,28 m<sup>2</sup>K/W.



*Datele prezentate mai sus conduc la o **rezistenta termica medie a constructiei** de 2,13 m<sup>2</sup>K/W si la o pierdere termica specifica de 0,209 W/m<sup>3</sup>K care, corespunzator*

raportului  $A/V [m^{-1}]$  (unde "A" este aria anvelopei cladirii cu valoarea de 7448 mp, iar "V" este volumul climatizat al cladirii cu valoarea 17.114 m<sup>3</sup>), situeaza cladirea sub valoarea maxim admisibila a pierderilor termice de 0,257 W/m<sup>3</sup>K, valoare recomandata in tarile UE pentru constructiile noi, ventilate mecanic, cu consum mic de energie.

Corespunzator conditiilor climatice specifice ale capitalei Romaniei si temperaturilor interioare impuse pentru sezonul rece si sezonul cald ale anului, s-au stabilit urmatoarele date de calcul:

#### **Situatia de iarna:**

- temperatura aerului exterior: -15°C
- umiditatea relativa a aerului exterior: 80%
- temperatura interioara din spatiile publice, showroom-uri, birouri si grup sanitar: 20°C
- temperatura interioara din spatiile de productie: 18°C

#### **Situatia de vara:**

- temperatura aerului exterior: 34,5°C
- umiditatea relativa a aerului exterior: 11,95%
- gradul de asigurare: 98%
- temperatura interioara in spatii publice, showroomuri, birouri si grup sanitar: 26°C
- temperatura interioara in spatii de productie si depozit: 27°C

In baza caracteristicilor termotehnice ale constructiei si a datelor de microclimat interior, s-au calculat pierderile termice ale constructiei in situatia de iarna si aporturile de caldura prin elementele de constructie in situatia de vara. In calculul termic pentru zona publica, showroom-uri si birouri, pe de o parte, si pentru zona grupului social pe de alta parte, s-a tinut cont de degajarile de caldura de la surse interioare (oameni, iluminat electric, echipamente electronice de birou, utilaje de bucatrie si vitrine frigorifice), degajari de caldura ce au o pondere importanta in cuantumul valoric al sarcinii termice de racire a constructiei pe timpul verii. Iarna si vara, instalatiile mecanice de ventilatie sunt dimensionate pentru un debit orar maxim de aer proaspat de aproximativ 3.000 m<sup>3</sup>/h, ceea ce reprezinta cca. 0,5h<sup>-1</sup> din volumul de 6.000 m<sup>3</sup> al zonelor intens populate ale constructiei.

Sarcinile termice rezultate din calculul termic sunt:

- 308 kW<sub>t</sub> incalzire in situatia de iarna;
- 313 kW<sub>t</sub> racire in situatia de vara;
- 200 kWh<sub>t</sub>/zi preparare apa calda de consum.

#### **Conceptul de climatizare al constructiei**

In cele trei parti distincte ale constructiei intens populate, cu suprafete vitrate mari, cu destinatiile de showroom-uri auto SEAT si AUDI si de zona publica de tip asteptare clienti, au fost realizate peste 750 m<sup>2</sup> suprafete speciale de pardoseala, amplasate de regula in apropierea peretilor vitrati. Acestea au fost echipate cu schimbatoare de caldura din tevi polietilenice de inalta densitate, inglobate in sape de ciment. Suprafetele speciale de pardoseala sunt alimentate cu agent termic cald – pe timpul iarnii si agent termic rece – in timpul verii, agent termic provenit de la pompe termice Apa-Apa. In acest fel, o parte importanta din pardoselile zonelor publice sunt radiante termic pe timpul iernii si absorbante termic pe timpul verii.

Suplimentar, in aceste zone ale constructiei sunt instalate tubulaturi de ventilatie, unele vizibile, altele ascuse, racordate la niste pompe termice Apa-Aer amplasate, in marea lor majoritate, in tavanele false ale cladirii. Acestea trateaza un amestec de aer proaspat cu aer recirculat si sunt de tipul "auto change over", adica trec automat de pe ciclul de incalzire pe ciclul de racire, ca reactie de protectie la "supraincalzirea incintei".



Aceasta capacitate de comutare permite ca pe timp de iarna, atunci cand in cursul unei zile temperatura interioara creste de la valoarea prescrisa de 20°C la valoarea de 27°C, datorita, in principal, actiunii radiatiei solare directe si difuze coroborate cu iluminatul specific al showroom-urilor auto, sa se recupereze cantitati importante de energie termica excedentara. Aceasta este inmagazinata in circuitul

exterior de schimb de caldura cu pamantul si are o contributie importanta la pastrarea, pe timpul iernii, a unui coeficient ridicat de performanta al sistemului HVAC.

Coeficientul de performanta al sistemului HVAC s-a situat in perioada analizata peste valoarea de COP=4,8, valoare care semnifica faptul ca, in sezonul friguros al anului, pentru fiecare 1 kW electric introdus in sistemul HVAC, se obtin cel putin 4,8 kW termici utili in cladire. Pastrarea temperaturii apei din circuitul primar al pompelor termice, fie ele Apa-Apa sau Apa-Aer, la o valoare ridicata (10.5÷13°C) de-a lungul intregului sezon rece al anului, printr-o dimensionare corespunzatoare a schimbatorului de caldura cu pamantul (SCP) si prin recuperari importante de energii secundare, sunt "cheia" unui proiect HVAC geotermic de succes.

Spre exemplificare, performanta masinii termice in diferite cazuri de exploatare este aratata in Figura 1, in diagramele Presiune-Entalpie specifice fluidelor de lucru R410A si R22 ce echipeaza pompele termice Apa-Apa Florida Heat Pumps.

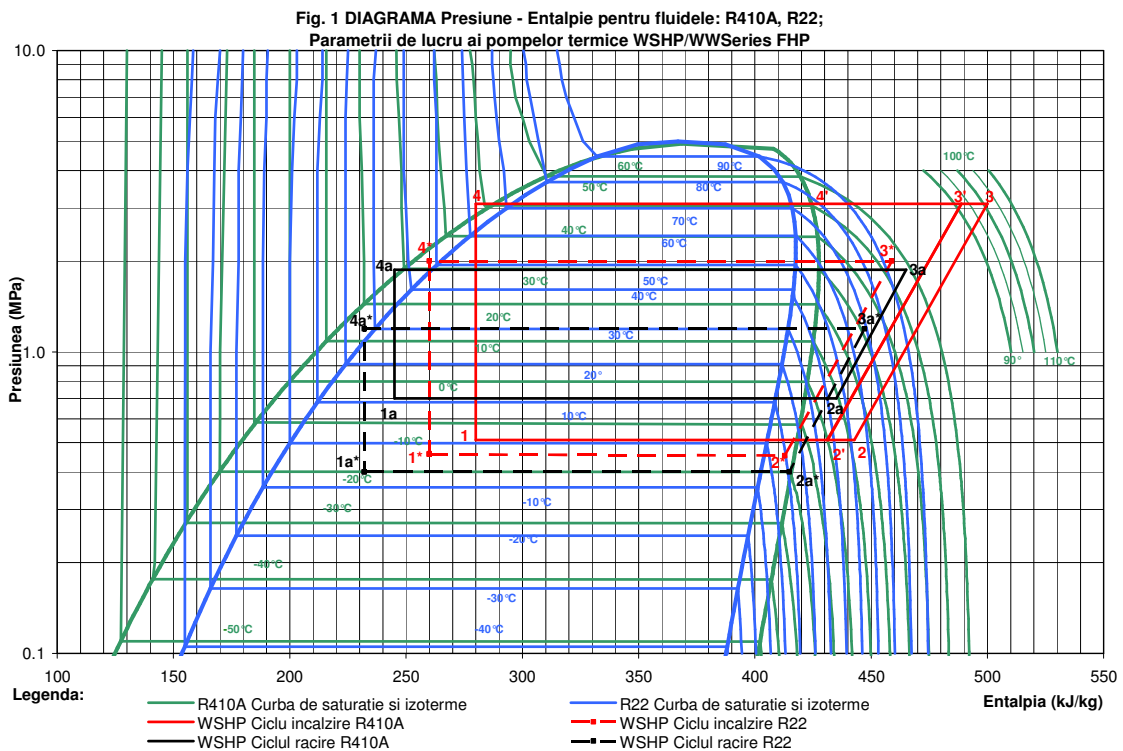


Figura 1. Ciclurile termodinamice de functionare ale pompelor termice Apa-Apa Florida Heat Pumps, cu utilizarea agentilor frigorifici R410A si R22

Măsura unei performanțe pe timp friguros este dată de configurația ciclului frigorific ce determină mărimea căldurii utile și ea este maximă în cazul exploatării mașinii după ciclul termodinamic 1-2-3-4, unde punctul 2 reprezintă o supraîncălzire a vaporilor de freon R410A de la cca.  $-13^{\circ}\text{C}$  la  $+10^{\circ}\text{C}$  obținută în schimbătorul de căldură primar al pompei termice prin alimentarea mașinii cu apă din schimbătorul de căldură cu pământul, la o valoare de  $+12^{\circ}\text{C}$ . Cantitatea de căldură utilă, obținută din acest ciclu termic, pentru acest caz, este dată de mărimea segmentului 3-4, care este cu 10-20% mai mare decât căldura utilă produsă de aceeași pompă termică exploatată într-un sistem HVAC în care schimbătorul de căldură cu pământul îi oferă pompei termice o valoare a temperaturii apei de alimentare de numai  $2-3^{\circ}\text{C}$  (ciclul 1-2'-3'-4). Importanța este și valoarea temperaturii vaporilor la finele comprimării (valoarea din punctul 3) care stabilește mărimea entalpiei fluidului la intrarea în schimbatoarele secundare ale mașinii termice și disponibilitatea acesteia de a produce apă caldă de consum într-un desupraîncălzitor - "desuperheater" - alimentat cu vapori de freon la  $103^{\circ}\text{C}$  (transformarea 3-4'), simultan cu producerea unui agent de încălzire (apa caldă) cu o temperatură de  $49^{\circ}\text{C}$  obținută în condensatorul mașinii termice alimentate cu vapori de freon la  $52^{\circ}\text{C}$  (transformarea 4'-4).

Agentul de încălzire, respectiv apă cu temperatura de  $49^{\circ}\text{C}$ , servește iarna nu numai la alimentarea perdozelor radiante, ci și la alimentarea unor ventiloconvectoare tip "caseta" instalate în birouri, și a unor ventiloconvectoare de tip "hala", cu presiune dinamică ridicată, instalate perimetral în halele de producție și în depozit.

Pe aceleași circuite de apă, pe timpul verii, circulă agent de răcire, cu o temperatură de  $7^{\circ}\text{C}$ , livrat de către pompele termice Apa-Apa, conform transformărilor din ciclul termodinamic de răcire 1a-2a-3a-4a al agentului frigorific R410A din Figura 1.



Pentru acest ciclu de răcire este important să sesizăm două aspecte și anume:

- a) Din diagramă se poate vedea că se consumă mult mai puțină energie în procesul de comprimare (procesul 2a-3a) decât în ciclul de încălzire (procesul 2-3);
- b) Temperatura relativ redusă de condensare a ciclului, situată în jurul valorii de  $34^{\circ}\text{C}$ , generată de temperatura de tur a apei în schimbătorul de căldură cu pământul, menținută la cca.  $27^{\circ}\text{C}$  pe timpul verii.

Evident, racitoarele cu aer de genul turnurilor de răcire folosite în hipermarketurile echipate cu pompe termice cu funcționare "pe buclă de apă" sunt mult mai puțin eficiente, întrucât temperatura de condensare vară se mută, în cel

mai fericit caz, pe linia de  $40^{\circ}\text{C}$ , cu efect negativ asupra mării lucrului mecanic de comprimare, deci a consumului de energie electrică al ciclului de răcire. În Figura 1, ciclul termodinamic de încălzire 1\*-2\*-3\*-4\* al pompelor termice Florida Heat Pumps în varianta de fabricație Freon R22 este prezentat suprapus în mod voit, pentru a marca progresul tehnic semnificativ realizat de industria

pompelor termice cu sursa pamantul odata cu alinierea la cerintele Tratatului de la Kyoto (acesta restrange utilizarea agentilor frigorifici cu efect negativ asupra stratului atmosferic de ozon al pamantului). R410A este un agent frigorific ecologic si de mare performanta.

### Schimbatorul de caldura cu pamantul

Pompele termice cu sursa pamantul exploateaza energia solara inmagazinata de scoarta pamantului. Aceasta reprezinta peste 60% din energia primita de planeta Pamant de la Soare. Ea reprezinta o energie de joasa entalpie, este regenerabila si nu trebuie confundata cu energia geotermala de medie entalpie, epuizabila, cu raspandire limitata, a carei sursa este magma fierbinte a miezului pamantului.



Din acest motiv, al evitarii confuziilor, energia pamantului provenita de la soare si pusa in valoare de pompele termice de tipul celor descrise mai inainte se numeste energie **geotermica**, sau, dupa unele surse, **geosolara**.

Ea este preluata in trei moduri distincte, si anume:

- Din panzele freatice ale pamantului, prin utilizare directa, cu restitutie tot in panze freatice, forajele fiind de regula pana in 200 m adancime, unde temperatura apei are o valoare constanta de pana in 20°C;
- de la un schimbator orizontal cu pamantul, instalat in limita adancimii de 2 m de la suprafata solului, care foloseste un amestec de apa cu glicol, a carui temperatura iarna este, de regula, negativa;
- de la un schimbator vertical cu pamantul, instalat in foraje speciale cu adancimi de pana la 150 m, legate intre ele printr-un sistem de tevi polietilenice de inalta densitate ingropate la adancimea de 2 m, sistem ce permite utilizarea apei neglicolate ca agent termic de schimb de caldura cu pamantul la valorile cvasiconstante pozitive pe tot parcursul iernii.

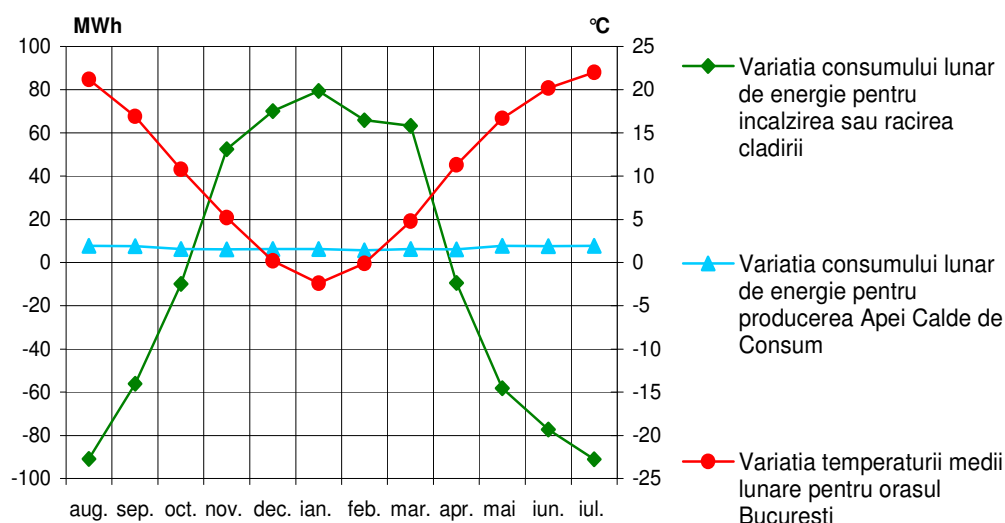


Figura 2 – Variatia teoretica a consumului lunar de energie termica pentru incalzirea, racirea si producerea de apa calda de consum a cladirii PBV2 in functie de temperaturile medii lunare ale orasului Bucuresti (Simularea comportarii cladirii si a instalatiilor HVAC cu sursa termica pamantul)

In cazul puterilor termice mari instalate in sistemele HVAC geotermice, solutia tehnica cea mai eficienta este schimbatorul de caldura cu pamantul vertical. Aceasta solutie a fost adoptata si in cazul Porsche Bucuresti Vest 2, unde un

numar de 128 foraje verticale de 70 m adancime fiecare au fost instalate pe un teren cu o suprafata de 3.500 m<sup>2</sup> pentru a asigura un ciclu anual de schimb de energie cu pamantul in cuantumul a 475 MWh necesar termic de incalzire (inclusiv apa calda de consum), si a 393 MWh necesar termic de racire, cu variatiile lunare stabilite teoretic in conditii standard, conform graficului din Figura 2.

### Rezultate obtinute in exploatare

Pentru monitorizarea principalelor date de exploatare obtinute prin operarea sistemului HVAC geotermic de la Porsche Bucuresti Vest 2, au fost contorizate toate tablourile electrice care alimenteaza cu energie electrica componentele sistemului HVAC, respectiv pompe termice Apa-Apa si Apa-Aer, pompe circulatoare de apa, ventilatoare de introducere si extractie aer, ventiloconvectoare etc.

Rezultatele reale din perioada de iarna 2006-2007 (extrase din facturile fiscale puse la dispozitie de catre PORSCHE Romania – proprietarul si utilizatorul cladirii) au fost raportate la suprafata climatizata de 3.507 m<sup>2</sup> si sunt prezentate in Figura 3, comparativ cu valorile teoretice anticipate prin proiect rezultate din valorile aratate in Figura 2.

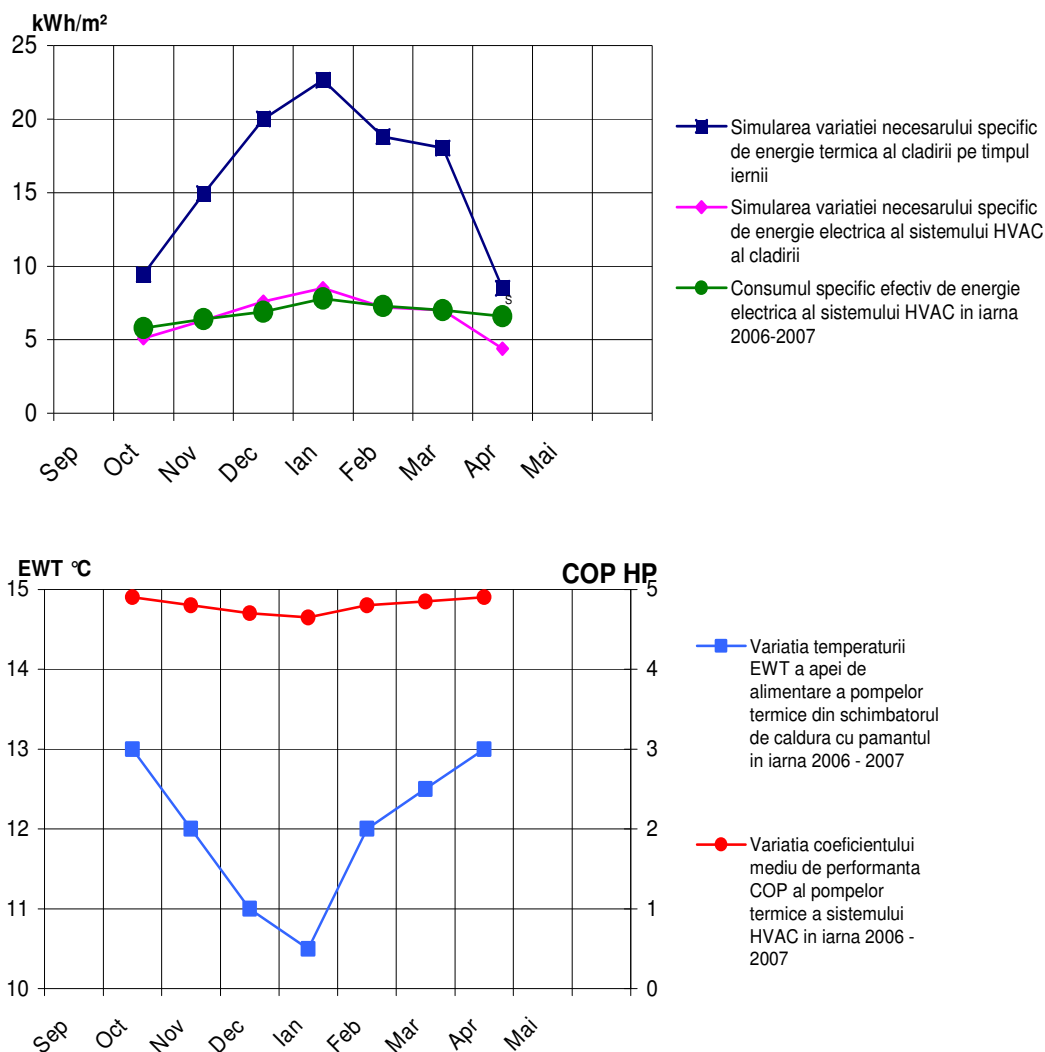


Figura 3 – Performantele sistemului HVAC geotermic de la PBV2 in iarna 2006-2007 in raport cu rezultatele calculului de simulare a comportarii cladirii si instalatiilor sale



Datele de exploatare prezentate in Figura 3 certifica urmatoarele:

- Consum specific de energie electrica al sistemului HVAC.

Media consumului specific efectiv de energie electrica pentru perioada de iarna (octombrie 2006-aprilie 2007) a fost de 6,83 kWh/m<sup>2</sup>/luna. Pentru un pret mediu al energiei electrice de 72,86 Euro/MWh (exclusiv TVA si accize), costul de operare al sistemului geotermic pe timpul iernii pentru un total de 47,8 kWh/m<sup>2</sup>/an este de 3,48 Euro/m<sup>2</sup>/an.

- Consum specific de energie pentru incalzirea cladirii si producerea de ACC.

Suma valorilor consumurilor specifice lunare de energie termica pe timpul iernii, mentionate in Figura 3, reprezinta 112,32 kWh/m<sup>2</sup>/an. In acceptiunea legii 372/2005 privind performanta energetica a cladirilor (Directiva 91/2002/CE), valoarea de 112,32 kWh/m<sup>2</sup>/an corespunde clasei B de pe grila de clasificare energetica a cladirilor din Romania, a fost corect anticipata de calculul coeficientului global de izolare termica si corespunde pretentiilor actuale impuse cladirilor industriale noi, ventilate mecanic.

### **Economia de energie si de resurse**

Pentru a stabili cu exactitate nivelul de performanta obtinut prin aplicarea sistemului HVAC geotermic in cazul PORSCHE BUCURESTI VEST 2, grupul austriac PORSCHE IMMOBILIER, reprezentant al investitorului, si PORSCHE Romania, utilizatorul constructiei, au initiat monitorizarea constructiei PORSCHE Bucuresti Vest 2 (PBV2), in paralel si prin comparatie cu o constructie absolut similara, realizata intr-o zona foarte apropiata, cu orientare solara identica, numita PORSCHE Bucuresti Vest 1 (PBV1). Pus in functiune in luna ianuarie 2006, sistemul HVAC al constructiei PBV1 este de tip clasic, adica utilizeaza gazul natural pentru producerea caldurii si prepararea apei calde de consum si foloseste sistemele multisplit AER – AER VRV de ultima generatie (variable refrigerant volume) pentru ventilarea si climatizarea cladirii pe timp de iarna si pe timp de vara.

Activitatile desfasurate in cladirea PBV1 sunt identice cu cele derulate in cladirea PBV2, adica showroom prezentare masini, birouri si service auto. Marcile auto specifice lui PBV1 sunt SKODA si VOLKSWAGEN. Suprafata totala analizata pentru comportarea cladirii pe timp de iarna, in cazul PBV1 este de 5.231 m<sup>2</sup>. In baza facturilor fiscale de consum a gazului natural si al energiei electrice platite de catre utilizatorul cladirii PBV1, prin raportare la suprafata climatizata, in perioada octombrie 2006 - aprilie 2007, s-au determinat valorile de consum specific de energie, al caror grafic este prezentat in Figura 4, comparativ cu valorile de consum specific de energie determinate in cazul sistemului HVAC geotermic PBV2. In calculul cifrelor specifice, echivalentul energetic al gazului metan din facturile fiscale s-a considerat cel oficial inscris pe facturi, respectiv 10,725 kWh/m<sup>3</sup>N.

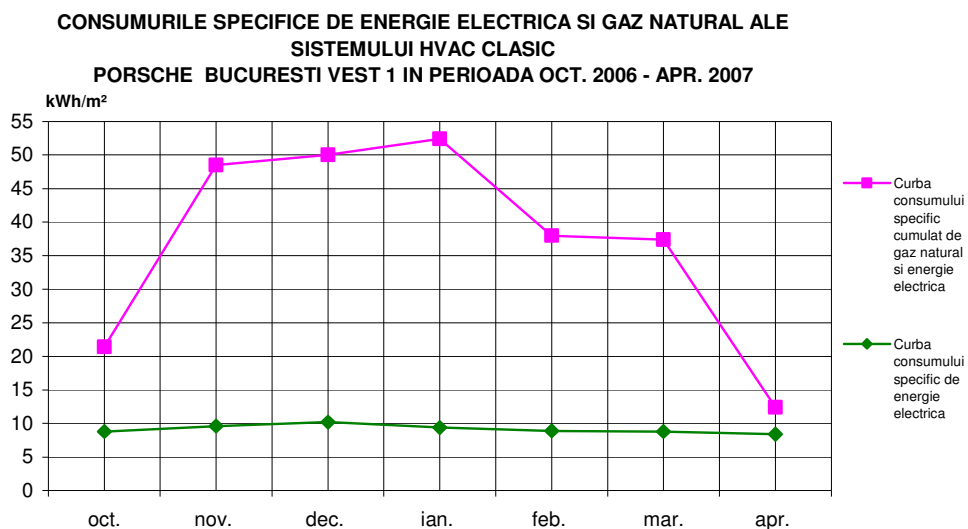
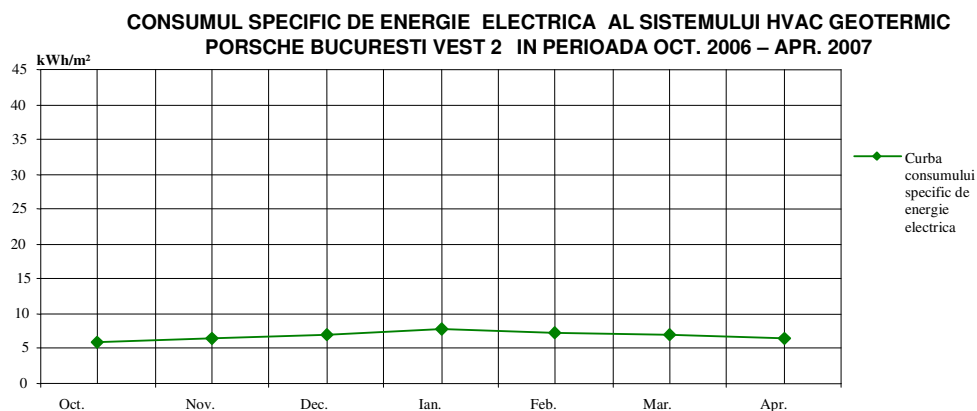


Figura 4 – Analiza comparativa a comportarii energetice a cladirilor si instalatiilor HVAC PBV1 si PBV2 in perioada rece octombrie 2006 – aprilie 2007

Din Figura 4 rezulta urmatoarele:

- Consumul specific de energie electrica al sistemului HVAC – VRV de ventilatie de la PBV1 are valoarea de 64,1 kWh/m<sup>2</sup>/an pentru perioada analizata, este cu cca. 34% mai mare decat cifra inregistrata de catre sistemul HVAC geotermic de la PBV2, si conduce la un cost specific de operare de 4,67 Euro/(m<sup>2</sup>xan).
- Consumul specific de gaz natural al sistemului HVAC de incalzire de la PBV1 are valoarea de 196 kWh/(m<sup>2</sup>xan), **reprezinta practic inlocuitorul aportului geotermic folosit in cazul HVAC la PBV2** si cuantifica 18,275 m<sup>3</sup>N/(m<sup>2</sup>xan), ceea ce, pentru tariful mediu luat in calcul de 316,8 Euro/1000m<sup>3</sup>N (exclusiv TVA), inseamna o cheltuiala specifica de 5,79 Euro/(m<sup>2</sup>xan).

Asadar, cheltuielile de exploatare, in perioada rece a anului, pentru sistemul clasic HVAC utilizat la PBV1, insumeaza un total de 10,46 Euro/(m<sup>2</sup>xan) (4.67Euro/m<sup>2</sup>xan + 5.79Euro/m<sup>2</sup>xan) si este de 3 ori mai mare decat cel inregistrat de catre sistemul HVAC geotermic de la PBV2 (10,46 / 3,48 = 3). Aceeasi proportie se pastreaza si in pretul de cost al Gcal care, in sistemul HVAC geotermic, este de 31 Euro/Gcal, iar in sistemul HVAC clasic, bazat pe utilizarea gazului natural, este de 92 Euro/Gcal.

Sub aspect energetic, quantumul consumului specific de resurse inregistrat de sistemul cu surse clasice de energie de la PBV1 este de 260,1 kWh/(m<sup>2</sup>xan) si este de peste 5 ori mai mare decat cel inregistrat de catre sistemul HVAC geotermic de la PBV2 (260,1 / 47,8 = 5,44).

***Trebuie sesizat faptul ca acest raport reprezinta coeficientul de performanta al sistemului HVAC geotermic pe timpul iernii, si el este de acelasi ordin de marime cu coeficientul COP al pompelor termice a carui valoare, conform Figura 3, are media foarte apropiata de valoarea 5. Constatarea este extrem de utila, putand fi utilizata, fara rezerve, in studiile tehnico-economice cerute de Legea nr. 372/2005 privind inlocuirea surselor clasice de energie cu surse alternative de energie in sistemele de incalzire/climatizare a cladirilor noi cu suprafete construite de peste 1000 m<sup>2</sup>.***

## **Protectia mediului**

In Romania, conform Metodologiei de calcul al performantelor energetice ale cladirilor – Indicativ Me 001-2006 – emisia de CO<sub>2</sub> la arderea gazului natural este de 0,205 kg CO<sub>2</sub>/kWh (valoarea in Marea Britanie este de 0,194), iar emisia de CO<sub>2</sub> in producerea de energie electrica, pe o medie a surselor primare de energie acceptata de exemplu si in Franta, este de 0,09 kg CO<sub>2</sub>/kWh.

Aplicand aceste valori in analiza comparativa a celor doua sisteme HVAC de la PBV1 si PBV2 rezulta urmatoarele:

- PBV2 a produs in perioada rece (13 oct. 2006 – 10 apr. 2007) energie termica cu un consum total de energie electrica de 47,8 kWh/m<sup>2</sup>, echivalenta a 4,3 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> noxe esapate in atmosfera;
- PBV1 a produs in aceeasi perioada rece 2006-2007 energie termica folosind 196 kWh/m<sup>2</sup> gaz natural si 64,1 kWh/m<sup>2</sup> energie electrica, echivalente a 40,18 kg CO<sub>2</sub> /m<sup>2</sup> pentru consumul de gaz natural si respectiv 5,77 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> pentru consumul de energie electrica, ce conduc impreuna la un total de 45,95 kg CO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup>xan) gaze cu efect de sera, adica de aproape 10 ori mai mult pe an si pe 1 m<sup>2</sup> de suprafata climatizata decat PBV2.

## **Concluzii**

Investigatiile de ordin tehnic bazate pe consumuri reale rezultate din facturi fiscale efectuate asupra sistemului HVAC geotermic utilizat in cadrul cladirii PBV2 si compararea rezultatelor obtinute cu sistemul clasic din cladirea PBV1, care utilizeaza gaz natural, cazane termice din fonta si un sistem Aer-Aer de pompe termice VRV pentru ventilatie si climatizare, reprezinta prima lucrare de acest gen din Romania. Rezultatele obtinute prin exploatarea celor doua sisteme pe parcursul perioadei reci 13 octombrie 2006 – 10 aprilie 2007 permit a stabili un adevar pana acum doar banuit, si anume:

- ✚ ***Pompele Termice cu sursa pamantul utilizate in mod adecvat in sisteme HVAC geotermice aduc importante avantaje economice si ecologice in raport cu tehnica HVAC clasica;***
- ✚ ***Consumul de resurse pentru incalzirea, ventilarea si prepararea apei calde de consum pe perioada de iarna intr-un sistem HVAC geotermic este de 5 ori mai mic decat intr-un sistem clasic, tehnic echivalent;***
- ✚ ***Poluarea cu CO<sub>2</sub> in cazul utilizarii unui sistem HVAC geotermic este de 10 ori mai mica decat in cazul utilizarii unui sistem clasic bazat***

*pe gaz natural ca sursa principala de energie a sistemului de incalzire;*

- ✚ Cheltuiala pe perioada rece a anului in cazul utilizarii unui sistem HVAC geotermic este de 3 ori mai mica decat cheltuiala inregistrata prin utilizarea unui sistem clasic, oricat ar fi acesta de performant. Situatia va deveni si mai favorabila utilizarii geosursei in perioada imediat urmatoare, datorita cresterii previzibile a pretului gazelor naturale.*