

# **Residential HVAC Controller Measurement Input Analysis**

## **Final Report**

### **PREPARED FOR:**

The CANMET Energy Technology Centre  
Energy Technology Branch, Energy Sector  
Department of Natural Resources Canada  
Ottawa, Ontario, K1A 0E4  
PWGS Contract No. 38SQ.23229-8-3144  
March 31, 1999

### **PREPARED BY:**

Ken Cooper, P. Eng.  
SAR engineering ltd.  
8884 - 15th Avenue  
Burnaby, B.C., V3N 1Y3  
Tel.: (604) 525-2239, Fax (604) 525-2146  
e-mail: kacooper@direct.ca

### **SCIENTIFIC AUTHORITY:**

Robin Sinha  
Buildings Group  
The CANMET Energy Technology Centre  
Energy Technology Branch, Energy Sector  
Department of Natural Resources Canada  
580 Booth Street, 13th Floor  
Ottawa, Ontario, K1A 0E4

November 4, 1999

## CITATION

Ken Cooper, P. Eng., SAR Engineering Ltd., *Residential HVAC Controller Measurement Input Analysis*, PWGS Contract No. 38SQ.23229-8-3144. The CANMET Energy Technology Centre, Energy Technology Branch, Energy Sector, Department of Natural Resources Canada, Ottawa, Ontario, 1995, (68 pages).

Copies of this report may be obtained through the following:

Energy Technology Branch, CANMET  
Department of Natural Resources Canada  
580 Booth Street, 13th Floor  
Ottawa, Ontario  
K1A 0E4

or

Intellectual Property and Technical Information Management (IPTIM)  
Library and Documentation Services Division, CANMET  
Department of Natural Resources Canada  
555 Booth Street, 3rd Floor, Room 341  
Ottawa, Ontario  
K1A 0G1

## DISCLAIMER

This report is distributed for information purposes only and does not necessarily reflect the views of the Government of Canada nor constitute an endorsement of any commercial product or person. Neither Canada nor its ministers, officers, employees or agents make any warranty in respect to this report or assume any liability arising out of this report.

Catalogue No.: M91-7/461-1999E  
ISBN: 0-660-17930-X

## Table of Contents

Executive Summary	ii
TECHNICAL REPORT	1
Space Heating Sensitivity Analysis	3
Instrumentation Packages	5
1. General	5
2a. Gas Furnace	6
2b. Gas Water Heater with air handler	7
3. Domestic Hot Water	9
4. Heat Recover Ventilator	10
5. Combined System: Gas Furnace and HRV	12
CONCLUSIONS & RECOMMENDATIONS	19
APPENDICES	20
A Summary of Causes and Effects	
B Sensitivity Analysis: Residential Energy Use	
C Sensitivity Analysis: HRV Efficiency	
D Sample HOT-2000 runs	
E Sensor Characteristics	

## EXECUTIVE SUMMARY

The purpose of this residential HVAC controller measurement input analysis is to determine critical measured parameters with respect to the operation and energy use of single-family residences, and to make recommendations with respect to the design of a residential HVAC controller/display . The home-owner's knowledge of these parameters is key to understanding the operation of the residence and its energy use.

Sensitivity analyses were carried out (through HOT2000 simulations) to determine sensor accuracy requirements. HRV efficiency equations were used to determine HRV measurement accuracy requirements.

A survey of sensors was carried out to determine typical costs for the required accuracies. Several packages were designed to meet a variety of user needs. Approximate costs and benefits of each package were determined.

### **Recommendations:**

Develop an HVAC controller with sufficient programming capability that it can accommodate different instrumentation packages.

Build sufficient memory capacity into the unit that pre-programmed hardware characteristics (furnaces, HRVs, water heaters, fans, etc.) can be specified at the time of commissioning. Also, allow for input of one-time measurements at the time of commissioning, such as:

- clean filter pressure drop (furnace, air handler, HRV),
- pump and fan motor energy use, under one or more sets of operation conditions, as applicable,
- flow rates (hot water circulation, air flow, etc.)

For full diagnostic capability, the HVAC controller would have control of all fans and pumps in the system, either directly or indirectly. At the very least, the HVAC controller would have to be aware of the details of operation of each element in the system (fan speed setting, control valve status, HRV defrost cycle status, etc.). If the HVAC sub-system did not allow direct outside control, then status information should be output (the alternative is to measure the result of a change in status, which would be a duplication of effort).

Build and program a commissioning module that would allow the commissioning technician to take one-time measurements during commissioning, to ensure proper operation of the system, as well as for initialization inputs into the HVAC controller.

## RÉSUMÉ

La présente analyse des données de mesure relatives aux régulateurs résidentiels de CVC vise d'abord à déterminer quels sont les paramètres essentiels évalués en ce qui concerne le fonctionnement et la consommation énergétique des maisons unifamiliales. Elle permet également de faire des recommandations au chapitre de la conception des régulateurs de CVC résidentiels, et de leurs afficheurs. La connaissance de ces paramètres demeure, pour le propriétaire, l'élément primordial afin de comprendre le fonctionnement de sa maison et sa consommation d'énergie.

Des analyses de sensibilité ont été effectuées (en ayant recours à des simulations par le logiciel HOT2000) en vue d'établir les besoins en matière de précision des détecteurs. On a fait appel à des équations relatives à l'efficacité des ventilateurs-récupérateurs de chaleur afin de cerner les besoins en matière de précision des mesures se rapportant à ces appareils.

On a procédé à une étude des détecteurs afin de déterminer ce qu'il en coûte généralement pour obtenir la précision demandée. Un grand nombre d'ensembles ont été conçus en vue de répondre aux divers besoins des utilisateurs. Les coûts et les avantages approximatifs de chaque ensemble ont été évalués.

## Recommandations

Il faut concevoir un régulateur de CVC disposant de capacités de programmation suffisantes pour s'adapter à plusieurs ensembles d'appareils.

On pourrait préciser, au moment de la mise en service, la nécessité d'incorporer des capacités de mémoire suffisantes aux appareils présentant des caractéristiques matérielles particulières qui sont pré-programmées (comme les chaudières, les ventilateurs-récupérateurs de chaleur, les chauffe-eau, les ventilateurs, etc.). Il faudrait également permettre, toujours au moment de la mise en service, l'introduction en une seule fois de mesures comme :

- la perte de charge d'un filtre propre (chaudières, appareils de traitement d'air, ventilateurs-récupérateurs de chaleur);
- la consommation énergétique des pompes et des moteurs de ventilateur, dans une ou plusieurs séries de conditions selon les cas;
- le débit (circulation de l'eau chaude, débit d'air, etc.).

Pour obtenir des capacités complètes de diagnostic, il faut que les régulateurs de CVC permettent de commander l'ensemble des ventilateurs et des pompes dans le système, que ce soit directement

ou indirectement. De plus, les régulateurs de CVC doivent, en tout dernier lieu, être programmés en fonction de certains détails de fonctionnement des éléments du système (comme le réglage de la vitesse des ventilateurs, l'état des vannes de commande, le cycle de dégivrage des ventilateurs-récupérateurs de chaleur, etc.). Dans les cas où le sous-système de CVC ne permettrait pas un contrôle extérieur direct, il faudrait que la production serve d'information sur la situation (l'autre solution consisterait à mesurer les résultats d'un changement dans la situation, ce qui constituerait un dédoublement des efforts déployés).

Il faudrait construire et programmer un module de mise en service qui permettrait au technicien responsable de prendre une seule mesure à cette occasion, d'assurer le fonctionnement adéquat du système et d'initialiser les données introduites dans le régulateur de CVC.