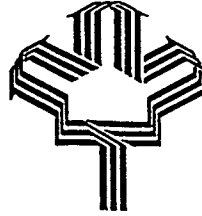




**LE PLAN VERT DU CANADA
CANADA'S GREEN PLAN**



**ADVANCED HOUSES PROGRAM
PROGRAMME DE MAISONS PERFORMANTES**

**DESIGN AND PERFORMANCE
OF THE SASKATCHEWAN
ADVANCED HOUSE**

PREPARED FOR:

The CANMET Energy Technology Centre
Energy Technology Branch, Energy Sector
Department of Natural Resources Canada
Ottawa, Ontario, K1A 0E4
NRCan File No.: EA-0721-97-0409 PO
June, 1998

PREPARED BY:

Dr. Robert S. Dumont
Saskatchewan Research Council
15 Innovation Boulevard
Saskatoon, Saskatchewan, S7N 2X8
Tel.: (306) 933-6138, Fax (306) 933-643:
E mail: Dumont@src.sk.ca

SCIENTIFIC AUTHORITY:

Tim Mayo
Buildings Group
The CANMET Energy Technology Centre
Energy Technology Branch, Energy Sector
Department of Natural Resources Canada
580 Booth Street
Ottawa, Ontario, K1A 0E4

CITATION

Robert S. Dumont, Saskatchewan Research Council, *Design and Performance of the Saskatchewan Advanced House*, NRCan File No. EA-0721-97-0409 PO. The CANMET Energy Technology Centre (CETC), Energy Technology Branch, Energy Sector, Department of Natural Resources Canada, Ottawa, Ontario, 1998, (99 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
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.

NOTE

Funding for this project was provided by the Government of Canada under the Green Plan.

Catalogue No. M91-7/439-1998E
ISBN 0-660-17552-5

EXECUTIVE SUMMARY

In 1992, the Saskatchewan Advanced House was built in Saskatoon using innovative energy efficient technologies and environmentally advanced features. This house was one of ten constructed across Canada in 1992-93 as part of the Natural Resources Canada (NRCan) Advanced House Program begun in 1991.

The Saskatchewan Advanced House was a project of Carroll Homes Ltd. of Saskatoon.

House construction started in April, 1992 with the sod-turning, and the house officially opened on September 15, 1992 for public viewing. The house was sold and occupied in September 1993.

The energy performance of the house was predicted through computer simulation using the HOT 2000 computer program. A monitoring system was installed to assess the actual energy performance of the house and its innovative technologies. Manual meter readings were started in late December 1992 and continuous monitoring using a computer based data acquisition system began in January 1993.

The Advanced House was estimated to use 18,613 kilowatt hours per year (kWh/yr), based on computer simulation. The energy target based on the technical requirements for the house was 20,514 kWh/yr (60.2 kWh/m²). Saskatoon has a heating climate of 5,997°C days (base 18°C).

For the year of occupied monitoring (September 1, 1994 - August 31, 1995) the total purchased energy consumption for the house was 31,322 kWh (91.9 kWh/m²). This total excludes the natural gas space heating for the garage (6780 kWh) and the electrical energy (598 kWh) used by the monitoring equipment that did not contribute to useful space heating. The total purchased amount substantially exceeded the target for the house. One reason for this excess consumption is believed to be poor performance of the attic insulation, which is estimated to be responsible for an increase of 5490 kWh per year. A second major reason was the low efficiency of the condensing water heater/radiant floor heating system. Other factors which contributed to energy consumption higher than the target were as follows: pilot light gas consumption on the fireplace (1557 kWh/yr); an additional refrigerator-freezer added by the occupants (1037

kWh/yr); a freezer added by the occupants (452 kWh/yr); pump loads; and miscellaneous plug loads including a home theatre speaker system (1138 kWh/yr).

The radiant ceiling cooling system using no CFCs showed impressive coefficient of performance values ranging from 11.6 to 40.3; typical refrigeration systems have a COP value of about 3. The system also provided thermal comfort for the occupants.

The solar domestic hot water system using evacuated tube collectors and a large site-built tank proved to be successful in spite of a two month shut-down due to a pipe leak.

The 1.9 kW peak photovoltaic system provided 877 kWh of electricity used to power a high efficiency DC refrigerator, the HRV fan motors and the battery room exhaust fan.

A number of environmentally advanced features including low water use fixtures, low water use landscaping, low offgassing building materials, recycling bins in the kitchen area, outdoor composting bins, recycled materials such as a carpet made from PET plastic soft drink containers were successfully demonstrated.

A well-thought-out technology transfer and publicity plan ensured wide exposure to the innovations featured.

The occupant response to the house, in spite of energy consumption values exceeding the technical requirements, has been highly favourable.

RÉSUMÉ

En 1992, on a construit à Saskatoon la Maison performante de la Saskatchewan en ayant recours à des techniques novatrices favorisant l'efficacité énergétique et à des dispositifs révolutionnaires sur le plan de l'environnement. Cette maison comptait parmi les dix que l'on avait érigées un peu partout au Canada en 1992-1993 dans le cadre du Programme de la Maison performante de Ressources naturelles Canada (RNCan) lancé en 1991.

C'est la société Carroll Homes Ltée de Saskatoon qui s'est chargée de concrétiser le projet de la Maison performante de la Saskatchewan.

La réalisation de la maison a débuté en avril 1992 avec l'inauguration des travaux pour en arriver à l'ouverture officielle au public le 15 septembre 1992. En septembre 1993, la maison était vendue et les nouveaux propriétaires venaient l'habiter.

Le rendement énergétique de la maison avait fait l'objet de prévisions en ayant recours à un programme de simulation basé sur le logiciel HOT 2000. On a, par la suite, procédé à l'installation d'un système de surveillance pour évaluer le rendement énergétique réel et les résultats obtenus à l'aide des diverses techniques révolutionnaires. Le relevé des compteurs a commencé à la fin de décembre 1992, alors que, en janvier 1993, s'amorçait la surveillance continue de la maison à partir d'un système informatique d'acquisition des données.

En se basant sur la simulation informatique, il a été estimé que la Maison performante de la Saskatchewan consommait quelque 18 613 kWh/année. L'objectif énergétique visé pour la maison en fonction des exigences techniques s'établissait à 20 514 kWh/année (soit 60,2 kWh/m²). La ville de Saskatoon présente un climat chaud qui atteint, au total des journées, 5 997°C (selon une moyenne de 18°C).

Pour la période de surveillance de la maison lorsqu'elle était occupée, soit du 1^{er} septembre 1994 au 31 août 1995, la consommation totale d'énergie achetée s'établissait à 31 322 kWh (91,9 kWh/m²). Ce total ne comprend pas le chauffage par gaz naturel de l'espace occupé par le garage (6 780 kWh) et l'électricité (598 kWh) ayant servi à l'équipement de surveillance, deux formes d'énergie qui n'ont pas contribué au chauffage de l'espace utile. Le résultat total relativement à l'énergie achetée dépasse largement l'objectif fixé pour la maison. Selon les estimations, une des raisons de ce dépassement se retrouve dans le rendement inadéquat de l'isolation de l'entretoit, lequel serait responsable d'une

consommation accrue de 5 490 kWh par année. Une autre des principales raisons de ce bilan se situe au niveau de la faible efficacité du chauffe-eau et du système de chauffage par rayonnement à partir du sol. Parmi les autres facteurs qui ont contribué à une consommation énergétique plus élevée que l'objectif prévu, il y a les suivants : la consommation de gaz naturel du foyer contrôlée grâce à une veilleuse (1 557 kWh/année); un congélateur-réfrigérateur ajouté par les occupants (1 037 kWh/année); un autre congélateur ajouté par les occupants (452 kWh/année); les charges relatives aux diverses pompes; les différentes charges électriques, notamment celle relative à un système de haut-parleurs pour cinéma maison (1 138 kWh/année).

Le système de refroidissement par rayonnement à partir du plafond, qui fonctionne sans CFC, présente des valeurs de coefficient de rendement très impressionnantes s'échelonnant de 11,6 à 40,3 (les systèmes classiques de réfrigération présentent des valeurs à ce chapitre qui frôlent le chiffre de 3). Ce même système était également en mesure d'assurer le confort thermique des occupants.

Le système d'eau chaude domestique à énergie solaire, muni de capteurs à tube sous vide et d'un grand réservoir construit à même son emplacement, s'est avéré fructueux malgré une interruption de deux mois en raison d'une fuite dans les conduits.

Le système photovoltaïque de pointe de 1,9 kW a permis de produire 877 kWh d'électricité ayant servi à alimenter un réfrigérateur à haute efficacité énergétique fonctionnant à courant continu, les moteurs de ventilateurs échangeurs de chaleur et le ventilateur d'évacuation de la pièce des batteries.

On a fait la démonstration, avec succès, de plusieurs éléments révolutionnaires en matière d'environnement, notamment des appareils de plomberie à faible débit d'eau, l'aménagement paysager sans dépense excessive d'eau, des matériaux de construction qui ne dégagent pas trop de gaz, des contenants de recyclage dans l'espace réservé à la cuisine, des contenants de compostage à l'extérieur et des matériaux recyclés comme des tapis faits de bouteilles de boisson gazeuse en plastique de PET.

Une stratégie de transferts technologiques et une campagne de publicité habilement conçues ont contribué à largement faire connaître les procédés novateurs présentés.

La réaction des occupants en ce qui a trait à la maison, malgré des valeurs de consommation énergétique au-delà des exigences techniques, s'est avérée très favorable.

ACKNOWLEDGEMENTS

The Saskatchewan Advanced House was a project of Carroll Homes Ltd of Saskatoon. A project of this size could not have been assembled without the support and co-operation of many organizations and individuals.

The initiating sponsor, and key driver for the Advanced Houses Program, was CANMET, Natural Resources Canada. Tim Mayo, Robin Sinha, Joel Allarie, Frank Szadkowski, Gary Sharp, and Kevin Lee of CANMET all played a very helpful role in making the Saskatchewan Advanced House a reality.

Many other organizations have made significant financial and personnel contributions to the project including SaskEnergy (the Provincial Natural Gas Utility), SaskPower (the Provincial Electric Utility), the Saskatchewan Home Builders' Association, the Saskatchewan Research Council, the Sun Ridge Group, Fiberglass Canada, Dow Chemical, Crane Supply, Estevan Brick, and Honeywell Canada.

The authors would finally like to acknowledge the great co-operation provided by the Fehr family, owners of the Advanced House. They have been most generous to, and tolerant of, the monitoring team and many visitors.

TABLE OF CONTENTS

	Page
EXECUTIVE SUMMARY	i
ACKNOWLEDGEMENTS	iii
TABLE OF CONTENTS	iv
1.0 INTRODUCTION	1
1.1 Background	1
1.1.1 Background on CANMET Advanced Houses Competition ..	1
1.2 Description of Team	2
1.3 General House Description	2
1.3.1 House Location	2
1.3.2 Description of house	3
1.4 Publicity	9
2.0 CONSTRUCTION OF THE ADVANCED HOUSE	
2.1 Construction Process	14
2.2 Construction Waste	14
3.0 EXPECTED PERFORMANCE	15
3.1 Technical Compliance and Performance Predictions	15
4.0 MONITORING PROGRAM	17
4.1 Background to monitoring program	17
4.2 Continuous long term monitoring	17
4.3 Indoor Air Quality Monitoring	18
4.4 Emissions Tests	20
4.5 One-time tests	20
5.0 MONITORED RESULTS	21
5.1 Overview	21
5.1.1 Summary of Data Collected.....	21
5.1.2 Weather during the Monitoring Period.....	21
5.1.3 House Operation.....	23

5.1.4	Comparison of Actual Energy Consumption to Targets.....	23
5.1.5	Summary of Peak Loads.....	24
5.1.6	One Time Electrical Power Measurements.....	28
5.1.7	D.C. Loads.....	30
5.1.8	Total Water Consumption.....	34
5.1.9	Discrepancies to Targets.....	36
6.0	INDOOR AIR QUALITY AND VENTILATION.....	51
7.0	DISCUSSION	54
8.0	LESSONS LEARNED.....	58
9.0	REFERENCES	62
APPENDIX A	- Fact sheets on the Saskatchewan Advanced House	
APPENDIX B	- Monthly graphs for the consumption of electricity by appliances	
APPENDIX C	- Homeowner's Assessment	