



**CONSOLIDATED REPORT ON THE
1989 SURVEY OF AIRTIGHTNESS OF
NEW MERCHANT-BUILT HOUSES**

PREPARED FOR:

Energy Technology Branch/CANMET
Department of Natural Resources Canada
Ottawa, Ontario
DSS Contract No. 23440-0-9658101-52
June, 1993

PREPARED BY:

Scanada Consultants Limited
436 MacLaren Street
Ottawa, Ontario
K2P 0M8
(613)236-7179 ; FAX: (613)236-7202

SCIENTIFIC AUTHORITY:

Mark Riley
Energy Efficiency Division
Energy Technology Branch/CANMET
Department of Natural Resources Canada
580 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E4

CITATION

Parekh, A. and Reynolds, A. J., Scanada Consultants Ltd., *Consolidated Report on the 1989 Survey of Airtightness of New Merchant-Built Homes*. DSS Contract No. 23440-0-9658101-52. Energy Technology Branch, CANMET, Department of Natural Resources Canada, Ottawa, Ontario, 1992. (110 pages)

Copies of this report may be obtained through the following:

Energy Technology Branch, CANMET
Department of Natural Resources Canada
580 Booth Street, 7th Floor
Ottawa, Ontario
K1A 0E4

or

Document Delivery Service
Library and Documentation Services Division, CANMET
Department of Natural Resources Canada
562 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0G1

DISCLAIMER

This report is distributed for informational 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 assumes any liability arising out of this report.

NOTE

Funding for this project was provided by the Federal Panel on Energy Research and Development, Department of Natural Resources Canada.

Minister of Supply & Services Canada 1995
Catalogue No. M91-7/337-1995E
ISBN. 0-662-23582-7

SUMMARY

Due to the concern that indoor air quality in Canadian homes might not be adequate for human comfort and safety (e.g., levels of relative humidity, formaldehyde, and carbon dioxide might be too high), the Canadian Standards Association (CSA) developed the F326 standard, which defines the minimum ventilation requirements for houses. The 1990 National Building Code of Canada (NBC) requires an air change rate in homes that is "approximately equal to the rate called for in the preliminary CSA Standard F326.1 (Residential Mechanical Ventilation Requirements) and is about equal to the rate that would be achieved using ASHRAE Standard 62, "Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality", which relates ventilation rate to occupant load."* The NBC requires that mechanical ventilation be capable of providing 0.3 air changes per hour over a 24 hour period.

In 1989, as a result of the growing concern regarding indoor air quality, *Energy, Mines and Resources Canada, Canada Mortgage and Housing Corporation, the National Research Council of Canada* and the *Canadian Home Builders' Association* sponsored a project to measure the airtightness of 194 new, merchant-built houses in an attempt to determine whether mechanical ventilation is required in new homes to achieve the air change rates required by the 1990 National Building Code of Canada or whether air leakage is sufficient. This report summarizes the test procedures used in this study and the resulting findings.

Houses in 12 Canadian cities were tested using three different sealing conditions. Test condition A follows the sealing schedule as prescribed in the Canadian General Standards Board standard CAN/CGSB-149.10-M86, "Determination of the Airtightness of Building Envelopes by the Fan Depressurization Method". The intent of these tests was to determine the airtightness of houses with all intentional openings sealed, thereby measuring the unintentional openings only. Test condition B follows virtually the same sealing schedule as condition A, except that obvious unintentional openings that are not suitable for make-up air are also sealed. Test condition C was designed to measure the airtightness of a house in its normal, or lived-in, state.

The data collected at the houses included building envelope area, volume, location of the neutral pressure plane, number of exhaust devices, the presence of other openings, and the air leakage measurements themselves. Air leakage was measured following the procedure set out in the CGSB standard. This involved sealing the house and depressurizing it. The pressure differences across

* "National Building Code of Canada 1990", Issued by the Associate Committee on the National Building Code, National Research Council Canada, Ottawa. A.9.32.3, P. 396.

the building envelope were varied between 50 and 15 Pa in increments of 5 Pa. The air flows necessary to maintain these pressure differences were recorded.

Equivalent leakage areas were determined using the flow data and a computer program developed by Scanada Consultants Limited called "AIRTEST". AIRTEST determines the air flow characteristics using the method described in the CGSB standard. Another program, LEAKAES, developed at the National Research Council, was used to predict, for each house, hourly air leakage rates based on the air flow characteristics of the house and records of hourly exterior environmental conditions for the house's location.

It was found that the air leakage rates in 1989 Canadian homes did not provide the required ventilation as per the National Building Code without mechanical assistance.

- Running 24 hour average: only 1 home in Vancouver always met the required ventilation rate when tested under sealing schedules A and C and no homes achieved this under sealing schedule B.
- Heating season (October to March) average: the average hourly air change rates by location varied between:
 - 0.14 ach in Saskatoon and 0.35 ach in Vancouver for test condition A
 - 0.15 ach in Saskatoon and 0.30 ach in Vancouver for test condition B
 - 0.19 ach in Saskatoon and Fredericton and 0.38 ach in Vancouver for test condition C.

Vancouver homes experienced the greatest number of natural air changes per hour. Saskatoon homes appear to be the tightest. However, in every region of the country there were large ranges of values of expected air change rates. This indicates that the air tightness of homes varies from house to house and, probably more significantly, between homes constructed by different builders.

Dividing the country into five regions (Atlantic Canada including St. John's, Halifax and Fredericton), Quebec including Quebec City and Montreal, Ontario including Ottawa and Richmond Hill, the Prairies including Winnipeg, Regina, Saskatoon and Edmonton, and the West including Vancouver), it was found that the normalized air leakage areas were highest in the West under all test conditions, followed by Ontario, Atlantic Canada, and Quebec. The lowest normalized air leakage rates were in homes in the Prairies.

This type of survey ought to be repeated regularly in order to determine the effects of changing technology and building practices on the airtightness of homes, and thereby help to define the type of ventilation equipment needed. A new survey should: ensure that all contractors receive the same training, determine the air change rates in the individual rooms, and follow the same method as the 1989 survey.

RÉSUMÉ

Dans les foyers canadiens, l'air intérieur peut devenir une source d'inconfort et de danger pour les occupants si, par exemple, le taux d'humidité relative ou la teneur en formaldéhyde ou en dioxyde de carbone sont trop élevés. L'Association canadienne de normalisation (CSA) a donc élaboré la norme F326 qui fixe les exigences minimales applicables aux habitations en matière de ventilation. Dans le Code national du bâtiment du Canada 1990, on prescrit un taux de renouvellement d'air à peu près égal au taux exigé dans la version préliminaire de la norme de la CSA (F326.1), « Ventilation mécanique dans les habitations », ainsi qu'au taux que l'on obtiendrait en appliquant les exigences de la norme 62 de l'ASHRAE, « Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality », qui établit une corrélation entre le débit de ventilation et la charge imposée par les occupants. Selon le CNB, un système de ventilation mécanique doit pouvoir réaliser 0,3 renouvellement d'air par heure sur une période de 24 heures.*

En 1989, comme on se préoccupait de plus en plus de la qualité de l'air à l'intérieur des habitations, *Énergie, Mines et Ressources Canada*, la *Société canadienne d'hypothèques et de logement*, le *Conseil national de recherches du Canada* et l'*Association canadienne des constructeurs d'habitations* ont parrainé un projet visant à mesurer l'étanchéité à l'air de 194 maisons commerciales neuves en vue de déterminer s'il était nécessaire de prévoir un système de ventilation mécanique pour obtenir le taux de renouvellement d'air exigé aux termes du Code national du bâtiment 1990 ou si le taux de fuite d'air suffisait à assurer le débit de ventilation prescrit. Le présent rapport résume les méthodes d'essai employées dans le cadre de cette étude et les résultats obtenus.

Les essais, menés dans différentes conditions d'étanchéité, ont porté sur des maisons situées dans 12 villes canadiennes. Dans le scénario A, on a reproduit les conditions d'essai prescrites dans la norme CAN/CGSB-149.10-M86 de l'Office des normes générales du Canada, « Détermination de l'étanchéité à l'air des enveloppes de bâtiment par la méthode de dépressurisation au moyen d'un ventilateur ». Ces essais visaient à mesurer l'étanchéité à l'air des maisons dont on avait scellé toutes les ouvertures normales, ce qui permettait d'évaluer uniquement les fuites d'air provenant d'ouvertures accidentelles. Dans le scénario B, on a essentiellement reproduit les conditions du scénario A, mais on a également scellé les ouvertures accidentelles visibles, non

¹ Code national du bâtiment du Canada 1990, publié par le Comité associé du Code national du bâtiment, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, A.9.32.3, p. 396.

destinées à fournir de l'air d'appoint. Dans le scénario C, on a mesuré l'étanchéité des maisons dans des conditions normales d'occupation.

Les données recueillies sur ces habitations portaient sur la superficie de l'enveloppe, le volume du bâtiment, l'emplacement du plan de pression neutre, le nombre de dispositifs d'extraction, la présence d'autres ouvertures et la mesure proprement dite des fuites d'air. Pour mesurer les fuites d'air, on a adopté la méthode prescrite dans la norme de l'ONGC, ce qui exigeait l'obturation des ouvertures et la dépressurisation de la maison. On a soumis l'enveloppe à des différences de pression de 50 à 15 Pa, que l'on a fait varier par incréments de 5 Pa. Les débits d'air nécessaires pour maintenir ces différences de pression ont été enregistrés.

Les aires équivalentes de fuite ont été calculées à partir des données d'écoulement, au moyen du programme informatique « AIRTEST » mis au point par Scanada Consultants Limited. AIRTEST permet de déterminer les caractéristiques d'écoulement d'air par la méthode décrite dans la norme de l'ONGC. On s'est également servi du programme LEAKAES, élaboré par le Conseil national de recherches du Canada, pour prédire le taux horaire de fuite d'air à partir des caractéristiques d'écoulement d'air de la maison évaluée et des données climatiques horaires pour la localité considérée.

L'étude a révélé qu'en 1989, les fuites d'air mesurées dans les habitations canadiennes ne pouvaient à elles seules fournir le débit de ventilation exigé aux termes du Code national du bâtiment.

- Période moyenne de 24 heures : une seule maison à Vancouver présentait le débit de ventilation exigé lors des essais menés dans les conditions A et C, et aucune maison n'était conforme selon le scénario B.
- Moyenne pour la saison de chauffage (d'octobre à mars) : le taux de renouvellement d'air moyen par heure variait entre :
 - 0,14, à Saskatoon, et 0,35, à Vancouver, dans les conditions d'essai A;
 - 0,15, à Saskatoon, et 0,30, à Vancouver, dans les conditions d'essai B;
 - 0,19, à Saskatoon et à Fredericton, et 0,38, à Vancouver, dans les conditions d'essai C.

Dans les maisons étudiées à Vancouver, le taux horaire de renouvellement d'air était plus élevé que dans les autres localités. Il semble que les maisons de Saskatoon soient les plus étanches. Cependant, dans toutes les régions du pays, on a obtenu une plage

extrêmement étendue de valeurs pour les taux prévus de renouvellement d'air, ce qui indique que l'étanchéité à l'air des habitations varie selon la maison étudiée et, de façon probablement plus significative, selon le constructeur.

Si l'on divise le pays en cinq régions (la région de l'Atlantique étant représentée par St. John's, Halifax et Fredericton, celle du Québec, par Québec et Montréal, celle de l'Ontario, par Ottawa et Richmond Hill, celle des Prairies, par Winnipeg, Regina, Saskatoon et Edmonton et la région de l'Ouest, par Vancouver), on s'aperçoit que l'Ouest affiche les aires normalisées de fuite d'air les plus importantes, quelles que soient les conditions d'essai, suivi de l'Ontario, de l'Atlantique et du Québec, les taux normalisés de fuite d'air les plus faibles ayant été enregistrés dans les Prairies.

Il faudrait refaire ce type d'étude à intervalles réguliers afin de déterminer les effets des dernières technologies et des nouvelles méthodes de construction sur l'étanchéité à l'air des habitations, ce qui permettrait de mieux définir l'équipement de ventilation nécessaire. Si l'on mène une nouvelle étude, il faudra s'assurer que tous les entrepreneurs ont reçu la même formation, mesurer le taux de renouvellement d'air dans chaque pièce et reprendre la méthode qui a été employée pour l'étude de 1989.

ACKNOWLEDGEMENTS

The 1989 study that resulted in the "Consolidated Report on the 1989 Survey of Airtightness of New, Merchant-Built Houses" was conducted with the cooperation and financing from a number of organizations including Energy, Mines and Resources Canada (EMR), Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC), the National Research Council of Canada (NRCC), the Canadian Home Builders' Association (CHBA), and the Canadian Solar Industries Association. Members of the staff from these organizations were extremely helpful in the preparation of this report. In particular, the following deserve special mention.

John Haysom	NRCC
Mark Riley	EMR
Joel Allarie	EMR
Ross Monsour	CHBA
Tom Hamlin	CMHC
James Reardon	NRCC

The assistance of everyone involved in the project is greatly appreciated.

TABLE OF CONTENTS

1.0	INTRODUCTION.....	1
1.1	OBJECTIVES	2
1.2	APPROACH AND STRUCTURE OF THE REPORT	2
2.0	AIRTIGHTNESS TEST METHOD	4
2.1	PROCEDURE	4
2.2	SELECTION OF HOUSES	6
2.3	INVESTIGATORS	8
2.3.1	Quality Control and Calibration.....	8
2.4	OTHER INFORMATION.....	8
3.0	RESULTS	10
3.1	AIRTIGHTNESS CHARACTERISTICS (AIRTEST).....	10
3.2	RATES OF AIR LEAKAGE	12
3.3	RELATIONSHIP OF NORMAL AIR CHANGE RATE AND AIRTIGHTNESS	16
4.0	DISCUSSION	19
4.1	GENERAL	19
4.2	EQUIVALENT LEAKAGE AREA	19
4.3	AIR CHANGE RATE (ach).....	20
4.3.1	Heating Season Average Leakage Rate.....	22
4.3.2	Average Monthly Leakage Rate.....	24
4.3.3	24 Hour Running Average Leakage Rate	26
4.3.4	8 Hour Running Average Leakage Rate	29
4.3.5	Hourly Leakage Rate	31
4.3.6	Summary of Air Change Rates.....	33
4.4	AIR CHANGE RATES (L/s).....	35
4.5	COMPARISONS WITH 1982/1983 RESULTS	36
5.0	CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS	38
6.0	REFERENCES.....	40
APPENDIX 1	TERMS OF REFERENCE	
APPENDIX 2	RESULTS FROM "AIRTEST"	
APPENDIX 3	HOUSE CHARACTERISTICS	
APPENDIX 4	HOUSE LEAKAGE RATES (ach)	
APPENDIX 5	NORMALIZED LEAKAGE AREAS	
APPENDIX 6	HOUSE LEAKAGE RATES (L/s)	

TABLE OF FIGURES

Figure 1: Airtightness Test Results.....	7
Figure 2: Heating Season Average Leakage Rate.....	14
Figure 3: Average Monthly Leakage Rate.....	14
Figure 4: 24 Hour Running Average Leakage Rate.....	14
Figure 5: 8 Hour Running Average Leakage Rate.....	15
Figure 6: Hourly Leakage Rate.....	15
Figure 7: Relationship between Normal Air Change Rate and Airtightness -- 2 Lines of Best Fit.....	16
Figure 8: Relationship between Normal Air Change Rate and Airtightness -- 3 Lines of Best Fit.....	17

TABLE OF TABLES

Table 1: Sealing Schedule for Conditions A, B and C.....	5
Table 2: Normalized Leakage Areas.....	21
Table 3: Heating Season Average Leakage Rates That Do Not Meet The Required.....	22
Table 4: Regional Heating Season Average Leakage Rates That Do Not Meet The Required.....	23
Table 5: Months of Maximum and Minimum Monthly Average Leakage Rates.....	24
Table 6: Maximum Monthly Average Leakage Rates That Do Not Meet The Required.....	25
Table 7: Minimum Monthly Average Leakage Rates That Do Not Meet The Required.....	26
Table 8: Maximum 24 Hour Running Average Leakage Rates That Do Not Meet The Required.....	27
Table 9: Regional Maximum 24 Hour Running Average Leakage Rates That Do Not Meet The Required.....	28
Table 10: Minimum 24 Hour Running Average Leakage Rates That Do Not Meet The Required.....	28
Table 11: Months of Maximum and Minimum 24 Hour Running Average Leakage Rates.....	29
Table 12: Maximum 8 Hour Running Average Leakage Rates That Do Not Meet The Required.....	30
Table 13: Minimum 8 Hour Running Average Leakage Rates That Do Not Meet The Required.....	31
Table 14: Hourly Leakage Rates That Do Not Meet The Required.....	32
Table 15: Hourly Leakage Rates That Do Not Meet The Required.....	33
Table 16: Summary of House Performance.....	34
Table 17: CSA Standard F326.1 Residential Mechanical Ventilation Requirements.....	35
Table 18: Table 18: Comparison of ELA and NLAProvincial Averages between the 1982/83 Study and the 1989 Study (test condition A).....	37