

**OVERHEATING AS A
FACTOR IN
HOUSE DESIGN**

PREPARED FOR:

Buildings Group
CANMET Energy Technology Centre (CETC)
Department of Natural Resources Canada
Ottawa, Ontario, K1A 0E4
CETC File: EA-0721-97-2091

Research Division
Canada Mortgage and Housing
Corporation
Ottawa, Ontario, K1A 0P7
CMHC File: CR File No. 6720-6

PREPARED BY:

Ken Cooper
SAR engineering ltd.
8884 - 15th Ave.
Burnaby, British Columbia , V3N 1Y3
Tel: (604) 525-2239, Fax: (604) 525-2146
e-mail: kacooper@direct.ca
May 1997

SCIENTIFIC AUTHORITIES:

Dr. Roger Henry
Energy Technology Branch, Energy Sector
Department of Natural Resources Canada
580 Booth Street, 13th Floor
Ottawa, Ontario, K1A 0E4

Fanis Grammenos
Research Division
Canada Mortgage and Housing
Corporation
Ottawa, Ontario, K1A 0P7

CITATION

Ken Cooper, SAR engineering ltd., Overheating As A factor In House Design. CETC File: EA-0721-97-2091. CANMET Energy Technology Centre, Energy Technology Branch, Energy Sector, Department of Natural Resources Canada, Ottawa, Ontario, 1997, (59 pages).

Copies of this report may be obtained through the following:

CANMET Energy Technology Centre, (CETC)
Energy Technology Branch, Energy Sector
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.

ACKNOWLEDGEMENT

This report is an outcome of a joint research project by Natural Resources Canada and Canada Mortgage and Housing Corporation with Dr. Roger Henry and Mr. Fanis Grammenos as scientific authorities.

The project was carried out by a team of consultants with SAR engineering ltd. as the leader with services from the following firms:

Howell-Mayhew Engineering Inc.
Habitat Design & Consulting Ltd.
Richard Kadulski, Architects

The project also led to additional material which is incorporated in a new book published by Canada Mortgage and Housing Corporation. The book, entitled "TAP THE SUN - PASSIVE SOLAR TECHNIQUES AND HOME DESIGNS", includes an Excel spreadsheet program, called "House Comfort Design Checker" as well as documentation for better passive solar home design. A copy can be obtained by calling Canada Mortgage and Housing Corporation at (613) 748-2367.

ABSTRACT:

Traditionally, houses have been designed without the application of any analytical tools with which to determine the applications of the design on thermal comfort. The emerging need for energy conservation and the deliberate attempts to better use solar energy have placed new emphasis on predicting the comfort conditions of houses.

A survey was carried out of occupants living in monitored, energy efficient and passive solar houses. Correlations of the survey and monitored results showed that discomfort was experienced by the occupants if the inside temperature exceeded set-point temperatures by 4C for more than 4% of the hours in a month.

This result was used in a series of hourly simulations carried out for houses in Vancouver, Edmonton, Toronto, Montreal and Halifax. A range of mass levels, conservation levels and internal gains were used to determine guidelines for recommended south glazed area to maintain acceptable levels of comfort. October was found to be the critical month for overheating in all the locations. Guidelines for overhang shading were also developed.

Various simulation software packages were evaluated from the point of view of their usefulness in the design process. Design guidelines and a spreadsheet comfort design checker were produced.

ABRÉGÉ

Traditionnellement, la conception des habitations se faisait sans l'utilisation d'outils analytiques permettant d'en déterminer les incidences sur le confort thermique. La nécessité de conserver l'énergie et les tentatives en vue d'une meilleure utilisation de l'énergie solaire font en sorte qu'il devient de plus en plus nécessaire de prévoir les conditions de confort des habitations.

Un sondage a été effectué auprès des occupants d'habitations à haut rendement énergétique et à chauffage solaire passif sélectionnées pour monitoring. Les corrélations entre les résultats du sondage et les lectures prises ont montré que les occupants éprouvaient de l'inconfort lorsque les températures intérieures dépassaient la température de consigne de 4 °C pendant plus de 4 p. 100 du temps au cours d'un mois donné.

Ces résultats ont été utilisés dans une série de simulations horaires effectuées dans des habitations situées dans les villes de Vancouver, Edmonton, Toronto, Montréal et Halifax. Différents niveaux de masse, de conservation d'énergie et d'apport interne ont été utilisés pour déterminer les lignes directrices à recommander en matière de maintien de niveaux acceptables de confort, relativement aux vitrages exposés au sud. Le mois d'octobre s'est révélé être le mois critique à tous les emplacements, du point de vue du surchauffement. Des lignes directrices sur des dispositifs d'ombrage en saillie ont donc également été mises au point.

Enfin, différents progiciels de simulation ont été évalués du point de vue de leur utilité au cours du processus de conception. Des lignes directrices et un logiciel d'évaluation du confort ont par la suite été produits.

EXECUTIVE SUMMARY

Residential housing is usually designed without the use of analytical tools for determining thermal comfort. In an era of increasing energy conservation, along with increasing areas of high efficiency glazings, solar overheating is a potential problem that must be addressed by residential designers.

The purpose of this study was to develop simple tools for use by designers at the conceptual stage of design and to evaluate and suggest improvements to existing residential simulation software for use in the more detailed stages of design. The study focussed on solar overheating during the heating season - establishing survey-based criteria for determining, and simulation tools for predicting, passive solar overheating.

A survey of occupants of monitored houses established that they considered overheating to be excessive if temperatures exceeded normal or thermostat set-point values by 4C for more than 4% of the hours in a period of a month or more.

Existing simulation software was surveyed for suitability, in predicting solar overheating, for use by residential building designers. HOT-2000 could be used by designers at the sketch and detailed design stages, with appropriate changes to its inputs and outputs, and incorporating a modified version of the overheating algorithms incorporated in a previous version. Enerpass or Suncode hourly simulation programs, with modifications to their inputs and outputs, could be used at the detailed design stage. Both Enerpass and Suncode achieved a reasonable overheating prediction match with results from monitored houses.

Detailed hourly simulations were performed for houses in five cities across Canada, in order to develop design guidelines to be incorporated into the *"Passive Solar Techniques for Canadian Housing"*, and into a spreadsheet-based program - *"House Comfort Design Checker"*. The simulations covered:

- a range of conservation levels (conventional, R-2000 and Advanced),
- a range of internal gains due to utilities (12.9 kWh/day to 26.0 kWh/day),
- a range of levels of thermal storage (light wood frame/gyproc to the use of brick and concrete feature walls, concrete floor topcoats, etc.),
- a range of south window overhangs, and
- various envelope configuration changes (windows, wall types, etc.).

The simulations covered a range from 44 to 54 degrees latitude - a range including most of the major cities in Canada. October was found to be the critical heating season month for solar overheating. Changing to more efficient glazing types resulted in slightly less overheating (the increased glazing thermal efficiency has a secondary effect on reducing building total heat loss, but a primary effect on reducing solar heat gains).

Guidelines were developed for designing overhang shading to maximize winter solar gains while controlling overheating in the summer and fall.

Guidelines to prevent excessive overheating were developed that limit south glazed area - see Summary Table.

SUMMARY TABLE - Maximum South Glazed Area to Avoid Excessive Overheating¹ (0.6m overhangs located 0.3m above glazings)

Mass Level	Internal Heat Gains			
	26.0 kWh/day Maximum South Glazed Area to avoid (% of heated floor area)	17.4 kWh/day Glazed Area to avoid Excessive Overheating	12.9 kWh/day Excessive Overheating	
Conventional	Low	5.1%	5.7%	6.5%
	Medium	6.3%	6.5%	8.2%
	High	8.1%	9.1%	10.1%
R-2000	Low	3.1%	3.9%	4.3%
	Medium	3.6%	4.9%	5.3%
	High	5.0%	6.5%	6.8%
Advanced	Low	NR ¹	2.8%	3.5%
	Medium	NR	3.6%	4.6%
	High	NR	5.0%	5.9%

¹ NR: high levels of internal gains are not recommended in houses with highly energy efficient envelopes.

¹ Excessive Overheating defined as more than 4% of the hours in the critical overheating month (October) greater than 25C (the thermostat set-point plus 4C).

RÉSUMÉ

Les habitations sont habituellement conçues sans l'aide d'outils analytiques permettant d'en déterminer le confort thermique. À notre époque de conservation énergétique croissante et d'utilisation accrue de vitrages à haut rendement, le surchauffement solaire est un problème possible auquel les concepteurs d'habitation doivent trouver une solution.

La présente étude a été entreprise dans le but de mettre au point des outils simples à l'intention des concepteurs à l'étape de l'étude technique, ainsi que pour évaluer les logiciels existants de simulation utilisés aux étapes plus avancées de la conception et suggérer les améliorations à apporter à ces derniers. L'étude portait principalement sur le surchauffement solaire au cours de la saison froide - et visait à établir des critères fondés sur des sondages, en matière de surchauffement solaire passif, de même que des outils de simulation pour prévoir l'occurrence du problème.

Un sondage réalisé auprès des occupants de maisons soumises à un monitoring a permis d'établir que ces derniers considéraient que le surchauffement était excessif lorsque les températures dépassaient les valeurs normales ou de consigne de 4 °C pendant plus de 4 p. 100 du temps au cours d'une période d'un mois ou plus.

Nous avons également étudié les logiciels de simulation existants pour déterminer leur capacité à prévoir le surchauffement solaire, en vue de leur utilisation par les concepteurs d'habitations. HOT-2000 pourrait être utilisé par ces derniers aux étapes de l'élaboration des plans et de la conception détaillée moyennant des modifications appropriées des données d'entrée et de sortie et l'incorporation d'une version modifiée des algorithmes de surchauffement utilisés dans une version antérieure. Les logiciels de simulation horaire Enerpass ou Suncode pourraient quant à eux être utilisés à l'étape de la conception détaillée moyennant des modifications des données d'entrée et de sortie. Tant Enerpass que Suncode ont procuré une correspondance raisonnable entre les prévisions et les mesures prises.

Des simulations horaires détaillées ont été effectuées dans des habitations réparties dans cinq villes canadiennes, en vue de l'élaboration de lignes directrices à incorporer au guide sur les techniques solaires passives pour les habitations canadiennes et à un logiciel de type chiffrier servant à l'évaluation du niveau de confort. Les simulations ont porté sur les points suivants :

- niveaux de conservation énergétique (classique, R-2000 et avancée),
- niveaux d'apport interne des services publics (de 12,9 kWh/jour à 26,0 kWh/jour),
- niveaux de stockage thermique (ossature légère en bois et plaques de plâtre, murs de brique, murs de béton, revêtements de plancher en béton, etc.),
- divers dispositifs d'ombrage des fenêtres exposées au sud et
- diverses modifications de l'enveloppe (fenêtres, types de mur et autres).

Les simulations ont porté sur des habitations situées à des latitudes allant de 44 degrés à 54 degrés - où sont situées la majorité des principales villes canadiennes. Le mois d'octobre s'est révélé être le mois critique du point de vue du surchauffement solaire. L'utilisation de types de vitrages plus efficaces a conduit à un surchauffement légèrement moindre (l'efficacité thermique accrue des vitrages a une incidence faible sur la déperdition de chaleur totale du bâtiment, mais une incidence élevée sur la réduction des apports par rayonnement solaire).

Des lignes directrices ont en conséquence été mises au point en vue de la conception de dispositifs d'ombrage qui permettraient de maximiser les apports par rayonnement solaire en hiver tout en réduisant le surchauffement en été et à l'automne.

Des lignes directrices visant à prévenir le surchauffement excessif ont également été mises au point en ce qui a trait à la surface maximale des vitrages exposés au sud. Voir à cet effet le tableau récapitulatif ci-dessous.

TABLEAU RÉCAPITULATIF - Surface maximale des vitrages exposés au sud pour éviter un surchauffement excessif¹ (saillies de 0,6 m à 0,3 m au-dessus des vitrages)

Masse		Apports thermiques internes		
		26,0 kWh/jour	17,4 kWh/jour	12,9 kWh/jour
		Surface maximale des vitrages exposés au sud pour éviter un surchauffement excessif (en % de la surface chauffée des planchers)		
Classique	Faible	5,1 %	5,7 %	6,5 %
	Moyenne	6,3 %	6,5 %	8,2 %
	Élevée	8,1 %	9,1 %	10,1 %
R-2000	Faible	3,1 %	3,9 %	4,3 %
	Moyenne	3,6 %	4,9 %	5,3 %
	Élevée	5,0 %	6,5 %	6,8 %
Avancée	Faible	NR ¹	2,8 %	3,5 %
	Moyenne	NR	3,6 %	4,6 %
	Élevée	NR	5,0 %	5,9 %

¹ NR; des niveaux élevés d'apports internes ne sont pas recommandés dans les habitations dont l'enveloppe présente une résistance thermique élevée.

Le surchauffement excessif étant défini comme une température supérieure à 25°C (la température de consigne du thermostat plus 4°C) pendant plus de 4 p. 100 du temps au cours du mois critique (octobre).

TABLE OF CONTENTS

	ABSTRACT	i
	EXECUTIVE SUMMARY	ii
1	INTRODUCTION	1
1.1	Background	1
1.2	Issues	1
1.3	Objectives	2
2	RESULTS	3
2.1	Methodology	3
2.2	Search for Canadian Houses	4
2.3	Identify the Conditions of Overheating	5
2.4	Select Computer Thermal Analysis Software for Detailed Review	7
2.5	Evaluate the Computer Program in Modelling Overheating	11
1.5.1	Simulation Software Comparisons	12
2.5.2	Determine Accuracy of Software in Simulating Overheating	15
2.6	Parametric Simulation to Develop Overheating Corrections	16
2.7	House Comfort Design Checker	30
2.8	(Modified) Computer Software for Use in the Residential Design Process	31
3	CONCLUSIONS and RECOMMENDATIONS	33
4	APPENDICES	34
	A - Monitored Houses	35
	B - Simulation Results - Monitored Houses	38
	- Parametric Runs	44
	C - Design Checker: Sample Outputs - Monitored Houses	52