

Design and Analysis of A Residential Greywater Heat Recovery System

Prepared For:

CANMET Energy Technology Centre - Ottawa
Buildings Group - Energy Sector
Department of Natural Resources Canada
Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0E4
The Environmental Innovative Program
Centra Gas Manitoba
DSS Contract No. 23440-93-9518
Octobre 1995

Prepared By:

G. Proskiw, P. Eng.
Proskiw Engineering Ltd.
1666 Dublin Avenue
Winnipeg, Manitoba, R3H 0H1
Tel.: (204) 633-1107; Fax: (204) 632-1442
Email: pel@autobahn.mb.ca

Scientific Authority:

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

CITATION

G. Proskiw, P. Eng., Proskiw Engineering Ltd., *Design and Analysis of a Residential Greywater Heat Recovery System*, DSS Contract No. 23440-93-9518. Buildings Group, Energy Sector, CANMET Energy Technology Centre—Ottawa, Department of Natural Resources Canada, Ottawa, Ontario, 1995. (46 pages).

Copies of this report may be obtained through the following:

CANMET Energy Technology Centre (CETC)
Energy Sector
Department of Natural Resources Canada
580 Booth Street, 13th Floor
Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0E4

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, its ministers, officers, employees nor agents make any warranty or representation, expressed or implied, with respect to the use of any information, apparatus, method, process or similar item disclosed in this report, that such use does not infringe on or interfere with the privately owned rights, including any party's intellectual property or assumes any liability or responsibility arising out of this report.

NOTE

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

ACKNOWLEDGEMENT

The Energy Technology Branch of Natural Resources Canada gratefully acknowledges the financial contributions of the following co-sponsors to this work;

Environmental Innovation Program of Environment Canada
Centra Gas

EXECUTIVE SUMMARY

A prototype residential greywater heat recovery system was designed, installed and evaluated for a period of one year in the Manitoba Advanced House in Winnipeg. Using data gathered from field tests performed on the prototype, coupled with an analysis of the maximum theoretical savings achievable by such systems, a thermal simulation model was developed for predicting the performance of greywater systems for various design configurations and operational conditions.

The theoretical analysis showed that the maximum possible savings which could be achieved by an ideal greywater system are a function of the inlet water and greywater temperatures, domestic hot water (DHW) tank setpoint, DHW load and DHW tank efficiency. A general procedure was also developed for estimating the maximum theoretical savings for specific applications. Using typical values for the input parameters, the analysis found that the maximum savings which a residential greywater heat recovery system could achieve would be about 50% of a typical family's annual DHW load.

The simulation model was then used to predict the technically achievable savings from various greywater systems, i.e., the savings which would result using an actual, rather than ideal, system. Using typical operating and environmental conditions, the practical performance limit for a greywater system was found to be about 42% of the annual DHW load. This system would be approximately the same as the prototype used in the Manitoba Advanced House but would have increased tank insulation, reduced greywater mass, increased cold water mass and an increased heat transfer coefficient between the cold water and greywater.

The impact of a number of design and operational variables was also studied using the model and categorized as having either a minor or major impact on system performance. Minor variables were found to be: tank insulation levels (provided a minimum level is used), greywater mass and room temperature. Major variables were: cold water mass, cold water inlet temperature, greywater temperature, DHW tank setpoint, AU1 (the overall heat transfer coefficient between the cold water and the greywater), the greywater and cold water flow rates (acting together) and the greywater flow rate (acting in isolation).

It was also concluded that the success of a greywater heat recovery system depends as much, or more, on proper selection of the application as it does on the design of the system. Ideal applications are those which have large DHW loads and have not, or can not, take advantage of conservation measures designed to reduce DHW consumption.

RÉSUMÉ

On a conçu, installé et évalué (pendant un an) un prototype de système de récupération de la chaleur à partir des eaux ménagères dans la maison de technologie de pointe du Manitoba (*The Manitoba Advanced House*), à Winnipeg. Grâce aux données obtenues à la suite d'essais effectués sur le prototype et à une analyse des économies théoriques maximales réalisables avec ce système, on a développé un modèle de simulation thermique pour prévoir le rendement des systèmes d'eaux ménagères ayant divers modèles de conception et de conditions de fonctionnement.

L'analyse théorique a montré que le maximum d'économies réalisables avec un système idéal est fonction de la température de l'eau à l'entrée et de celle des eaux ménagères, du point de réglage du chauffe-eau, de la charge d'eau chaude domestique et de l'efficacité du réservoir d'eau chaude. Une procédure générale a également fait l'objet d'une élaboration dans le but d'évaluer les économies maximales réalisables avec des applications données. Selon les conclusions qu'on a tirées de l'analyse, en prenant des valeurs typiques comme paramètres d'entrée, les économies maximales qu'un système permettrait de réaliser correspondraient à environ 50 % des besoins annuels en eau chaude d'une famille ordinaire.

Le modèle de simulation a servi à déterminer les économies techniquement réalisables avec divers systèmes d'eaux ménagères, c'est-à-dire les économies qui résulteraient de l'utilisation d'un système réel et non idéal. Dans des conditions environnementales et de fonctionnement typiques, on a trouvé que la limite pratique de rendement atteindrait environ 42 % de la charge annuelle d'eau chaude domestique. Le système serait à peu près le même que le prototype utilisé dans la Maison performante du Manitoba, mais avec une meilleure isolation du chauffe-eau, une masse d'eaux ménagères réduite, une plus grande masse d'eau froide et un plus grand coefficient de transfert de chaleur entre l'eau froide et les eaux ménagères.

Le modèle a également permis d'étudier l'incidence d'un certain nombre de variables de conception et de fonctionnement qui ont été catégorisées selon leurs répercussions mineures ou majeures sur le rendement du système. Les variables mineures étaient le degré d'isolation du chauffe-eau (avec isolation minimale), la masse d'eaux ménagères et la température de la pièce. Les variables majeures étaient la masse d'eau froide, la température d'entrée de l'eau froide, la température des eaux ménagères, la température de consigne du chauffe-eau, le coefficient de transfert de chaleur entre l'eau froide et les eaux ménagères, le débit de l'eau froide et des eaux ménagères (combiné) et le débit des eaux ménagères (non combiné).

Selon les conclusions, le succès d'un système de récupération de la chaleur à partir des eaux ménagères dépend autant, si ce n'est plus, du bon choix de l'application que de la conception du système. Les applications idéales sont celles où la charge d'eau chaude est élevée et qui ne tirent pas avantage (ou est dans l'impossibilité de le faire) des mesures d'économies d'énergie conçues pour réduire la consommation d'eau chaude.

TABLE OF CONTENTS

SECTION 1	RESIDENTIAL GREYWATER HEAT RECOVERY SYSTEMS	1
SECTION 2	DESIGN AND CONSTRUCTION	4
SECTION 3	OPERATIONAL EXPERIENCES	11
SECTION 4	COMPUTER MODEL	12
SECTION 5	PERFORMANCE ANALYSIS	17
SECTION 6	SAVINGS, COSTS AND APPLICATIONS	40
SECTION 7	CONCLUSIONS	45
REFERENCES	46