

Super-insulated housing in Yukon

Yukon Energy Branch, 2016

(downloaded from Energy Branch website)

The Energy branch partnered with Yukon Housing Corporation and Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC) to develop 10 case studies of super-insulated new homes built in Yukon. Each case study features a technical description of the home, wall and mechanical system details, energy performance and interviews with owners and builders highlighting lessons learned from building the home and/or their experience living in the home.

This Project was funded by Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC) and Natural Resources Canada (NRCAN) Program for Energy Research and Development (PERD). The views expressed are the views of the author(s) and do not necessarily reflect the views of CMHC or NRCAN. CMHC's and NRCAN's financial contribution to this report does not constitute an endorsement of its contents.

Super-insulated housing in Yukon

Detailed case studies:

1. Wann Road residence in Whitehorse / Étude de cas 1 Chemin Wann

Increased insulation and air-source heat pump.

2. Bellingham Court residence in Whitehorse / Étude de cas 2 Rue Bellingham

Spec built home with lower costs to operate and heat due to wall style and R-values.

3. War Eagle Way residence in Whitehorse / Étude de cas 3 Allée War Eagle

Small home design with most amount of insulation in the least amount of space with wood heat only.

4. Takhini North residence in Whitehorse / Étude de cas 4 Structure en bois d'oeuvre

Timber frame spec house with low density spray foam and mineral wool batts insulation and heated garage.

5. Carpiquet Road residence in Whitehorse / Étude de cas 5 Chemin Carpiquet

New simple design home with layered expanded polystyrene foam billets and mineral wool insulation, heating with electric baseboards.

6. Aksala Drive residence in Whitehorse / Étude de cas 6 Promenade Aksala

Spec built home with exterior insulation system of rigid type IV expanded polystyrene foam, heated with electric baseboards.

7. Takhini Hot Springs Road residence outside of Whitehorse / Étude de cas 7 Chemin Takhini Hot Springs

Simple design house built using high efficiency structural insulated panels, heated with wood with conventional electric heat as backup.

8. Nijmegen Road residence in Whitehorse / Étude de cas 8 Chemin Nijmegen

Duplex incorporating old, simple, high quality ideas with SuperGreen energy-efficiency, heated with electric heat and thermal storage in basement floor.

9. Phoenix Rising building in Whitehorse / Étude de cas 9 Phoenix Rising

First Habitat for Humanity SuperGreen house built in Yukon, using dense packed cellulose insulation, heated with conventional electric baseboards.

10. Kų Kàtthe Ä'ą building in Takhini River Subdivision in Whitehorse / Étude de cas 10 Kų Kàtthe Ä'ą

Triplex building built by Habitat for Humanity in partnership with Champagne and Aishihik First Nation, using mineral wool insulation and spray foam insulation, heated with electric baseboards.

Case Study #1 Wann Road

SUMMARY: This profile features a house built by a local mechanical contractor for himself. He chose a factory-built house (Figure 1) with higher performance wall system due to a compressed building timeline. He added an additional 38x89 mm (2x4 in.) inner framing to the exterior walls for plumbing and electrical. He also installed a dual-stage cold-climate heat pump.



Figure 1: Factory Built SuperGreen House, Whitehorse, Yukon

Why SuperGreen¹? Builder, Occupant

Comments: This homeowner had built his previous house about three years before this new house. He didn't want to pay for increasing energy costs and looked at the long-term payoff of going SuperGreen. His focus was on higher insulation levels and also on the mechanical systems, because he wanted to use an air-source heat pump and needed the house heating requirements to be low enough to match his heat pump's heating capacity to make it work.

Location: This SuperGreen house is located on a rural lot in the Porter Creek area of Whitehorse, Yukon.

Designer-Builder Team: The homeowner acted as his own general contractor and designer. He bought a prefabricated Pacific Homes house with a ‘SmartWall®’ package. He added interior framing and insulation and applied his knowledge to develop the mechanical systems design and ducting layout. His tradespeople had not worked together as a team before this, but they recommended each other. Nobody other than himself provided drawings. He didn’t do any special up-front work with the trades, but they had lots of ongoing discussions to address next steps as they went.

Type of House: This is a detached, moderate-sized, two-story house with a finished basement. It has a total living area of 357 m² (3,846 ft²). There is a heated attached garage.

Technical Details

Building Envelope:

- Walls (Figure 2): 38x184 mm (2x8 in.) insulated with expanded polystyrene (EPS), interior 38x89 mm (2x4 in.) framing insulated with mineral wool. Effective RSI 6.3 (R36).
- Ceilings: High heel trusses, vented attic with effective RSI 11.4 (R65), blown fibreglass.

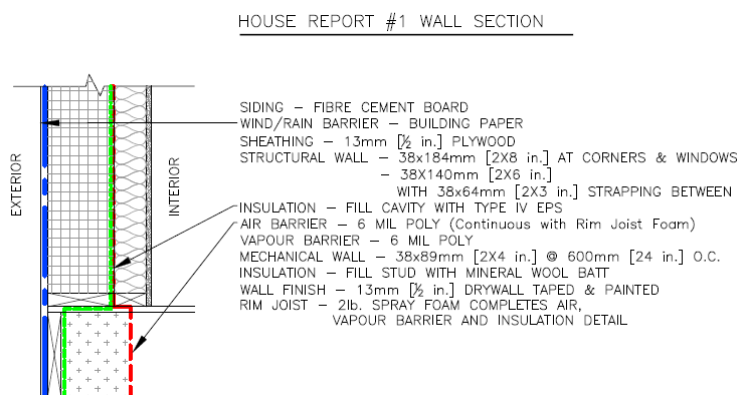


Figure 2: Wall section

¹ SuperGreen is a Yukon Housing Corporation standard of energy efficient house construction.

- Foundation: 38x184 (2x8 in.) preserved wood foundation (PWF) with fibreglass insulation effective RSI 3.4 (R21).
- Foundation floor: 5 cm (2 in.) of type IV EPS.
- Windows: Fixed and casement triple glazed, argon-filled, low-e coating.
- Doors: Fibreglass, polyurethane foam-filled.



Figure 3: Heat pump

Lessons Learned:

If he was doing it again, he might design the house a bit smaller and use different windows, but he likes the wall system. It makes for a tight strong house. He estimates that the extra interior wall framing (Figure 4) added about 25% extra to the construction timeline. The only other SuperGreen wall system he's had experience with was a spray foam wall.

He would build the foundation walls and floor about the same, but put more insulation into them. He was very happy with the ceiling insulation as he felt it was a good thermal value for the cost.

Next time, he would go with quadruple pane windows from a local manufacturer. He found the ones he installed don't seal very well.

He chose an air source heat pump because he felt it is a more efficient and cost-effective way to heat with electricity and offers the option of air-conditioning in the summer months as well. The zoned air distribution system allowed him to set the heat on each floor independently. He reports that the heat pump system is "super cheap to operate".

Mechanical Systems:

- Space heating: Dual stage cold-climate air-source heat pump (HSPF 9.4) (Figure 3) with an electric coil in the furnace fan unit as back-up. The air distribution is zoned so each floor has its own thermostat. A propane fireplace was also installed.
- Ventilation: Fully ducted Lennox HRV3-195 dual core heat-recovery ventilator (HRV) 78% SRE at -25°C (13°F) balanced at 59 L/s (125 cfm) high speed and 42 L/s (90 cfm) low speed.
- Hot water: Electric conserver tank.



Figure 4: Framing

He considered solar hot water and photovoltaic (PV) systems but deemed it too expensive for his budget.

In the owner's perspective, the house took much longer to build and cost much more than a conventional house. He has done the math and concluded that there will not be a payback from energy savings on his extra insulation investment over the 25 year duration of his mortgage. On the other hand, according to his math, the cold climate air source heat pump does pay off.

He thinks that in general, most people don't want to put extra money up front. They want the most house they can get for the least cost. "The houses in some of the new subdivisions are all alike, built for people who don't care much about energy efficiency and feel that they can't afford to go green."

Since he built his house, his cousin has decided to build a SuperGreen home as well.

Other Energy Efficiency and Sustainability Features:

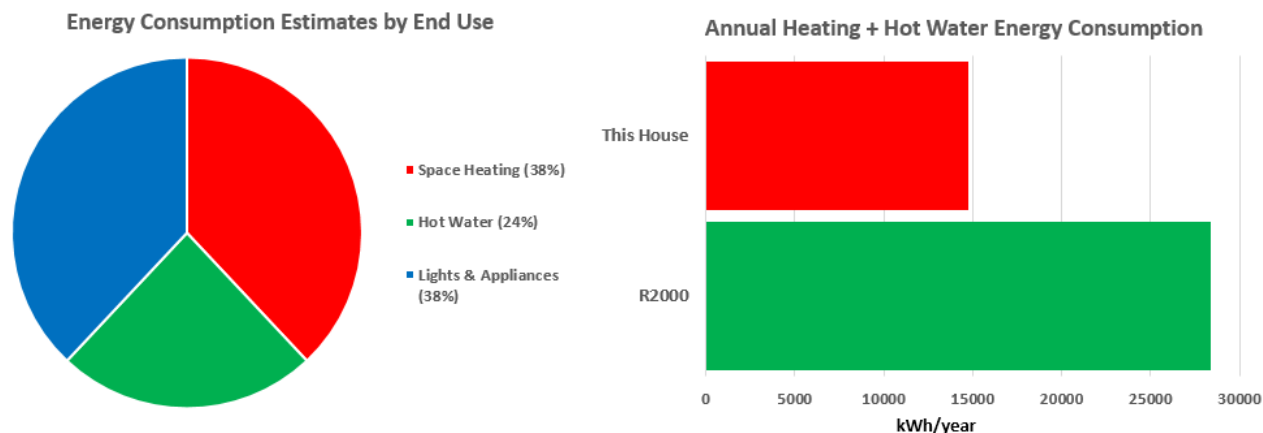
- Control systems: No setback thermostat; the owner likes to keep the indoor temperature constant.
- Lighting: Light-emitting diodes (LED) lamps, compact florescent lamps (CFL), motion and light sensors outside and a timer for the light in the garage.
- Appliances: All appliances are Energy Star® rated.

Energy Consumption Performance:

An EnerGuide rating is a measure of a home's energy performance. EnerGuide has been in place since the mid 1990's. It makes use of actual house parameters like insulation values, mechanical equipment efficiencies and air tightness in a computer energy simulation (Hot 2000) using standardised occupant conditions for plug in loads, hot water use and thermostat settings. The figure below shows the energy breakdown of this house.

The R2000 program has been in place since the 1980's and has been the benchmark for energy efficient new housing in Canada. That benchmark has been upgraded recently, but for reference this house has been compared to the old familiar standard where a house deemed to be efficient gets an 80 or better on the EnerGuide scale.

EnerGuide Rating: 87



Project latitude	60.5°N
Annual heating degree day zone	>6000HDD°C
Mean January temperature	-16.2°C (2.8°F)
January heating design temperature	-41°C (-43°F)
Heating system design heat load	14 kW (47,768 BTU/h)
Main floor(s) heated area	211 m ² (2,271 ft ²)
Finished basement heated area	114 m ² (1,225 ft ²)
Total liveable area	325 m ² (3,496 ft ²)
Building footprint	131 m ² (1,411 ft ²)
Window area	41 m ² (443 ft ²)
% of windows facing south(SE,SW)	64 %
Air leakage rate @ -50 Pa (<i>as operated</i>)	1.3 ach
Equivalent leakage area (hole size) @ -10 Pa (<i>as operated</i>)	405 cm ² (62.7 in ²)
Annual energy use per m ²	73 kWh/m ²
Projected total annual energy usage	23,636 kWh/yr
Actual performance as it compares to occupant bills	Projected load is similar to actual over 2-year period of occupancy

This Project was funded by Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC) and Natural Resources Canada (NRCAN) Program for Energy Research and Development (PERD). The views expressed are the views of the author(s) and do not necessarily reflect the views of CMHC or NRCAN. CMHC's and NRCAN's financial contribution to this report does not constitute an endorsement of its contents.

Étude de cas 1 Chemin Wann

RÉSUMÉ : Cette étude de cas porte sur une maison qu'un entrepreneur en mécanique de la région a construite pour lui-même. En raison d'un calendrier de construction serré, il a choisi une maison usinée (voir la figure 1) dotée d'un système de murs à meilleur rendement. Il a adossé aux murs extérieurs un mur intérieur en poteaux de 38x89 mm (2x4 po) pour la plomberie et l'électricité. Il a également installé une pompe à chaleur à deux régimes pour climats froids.



Figure 1 : Maison usinée SuperGreen, Whitehorse (Yukon)

Pourquoi SuperGreen¹?

Commentaires du constructeur et des occupants : Ce propriétaire-occupant avait construit son habitation précédente environ trois ans auparavant. Souhaitant se prémunir contre les hausses des coûts énergétiques, il s'est tourné vers SuperGreen pour réaliser des économies à long terme. Comme il voulait utiliser une pompe à chaleur à air, il a misé sur une isolation supérieure et sur les systèmes

mécaniques pour abaisser suffisamment les besoins de chauffage de sa maison, afin que la pompe à chaleur suffise à la tâche.

Emplacement : Cette maison SuperGreen est située sur un terrain rural dans le secteur de Porter Creek à Whitehorse (Yukon).

Équipe de conception et de construction : Le propriétaire-occupant a joué les rôles de concepteur et d'entrepreneur général. Il a acheté une maison préfabriquée de marque Pacific Homes dotée de murs SmartWall^{MD}. Il a ajouté une ossature intérieure isolée et a mis en pratique ses connaissances pour concevoir les systèmes mécaniques et le réseau de conduits. Ses ouvriers qualifiés n'avaient jamais travaillé ensemble, mais ils s'étaient recommandés les uns les autres. Personne d'autre que le propriétaire n'a fourni de plans. Il n'a pas fait de travaux préliminaires spéciaux avec les ouvriers, mais chaque étape des travaux a été abondamment discutée en cours de route.

Type d'habitation : Maison individuelle de taille moyenne de deux étages avec sous-sol fini. Aire habitable totale : 357 m² (3 846 pi²). Garage attenant chauffé.

¹ SuperGreen est une norme de construction d'habitations à haut rendement énergétique de la Société d'habitation du Yukon.

Détails techniques

Enveloppe du bâtiment

- Murs (voir la figure 2) : en poteaux de 38x184 mm (2x8 po) avec isolant de polystyrène expansé; ossature intérieure en poteaux de 38x89 mm (2x4 po) avec isolant de laine minérale. Valeur RSI effective de 6,3 (R36).

- Plafonds : fermes à talons relevés, vide sous toit ventilé à

valeur RSI effective de 11,4 (R65), isolant de fibre de verre soufflé.

- Fondations : fondations en bois traité (FBT) en poteaux de 38x184 (2x8 po) avec isolant en fibre de verre; valeur RSI effective de 3,4 (R21).
- Plancher de fondations : 5 cm (2 po) de polystyrène expansé de type IV.
- Fenêtres : fixes et à battants, triple vitrage, lame d'argon, enduit de faible émissivité.

HOUSE REPORT #1 WALL SECTION

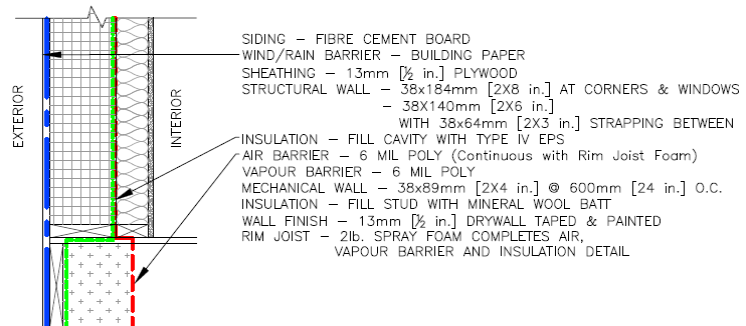


Figure 2 : Section de mur

- Portes : fibre de verre, cœur en mousse de polyuréthane.

Systèmes mécaniques

- Chauffage des locaux : pompe à chaleur à air pour climats froids à deux régimes (CPSC 9,4) (voir la figure 3) avec bobine électrique dans le ventilateur du générateur d'air chaud comme système auxiliaire. La distribution de l'air est subdivisée par zones, de sorte que chaque étage a son propre thermostat. Un foyer au gaz propane a également été installé.

- Ventilation : ventilateur récupérateur de chaleur (VRC) à double noyau Lennox HRV3-195, conduits complets, ERS de 78 % à -25 °C (-13 °F), équilibré à 59 L/s (125 pi³/min) à haut régime et à 42 L/s (90 pi³/min) à bas régime.

- Eau chaude : chauffe-eau électrique à



Figure 3 : Pompe à chaleur

réservoir.

Leçons apprises

Si c'était à refaire, le propriétaire aurait construit une maison un peu plus petite et aurait installé des fenêtres différentes, mais il garderait le même type de mur, qui donne un bâtiment solide et étanche. Selon lui, la construction de l'ossature du mur intérieur additionnel (voir la figure 4) a prolongé les

travaux d'environ 25 %. Le seul autre système mural SuperGreen qu'il connaissait était les murs isolés à la mousse projetée.

Le propriétaire construirait les murs et le plancher de fondations de la même manière, mais les isolerait davantage. Il est très satisfait de l'isolation du plafond et estime avoir obtenu une bonne valeur de résistance thermique par rapport au coût.

Le propriétaire aurait préféré des fenêtres à quadruple vitrage d'un fabricant de la région. Celles qu'il a installées ne sont pas assez étanches, selon lui.

Le propriétaire a choisi une pompe à chaleur à air car, à son avis, c'est un moyen plus efficace et rentable de chauffer à l'électricité, qui offre en plus la possibilité de climatiser en été. La

distribution d'air par zones permet de régler la température à chaque étage. Il signale que le système de pompe à chaleur « ne coûte vraiment pas cher à faire fonctionner ».

Le propriétaire avait envisagé un chauffe-eau solaire et une installation photovoltaïque, mais leur coût excédait son budget.

D'après le propriétaire, sa maison a été beaucoup plus coûteuse et plus longue à construire qu'une maison traditionnelle. Selon ses calculs, les économies d'énergie n'amortiront pas l'investissement dans l'isolation supplémentaire sur la durée du prêt hypothécaire, soit 25 ans. D'autre part, toujours selon ses calculs, la pompe à chaleur à air pour climats froids est un excellent investissement.

Le propriétaire est d'avis que, de manière générale, la plupart des gens ne sont pas disposés à payer plus cher à l'achat. Ils veulent la plus grande maison possible au plus bas prix possible. « Dans certains des nouveaux lotissements, les maisons sont toutes pareilles. Elles sont construites pour des gens qui ne s'intéressent pas à l'efficacité énergétique et qui croient qu'ils n'ont pas les moyens d'être écologiques. »

Après que le propriétaire a construit sa maison, son cousin a décidé lui aussi de se construire une maison SuperGreen.



Figure 4 : Ossature

Autres caractéristiques d'efficacité énergétique et de durabilité

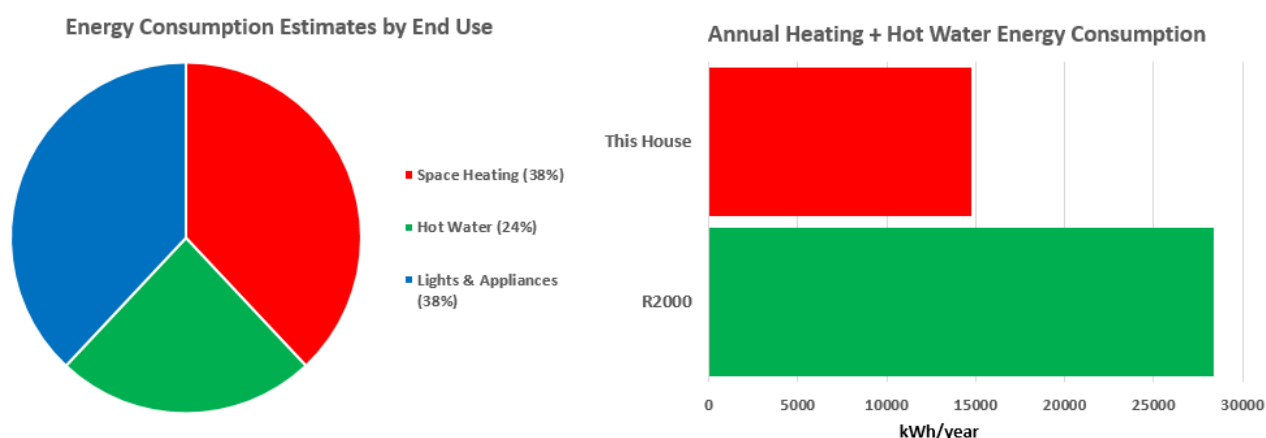
- Dispositifs de commande : aucun thermostat programmable; le propriétaire aime entretenir une température intérieure constante.
- Éclairage : lampes à diodes électroluminescentes (DEL), lampes fluorescentes compactes (LFP), capteurs de mouvement et de lumière à l'extérieur et minuterie pour l'éclairage du garage.
- Électroménagers : tous les appareils sont homologués ENERGY STAR^{MD}.

Rendement de la consommation énergétique

La cote ÉnerGuide est une mesure du rendement énergétique d’une habitation. Le programme ÉnerGuide a été mis sur pied vers le milieu des années 1990. La cote est calculée au moyen d’une simulation informatique (HOT2000), qui utilise les paramètres réels du bâtiment, comme les valeurs de résistance thermique, l’efficacité des équipements mécaniques et l’étanchéité à l’air, ainsi que des paramètres standardisés d’occupation pour la charge des appareils électriques, la consommation d’eau chaude et les réglages du thermostat. La figure ci-dessous montre la répartition de la consommation énergétique de l’habitation présentée dans cette étude de cas.

Le programme R2000, créé dans les années 1980, est la référence en matière de construction résidentielle de haute efficacité énergétique au Canada. Il a été mis à jour dernièrement mais, dans la présente étude, l’habitation a été comparée à l’ancienne norme, selon laquelle une habitation jugée efficace obtient une cote ÉnerGuide de 80 ou plus.

Cote ÉnerGuide : 87



Latitude de l’habitation	60,5°N
Degrés-jours de chauffage par année	>6 000 DJC (°C)
Température moyenne en janvier	-16,2 °C (2,8 °F)
Température de calcul pour le chauffage en janvier	-41 °C (-43 °F)
Charge nominale du système de chauffage	14 kW (47 768 BTU/h)
Superficie chauffée, rez-de-chaussée et étages	211 m ² (2 271 pi ²)
Superficie chauffée, sous-sol fini	114 m ² (1 225 pi ²)
Aire habitable totale	325 m ² (3 496 pi ²)
Superficie au sol	131 m ² (1 411 pi ²)
Aire de fenêtrage	41 m ² (443 pi ²)
% de fenêtres face au sud (SE, SO)	64 %
Taux de fuite d’air à -50 Pa (<i>en fonctionnement réel</i>)	1,3 RA/h
Surface de fuite équivalente à -10 Pa (<i>en fonctionnement réel</i>)	405 cm ² (62,7 po ²)
Consommation annuelle d’énergie par m ²	73 kWh/m ²
Consommation annuelle totale d’énergie projetée	23 636 kWh/an
Rendement réel comparativement aux factures des occupants	La charge projetée est similaire à la charge réelle sur une période d’occupation de 2 ans

Ce projet a été financé par la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) et le Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE) de Ressources naturelles Canada (RNCan). Les opinions exprimées dans le rapport sont celles de l'auteur (des auteurs) et ne reflètent pas nécessairement les opinions de la SCHL ou RNCan. La contribution financière de la SCHL et RNCan à la publication de ce rapport ne constitue nullement une approbation de son contenu.

Case Study #2 Bellingham Court

SUMMARY: This profile features a house which a local contractor built for himself (Figure 1). A key feature of the house was the double stud exterior wall system that incorporated a 51 mm (2 in.) layer of type IV expanded polystyrene (EPS) foam, between a 38x140 mm (2x6 in.) structural wall and a 38x89 mm (2x4 in.) inner wall. He also utilized a high-efficiency propane “combo” system to provide space heating and domestic hot water.



Figure 1: SuperGreen House, Whitehorse, Yukon

Why SuperGreen¹? Builder,

Occupant Comments: This contractor-homebuilder has built more than 10 high efficiency single-family houses in the past 10 years. All of these homes have similar wall style and R-values. His clients usually find him, though he has built spec homes in the past.

The featured house in this profile is his own. He wanted to build SuperGreen for himself because of the energy efficiency, the livability of the home and the lower cost to operate and heat it. At the time this

case study was prepared, he had lived in this SuperGreen home for a month. He had moved from an older home in Whitehorse.

He had a local draftsman draw up the design. They didn't need to do a lot of research, because energy-efficient construction is “pretty much common knowledge these days”. They focused on insulation, the heating system, and products like energy efficient light emitting diode (LED) lights that also have a higher life expectancy.

His philosophy is that you can spend money on heating fuel or on high R-value insulation levels and he thinks people are generally aware of the tradeoffs between building envelope vs. heating costs. However they may not want to spend the money to super-insulate a house up front.

Location: This SuperGreen house is located in the Whistlebend subdivision, Whitehorse, Yukon.

Designer-Builder Team: The trades on this house worked as a team, they are efficient and they know how to work together. Generally they discuss details with the clients and mark their decisions on the walls. This seems to work out.

Type of House: This is a large 427 m² (4,600 ft²), two-storey detached home with a finished basement and a heated attached garage.

¹ SuperGreen is a Yukon Housing Corporation standard of energy efficient house construction.

Technical Details

Building Envelope:

- Walls (Figure 2): 38x140 mm (2x6 in.) fiberglass batt filled wall, 51 mm (2 in.) of type IV EPS foam board in between, and a 38x89 mm (2x4 in.) fiberglass filled wall inside. Total effective RSI 7 (R40).
- Ceiling: High heel trusses, vented attic, blown cellulose. Total effective RSI 12 (R70).

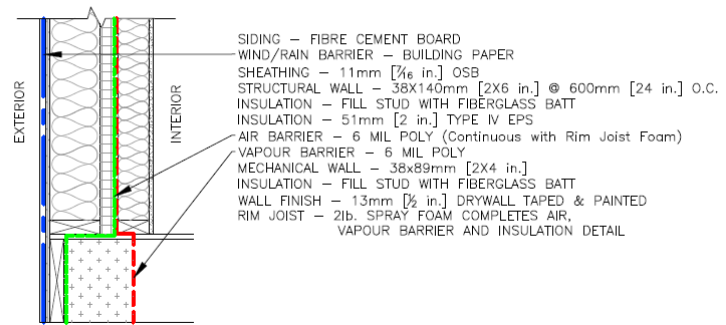


Figure 2: Wall section

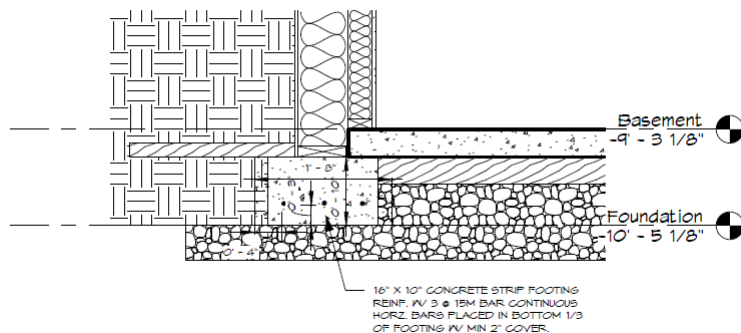


Figure 3: Foundation section

- Foundation (Figure 3): Preserved wood, 38x184 mm (2x8 in.) wall, poly vapor barrier, with 38x89 mm (2x4 in.) wall on the inside. Fibreglass batt insulation. Total effective RSI 6.7 (R38).
- Foundation floor (Figure 3): 100 mm (4 in.) EPS type IV foam below the concrete slab. Total: RSI 3.5 (R20).
- Windows: Vinyl, fixed and casement style, triple glazed, argon-filled, low-e coated.

- Doors: 3 steel polyurethane foam filled insulated doors, 1 fiberglass insulated main door.

Mechanical Systems:

- Space heating: Primary: Navien America 91% efficient propane boiler (CSA P.9-11 compliant), in-floor hydronic radiant system.
- Ventilation: Fully ducted Vanee 1001 heat-recovery ventilator (HRV), 67% SRE at -25°C (13°F), balanced at 66 L/s (140 cfm) high speed and 41 L/s (87 cfm) low speed.
- Hot water: Instantaneous hot water supplied by propane-fired boiler.

Lessons Learned:

If he was building again, he would design a smaller house. This house is too big for his personal needs.

He didn't use the EnerGuide Rating System (ERS) as he didn't learn about it until too late. Next time he would involve people who know how to run the plans through the ERS earlier in the process in order to better understand optimal pathways to achieving his energy efficiency goals.

Finding the sources of air-leakage were the greatest challenges. He described how he just wandered around the house, locating and repairing them. "It's just a time-consuming process." He also has experience with a double-wall system, which is his least-favourite. In his opinion, the wall system used on this house is the best available as it eliminates thermal bridging.

He likes the strength of the 38x184 mm (2x8 in.) foundation wall below grade, but would have chosen insulated concrete forms (ICF) over the preserved wood foundation had his budget permitted.

For the ceiling, the builder feels blown cellulose is a good, cost-effective product and you achieve a high RSI-value.

He had always wanted to try a boiler and is pretty happy with it. Also, propane is a cleaner product than oil with less environmental risks related to storage and use. He would never choose electric heat due to cost of operation.

Neither the window products (Figure 4) he purchased (chosen because they offer coloured frames) nor the customer service of the company he purchased them from met his expectations. For future projects, he would choose locally manufactured windows, which are now available with painted frames.



Figure 4: Windows

Although he believes that the long-term savings of a SuperGreen house will offset the initial incremental cost of construction, he also believes that higher up-front cost can be a mortgage limitation for people who might be considering SuperGreen. He knows that lots of contractors know how to achieve higher R-values but clients tend to want to keep the initial cost as low as possible.

Other Energy Efficiency and Sustainability Features:

- Lighting: About 60% of the fixtures use light-emitting diode (LED) lamps, the rest incandescent.
- All appliances are Energy Star® rated (stove top is propane, oven is electric).

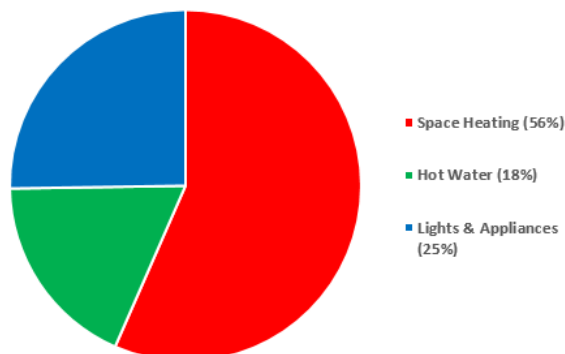
House Energy Consumption Performance:

An EnerGuide rating is a measure of a home's energy performance. EnerGuide has been in place since the mid 1990's. It makes use of actual house parameters like insulation values, mechanical equipment efficiencies and air tightness in a computer energy simulation (Hot 2000) using standardised occupant conditions for plug in loads, hot water use and thermostat settings. The figure below shows the energy breakdown of this house.

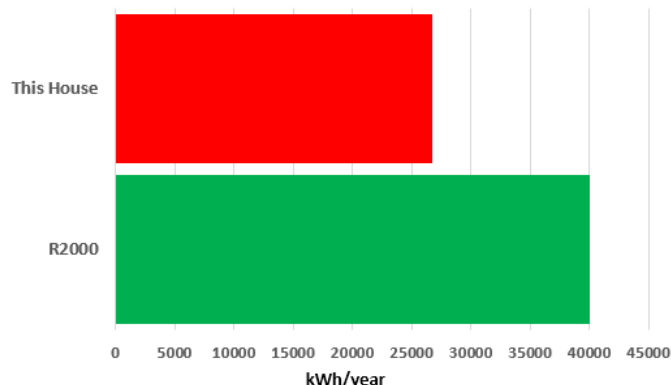
The R2000 program has been in place since the 1980's and has been the benchmark for energy efficient new housing in Canada. That benchmark has been upgraded recently, but for reference this house has been compared to the old familiar standard where a house deemed to be efficient gets an 80 or better on the EnerGuide scale.

EnerGuide Rating: 86

Energy Consumption Estimates by End Use



Annual Heating + Hot Water Energy Consumption



Project latitude	60.5°N
Annual heating degree day zone	>6000HDD°C
Mean January temperature	-16.2°C (2.8°F)
January heating design temperature	-41°C (-43°F)
Heating system design heat load	17 kW (58,006 BTU/h)
Main floor(s) heated area	269 m ² (2,872 ft ²)
Finished basement heated area	135 m ² (1,452 ft ²)
Total Liveable Area	404 m ² (4,324 ft ²)
Building footprint	198 m ² (2,134 ft ²)
Window area	38 m ² (412 ft ²)
% of windows facing south	31%
Air leakage rate @ -50 Pa (<i>as operated</i>)	0.4 ach
Equivalent leakage area (hole size) @ -10 Pa (<i>as operated</i>)	131 cm ² (20 in. ²)
Annual energy usage per m ²	78 kWh/m ²
Projected total annual energy usage	31,314 ekWh/yr* (10,028 kWh/yr + 2,998 L propane/yr)
Actual performance as it compares to occupant utility bills	Data not available - House occupied less than 1 year at time of publication

*ekWh is equivalent kWh determined by showing the energy content of the fuel plus electrical energy.
Propane has an energy content of 7.1 kWh/L

This Project was funded by Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC) and Natural Resources Canada (NRCan) Program for Energy Research and Development (PERD). The views expressed are the views of the author(s) and do not necessarily reflect the views of CMHC or NRCan. CMHC's and NRCan's financial contribution to this report does not constitute an endorsement of its contents.

Étude de cas 2 Rue Bellingham

RÉSUMÉ : Cette étude de cas porte sur une maison qu'un entrepreneur de la région a construite pour lui-même (voir la figure 1). L'une des caractéristiques principales de cette maison est le mur extérieur à double ossature, composé d'un mur structural en poteaux de 38x140 mm (2x6 po) et d'un mur intérieur en poteaux de 38x89 mm (2x4 po), entre lesquels a été soufflée une lame de mousse de polystyrène expansé de type IV de 51 mm (2 po) d'épaisseur. L'entrepreneur a également utilisé un système hybride



Figure 1 : Maison SuperGreen à Whitehorse (Yukon)

de haute efficacité au gaz propane pour le chauffage des locaux et de l'eau.

Pourquoi SuperGreen¹?

Commentaires du constructeur et des occupants :

Cet entrepreneur et constructeur d'habitations a construit une dizaine de maisons individuelles à haut rendement énergétique au cours des 10 dernières années. Toutes comportent des murs et des valeurs R comparables. L'entrepreneur construit généralement sur commande, mais il a déjà construit des maisons sans

commande dans le passé.

La maison décrite dans la présente étude de cas est celle de l'entrepreneur. Celui-ci souhaitait construire sa propre maison SuperGreen pour des raisons d'efficacité énergétique, d'habitabilité et d'économie de coûts d'occupation et de chauffage. Au moment de la préparation de cette étude de cas, le propriétaire occupait sa maison SuperGreen depuis un mois. Il vivait auparavant dans une maison de facture plus ancienne à Whitehorse.

L'entrepreneur a fait dresser les plans par un dessinateur de la région. Peu de recherches ont été nécessaires, puisque la construction à haute efficacité énergétique est « chose courante de nos jours ». L'accent a été mis sur l'isolation, le système de chauffage et des produits éconergétiques, comme les diodes électroluminescentes, qui ont également une plus longue vie utile.

Selon l'entrepreneur, les gens ont le choix entre dépenser leur argent en chauffage ou sur une isolation à valeur R élevée. Il estime que les gens sont généralement au courant des compromis qui doivent être faits entre la construction de l'enveloppe du bâtiment et les coûts de chauffage, mais qu'ils sont aussi réticents à payer plus cher pour une maison extrêmement bien isolée.

Emplacement : Cette habitation SuperGreen est située dans le lotissement de Whistle Bend à Whitehorse (Yukon).

¹ SuperGreen est une norme de construction d'habitations à haut rendement énergétique de la Société d'habitation du Yukon.

Équipe de conception et de construction : Les ouvriers qualifiés qui ont construit cette maison ont travaillé en équipe, de manière efficace et concertée. En général, ils discutent des détails avec les clients et marquent leurs décisions sur les murs. Cette méthode semble fonctionner.

Type d'habitation : Grande maison individuelle à deux étages de 427 m² (4 600 pi²) avec sous-sol fini et garage attenant chauffé.

Détails techniques

Enveloppe du bâtiment

- Murs (voir la figure 2) : en poteaux de 38x140 mm (2x6 po) avec isolant de fibre de verre en matelas dans les cavités; ossature intérieure en poteaux de 38x89 mm (2x4 po) avec isolant de fibre de verre; 51 mm (2 po) de mousse de polystyrène expansé de type IV entre les deux murs. Valeur RSI effective de 7 (R40).
- Plafond : fermes à talons relevés, vide sous toit ventilé, cellulose soufflée. Valeur RSI effective de 12 (R70).
- Fondations (voir la figure 3) : en bois traité, murs en poteaux de 38x184 mm (2x8 po), pare-vapeur en polyéthylène; mur intérieur en poteaux de 38x89 mm (2x4 po). Isolant en matelas de fibre de verre. Valeur RSI effective de 6,7 (R38).

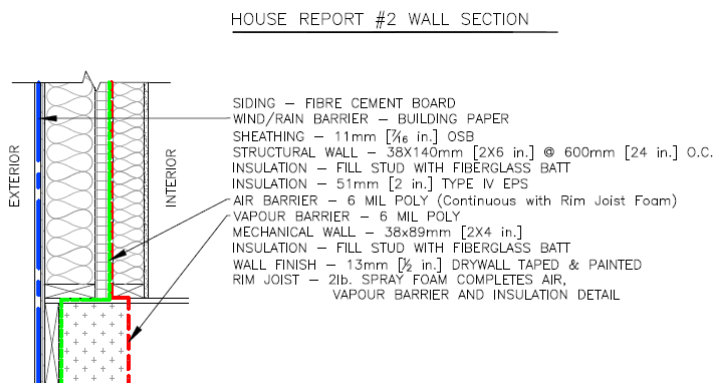
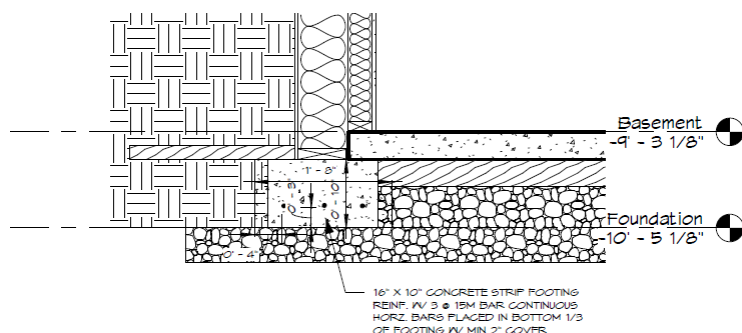


Figure 2 : Section de mur



isolée.

Figure 3 : Section des fondations

- Plancher de fondations (voir la figure 3) : 100 mm (4 po) de mousse de polystyrène expansé de type IV sous la dalle de béton. Valeur RSI de 3,5 (R20).
- Fenêtres : en vinyle, fixes et à battants, triple vitrage, lame d'argon, enduit de faible émissivité.
- Portes : 3 portes en acier isolées à la mousse de polyuréthane, 1 porte principale en fibre de verre

Systèmes mécaniques

- Chauffage des locaux : système primaire – chaudière au gaz propane Navien America d'efficacité de 91 % (conforme à la norme CSA P.9-11), système de chauffage à eau chaude par rayonnement à partir du sol.
- Ventilation : ventilateur récupérateur de chaleur (VRC) Vanee 1001, réseau complet de conduits, ERS de 67 % à -25 °C (-13 °F), équilibré à 66 L/s (140 pi³/min) à haut régime et à 41 L/s (87 pi³/min) à faible régime.
- Eau chaude : chauffe-eau instantané au gaz propane.

Leçons apprises

S'il pouvait revenir en arrière, le propriétaire aurait conçu une maison plus petite. Elle est trop grande pour ses besoins personnels.

Il n'a pas employé le Système de cote ÉnerGuide, car il en a appris l'existence trop tard. La prochaine fois, il consulterait tôt dans le processus des personnes sachant évaluer les plans au moyen des critères du Système afin de trouver les meilleures façons d'atteindre ses objectifs d'efficacité énergétique.

La localisation des fuites d'air s'est révélé le plus grand défi. Le propriétaire a relaté comment il a inspecté la maison de long en large pour détecter et colmater les fuites d'air. « C'est un très long processus. » Il a également une connaissance des murs à double ossature, qu'il apprécie peu cependant. Il est d'avis que l'assemblage mural utilisé pour cette maison était le meilleur disponible, car il élimine les ponts thermiques.

Le propriétaire apprécie la solidité des murs de fondation en poteaux de 38x184 mm (2x8 po) sous le niveau du sol, mais il aurait substitué des coffrages à béton isolants au bois traité si son budget le lui avait permis.

Pour le plafond, le propriétaire estime que la cellulose soufflée est un produit économique de qualité qui permet d'atteindre une valeur RSI élevée.

Le propriétaire souhaitait depuis longtemps faire l'essai d'une chaudière, et celle-ci le satisfait. En outre, le gaz propane est moins polluant que le mazout et son entreposage et son utilisation posent moins de risques pour l'environnement. Il ne choisirait jamais un appareil de chauffage électrique en raison des coûts d'utilisation.

Au chapitre des fenêtres, ni le produit acheté (choisi en raison de la gamme de couleurs de cadres offerte – figure 4), ni le service à la clientèle du fabricant n'ont répondu aux attentes du propriétaire. Pour un prochain projet, il choisirait des fenêtres fabriquées dans la région, qui sont maintenant offertes dans une gamme de couleurs.



Figure 4 : Fenêtres

Le propriétaire estime que les économies à long terme d'une maison SuperGreen amortiront le coût initial supplémentaire, mais il croit également que le coût de construction plus élevé peut être un facteur limitant au stade du prêt hypothécaire pour certaines personnes qui envisagent une habitation SuperGreen. Selon lui, de nombreux constructeurs savent comment obtenir des valeurs R élevées, mais leurs clients cherchent à réduire au minimum les coûts de construction.

Autres caractéristiques d'efficacité énergétique et de durabilité

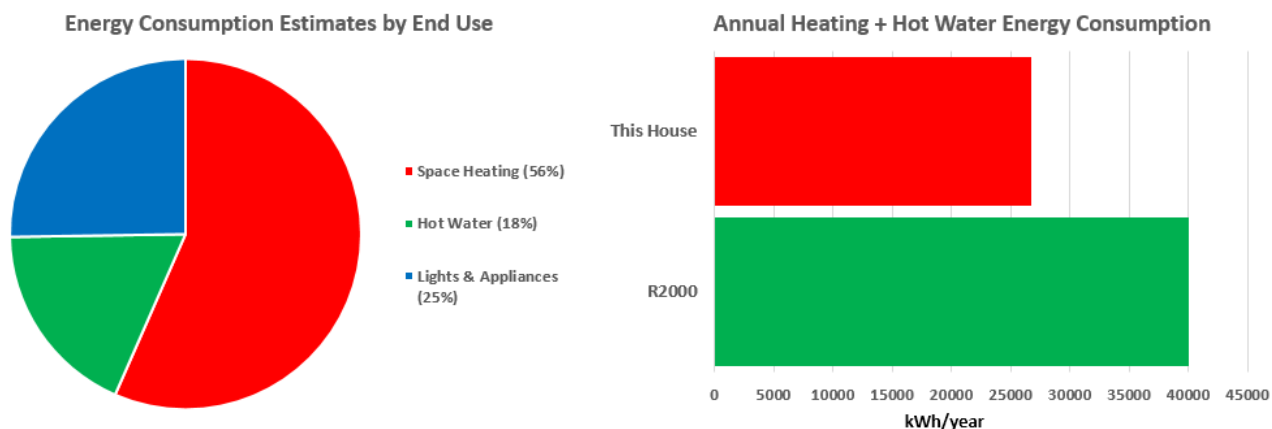
- Éclairage : environ 60 % des luminaires sont à diodes électroluminescentes, et les autres sont à ampoules à incandescence.
- Tous les appareils sont homologués ENERGY STAR^{MD} (ronds au propane, four électrique).

Rendement de la consommation énergétique

La cote ÉnerGuide est une mesure du rendement énergétique d'une habitation. Le programme ÉnerGuide a été mis sur pied vers le milieu des années 1990. La cote est calculée au moyen d'une simulation informatique (HOT2000), qui utilise les paramètres réels du bâtiment, comme les valeurs de résistance thermique, l'efficacité des équipements mécaniques et l'étanchéité à l'air, ainsi que des paramètres standardisés d'occupation pour la charge des appareils électriques, la consommation d'eau chaude et les réglages du thermostat. La figure ci-dessous montre la répartition de la consommation énergétique de l'habitation présentée dans cette étude de cas.

Le programme R2000, créé dans les années 1980, est la référence en matière de construction résidentielle de haute efficacité énergétique au Canada. Il a été mis à jour dernièrement mais, dans la présente étude, l'habitation a été comparée à l'ancienne norme, selon laquelle une habitation jugée efficace obtient une cote ÉnerGuide de 80 ou plus.

Cote ÉnerGuide : 86



Latitude de l'habitation	60,5°N
Degrés-jours de chauffage par année	>6 000 DJC (°C)
Température moyenne en janvier	-16,2 °C (2,8 °F)
Température de calcul pour le chauffage en janvier	-41 °C (-43 °F)
Charge nominale du système de chauffage	17 kW (58 006 BTU/h)
Superficie chauffée, rez-de-chaussée et étages	269 m ² (2 872 pi ²)
Superficie chauffée, sous-sol fini	135 m ² (1 452 pi ²)
Aire habitable totale	404 m ² (4 324 pi ²)
Superficie au sol	198 m ² (2 134 pi ²)
Aire de fenêtrage	38 m ² (412 pi ²)
% de fenêtres face au sud	31 %
Taux de fuite d'air à -50 Pa (<i>en fonctionnement réel</i>)	0,4 RA/h
Surface de fuite équivalente à -10 Pa (<i>en fonctionnement réel</i>)	131 cm ² (20 po ²)
Consommation annuelle d'énergie par m ²	78 kWh/m ²
Consommation annuelle totale d'énergie projetée	31 314 kWh/an* (10 028 kWh/an + 2 998 L propane/an)
Rendement réel comparativement aux factures des occupants	Données non disponibles – habitation occupée depuis moins d'un an au

	moment de la publication
--	--------------------------

**kWh est un équivalent en kWh qui fait la somme du contenu énergétique du combustible et de l'énergie électrique consommée. Le gaz propane a un contenu énergétique de 7,1 kWh/L.*

Ce projet a été financé par la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) et le Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE) de Ressources naturelles Canada (RNCa). Les opinions exprimées dans le rapport sont celles de l'auteur (des auteurs) et ne reflètent pas nécessairement les opinions de la SCHL ou RNCa. La contribution financière de la SCHL et RNCa à la publication de ce rapport ne constitue nullement une approbation de son contenu.

Case Study #3 War Eagle Way

SUMMARY: This profile features a house which a local contractor built for himself (Figure 1). He framed up a 38x140 mm (2x6 in.) structural wall with minimal framing and filled it with high density spray foam. He then installed 25 mm (1 in.) of rigid polyisocyanurate foam board insulation with a foil facer on both sides and an inner 38x89 mm (2x4 in.) wall with mineral wool insulation. This house has conventional electric space heating with wood back-up.



Figure 1: SuperGreen House, Whitehorse, Yukon

Why SuperGreen¹? Builder, Occupant

Comments: For this small house design, this owner-builder used mainly Yukon Housing information, articles from 'Fine Homebuilding' magazine on northern homes and his own thought process to narrow down his design to a system with the most insulation for the least amount of space. Because he is also a contractor, he is constantly surrounded by energy-efficient construction so it didn't require much extra research. For this house, he focused on orientation, wall structure, windows and insulation.

As a wood-burner, he knew how little cordwood would be needed to heat a

SuperGreen house. He is conscious about not wanting to depend on sources of heat other than wood, which he can get by himself. It's not all about cost, it's about burning a fuel that you're familiar with, so you can be in tune with the heat source.

He and one building partner have worked together for about 25 years. They have lots of experience building houses in the north. He wanted to build a home for himself that would last for 100 years, by trying to get away from materials that can break down. For example, in the case of sheet polyethylene air and vapour barriers, you have to rely on how well they are installed for them to work properly. But for spray-applied foam insulation systems, you can get an air and vapour barrier in one application.

In the 1980's, vapour barriers were a big issue, but there wasn't enough attention to how it was sealed. It's a process of evolution. Over the years, we began putting more insulation in houses. Many builders didn't want to seal the vapour barrier for fear of making the house too tight. Some of these homes are showing mold now, so the importance of sealing and good ventilation is becoming clear. The problem with batt insulation is that it isn't effective if air is moving through it because the air and vapour barrier hasn't been sealed perfectly. With solid foam walls there is far less of an issue. Now we can apply different layers of foam to get a solid air and vapour barrier.

Location: This SuperGreen house is located in a country residential area of Whitehorse, Yukon.

¹ SuperGreen is a Yukon Housing Corporation standard of energy efficient house construction.

Designer-Builder Team: The building team included the builder, his long-time work partner and the same trades team that they work with on all their houses. They discuss the project as needed, but the trades don't need too much explanation, as their practices have evolved as a team over the years.

The insulation subcontractor is a spray foam company. In the past, there were a few issues with sprayers who previously didn't need to be as precise, but now they have to spray the foam with accuracy and perfection.

Type of House: The house is a small 112 m² (1200 ft²) two-storey detached timber frame hybrid on a heated crawlspace. It has no attached heated garage and no secondary suite.

Technical Details

Building Envelope:

- Walls (Figure 2): Combination of high density wall system, 38x140 mm (2x6 in.) structural wall with intermediate 38x89 mm (2x4 in.) studs. High-density spray foam insulation filled the outer cavity followed by another 25 mm (1 in.) layer of rigid polyisocyanurate foam board insulation with a foil facer on both sides, then mineral wool insulation was installed in the inner 38x89 mm (2x4) wall.

The builder feels this is the highest RSI (R) value in the least amount of space. Effective RSI 7.7 (R44).

- Ceilings: "Hot roof" design - 250 mm (10 in.) of high-density foam insulation. Effective RSI 9.5 (R54).
- Foundation: Crawlspace on ICF (insulated concrete form) blocks, filled with concrete and added more foam on the outside - 200 mm (8 in.) of high-density foam Effective RSI 7 (R40), so minimal heat loss.
- Foundation floor: Insulated with 75 mm (3 in.) high-density EPS topped with 75 mm (3 in.) 2lb spray foam Effective RSI 5.3 (R30).
- Windows: Vinyl, fixed and casement style, quad-glazed with insulated vinyl frames throughout (locally manufactured)
- Doors: Owner-built wood doors - foam filled, double system for air barrier.

HOUSE REPORT #3 WALL SECTION

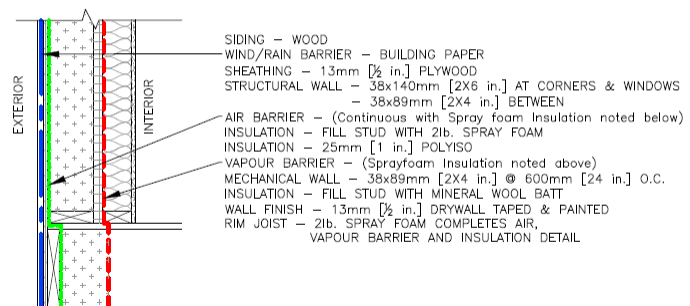


Figure 2: Wall section

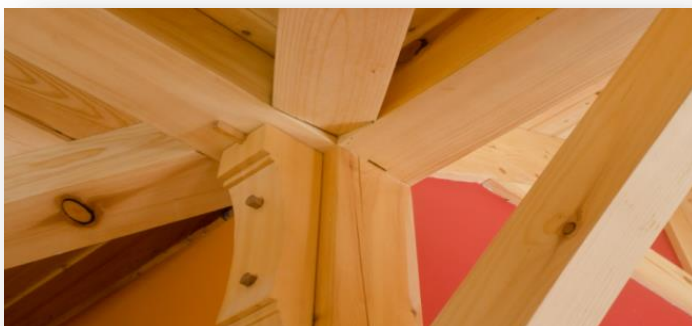


Figure 3: Interior detail

Mechanical Systems:

- Space heating: Electric baseboard, wood cook-stove back-up because that is what the owner is familiar with. Electric baseboards were chosen for low-cost and simplicity.

- Ventilation: Fully ducted Eneready 2000 Diamond E heat-recovery ventilator (HRV) 70% SRE at - 25°C (13°F) balanced at 47 L/s (100 cfm) High speed and 24 L/s (50 cfm) low speed.
- Hot water: Electric conserver tank.
- Rain water is collected for the garden.

Lessons Learned:

This builder has been perfecting his design over the years and would use a similar design in future homes (Figure 4), though he admits he's always looking for little ways to sneak in another layer of insulation.

For the foundation walls, the ICF was a little pricier than framing but he would do it again if the customer could afford it.

If the house wasn't so well insulated he would still heat with wood, but would have to install more electric baseboards. They have to control the wood stove so that they are not getting too hot, which is a nice problem! They may need to get a brick oven to store the heat overnight.

He did not use the EnerGuide rating system. In his opinion the recommendations can be misleading. He knows he's a bit stubborn that way. He feels that systems are designed by people who only work on the computer rather than experiencing it by themselves on a ladder at the actual work place, which can just make things more confusing.



Figure 4: Kitchen

Other Energy Efficiency and Sustainability Features:

- Lighting: Mixed of halogen lamps, light-emitting diode (LED) lamps and some compact fluorescent lamps (CFL). Since the house is very well insulated, the heat produced by the lights contributes to the heating too, so the builder did not necessarily use the most energy efficient technologies.
- Appliances: All appliances are Energy Star® rated. He also has a secondary wood cook stove (Figure 5).
- Other features include: Orientation - how the house is positioned to capture passive solar heat gains, location of the wood stove is very important together with trying to keep house more open to get even heat everywhere.



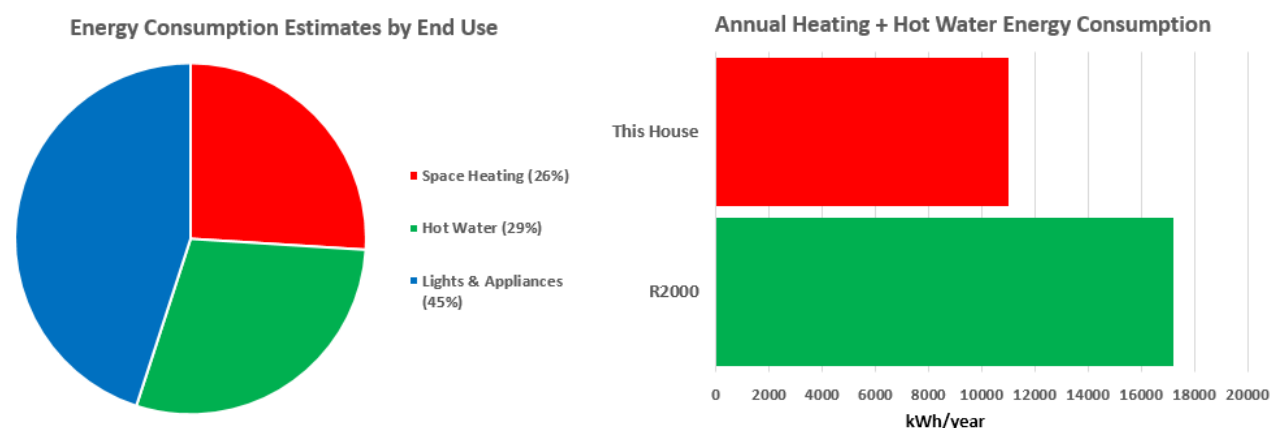
Figure 5: Wood cook stove

Energy Consumption Performance:

An EnerGuide rating is a measure of a home's energy performance. EnerGuide has been in place since the mid 1990's. It makes use of actual house parameters like insulation values, mechanical equipment efficiencies and air tightness in a computer energy simulation (Hot 2000) using standardised occupant conditions for plug in loads, hot water use and thermostat settings. The figure below shows the energy breakdown of this house.

The R2000 program has been in place since the 1980's and has been the benchmark for energy efficient new housing in Canada. That benchmark has been upgraded recently, but for reference this house has been compared to the old familiar standard where a house deemed to be efficient gets an 80 or better on the EnerGuide scale.

EnerGuide Rating: 85



Project latitude	60.5°N
Annual heating degree day zone	>6000HDD°C
Mean January temperature	-16.2°C (2.8°F)
January heating design temperature	-41°C (-43°F)
Heating system design heat load	6 kW (20,472 BTU/h)
Main floor(s) heated area	95 m ² (1,022 ft ²)
Crawlspace heated area	58.5 m ² (630 ft ²)
Total liveable area	95 m ² (1,022 ft ²)
Building footprint	77 m ² (830 ft ²)
Window area	19.8 m ² (152 ft ²)
% of windows facing south	37%
Air leakage rate @ -50 Pa (<i>as operated</i>)	0.9 ach
Equivalent leakage area (hole size) @ -10 Pa (<i>as operated</i>)	128 cm ² (19.76 in ²)
Annual energy use per m ²	208 kWh/m ²
Projected total annual energy usage	19,714 kWh/yr
Actual performance as it compares to occupant utility bills	Data not available - House occupied less than 1 year at time of publication

This Project was funded by Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC) and Natural Resources Canada (NRCan) Program for Energy Research and Development (PERD). The views expressed are the views of the author(s) and do not necessarily reflect the views of CMHC or NRCan. CMHC's and NRCan's financial contribution to this report does not constitute an endorsement of its contents.

Étude de cas 3 Allée War Eagle

RÉSUMÉ : Cette étude de cas porte sur une maison qu'un entrepreneur de la région a construite pour lui-même (voir la figure 1). L'enveloppe de l'habitation est composée d'un mur structural extérieur à ossature légère en poteaux de 38x140 mm (2x6 po) isolé à la mousse projetée de haute densité, d'un mur intérieur en poteaux de 38x89 mm (2x4 po) isolé à la laine minérale et de panneaux isolants rigides de polyisocyanurate de 25 mm (1 po) doublés des deux côtés d'une feuille d'aluminium, glissés entre les deux murs. La maison est dotée d'un système de chauffage traditionnel à plinthes électriques et d'un appareil de chauffage au bois auxiliaire.



Figure 1 : Maison SuperGreen, Whitehorse (Yukon)

Pourquoi SuperGreen¹?

Commentaires du constructeur et des occupants : Pour concevoir cette petite maison offrant la meilleure isolation en prenant le moins d'espace possible, le propriétaire-constructeur s'est principalement fié à l'information fournie par la Société d'habitation du Yukon, à des articles du magazine *Fine Homebuilding* sur les habitations nordiques et à ses propres réflexions. Comme il est également entrepreneur et est régulièrement en contact avec des constructions à haut rendement énergétique, il a eu peu de recherches supplémentaires à faire.

Son concept met l'accent sur l'orientation, la structure des murs, les fenêtres et l'isolation.

Un habitué du chauffage au bois, le propriétaire savait qu'il aurait bien peu de bois à brûler pour chauffer une maison SuperGreen. Il souhaitait ne pas dépendre d'autres sources d'énergie de chauffage que le bois, qu'il peut se procurer lui-même. Ses motivations n'étaient pas tant le coût que l'utilisation d'un combustible déjà bien connu pour avoir une parfaite maîtrise de sa source de chaleur.

Le propriétaire travaille en construction avec un partenaire depuis environ 25 ans. Ensemble, ils ont beaucoup d'expérience en construction d'habitations dans le Nord. Le propriétaire souhaitait construire une habitation pour lui-même qui durerait 100 ans, en essayant d'éviter les matériaux peu durables. Par exemple, l'efficacité des pare-air et pare-vapeur en polyéthylène dépend de la qualité de la mise en œuvre. Mais, dans le cas d'un isolant en mousse projetée, le pare-air et le pare-vapeur peuvent être formés en une seule application.

Dans les années 1980, les pare-vapeur étaient très populaires, mais on ne portait pas assez de soin à leur étanchéité. C'est un processus évolutif. Avec le temps, on a isolé de plus en plus les habitations. Nombre de constructeurs ne voulaient pas sceller le pare-vapeur, de crainte que l'habitation soit trop étanche. Certaines de ces habitations sont aujourd'hui aux prises avec des problèmes de moisissure, ce

¹ SuperGreen est une norme de construction d'habitations à haut rendement énergétique de la Société d'habitation du Yukon.

qui a mis en évidence l'importance de bien étanchéifier et ventiler le bâtiment. L'isolant en matelas n'est pas efficace si de l'air passe au travers parce que le pare-air/pare-vapeur présente des fuites. Ce problème est moins fréquent dans les murs isolés à la mousse rigide. Aujourd'hui, il est possible d'appliquer différentes couches de mousse pour obtenir un pare-air/pare-vapeur solide.

Emplacement : Cette maison SuperGreen est située dans une zone rurale résidentielle de Whitehorse (Yukon).

Équipe de conception et de construction : L'équipe de construction était composée du constructeur, de son associé de longue date et des ouvriers qualifiés qui travaillent avec eux sur leurs autres chantiers. Ils ont discuté du projet lorsque c'était nécessaire, mais les ouvriers n'avaient pas besoin de beaucoup d'explications, car leurs méthodes ont évolué collectivement au fil des ans.

L'isolant projeté a été posé par un entrepreneur spécialisé en isolation. Dans le passé, les exigences de précision du travail des ouvriers n'étaient pas aussi strictes, ce qui occasionnait parfois des problèmes, mais de nos jours la mousse est projetée avec une grande précision.

Type d'habitation : Petite maison individuelle de deux étages à ossature hybride en bois d'œuvre de 112 m² (1 200 pi²) sur un vide sanitaire chauffé. Aucun garage attenant ni appartement accessoire.

Détails techniques

Enveloppe du bâtiment

- Murs (voir la figure 2) : assemblage mural de haute densité comportant un mur structural extérieur en poteaux de 38x140 mm (2x6 po) avec poteaux intermédiaires de 38x89 mm (2x4 po). Les cavités du mur extérieur ont été remplies d'une mousse isolante projetée de haute densité. Des panneaux rigides de polyisocyanurate de 25 mm

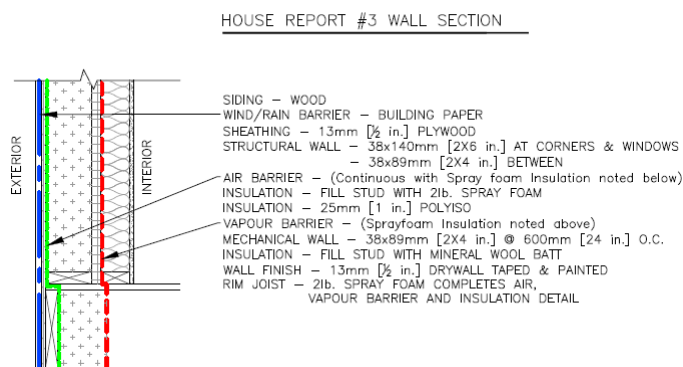


Figure 2 : Section de mur

- (1 po) recouverts d'une feuille d'aluminium sur les deux côtés ont été posés sur la face intérieure de ce mur. Un mur intérieur en poteaux de 38x89 mm (2x4) isolé à la laine minérale a été ensuite adossé à ces panneaux. Le constructeur estime que cette méthode permet d'obtenir le meilleur rapport entre l'épaisseur et la valeur RSI effective (R), qui atteint 7,7 (R44).
- Plafonds : conception de type « toit chaud » – isolant en mousse de haute densité de 250 mm (10 po) d'épaisseur. Valeur RSI effective de 9,5 (R54).
- Fondations : vide sanitaire en coffrages isolants remplis de béton, ajout de 200 mm (8 po) de mousse isolante de haute densité sur la face extérieure, valeur RSI effective de 7 (R40) – perte de chaleur minimale.
- Plancher de fondations : isolé avec 75 mm (3 po) de polystyrène expansé haute densité et 75 mm (3 po) de mousse projetée de 2 lb, valeur RSI effective de 5,3 (R30).
- Fenêtres : en vinyle, fixes et à battants, à quadruple vitrage, cadres en vinyle entièrement isolés (fabriqués dans la région).

- Portes : portes en bois fabriquées par le propriétaire, remplies de mousse, pare-air double.



Systèmes mécaniques

- Chauffage des locaux : plinthes électriques et poêle à bois d'appoint, car ce dernier était le mieux connu du propriétaire. Les plinthes électriques ont été choisies pour leur faible coût et leur simplicité.
- Ventilation : ventilateur récupérateur de chaleur (VRC)

Figure 3 : Détail de l'intérieur

Eneready 2000 Diamond E, réseau complet de conduits, ERS de 70 % à -25 °C (-13 °F), équilibré à 47 L/s (100 pi³/min) à haut régime et à 24 L/s (50 pi³/min) à bas régime.

- Eau chaude : chauffe-eau électrique à réservoir.
- L'eau de pluie est récupérée pour le jardin.

Leçons apprises

Le constructeur perfectionne son concept depuis des années et il utiliserait le même pour d'autres projets de construction (voir la figure 4), bien qu'il avoue être toujours à l'affût de nouvelles façons d'insérer une couche d'isolant supplémentaire.

Les coffrages isolants des murs de fondation ont coûté un peu plus cher qu'une charpente, mais il répéterait l'expérience si le budget du client le permettait.

Même si la maison n'était pas aussi bien isolée, le propriétaire chaufferait au bois mais installerait davantage de plinthes électriques. Les occupants doivent prendre soin de ne pas trop alimenter le poêle à bois, car le logement devient alors trop chaud – un beau problème! Il faudra peut-être installer un four en briques qui emmagasinerait de la chaleur pour la nuit.

Le constructeur n'a pas utilisé le Système de cote ÉnerGuide. À son avis, les recommandations peuvent être trompeuses. Il s'avoue un peu réfractaire à ce sujet. Selon lui, ce genre de système est conçu par des personnes qui travaillent devant leur ordinateur et qui ne l'ont pas éprouvé elles-mêmes, en haut d'une échelle dans un chantier, et cela finit par compliquer les choses.



Figure 4 : Cuisine



Autres caractéristiques d'efficacité énergétique et de durabilité

- Éclairage : lampes à halogène, lampes à diodes électroluminescentes (DEL) et quelques lampes fluorescentes compactes (LFC). Comme la maison est très bien isolée, la chaleur produite par les luminaires contribue au chauffage, de sorte que le constructeur ne s'est pas senti obligé d'utiliser les technologies d'éclairage les plus éconergétiques.
- Électroménagers : tous les appareils sont homologués ENERGY STAR^{MD}. Il y a également une cuisinière auxiliaire au bois (voir la figure 5).
- Autres caractéristiques : orientation – la maison est positionnée pour obtenir un chauffage passif par gain solaire. L'emplacement du poêle à bois a été minutieusement choisi, et les espaces habitables sont aussi ouverts que possible pour faciliter la circulation de l'air chaud dans toutes les parties de la maison.

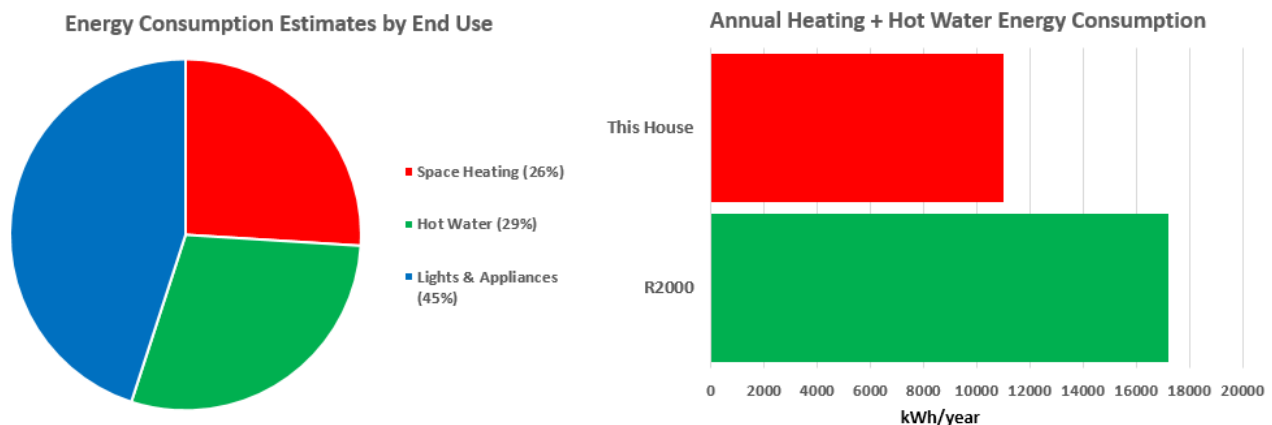
Figure 5 : Cuisinière au bois

Rendement de la consommation énergétique

La cote ÉnerGuide est une mesure du rendement énergétique d'une habitation. Le programme ÉnerGuide a été mis sur pied vers le milieu des années 1990. La cote est calculée au moyen d'une simulation informatique (HOT2000), qui utilise les paramètres réels du bâtiment, comme les valeurs de résistance thermique, l'efficacité des équipements mécaniques et l'étanchéité à l'air, ainsi que des paramètres standardisés d'occupation pour la charge des appareils électriques, la consommation d'eau chaude et les réglages du thermostat. La figure ci-dessous montre la répartition de la consommation énergétique de l'habitation présentée dans cette étude de cas.

Le programme R2000, créé dans les années 1980, est la référence en matière de construction résidentielle de haute efficacité énergétique au Canada. Il a été mis à jour dernièrement mais, dans la présente étude, l'habitation a été comparée à l'ancienne norme, selon laquelle une habitation jugée efficace obtient une cote ÉnerGuide de 80 ou plus.

Cote ÉnerGuide : 85



Latitude de l'habitation	60,5°N
Degrés-jours de chauffage par année	>6 000 DJC (°C)
Température moyenne en janvier	-16,2 °C (2,8 °F)
Température de calcul pour le chauffage en janvier	-41 °C (-43 °F)
Charge nominale du système de chauffage	6 kW (20,472 BTU/h)
Superficie chauffée, rez-de-chaussée et étages	95 m ² (1 022 pi ²)
Superficie chauffée du vide sanitaire	58,5 m ² (630 pi ²)
Aire habitable totale	95 m ² (1 022 pi ²)
Superficie au sol	77 m ² (830 pi ²)
Aire de fenêtrage	19,8 m ² (152 pi ²)
% de fenêtres face au sud	37 %
Taux de fuite d'air à -50 Pa (<i>en fonctionnement réel</i>)	0,9 RA/h
Surface de fuite équivalente à -10 Pa (<i>en fonctionnement réel</i>)	128 cm ² (19,76 po ²)
Consommation annuelle d'énergie par m ²	208 kWh/m ²
Consommation annuelle totale d'énergie projetée	19 714 kWh/an
Rendement réel comparativement aux factures des occupants	Données non disponibles – habitation occupée depuis moins d'un an au moment de la publication

Ce projet a été financé par la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) et le Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE) de Ressources naturelles Canada (RNCAN). Les opinions exprimées dans le rapport sont celles de l'auteur (des auteurs) et ne reflètent pas nécessairement les opinions de la SCHL ou RNCAN. La contribution financière de la SCHL et RNCAN à la publication de ce rapport ne constitue nullement une approbation de son contenu.

Case Study #4 Timber Frame

SUMMARY: This profile features a timber frame house (Figure 1) built as a “spec” house by a team of three contractor-builders. Outside the timber framed walls, they built a 38x89 mm (2x4 in.) wall, insulated with mineral wool batts and a 300 mm (12 in.) Larsen truss with low density spray foam insulation. The house has baseboard electric heat with a propane fireplace. It includes a separate suite above the garage to provide extra rental income to offset the costs of building SuperGreen. The suite was rented before the house was sold.



Figure 1: SuperGreen House, Whitehorse, Yukon

Why SuperGreen¹? Builder, Occupant

Comments: One of the team members had an idea after seeing the success of a LEED Canada for Homes certified duplex in the area. He approached the other two partners, both of whom he had worked with before. They successfully applied for a premium lot in a land lottery. Once the lot was selected and purchased, they began designing a timber frame structure to suit their particular location. After numerous designs and re-designs, the team settled on a blueprint and sent the drawings to an engineering firm for further modifications and subsequent approval of the timber frame design.

The team read a lot, looking for new technologies. They talked with people

from Yukon Housing and the Energy Solutions Centre. They looked at other builders' resources and researched the energy evaluations of other houses. They talked with other builders. They looked for what worked and what didn't. They collaborated to design an efficient but simple timber framed wall system. They focussed on insulation. People were interested in what they were doing so by the time they put up the timbers - they had buyers.

One of the builders considers himself to be an environmentalist. He feels many houses are wasting energy and he wants to be a small part of the solution to the global warming issue. Building SuperGreen is his solution. The second builder was looking at ways to reduce his ecological footprint by reducing the resources used over the lifetime of a house. The third builder works for Yukon Housing. Through work and his own research he became a promoter of the SuperGreen approach.

They agree that there are benefits in fuel savings, living comfort and consistent temperature, but the biggest benefit is the quietness of living in a SuperGreen home. “You just don't hear things outside

¹ SuperGreen is a Yukon Housing Corporation standard of energy efficient house construction.

because it's so quiet due to the insulation and air sealing. Even though it's close to the airport, you hardly hear the planes. You can't put a price on that."

Location: This SuperGreen house is located in an infill area of the Takhini North subdivision, Whitehorse, Yukon.

Designer-Builder Team: The team bought the lot in September and worked on the design through the winter. It was based largely on resources compiled by Yukon Housing Corporation. They had a target EnerGuide Rating, so they worked with the depth of insulation in the walls and roof until they met their goal. One of the builders then took the lead and made very detailed design drawings for the layout of the timber frame to make it all work (Figure 2). In April, they started clearing the lot.

The team continually discussed next steps and timelines, when different portions of the house should be completed, safety discussions and updates of what needed to get accomplished each day. They took the drawings to their trades for discussion about details such as the location of lighting in the timber frame, location of the ductwork, plumbing and hot water tank. Trades came in to apply the siding and another group did the roofing. They did most of the concrete work themselves.

The design incurred a few changes along the way. The footprint stayed the same, but they modified the roof system on top of the garage. They had discussions on siding issues and the location of interior walls. Building the house took longer than expected, mostly because they spent more time on the design and somewhat because of being SuperGreen. In the end, construction went mainly according to plan. They agree that the more detail that gets on paper before the project starts, the fewer problems are encountered during construction.

Their design lends itself well to a SuperGreen house. The timber framing is all on the inside and the exterior walls are built outside of the structure (Figure 3). After considerable debate, the team chose low density spray foam insulation for the walls. For the ceiling, they sprayed a layer of high density foam because it has a high insulation value and contributes to the vapour barrier. This was followed by a layer of blown-in cellulose.

The team made use of the EnerGuide Rating System (ERS) software which helped them finalize certain decisions. For example, they chose to go with thicker insulation under the floor slab. The ERS results showed that a big part of the heat loss was through the foundation, so they sprayed 5 inches of high-density foam down before pouring the slab. They also foamed outside the slab before placing the timbers.

The team has done the calculations and understands the long-term benefits of SuperGreen houses. Heating costs are significantly lower, while the life expectancy of the house, if it's ventilated properly, is much longer. As well, people who live in SuperGreen houses not only save on their energy bills but they are living in a quieter, more comfortable house which will make re-sale easier.



Figure 2: Setting timber structure

Type of House: This is a modest-sized detached 167 m² (1800 ft²) home including two storeys and a loft. The house is slab on grade. It includes a heated garage with the same thickness of the walls as the rest of the building. There is a separate 48 m² (520 ft²) rental income suite above the garage.

Technical Details

Building Envelope:

- Walls (Figure 4): Timber frame structure, 38x89 mm (2x4 in.) wall, sheathed, wrapped on the outside in vapour barrier with a 300 mm (12 in.) deep Larsen truss on the outside of that with exterior air barrier system.
- Ceilings: Combination of 61 cm (24 in.) deep Larsen truss cathedral ceiling with a small amount of venting above the

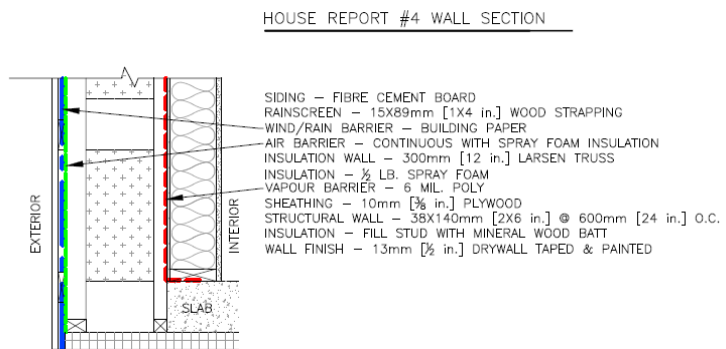


Figure 3: Wall section

insulation and high heel truss vented attic. Insulation: 76 mm

- (3 in.) high-density spray foam with 530 mm (21 in.) cellulose above. The ceiling is RSI 14 (R80).
- Slab on grade foundation: 127 mm (5 in.) of high density spray-foam directly on the ground under the concrete slab. (Only 76 mm (3 in.) high density foam under the garage slab).
- Windows: Fixed and casement style, quad-glazed, argon-filled low-e throughout (locally manufactured).
- Doors: Metal polyurethane insulated steel doors. Double doors (inner and outer) except for the front door.

Mechanical Systems:

- Heating: Primary: Electric baseboards. Secondary: Propane fireplace.
- Ventilation: Fully ducted Venmar EKO 1.5 heat-recovery ventilator (HRV) 64% SRE at -25°C (13°F) balanced at 59 L/s (124 cfm) high speed and 29 L/s (62 cfm) low speed.
- Hot water: Electric hot water tanks with drain water heat recovery units (Figure 5) - one in the house and one for the rental suite.
- Renewable energy system: The wiring is in place for solar electricity, giving a renewable energy option for the future.

Lessons Learned:

Building the timber frame wall system and the Larsen trusses added a lot of time to construction. The advantages of this building system were somewhat compromised by the onset of winter. The team altered insulation from cellulose to low-density foam because of cold weather and timeframe considerations and used cold weather spray foam that allowed application at lower temperatures.



Figure 4: Drain water heat recovery

Although they started the project in April, it was August before the timber frame was completed. This was what they expected and it was the only time constraint. If they were doing this again, they would start timber framing earlier, even if it meant building sections in a shop to make the project go more quickly on-site.

This builder team worked to get all the trades on board. They had up-front discussions to make sure everybody knew each other. They scheduled regular meetings with the main timber frame builder to ensure that the trades understood what they had to do. They provided the information and the trades figured out how to do their part. The HRV system was installed by one of the builders with guidance from local experts.

As one builder noted “There are always a few changes along the way, but as long as it’s not compromising the overall objectives, it’s okay.” In retrospect, they could have involved the sub-trades sooner, but overall they are very happy with the project.

One of the timber frame builders had used a similar wall system in the past and the design seemed to lend itself well to a timber frame structure (Figure 6). The team manufactured the trusses themselves. The trusses didn’t need to support any of the floor systems so they used less lumber. He would consider using this system again but only for a small project and only if it was a timber frame or retrofit.

Instead, he would likely build a double wall. For the double wall, he would use a 38x140 mm (2x6 in.) structural wall on outside and 38x89 mm (2x4 in.) wall on the inside, with fibrefill or spray-in insulation. He prefers Energy Shield foam-boards to separate the walls and batt insulation (fibreglass or mineral wool in the wall cavities.



Figure 5: Timber structure

The other timber frame builder would use the same wall system again, but he would build the two walls together and put them up as one. Or he might investigate a slightly different wall system, perhaps a framed 38x89 mm (2x4 in.) wall, then the vapour barrier, then sheath it then build a second 38x89 mm (2x4 in.) wall on the outside, spacing the walls apart with plywood. The inside wall should be the load bearing structural wall. With the vapour barrier applied to the outside, the number of seams is minimized. Also, the poly is protected by the wall so any plumbing or electric work can be done inside without risk of penetration. The outer wall doesn’t have to be load bearing. With the Larsen truss, the wall can be made any depth.

In this case, the house is slab on grade with high density spray foam insulation under the slab. It is easy to work with, can be walked on in 15 minutes, covers the ground completely with no cracks or seams and the concrete can be poured on top of it. The high density foam is more expensive but it fits the ground contours perfectly and gives the best quality of moisture and soil gas barrier. Also they saved money on labour because it was faster.



Figure 6: Interior view

In the ceiling, the high density spray foam helps to ensure a good air and vapour barrier and they liked the cellulose because it's recycled newspaper. The process they used had a major drawback though when it came to insulating from the outside. They found it was time consuming and frustrating doing outside insulation. If they were doing it again, they would consider building with regular trusses and blown-in insulation after the roof was on.

For the windows they chose locally manufactured quadruple-glazed units.

This helped them meet their target EnerGuide rating and the cost was not much higher than for triple. Having a local supplier is easier in case of mistakes, and shipping would have added extra cost. There were concerns about the windows having un-insulated frames, but they decided to use them, partly because the windows in the house were mostly quite small.

In order to reduce air loss and add insulation value, they installed double doors (inner and outer) except for the main entry. They found these were harder to use - opening and closing one door and then the other. As well, the pressure builds up between the two doors so after one door is closed, it's hard to close the other. For this reason, they installed only a single front door.

They installed electric baseboards for primary heat because it's the most cost effective, has no moving parts, it doesn't require on-site use of a fossil fuel and it's much easier to install wiring than ducting. It's inexpensive and simple to operate, it's efficient and it responds quickly to changes in needs. There is an HRV for air exchange, so they didn't need a forced-air system. Also, it would have been hard to find a small enough furnace. There is nearly enough heat generated from lighting and other occupancy-related sources to keep the house warm. The fireplace is solely for back-up. Next time they would like to try an electric thermal storage (ETS) system to take advantage of times of better availability of renewable energy on Yukon's isolated electrical grid.

They installed halogen and compact fluorescent lamps (CFL), with a few light emitting diode (LED) lamps. For their clients, they advise LED's as the best choice. They are better because they come on to full brightness instantly, last a long time and the price is coming down. In the long run, they are less expensive and have less environmental impact. They didn't invest in any electronic control devices because of the extra cost and, at the time, concerns about reliability. They also wanted to keep the house simple and not include complicated controls.

The house is beautiful, but the next time, they might build a simpler design. The timber frame adds to the cost. They would like to try building a medium-sized affordable energy efficient home and focus more on air leakage through walls and windows.

The City inspectors were happy to see people building this way, they are keen on it. The City of Whitehorse has some of the best energy standards all across Canada. This house and the building team have influenced others to build SuperGreen. They have promoted the practice at Contractor Breakfasts. They haven't met anybody who has built SuperGreen who is not very happy they took that step.

Other Energy Efficiency and Sustainability Features:

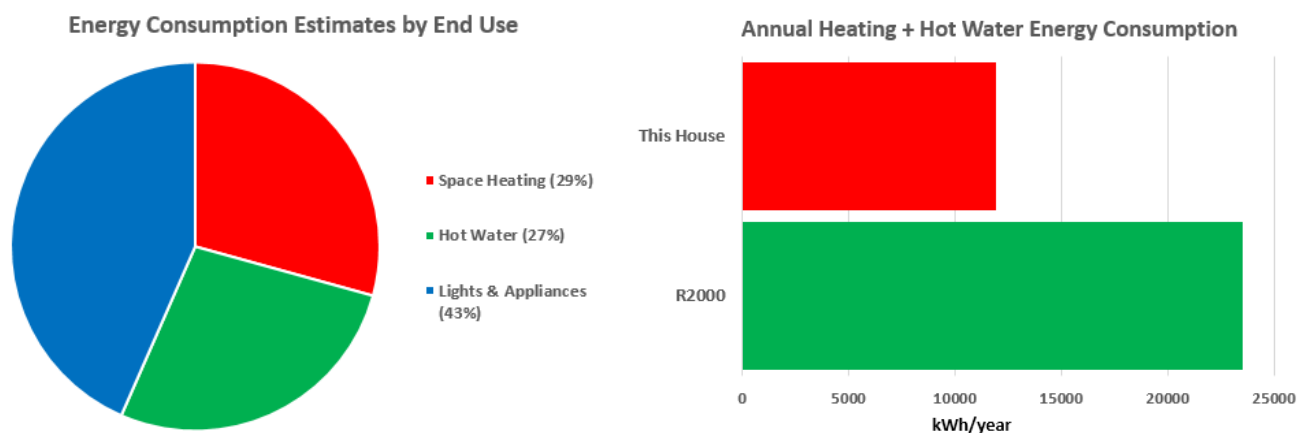
- Control systems: Outside motion sensor.
- Lighting: Compact fluorescent lamps (CFL) and some light-emitting diode (LED) lamps.
- Appliances: All appliances are Energy Star® rated.
- Other features include: Each room has its own thermostat, can be replaced with programmable thermostats in the future.
- The concrete slab is stained to provide the finished floor.
- Drain water heat recovery on the shower drains.

Energy Consumption Performance:

An EnerGuide rating is a measure of a home's energy performance. EnerGuide has been in place since the mid 1990's. It makes use of actual house parameters like insulation values, mechanical equipment efficiencies and air tightness in a computer energy simulation (Hot 2000) using standardised occupant conditions for plug in loads, hot water use and thermostat settings. The figure below shows the energy breakdown of this house.

The R2000 program has been in place since the 1980's and has been the benchmark for energy efficient new housing in Canada. That benchmark has been upgraded recently, but for reference this house has been compared to the old familiar standard where a house deemed to be efficient gets an 80 or better on the EnerGuide scale.

EnerGuide Rating: 87



Project latitude	60.5°N
Annual heating degree day zone	>6000HDD°C

Mean January temperature	-16.2°C (2.8°F)
January heating design temperature	-41°C (-43°F)
Heating system design heat load	7.5 kW (25,590 BTU/h)
Main floor(s) heated area	112 m ² (1,208 ft ²)
Slab heated area	81 m ² (874 ft ²)
Total liveable heated area	112 m ² (1,208 ft ²)
Building footprint	93 m ² (1000 ft ²)
Window area	10.8 m ² (116 ft ²)
% of windows facing south	24 %
Air leakage rate @ -50 Pa (<i>as operated</i>)	0.4 ach
Equivalent leakage area (hole size) @ -10 Pa (<i>as operated</i>)	65.8 cm ² (10.2 in ²)
Annual energy use per m ²	184 kWh/m ²
Projected total annual energy usage	20,656 kWh/yr
Actual performance as it compares to occupant utility bills	Data not available - House occupied less than 1 year at time of publication

This Project was funded by Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC) and Natural Resources Canada (NRCan) Program for Energy Research and Development (PERD). The views expressed are the views of the author(s) and do not necessarily reflect the views of CMHC or NRCan. CMHC's and NRCan's financial contribution to this report does not constitute an endorsement of its contents.

Étude de cas 4 Structure en bois d'œuvre

RÉSUMÉ : Cette étude de cas porte sur une maison à structure en bois d'œuvre (voir la figure 1) construite sans commande par une équipe de trois entrepreneurs en construction. Ils ont ajouté, du côté extérieur de la structure, un mur en poteaux de 38x89 mm (2x4 po) isolé avec de la laine minérale en matelas et des poutrelles murales verticales de 300 mm (12 po) dont les cavités ont été remplies d'isolant en mousse projetée de faible densité. La maison est chauffée avec des plinthes électriques, et est dotée d'un foyer au gaz propane. Elle comprend également un appartement accessoire séparé au-dessus du garage, qui fournit un revenu locatif pour couvrir les coûts additionnels de la construction SuperGreen. L'appartement était loué avant que la maison ne soit vendue.



Figure 1 : Maison SuperGreen, Whitehorse (Yukon)

Pourquoi SuperGreen¹?

Commentaires du constructeur et des occupants :

C'est en constatant le succès d'un duplex certifié LEED Canada pour les habitations dans la région que l'un des membres de l'équipe a eu l'idée de cette maison. Il a approché les deux autres associés, avec lesquels il avait déjà travaillé auparavant. Ils ont obtenu un terrain de première qualité dans le cadre d'une loterie de terrains. Une fois le terrain sélectionné et acheté, ils ont entrepris la conception d'une structure en bois d'œuvre adaptée à l'emplacement. Après de nombreuses esquisses et retours sur la planche à dessin, l'équipe s'est entendue sur un plan, qu'elle a envoyé à une firme

d'ingénierie afin que celle-ci apporte les modifications nécessaires et approuve la conception de l'ossature en bois d'œuvre.

Les membres de l'équipe ont parcouru une abondante littérature à la recherche de nouvelles technologies. Ils ont discuté avec des représentants de la Société d'habitation du Yukon et de la Direction générale de l'énergie. Ils se sont intéressés aux ressources des autres constructeurs et ont étudié les évaluations énergétiques d'autres maisons. Ils ont discuté avec d'autres constructeurs et tenté de déterminer ce qui fonctionne bien et ce qui ne fonctionne pas. En collaboration, ils ont conçu une ossature murale en bois d'œuvre à la fois efficace et simple. L'isolation était une préoccupation première. Les gens se sont peu à peu intéressés à leur projet, de sorte que des acheteurs se manifestaient déjà au moment où les premières pièces de charpente étaient mises en place.

L'un des constructeurs se considère environnementaliste. Selon lui, de nombreuses habitations gaspillent de l'énergie, et il souhaite faire sa modeste part pour lutter contre le réchauffement

¹ SuperGreen est une norme de construction d'habitations à haut rendement énergétique de la Société d'habitation du Yukon.

climatique. La construction SuperGreen représente sa contribution. Le deuxième constructeur cherchait à diminuer son empreinte écologique en réduisant la quantité de ressources utilisées durant le cycle de vie utile d'une habitation. Le troisième constructeur travaille pour la Société d'habitation du Yukon. Par son travail et ses propres recherches, il est devenu un champion de l'approche SuperGreen.

Les partenaires conviennent qu'une habitation SuperGreen présente de nombreux avantages, comme l'économie de combustible, le confort et une température constante, mais que son plus grand atout est la tranquillité. « On n'entend aucun bruit extérieur, parce que l'isolation et l'étanchéisation de l'enveloppe agissent comme insonorisant. Même si la maison est proche de l'aéroport, on n'entend presque pas les avions. Ça n'a pas de prix. »

Emplacement : Cette maison SuperGreen est située dans un secteur de densification du quartier Takhini North à Whitehorse (Yukon).

Équipe de conception et de construction : L'équipe a acquis le terrain en septembre et a travaillé sur la conception durant l'hiver. La conception était largement fondée sur les ressources compilées par la Société d'habitation du Yukon. L'équipe s'était fixé une cote ÉnerGuide cible et a ajusté l'épaisseur de l'isolant des murs et du plafond en conséquence pour l'atteindre. L'un des constructeurs a ensuite préparé des dessins techniques très détaillés de la disposition des poteaux de l'ossature pour que tous les éléments s'intègrent parfaitement (voir la figure 2). En avril, ils ont commencé à débroussailler le terrain.

L'équipe a maintenu une communication constante pour discuter des prochaines étapes et des échéances, le moment d'achèvement des différentes sections de la maison, la sécurité et les tâches à accomplir au jour le jour. Les dessins ont été présentés aux ouvriers qualifiés et on leur a expliqué tous les détails, comme l'emplacement des luminaires dans l'ossature, l'emplacement des conduits, de la plomberie et du chauffe-eau. Une équipe d'ouvriers spécialisés a été engagée pour la pose du parement, et une autre pour la toiture. Les constructeurs se sont chargés de la plupart des travaux de maçonnerie.

Le concept a subi quelques modifications en cours de route. Les dimensions au sol sont demeurées les mêmes, mais la toiture au-dessus du garage a été modifiée. Les constructeurs ont discuté des problèmes de parement et de l'emplacement des murs intérieurs. La construction a été plus longue que prévu, surtout parce que plus de temps a été consacré à la conception et, dans une moindre mesure, à cause des particularités de la construction SuperGreen. Dans l'ensemble, la construction s'est conformée au plan. Les constructeurs affirment que plus il y a de détails couchés sur le papier avant la mise en chantier, moins il y a de problèmes durant la construction.

La conception de cette maison se prête bien à l'approche SuperGreen. La structure en bois d'œuvre est entièrement à l'intérieur et les murs isolés sont construits du côté extérieur de la structure (voir la figure 3). Après mûre réflexion, l'équipe a choisi d'isoler les murs avec de la mousse projetée de faible densité.



Figure 2 : Montage de la structure en bois d'œuvre

Les plafonds ont été isolés avec de la mousse de haute densité en raison de sa forte résistance thermique et de sa capacité d'agir comme pare-vapeur. Cette isolation a été complétée par une couche de cellulose soufflée.

L'équipe s'est servie du logiciel du Système de cote ÉnerGuide pour faciliter certaines décisions. Le logiciel l'a par exemple incitée à opter pour une isolation plus épaisse sous la dalle de plancher. Les résultats de l'analyse ont montré qu'une bonne partie des pertes de chaleur surviendraient au niveau des fondations; une couche de mousse de haute densité de 5 pouces d'épaisseur a donc été projetée sur le sol avant le coulage de la dalle. La face extérieure de la dalle a également été recouverte de mousse avant la pose des éléments de structure en bois d'œuvre.

L'équipe a fait ses calculs et comprend les avantages à long terme d'une maison SuperGreen. Les coûts de chauffage sont beaucoup plus bas, tandis que la durée de vie du bâtiment, à condition qu'il soit convenablement ventilé, est beaucoup plus longue. En outre, les occupants d'une maison SuperGreen, en plus de réaliser des économies d'énergie, vivent dans un logement bien insonorisé et plus confortable, ce qui facilite la revente.

Type d'habitation : Maison individuelle de taille modeste à deux étages de 167 m² (1 800 pi²), avec loft. La maison est construite sur une dalle sur terre-plein. Elle comprend un garage chauffé dont les murs ont la même épaisseur que ceux du reste du bâtiment. Un appartement accessoire locatif séparé de 48 m² (520 pi²) est situé au-dessus du garage.

Détails techniques

Enveloppe du bâtiment

- Murs (voir la figure 3) : structure en bois d'œuvre; mur en poteaux de 38x89 mm (2x4 po); revêtement intermédiaire; pare-vapeur posé par l'extérieur; poutrelles murales verticales de 300 mm (12 po) d'épaisseur du côté extérieur; pare-air du côté extérieur.
- Plafonds : toit cathédrale en poutrelles de 61 cm (24 po) d'épaisseur, avec légère ventilation au-dessus de l'isolant et vide sous toit ventilé avec fermes à talons relevés.
- Isolation : 76 mm (3 po) de mousse projetée de haute densité, et 530 mm (21 po) de cellulose par-dessus. Le plafond a une valeur RSI de 14 (R80).
- Fondations (dalle sur terre-plein) : 127 mm (5 po) de mousse de haute densité projetée directement sur le sol sous la dalle de béton (seulement 76 mm [3 po] sous la dalle du garage).
- Fenêtres : fixes et à battants, à quadruple vitrage, à lame d'argon et à faible émissivité (fabriquées dans la région).
- Portes : en acier isolées au polyuréthane. Portes doubles (intérieure et extérieure), sauf la porte de l'entrée principale.

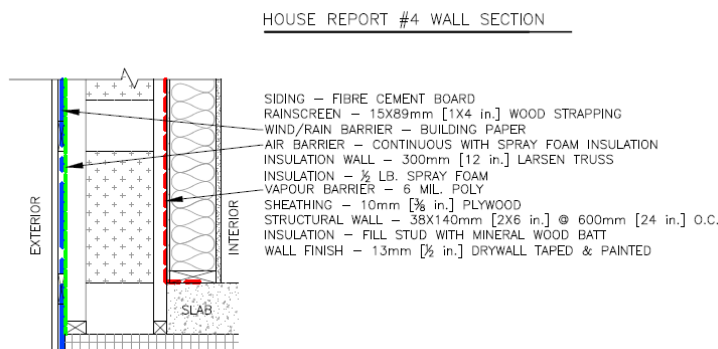


Figure 3 : Section de mur

Systèmes mécaniques

- Chauffage : primaire – plinthes électriques; secondaire – foyer au gaz propane.
- Ventilation : ventilateur récupérateur de chaleur (VRC) Venmar EKO 1.5, réseau complet de conduits, ERS de 64 % à -25 °C (-13 °F), équilibré à 59 L/s (124 pi³/min) à haut régime et à 29 L/s (62 pi³/min) à bas régime.
- Eau chaude : chauffe-eau électrique à réservoir avec dispositifs de récupération de la chaleur des eaux ménagères (voir la figure 4) – un dans l’habitation principale et un dans l’appartement locatif.
- Système d’énergie renouvelable : les fils sont en place pour l’électricité solaire, une option d’énergie renouvelable pour l’avenir.

Leçons apprises

La construction de la structure en bois d’œuvre et des poutrelles murales verticales a considérablement allongé la durée des travaux. Les avantages de ce système ont été quelque peu compromis par l’arrivée de l’hiver. L’équipe a dû troquer une partie de l’isolant en cellulose pour de la mousse à faible densité applicable à basse température à cause du temps froid et de contraintes de temps.

L’habitation a été mise en chantier en avril, mais la structure en bois d’œuvre a été terminée seulement en août. Cela était prévu, et il s’agissait de la seule contrainte de temps. Si c’était à refaire, les constructeurs entameraient la structure plus tôt, en atelier au besoin, afin que les travaux avancent plus vite sur le chantier.

Le constructeur et son équipe ont déployé des efforts pour mobiliser tous les ouvriers qualifiés. Ils ont organisé une rencontre au début des travaux pour que tous fassent connaissance. Des réunions étaient tenues régulièrement avec le constructeur en chef de la structure, pour que les ouvriers comprennent les tâches à accomplir. Les informations nécessaires étaient fournies et les ouvriers faisaient en sorte d’atteindre les objectifs. Le VRC a été installé par l’un des constructeurs, avec les conseils d’experts de la région.

Un constructeur a observé qu’il y a « toujours quelques ajustements à faire en cours de route, mais c’est correct tant qu’ils ne remettent pas en question les



Figure 4 : Dispositif de récupération de la chaleur des eaux ménagères



Figure 5 : Structure en bois d’œuvre

objectifs globaux ». Avec le recul, les spécialistes auraient pu être mobilisés plus tôt, mais, dans l'ensemble, les constructeurs sont très satisfaits du projet.

L'un des constructeurs de la structure avait déjà monté un tel assemblage mural. Le concept semblait bien se prêter à une structure en bois d'œuvre (voir la figure 5). L'équipe a fabriqué les fermes elle-même. Comme elles n'avaient pas à supporter un plancher, elles sont de construction légère. Le constructeur envisagerait d'utiliser ce système de nouveau, mais seulement pour une habitation de petite taille, et seulement pour une ossature en bois d'œuvre ou dans le cadre d'une modernisation.

Le constructeur opterait plutôt pour un mur double, soit un mur structural extérieur en poteaux de 38x140 mm (2x6 po) et un mur intérieur en poteaux de 38x89 mm (2x4 po), avec isolant à base de fibres ou en mousse projetée. Il privilégie les panneaux de mousse de type *Energy Shield* pour faire une séparation entre les murs et l'isolant en matelas (fibre de verre ou laine minérale) dans les cavités murales).

L'autre constructeur de structures en bois d'œuvre utiliserait le même assemblage mural dans un autre projet, mais il construirait les deux murs d'un seul bloc et les installerait ensemble. Il envisagerait peut-être aussi un assemblage légèrement différent, comme une ossature en poteaux de 38x89 mm (2x4 po), puis un pare-vapeur, puis un revêtement intermédiaire, et enfin un second mur en poteaux de 38x89 mm (2x4 po) à l'extérieur, en intercalant un contreplaqué entre les deux murs. Le mur intérieur serait le mur structural porteur. Avec un pare-vapeur du côté extérieur, le nombre de joints est réduit au minimum. En outre, la membrane de polyéthylène est protégée par le mur, de sorte qu'on ne risque pas de la perforer en faisant des travaux de plomberie et d'électricité par l'intérieur. Il n'est pas nécessaire que le mur extérieur soit porteur. Avec des poutrelles murales verticales, il peut avoir n'importe quelle épaisseur.

La maison est sise sur une dalle sur terre-plein coulée sur une couche d'isolant en mousse projetée de haute densité. Cet isolant est facile à travailler, il supporte une personne après 15 minutes, il couvre le sol complètement sans fissures ni joints et on peut couler le béton directement dessus. La mousse de haute densité coûte plus cher, mais elle épouse parfaitement les contours du sol et offre la meilleure protection contre les infiltrations d'humidité et de gaz du sol. Sa mise en place rapide a permis d'économiser sur les coûts de main-d'œuvre.



Figure 6 : Vue intérieure

La mousse projetée de haute densité du plafond forme un bon pare-air/pare-vapeur. La cellulose a été appréciée car elle est faite de papier journal recyclé. Cependant, la méthode choisie a posé un inconvénient majeur lors de l'isolation par l'extérieur, qui s'est avérée longue et fastidieuse. Si c'était à refaire, les constructeurs envisageraient de bâtir avec des fermes ordinaires et d'y ajouter de l'isolant soufflé après la construction

du toit.

Les constructeurs ont choisi des fenêtres à quadruple vitrage fabriquées dans la région. Ces fenêtres ont contribué à l'atteinte de la cible ÉnerGuide, et leur coût n'était pas beaucoup plus élevé que celui des fenêtres à triple vitrage. Faire affaire avec un fabricant local simplifie la tâche en cas d'erreur, surtout que les frais de livraison feraient gonfler la facture. L'absence d'isolation des cadres a été une préoccupation, mais il a été décidé d'installer ces fenêtres malgré tout, en partie parce que la plupart des fenêtres de cette maison sont assez petites.

Pour réduire les fuites d'air et augmenter la résistance thermique, les constructeurs ont opté pour des portes doubles (intérieure et extérieure), sauf pour l'entrée principale. Ils ont trouvé ce genre de porte peu pratique – ouvrir et fermer chacune des portes en succession est un peu fastidieux. En outre, la pression qui se forme entre les deux portes rend la fermeture d'une porte difficile lorsque l'autre est fermée. Pour cette raison, il a été décidé d'installer une porte simple à l'entrée.

Les constructeurs ont opté pour des plinthes électriques comme source de chauffage primaire, pour diverses raisons : solution la plus efficace en termes de coûts, aucune pièce mobile, aucun usage de combustible fossile sur place et facilité d'installation des fils électriques par rapport aux conduits d'air. Ce type de chauffage est peu coûteux et simple à faire fonctionner, il est efficace et il peut répondre rapidement aux besoins de chauffage. Un VRC ayant été installé pour l'échange d'air, un système à air pulsé n'était pas nécessaire. D'ailleurs, il aurait été difficile de trouver un générateur d'air chaud d'assez petite capacité. L'éclairage et les autres sources de chaleur liées à la simple occupation du logement suffisent presque à chauffer le bâtiment. Le foyer ne sert que de système auxiliaire. La prochaine fois, les constructeurs aimeraient essayer un accumulateur de chauffage électrique pour concentrer la consommation durant les heures où l'électricité du réseau de distribution isolé du Yukon est produite dans une plus grande proportion par des sources renouvelables.

Les constructeurs ont installé des lampes à halogène et des lampes fluorescentes compactes (LFC), ainsi que quelques lampes à DEL. Ils conseillent à leurs clients d'opter pour des DEL, qui atteignent leur pleine brillance sans délai, durent longtemps et sont de moins en moins coûteuses. À long terme, elles coûtent moins cher et leur impact environnemental est inférieur. Les constructeurs n'ont pas investi dans des dispositifs de commande électroniques en raison des coûts et, à l'époque, de doutes sur la fiabilité. Ils souhaitaient également que la maison demeure simple, sans commandes complexes.

La maison est magnifique, mais les constructeurs opteraient pour une conception plus simple pour leur prochain projet. La structure en bois d'œuvre a fait gonfler les coûts. Ils aimeraient essayer de construire une maison abordable de taille moyenne à haut rendement énergétique en mettant davantage l'accent sur l'étanchéité à l'air des murs et des fenêtres.

Les inspecteurs municipaux ont été ravis de voir des gens adopter de telles méthodes de construction, qu'ils apprécient à leur juste valeur. La municipalité de Whitehorse s'est dotée de normes énergétiques parmi les plus strictes au Canada. Cette maison et l'équipe de constructeurs ont incité d'autres personnes à adopter la norme SuperGreen. Ils se sont fait les champions de cette pratique lors de déjeuners-causeries d'entrepreneurs. Ils n'ont jamais rencontré de constructeur d'un bâtiment SuperGreen qui ne soit pas très satisfait des résultats.

Autres caractéristiques d'efficacité énergétique et de durabilité

- Dispositifs de commande : détecteur de mouvement à l'extérieur.

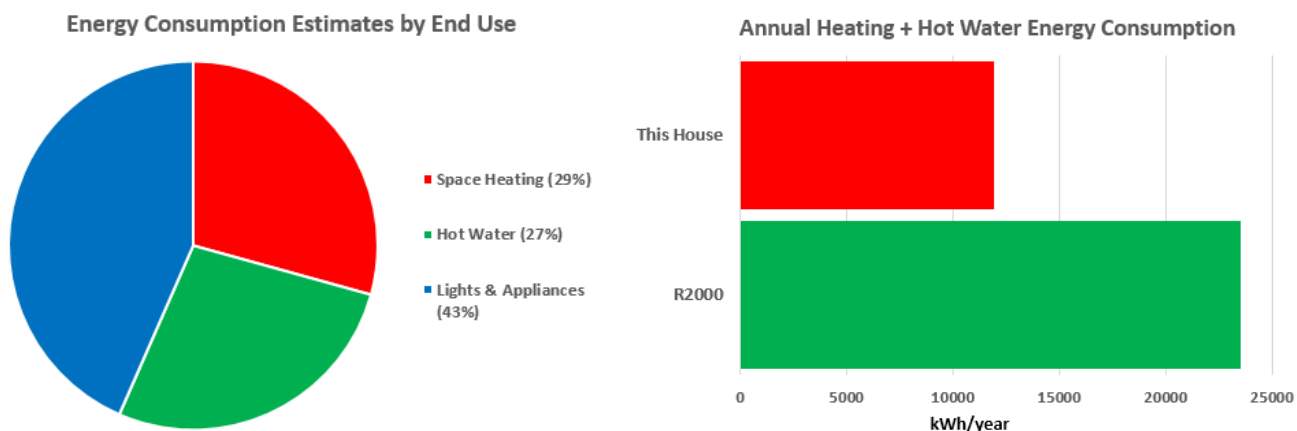
- Éclairage : lampes fluorescentes compactes (LFC) et quelques lampes à diodes électroluminescentes (DEL).
- Électroménagers : tous les appareils sont homologués ENERGY STAR^{MD}.
- Autres caractéristiques : chaque pièce est dotée de son propre thermostat, qui pourra être remplacé plus tard par un thermostat programmable.
- La dalle de béton teinte fait office de plancher fini.
- Les conduits d'évacuation des douches sont dotés de dispositifs de récupération de la chaleur des eaux ménagères.

Rendement de la consommation énergétique

La cote ÉnerGuide est une mesure du rendement énergétique d'une habitation. Le programme ÉnerGuide a été mis sur pied vers le milieu des années 1990. La cote est calculée au moyen d'une simulation informatique (HOT2000), qui utilise les paramètres réels du bâtiment, comme les valeurs de résistance thermique, l'efficacité des équipements mécaniques et l'étanchéité à l'air, ainsi que des paramètres standardisés d'occupation pour la charge des appareils électriques, la consommation d'eau chaude et les réglages du thermostat. La figure ci-dessous montre la répartition de la consommation énergétique de l'habitation présentée dans cette étude de cas.

Le programme R2000, créé dans les années 1980, est la référence en matière de construction résidentielle de haute efficacité énergétique au Canada. Il a été mis à jour dernièrement mais, dans la présente étude, l'habitation a été comparée à l'ancienne norme, selon laquelle une habitation jugée efficace obtient une cote ÉnerGuide de 80 ou plus.

Cote ÉnerGuide : 87



Latitude de l'habitation	60,5°N
Degrés-jours de chauffage par année	>6 000 DJC (°C)
Température moyenne en janvier	-16,2 °C (2,8 °F)
Température de calcul pour le chauffage en janvier	-41 °C (-43 °F)
Charge nominale du système de chauffage	7,5 kW (25 590 BTU/h)
Superficie chauffée, rez-de-chaussée et étages	112 m ² (1 208 pi ²)
Superficie chauffée sur la dalle	81 m ² (874 pi ²)
Superficie chauffée totale des aires habitables	112 m ² (1 208 pi ²)
Superficie au sol	93 m ² (1 000 pi ²)

Aire de fenêtrage	10,8 m ² (116 pi ²)
% de fenêtres face au sud	24 %
Taux de fuite d'air à -50 Pa (<i>en fonctionnement réel</i>)	0,4 RA/h
Surface de fuite équivalente à -10 Pa (<i>en fonctionnement réel</i>)	65,8 cm ² (10,2 po ²)
Consommation annuelle d'énergie par m ²	184 kWh/m ²
Consommation annuelle totale d'énergie projetée	20 656 kWh/an
Rendement réel comparativement aux factures des occupants	Données non disponibles – habitation occupée depuis moins d'un an au moment de la publication

Ce projet a été financé par la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) et le Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE) de Ressources naturelles Canada (RNCa). Les opinions exprimées dans le rapport sont celles de l'auteur (des auteurs) et ne reflètent pas nécessairement les opinions de la SCHL ou RNCa. La contribution financière de la SCHL et RNCa à la publication de ce rapport ne constitue nullement une approbation de son contenu.

Case Study #5 Carpiquet Road

SUMMARY: This profile features a house built by a builder for his son (Figure 1). He framed the house with a 38x89 mm (2x4 in.) wall, then filled the wall cavity with expanded polystyrene (EPS) foam billets. He then installed another 5 cm (2 in.) layer of EPS, then a 38x89 mm (2x4 in.) inner wall insulated with mineral wool insulation. The simple design of his house made air-sealing easy. The house is heated with electric baseboards.



Figure 1: SuperGreen House, Whitehorse, Yukon

Why SuperGreen¹? Builder,

Occupant Comments: This builder explains his reasons for going SuperGreen simply. “It’s a lot of work to build a house, so I might as well just do it right and save as much money and energy in the heating as we can.” He focussed on increased insulation and good windows.

He used Yukon Housing Corporation’s technical support to see what was new and then spent a bit of time on the internet to come up with his own design. He did the plumbing himself

and hired an electrician and a tile setter, both of whom he would recommend. He prepared all the drawings and told them what he wanted, then they had discussions as needed about how each part would work.

He didn’t run the design through the EnerGuide Rating system, though he did rely somewhat upon advice from an energy specialist. He’s happy with how the process worked and would use this design again.

He feels that it’s less costly to build SuperGreen when you account for the long term fuel savings compared to the extra cost of additional insulation, but he points out that he’s referring to the way he approached SuperGreen, not necessarily the way others approach it.

Location: This SuperGreen house is on an infill lot located in the Takhini North subdivision, Whitehorse, Yukon.

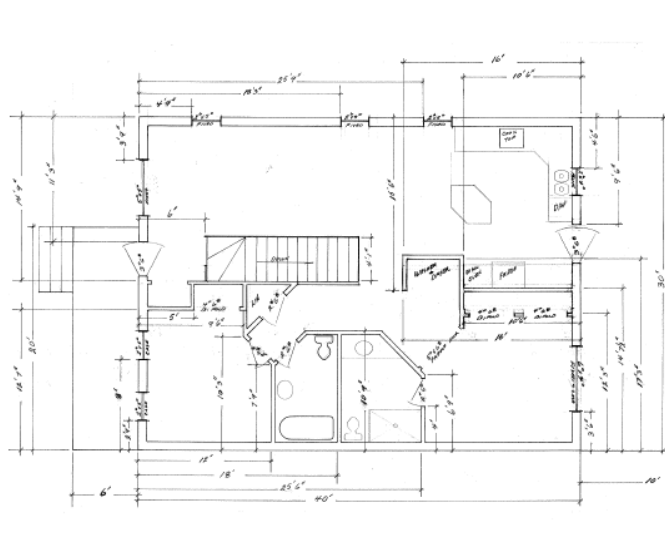


Figure 2: Main floor plan

¹ SuperGreen is a Yukon Housing Corporation standard of energy efficient house construction.

Designer-Builder Team: He did some upfront work with the construction team to effectively incorporate SuperGreen building processes.

Type of House: This house is a modest-sized detached bungalow of 223 m² (2400 ft²) which includes the finished basement. It has no attached garage and no rental suite (Figure 2).

Technical Details

Building Envelope:

- Walls (Figure 3): Framed with 38 x 89 mm (2x4 in.) filled with type IV EPS foam plus a continuous layer of type IV EPS foam and air-vapour barrier followed by an additional 38 x 89 mm (2x4 in.) wall with mineral wool insulation. Effective RSI 6.3 (R36).
- Ceilings: High heel trusses, vented attic, fibreglass insulation. Total RSI 12.3 (R70).

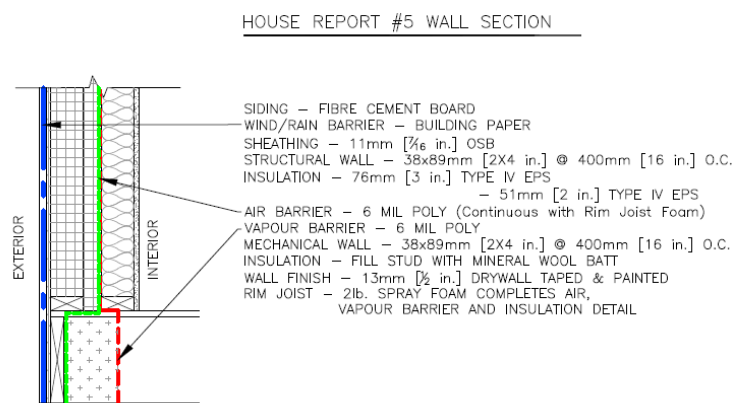


Figure 3: Wall section

- Foundation: Walk-out basement (half), walls are the same as the main floor except the outer framing is 38x140 (2x6 in.).

- Foundation floor: Treated wood floor joists with type IV EPS between.

- Windows: Fixed and casement style, triple-glazed, argon-filled low-e throughout (shipped from Alberta).

- Doors: Metal. polyurethane foam-filled.

Mechanical Systems:

- Space heating: Electric baseboard.
- Ventilation: Fully ducted Eneready Diamond E heat-recovery ventilator (HRV) 70% SRE at -25°C (13°F) balanced at 54 L/s (114 cfm) high speed and 24 L/s (50 cfm) low speed.
- Hot water: Electric conserver tank.

Lessons Learned:

The design was very straightforward and there were no particular hurdles or challenges because he had the plans in place and knew what needed to be done.

He planned the walls so they would be quick to put up, well insulated and not allow any moisture to get into the wall and cause mold. This system was easy to build and made for a very tight sealed house without a lot of fussing about it. He had seen other super-insulated wall systems go up and he wanted to try to make his process simpler.

First, he built a 38x140 mm (2x6 in.) structural wall in the wood basement. The wall stud spaces were filled with EPS foam billets. On the inside of that, he placed 5 cm (2 in.) of EPS foam and put the air-vapour barrier on the inside of that. He then built a 38x89 mm (2x4 in.) wall inside the air-vapour barrier for the plumbing and wiring. He filled that cavity with RSI 2.5 (R14) mineral wool batts. The main floor walls were constructed the same way only he reduced the structural wall to use 38x89 mm (2x4 in.) studs.



Figure 4: Window and exterior door

He purchased windows from Alberta because of the 25 year guarantee. The doors were locally purchased. (Figure 4)

For the ceiling, once the poly was in place on the inside of the trusses, he added 38x64 mm (2x3 in.) strapping which he filled with RSI 1.4 (R 8) fibreglass batt insulation. He then hauled fibreglass batts into the attic space and placed them himself. He didn't enjoy this part but he doesn't trust blown-in insulation.

Insulating the foundation floor was simple also and he would do that system again.

He chose electric heat because it's 100% efficient (one kW of electricity equals 1 kW of heat), it was inexpensive to install and it requires little or no maintenance.

Other Energy Efficiency and Sustainability Features:

- Control systems: Setback thermostat.
- Lighting: All light-emitting diodes (LED) lamps, with motion sensors outside under eaves, in the back, front and side of house.
- Appliances: All appliances are Energy Star® rated.

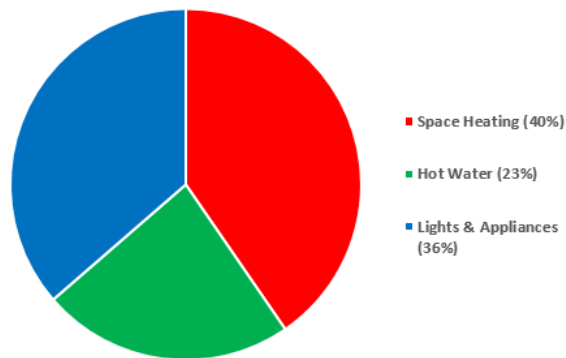
Energy Consumption Performance:

An EnerGuide rating is a measure of a home's energy performance. EnerGuide has been in place since the mid 1990's. It makes use of actual house parameters like insulation values, mechanical equipment efficiencies and air tightness in a computer energy simulation (Hot 2000) using standardised occupant conditions for plug in loads, hot water use and thermostat settings. The figure below shows the energy breakdown of this house.

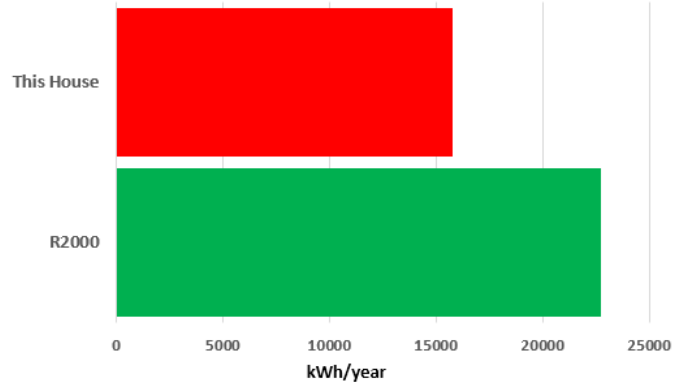
The R2000 program has been in place since the 1980's and has been the benchmark for energy efficient new housing in Canada. That benchmark has been upgraded recently, but for reference this house has been compared to the old familiar standard where a house deemed to be efficient gets an 80 or better on the EnerGuide scale.

EnerGuide Rating: 85

Energy Consumption Estimates by End Use



Annual Heating + Hot Water Energy Consumption



Project latitude	60.5°N
Annual heating degree day zone	>6000HDD°C
Mean January temperature	-16.2°C (2.8°F)
January heating design temperature	-41°C (-43°F)
Heating system design heat load	8.5 kW (29,003 BTU/h)
Main floor(s) heated area	99 m ² (1,064 ft ²)
Finished basement heated area	99 m ² (1,064 ft ²)
Total liveable area	198 m ² (2,128 ft ²)
Building footprint	112 m ² (1,200 ft ²)
Window area	17 m ² (183 ft ²)
% of windows facing south	7 %
Air leakage rate @ -50 Pa (<i>as operated</i>)	0.56 ach
Equivalent leakage area (hole size) @ -10 Pa (<i>as operated</i>)	125 cm ² (19.4 in ²)
Annual energy use per m ²	124 kWh/m ²
Projected total annual energy usage	24,460 kWh/yr
Actual performance as it compares to occupant utility bills	Data not available - House occupied less than 1 year at time of publication

This Project was funded by Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC) and Natural Resources Canada (NRCAN) Program for Energy Research and Development (PERD). The views expressed are the views of the author(s) and do not necessarily reflect the views of CMHC or NRCAN. CMHC's and NRCAN's financial contribution to this report does not constitute an endorsement of its contents.

Étude de cas 5 Chemin Carpiquet

RÉSUMÉ : Cette étude de cas porte sur une maison qu'un entrepreneur a construite pour son fils (voir la figure 1). Elle comporte un mur extérieur en poteaux de 38x89 mm (2x4 po), dont les cavités sont isolées avec des billettes de polystyrène expansé doublées de panneaux de polystyrène expansé de 5 cm (2 po), et un mur intérieur en poteaux de 38x89 mm (2x4 po) isolé à la laine minérale. Cette conception simple

facilite l'étanchéisation à l'air. La maison est chauffée avec des plinthes électriques.



Pourquoi SuperGreen¹?

Commentaires du constructeur et des occupants : Le constructeur a justifié son adoption de SuperGreen en termes simples : « Construire une maison, c'est beaucoup de travail. Autant le faire correctement, et économiser le plus d'énergie et d'argent possible dans le chauffage. » Il a donc mis l'accent sur l'isolation et la qualité des fenêtres.

Figure 1 : Maison SuperGreen, Whitehorse (Yukon)

Le constructeur a fait appel au soutien technique de la Société d'habitation du Yukon pour prendre connaissance des nouveautés, puis a fait des recherches sur Internet pour en arriver à une conception de son cru. Il a fait la plomberie lui-même et a engagé un électricien et un poseur de carreaux, qu'il recommanderait tous deux. Il a fait tous les plans. Il donnait ses instructions, après quoi on discutait des détails au besoin.

Le constructeur n'a pas fait la simulation du Système de cote ÉnerGuide, mais il a suivi quelques conseils d'un spécialiste en énergie. Il est satisfait du processus et réutiliserait ce concept.

Selon le constructeur, la construction SuperGreen revient moins cher quand on compare les économies de combustible à long terme aux coûts additionnels d'isolation, tout en soulignant qu'il ne peut se prononcer que sur son approche personnelle de SuperGreen, et non sur celle des autres.

Emplacement : Cette maison SuperGreen est située sur un terrain intercalaire du quartier

Le constructeur a fait appel au soutien technique de la Société d'habitation du

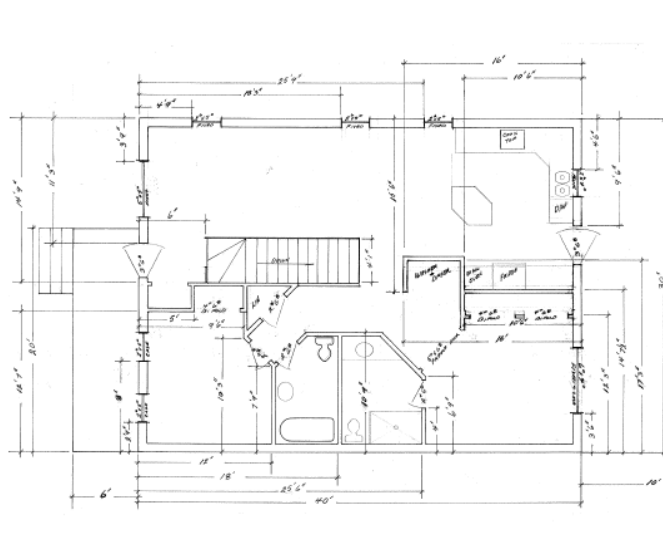


Figure 2 : Plan du rez-de-chaussée

¹ SuperGreen est une norme de construction d'habitation du Yukon.

Takhini North à Whitehorse (Yukon).

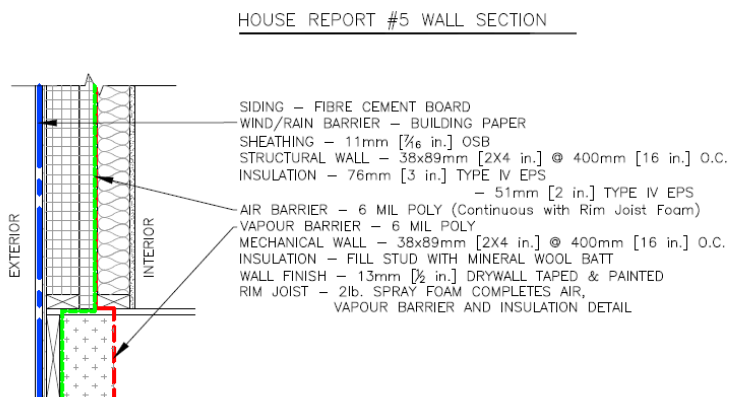
Équipe de conception et de construction : L'entrepreneur a fait quelques travaux préliminaires avec l'équipe de construction dans le but d'incorporer efficacement les méthodes de construction SuperGreen.

Type d'habitation : Bungalow de taille modeste de 223 m² (2 400 pi²) en incluant le sous-sol fini. Aucun garage attenant ni appartement accessoire (voir la figure 2).

Détails techniques

Enveloppe du bâtiment

- Murs (voir la figure 3) : mur extérieur en poteaux de 38x89 mm (2x4 po) rempli de mousse de polystyrène expansé de type IV, plus un revêtement continu de panneaux de polystyrène expansé de type IV et un pare-air/pare-vapeur, doublé d'un mur intérieur en poteaux de 38x89 mm (2x4 po) isolé à la laine minérale. Valeur RSI effective de 6,3 (R36).
- Plafonds : fermes à talons relevés, vide sous toit ventilé, isolant en fibre de verre. Valeur RSI totale de 12,3 (R70).



- Fondations : demi-sous-sol en rez-de-jardin, murs identiques aux murs du rez-de-chaussée, sauf que le mur extérieur est en poteaux de 38x140 (2x6 po).

- Plancher de fondations : solives de plancher en bois traité avec polystyrène expansé de type IV dans les cavités.

- Fenêtres : fixes et à battants, à triple vitrage, à lame

d'argon et à faible émissivité (fabriquées en Alberta).

Figure 3 : Section de mur

- Portes : en métal, remplies de mousse de polyuréthane.

Systèmes mécaniques

- Chauffage des locaux : plinthes électriques.
- Ventilation : ventilateur récupérateur de chaleur (VRC) Eneready Diamond E, réseau complet de conduits, ERS de 70 % à -25 °C (-13 °F), équilibré à 54 L/s (114 pi³/min) à haut régime et à 24 L/s (50 pi³/min) à bas régime.
- Eau chaude : chauffe-eau électrique à réservoir.

Leçons apprises

Le concept très simple n'a posé aucune difficulté majeure : les plans étaient faits et le constructeur avait une idée claire des travaux à accomplir.

Les murs ont été conçus de manière à s'assembler rapidement, à avoir une bonne résistance thermique et à ne laisser pénétrer aucune humidité risquant de causer l'apparition de moisissure. Ce système facile à construire a permis de bâtir une maison très étanche à l'air sans grand effort. Le constructeur avait été

témoin de l'érection d'assemblages muraux superisolés et souhaitait simplifier le processus pour son chantier.

Il a commencé par bâtir un mur structural en poteaux de 38x140 mm (2x6 po) pour le sous-sol à fondations en bois. Les cavités ont été remplies de billettes en mousse de polystyrène expansé. Il a ensuite posé des panneaux de polystyrène expansé de 5 cm (2 po) sur la face intérieure du mur, puis un pare-air/pare-vapeur sur la face intérieure des panneaux. Il a ensuite adossé au pare-air/pare-vapeur un mur intérieur en poteaux de 38x89 mm (2x4 po) pour la plomberie et l'électricité. Les cavités de ce mur ont été remplies de laine minérale en matelas d'une valeur RSI de 2,5 (R14). Les murs du rez-de-chaussée ont été construits de la même manière, sauf que le mur structural est fait en poteaux de 38x89 mm (2x4 po).



Figure 4 : Fenêtre et porte extérieure

Les fenêtres ont été commandées auprès d'un fabricant albertain en raison de leur garantie de 25 ans. Les portes ont été achetées dans la région (voir la figure 4).

Au plafond, une feuille de polyéthylène a été placée sur la face intérieure des fermes, puis des fourrures de 38x64 mm (2x3 po) ont été ajoutées, dont les cavités ont été remplies d'isolant en matelas de fibre de verre d'une valeur RSI de 1,4 (R8). Il a ensuite ajouté lui-même des matelas de fibre de verre dans le vide sous toit. Ce fut un travail fastidieux, mais le constructeur ne fait pas confiance aux isolants soufflés.

L'isolation du plancher des fondations a été simple, et le constructeur répéterait l'expérience.

Le constructeur a opté pour le chauffage électrique, car celui-ci est efficace à 100 % (1 kW d'électricité égale 1 kW de chaleur), peu coûteux à installer et ne nécessite presque pas d'entretien.

Autres caractéristiques d'efficacité énergétique et de durabilité

- Dispositifs de commande : thermostat programmable.
- Éclairage : lampes à DEL, détecteurs de mouvement à l'extérieur sous les débords de toit, à l'arrière, à l'avant et sur les côtés de la maison.
- Électroménagers : tous les appareils sont homologués ENERGY STAR^{MD}.

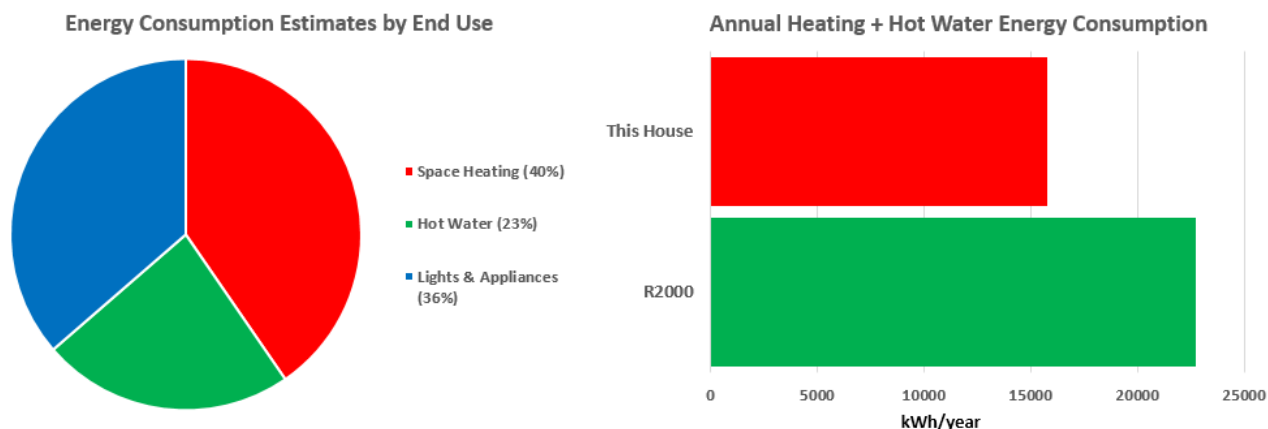
Rendement de la consommation énergétique

La cote ÉnerGuide est une mesure du rendement énergétique d'une habitation. Le programme ÉnerGuide a été mis sur pied vers le milieu des années 1990. La cote est calculée au moyen d'une simulation informatique (HOT2000), qui utilise les paramètres réels du bâtiment, comme les valeurs de résistance thermique, l'efficacité des équipements mécaniques et l'étanchéité à l'air, ainsi que des paramètres standardisés d'occupation pour la charge des appareils électriques, la consommation d'eau

chaude et les réglages du thermostat. La figure ci-dessous montre la répartition de la consommation énergétique de l'habitation présentée dans cette étude de cas.

Le programme R2000, créé dans les années 1980, est la référence en matière de construction résidentielle de haute efficacité énergétique au Canada. Il a été mis à jour dernièrement mais, dans la présente étude, l'habitation a été comparée à l'ancienne norme, selon laquelle une habitation jugée efficace obtient une cote ÉnerGuide de 80 ou plus.

Cote ÉnerGuide : 85



Latitude de l'habitation	60,5°N
Degrés-jours de chauffage par année	>6 000 DJC (°C)
Température moyenne en janvier	-16,2 °C (2,8 °F)
Température de calcul pour le chauffage en janvier	-41 °C (-43 °F)
Charge nominale du système de chauffage	8,5 kW (29 003 BTU/h)
Superficie chauffée, rez-de-chaussée et étages	99 m ² (1 064 pi ²)
Superficie chauffée, sous-sol fini	99 m ² (1 064 pi ²)
Aire habitable totale	198 m ² (2 128 pi ²)
Superficie au sol	112 m ² (1 200 pi ²)
Aire de fenêtrage	17 m ² (183 pi ²)
% de fenêtres face au sud	7 %
Taux de fuite d'air à -50 Pa (<i>en fonctionnement réel</i>)	0,56 RA/h
Surface de fuite équivalente à -10 Pa (<i>en fonctionnement réel</i>)	125 cm ² (19,4 po ²)
Consommation annuelle d'énergie par m ²	124 kWh/m ²
Consommation annuelle totale d'énergie projetée	24 460 kWh/an
Rendement réel comparativement aux factures des occupants	Données non disponibles – habitation occupée depuis moins d'un an au moment de la publication

Ce projet a été financé par la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) et le Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE) de Ressources naturelles Canada (RNCAN). Les opinions exprimées dans le rapport sont celles de l'auteur (des auteurs) et ne reflètent pas nécessairement les opinions de la SCHL ou RNCAN. La contribution financière de la SCHL et RNCAN

à la publication de ce rapport ne constitue nullement une approbation de son contenu.

Case Study #6 Aksala Drive

SUMMARY: This profile features a house (Figure 1) designed by a homeowner-architect and built by her brother, a local builder. The walls are framed with 38x89 mm (2x4 in.) with an exterior insulation system comprised of 150 mm (6 in.) of rigid type IV expanded polystyrene (EPS) foam. The house is heated with electric baseboards.



Figure 1: SuperGreen House, Whitehorse, Yukon

Why SuperGreen¹? Builder,

Occupant Comments: The designer and her partner, both architects, had previously owned a SuperGreen condo. They wanted to experiment with their own house to see what they could achieve in terms of long-term cost savings and trying to reduce their reliance on fossil fuels. Her brother, a local builder, was willing to try something new and seized the opportunity to build SuperGreen.

In designing the house, they used their own knowledge as architects as well as information from the Cold Climate Housing Research Center (CCHRC) in Fairbanks, Alaska. The

design focuses on increased levels of wall insulation and high quality windows. A local energy expert assisted with mechanical system design.

Location: This SuperGreen house is located in the Whistlebend subdivision, Whitehorse, Yukon.

Designer-Builder Team: They did most of the drawings themselves, except the ventilation plans which changed during the course of construction. The builder did a lot of extra research to make sure all the systems would work.

This was the first time their trades had worked together on a SuperGreen house, but they recommended each other. The homeowner-designer team were on-site most of the time every day during construction and between themselves and the builder, they didn't give anybody much room to stray from the plan. Their coordination approach was very "hands-on" and the tradespeople had to stick to what they provided.

They had a lot of family members working on this house which helped keep costs down.

Type of House: This detached house is a modest size at a total of 204 m² (2195 ft²), including finished and unfinished space. It has an additional 80.4 m² (865 ft²) rental income suite, included to help offset the mortgage. It has no attached garage. The suite has a main floor and finished basement, while the main living area is two-storey with an unfinished basement.

¹ SuperGreen is a Yukon Housing Corporation standard of energy efficient house construction.

Technical Details

Building Envelope:

- Walls (Figure 2): 38x89 mm (2x4 in.) wall with fibreglass batt insulation, exterior plywood sheathing with the air-vapor barrier on outside, then 6 inches of expanded polystyrene (EPS) insulation, weather barrier, wood strapping and siding. Effective RSI 7.6. (R43).
- Ceilings: High heel trusses, vented attic with RSI 12.3 (R70), blown-in cellulose.
- Foundation: Full basement, 38x184 mm (2x8 in.) preserved wood foundation (PWF), with 10 mm (4 in.) of type IV EPS, blue skin stick-on foundation protection.
- Foundation floor: 10 mm (4 in.) type IV EPS HS40 foam insulation, poly air vapour barrier, 38x140 mm (2x6 in.) PWF wood sleepers, 1.3 mm (0.5 in) plywood floor sheathing.
- Windows: Fixed and casement style vinyl, triple-glazed, argon-filled low-e throughout (locally manufactured).
- Doors: Metal polyurethane foam-filled with a double pane window.

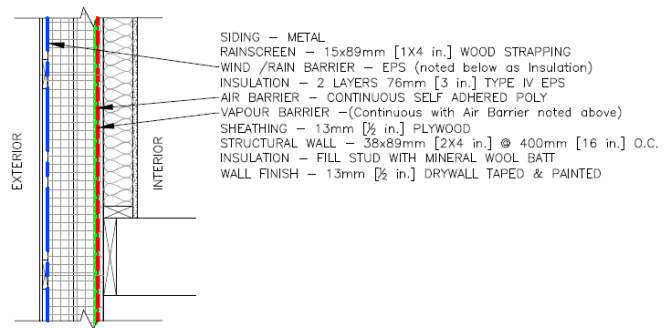


Figure 2: Wall section

Mechanical Systems:

- Space heating: Electric baseboard, planning to add a propane fireplace for ambiance and back-up.
- Ventilation: Separate fully ducted Venmar EKO 1.5 ECM heat-recovery ventilator (HRV) 64% SRE at -25°C (13°F) balanced at 61 L/s (130 cfm) high speed with 31 L/s (65 cfm) low speed for the main house and 42L/s (90 cfm) high speed with 21 L/s (45 cfm) low speed for the suite.
- Hot water: Separate electric conserver hot water tanks for each space.
- Renewable energy system: It won't be difficult to add solar photovoltaic (PV) to the house which is something they would like to do in the next 5 years.

Lessons Learned:

For the walls, the builder wanted to experiment with a wall system from CCHRC and to try something different than what other local builders were doing. The construction took a bit longer than expected due to the unforeseen lengthy installation time of the 150 mm (6 in.) of rigid insulation. This resulted in multiple passes around the building assembly that weren't anticipated to complete the layers of the wall.

There were a couple of difficulties working with the foam, both cutting through the thickness of it which added time and also, it was difficult to find the studs through the insulation so the builder missed them every once in a while.



Figure 3: Exterior view from the living room

The foundation walls worked out well and were really easy to build. The builder found it easier to work with the foam in a below grade situation. For the floor, they wish they had added more insulation, either spray foam or fibreglass batts.

They worked with a local EnerGuide Rating system (ERS) specialist who ran the final design through the EnerGuide program, but they would have preferred to work with the program before they started planning, to run different wall options through the program to see if another system would have been better (lower cost).

Initially, the inspector didn't understand the location of the air and vapour barrier, but once the wall system was explained everything was fine.

They chose electric heat because it was cheap to install and because there is so much insulation, they anticipate the house shouldn't need much electricity to heat. In retrospect, they would have liked to consider other heating systems such as heat pumps which are more efficient, but they didn't want a furnace.

Since they built their house, her mother, who was building a new home, has also decided to build SuperGreen. She decided that having lower utility bills and a more efficient home was worth it.

There were no problems with the trades and the polyethylene air-vapour barrier, though they were not used to seeing the poly on the exterior of the sheathing. The structural engineer recommended against putting too many holes in the 38x89 mm (2x4 in.) walls, which in some cases was not respected by the trades.

If they were doing another house, they would stick with their final wall assembly. They would also design deeper roof trusses to accommodate more insulation, to bring it up to RSI 17.6 (R100). The builder would like to try a "hot roof" design.



Figure 4: Kitchen

The builder feels that generally, people are worried about getting in trouble if they build something wrong, so they stick with what they know. He agrees that the up-front cost of SuperGreen is a bit higher but most of the effort goes into insulation and taking care of vapour-barrier continuity.

He would like to see more contractor breakfasts so builders know they aren't the only ones out there, and more incentives for renewable and energy-efficiency.

Other Energy Efficiency and Sustainability Features:

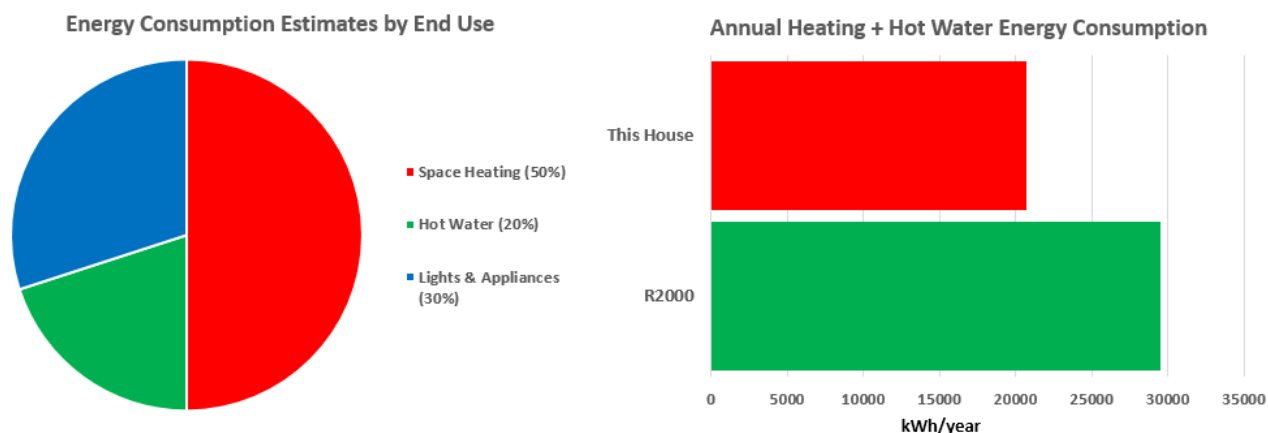
- Control systems: Motion and light sensors outside. Wireless thermostats on their baseboards which they hope to figure out how to control with their smartphones.
- Lighting: 50% light-emitting diode (LED) lamps (over time they will change the rest over to LED) and some halogen lamps.
- Appliances: All appliances are Energy Star® rated. They have a gas range with electric oven.
- Other features include: Most windows are located on the south and west sides for solar gain.

Energy Consumption Performance:

An EnerGuide rating is a measure of a home's energy performance. EnerGuide has been in place since the mid 1990's. It makes use of actual house parameters like insulation values, mechanical equipment efficiencies and air tightness in a computer energy simulation (Hot 2000) using standardised occupant conditions for plug in loads, hot water use and thermostat settings. The figure below shows the energy breakdown of this house.

The R2000 program has been in place since the 1980's and has been the benchmark for energy efficient new housing in Canada. That benchmark has been upgraded recently, but for reference this house has been compared to the old familiar standard where a house deemed to be efficient gets an 80 or better on the EnerGuide scale.

EnerGuide Rating: 85



Project latitude	60.5°N
Annual heating degree day zone	>6000HDD°C
Mean January temperature	-16.2°C (2.8°F)
January heating design temperature	-41°C (-43°F)
Heating system design heat load	15.5 kW (52,888) BTU/h)

Main floor(s) heated area	171 m ² (1,840 ft ²)
Finished basement heated area	103 m ² (1,104 ft ²)
Total liveable area	274 m ² (1,944 ft ²)
Building footprint	124 m ² (1,337 ft ²)
Window area	46 m ² (496 ft ²)
% of windows facing south	41 %
Air leakage area @ -50 Pa (<i>as operated</i>)	0.7 ach
Equivalent leakage area (hole size) @ -10 Pa (<i>as operated</i>)	216 cm ² (33.5 in ²)
Annual energy use per m ²	107 kWh/m ²
Projected total annual energy usage	29,423 kWh/yr
Actual performance as it compares to occupant utility bills	Data not available - House occupied less than 1 year at time of publication

This Project was funded by Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC) and Natural Resources Canada (NRCAN) Program for Energy Research and Development (PERD). The views expressed are the views of the author(s) and do not necessarily reflect the views of CMHC or NRCAN. CMHC's and NRCAN's financial contribution to this report does not constitute an endorsement of its contents.

Étude de cas 6 Promenade Aksala

RÉSUMÉ : Cette étude de cas porte sur une maison (voir la figure 1) conçue par une propriétaire-occupante architecte et construite par son frère, un constructeur de la région. L'ossature des murs est en poteaux de 38x89 mm (2x4 po), avec un système d'isolation par l'extérieur composé de panneaux rigides de polystyrène expansé de type IV d'une épaisseur totalisant 150 mm (6 po). La maison est chauffée au moyen de plinthes électriques.



Figure 1 : Maison SuperGreen, Whitehorse (Yukon)

Pourquoi SuperGreen¹?

Commentaires du constructeur et des occupants : La conceptrice et son conjoint, tous deux architectes, avaient déjà été propriétaires d'un logement en copropriété SuperGreen. Ils souhaitent expérimenter sur leur propre maison leur capacité à réaliser des économies à long terme et à réduire leur consommation de combustibles fossiles. Le frère de la conceptrice, un constructeur de la région, souhaitait relever de nouveaux défis et a saisi l'occasion de s'initier à SuperGreen.

Pour la conception, les architectes ont fait appel à leurs connaissances ainsi qu'aux informations fournies par le Cold Climate Housing Research Center (CCHRC) de Fairbanks, en Alaska. Le concept retenu mise sur une excellente isolation des murs et des fenêtres de qualité supérieure. Un expert en énergie de la région a participé à la conception des systèmes mécaniques.

Emplacement : Cette habitation SuperGreen est située dans le lotissement de Whistle Bend à Whitehorse (Yukon).

Équipe de conception et de construction : L'équipe a dessiné la plupart des plans, sauf ceux du système de ventilation, qui ont changé pendant la construction. Le constructeur a dû faire beaucoup de recherches pour s'assurer du bon fonctionnement de tous les systèmes.

C'était la première fois que les ouvriers qualifiés engagés travaillaient ensemble sur une maison SuperGreen, mais ils s'étaient recommandés les uns les autres. Les propriétaires-concepteurs étaient sur le chantier la plupart du temps, tous les jours. Comme le constructeur était également présent, les ouvriers ne risquaient pas de dévier du plan. Leur approche de coordination était très interventionniste, et les ouvriers devaient suivre les directives.

Plusieurs membres de la famille sont venus donner un coup de main, ce qui a aidé à réduire les coûts.

¹ SuperGreen est une norme de construction d'habitations à haut rendement énergétique de la Société d'habitation du Yukon.

Type d'habitation : Maison individuelle de taille modeste totalisant 204 m² (2 195 pi²), en incluant les espaces aménagés et non aménagés. Un appartement accessoire de 80,4 m² (865 pi²) permet de générer un revenu locatif qui aide à assumer les charges hypothécaires. Il n'y a pas de garage attenant. L'appartement comporte un rez-de-chaussée et un sous-sol aménagé, tandis que l'habitation principale a deux étages et un sous-sol non aménagé.

Détails techniques

Enveloppe du bâtiment

- Murs (voir la figure 2) : ossature en poteaux de 38x89 mm (2x4 po) avec isolant en matelas de fibre de verre, revêtement intermédiaire extérieur en contreplaqué avec pare-air/pare-vapeur sur la face extérieure, puis ajout de 6 pouces d'isolant en panneaux de polystyrène expansé, d'une membrane pare-intempéries, d'un fond de clouage en bois et d'un parement. Valeur RSI effective de 7,6 (R43).

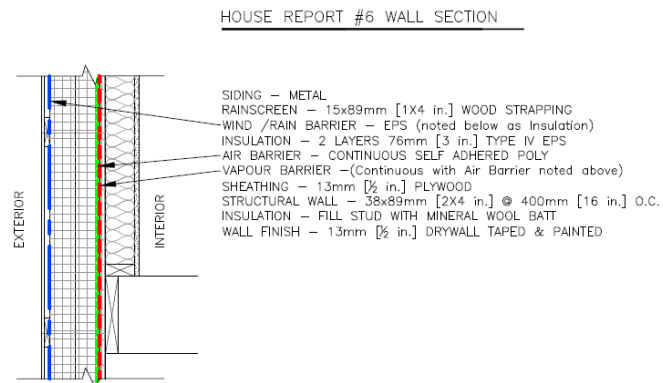


Figure 2 : Section de mur

- Plafonds : fermes à talons relevés, vide sous toit ventilé, valeur RSI de 12,3 (R70), cellulose soufflée.
- Fondations : sous-sol pleine hauteur, fondations en poteaux de bois traité de 38x184 mm (2x8 po) avec 10 mm (4 po) de polystyrène expansé de type IV, membrane autoadhésive Blueskin.
- Plancher de fondations : 10 mm (4 po) d'isolant en polystyrène expansé HS40 de type IV, pare-air/pare-vapeur en polyéthylène, dormants en poteaux de bois traité de 38x140 mm (2x6 po), revêtement de plancher en contreplaqué de 1,3 mm (0,5 po).
- Fenêtres : en vinyle, fixes et à battants, à triple vitrage, à lame d'argon et à faible émissivité (fabriquées dans la région).
- Portes : en métal, remplies de mousse de polyuréthane, avec fenêtre à double vitrage.

Systèmes mécaniques

- Chauffage des locaux : plinthes électriques, un foyer au gaz propane sera ajouté pour l'ambiance et comme système d'appoint.
- Ventilation : ventilateur récupérateur de chaleur (VRC) Venmar EKO 1.5, avec moteur à commutation électronique et réseau complet de conduits, ERS de 64 % à -25 °C (-13 °F), équilibré à 61 L/s (130 pi³/min) à haut régime et à 31 L/s (65 pi³/min) à bas régime pour l'habitation principale et à 42 L/s (90 pi³/min) à haut régime et à 21 L/s (45 pi³/min) à bas régime pour l'appartement.
- Eau chaude : chauffe-eau électrique à réservoir distinct pour chaque logement.
- Système d'énergie renouvelable : il ne sera pas difficile d'ajouter un système solaire photovoltaïque, que les propriétaires souhaitent installer d'ici cinq ans.

Leçons apprises

Le constructeur souhaitait faire l'expérience d'un système mural du CCHRC et essayer des méthodes que les autres constructeurs locaux n'emploient pas. Les travaux ont été un peu plus longs que prévu, car on avait sous-estimé le temps nécessaire pour poser les panneaux isolants de 150 mm (6 po). L'assemblage des différentes strates du mur a nécessité un plus grand nombre d'étapes qu'il n'avait été prévu au départ.

Les panneaux de mousse se sont avérés difficiles à manipuler : leur découpage était long et ardu, et il était difficile de localiser les poteaux sous les panneaux, de sorte que le constructeur passait occasionnellement à côté.



Les ouvriers qualifiés n'ont eu aucune difficulté à poser le pare-air/pare-vapeur en polyéthylène, même s'ils n'avaient pas l'habitude de voir celui-ci du côté extérieur du revêtement intermédiaire. L'ingénieur en structures avait conseillé de réduire au minimum le nombre de perforations dans les poteaux de 38x89 mm (2x4 po) des murs, directive qui n'a pas toujours été suivie par les ouvriers.

Si c'était à refaire, les concepteurs conserveraient leur système mural. Ils

Figure 3 : Vue extérieure à partir de la salle de séjour

utiliseraient des fermes plus épaisses pour y mettre plus d'isolant et porter la valeur RSI de la toiture à 17,6 (R100). Le constructeur aimerait essayer le concept du « toit chaud ».

La construction des murs de fondation a été très facile et sans problème. Le constructeur a trouvé plus facile de travailler les panneaux de mousse sous le niveau du sol. Après réflexion, les propriétaires ont indiqué qu'ils auraient dû mieux isoler le plancher en ajoutant plus de mousse projetée ou d'isolant de fibre de verre en matelas.

Les propriétaires ont collaboré avec un spécialiste du Système de cote ÉnerGuide de la région, qui a vérifié le concept final en fonction du programme ÉnerGuide. Ils auraient toutefois préféré travailler avec le programme avant le début de la planification afin de tester différents types de murs pour voir si un autre système aurait été meilleur (ou moins cher).

Au départ, l'inspecteur n'a pas compris la position du pare-air/pare-vapeur, mais tout est rentré dans l'ordre après que le système mural lui eut été expliqué.

Les propriétaires ont opté pour le chauffage à l'électricité en raison de son bas coût d'installation. De plus, la maison étant très bien isolée, ils ne s'attendaient pas à consommer beaucoup d'électricité pour le chauffage. Avec le recul, ils estiment qu'ils auraient pu envisager d'autres systèmes de chauffage plus efficaces, comme une pompe à chaleur, mais ils ne voulaient pas de générateur d'air chaud.

Depuis la construction, la mère de la propriétaire, sur le point de se construire une maison, a décidé d'opter pour un concept SuperGreen, estimant que la réduction des factures et la construction d'une maison plus efficace valaient l'investissement.

Le constructeur croit que la plupart des gens s'en tiennent aux méthodes qu'ils connaissent parce qu'ils craignent d'avoir des problèmes s'ils font une erreur de construction. Il convient que le coût de construction d'une maison SuperGreen est légèrement plus élevé, mais la majorité de l'effort est investi dans l'isolation et la continuité du pare-vapeur.

Il souhaiterait voir augmenter le nombre de déjeuners-causeries d'entrepreneurs, afin que les constructeurs aient moins l'impression de faire cavalier seul. Il estime également qu'il devrait y avoir plus d'incitatifs pour les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique.

Autres caractéristiques d'efficacité énergétique et de durabilité

- Dispositifs de commande : capteurs de mouvement et de lumière à l'extérieur. Thermostats sans fil pour les plinthes chauffantes, que les propriétaires espèrent apprendre un jour à commander avec leur téléphone intelligent.
- Éclairage : 50 % de lampes à DEL (le reste sera graduellement converti aux DEL) et quelques lampes à halogène.
- Électroménagers : tous les appareils sont homologués ENERGY STAR^{MD}. Poêle-cuisinière au gaz avec four électrique.
- Autres caractéristiques : la plupart des fenêtres sont orientées vers le sud et l'ouest pour maximiser les gains solaires.



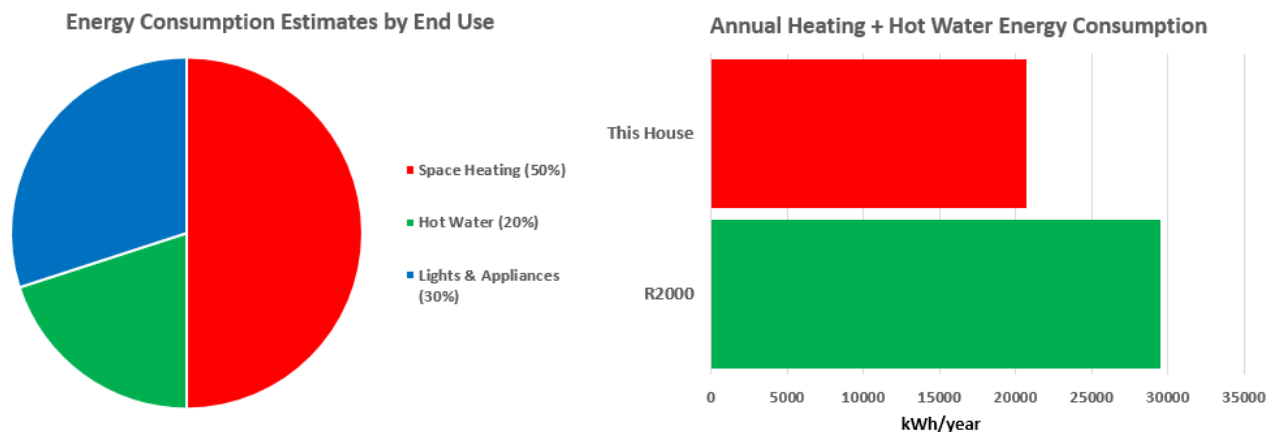
Figure 4 : Cuisine

Rendement de la consommation énergétique

La cote ÉnerGuide est une mesure du rendement énergétique d'une habitation. Le programme ÉnerGuide a été mis sur pied vers le milieu des années 1990. La cote est calculée au moyen d'une simulation informatique (HOT2000), qui utilise les paramètres réels du bâtiment, comme les valeurs de résistance thermique, l'efficacité des équipements mécaniques et l'étanchéité à l'air, ainsi que des paramètres standardisés d'occupation pour la charge des appareils électriques, la consommation d'eau chaude et les réglages du thermostat. La figure ci-dessous montre la répartition de la consommation énergétique de l'habitation présentée dans cette étude de cas.

Le programme R2000, créé dans les années 1980, est la référence en matière de construction résidentielle de haute efficacité énergétique au Canada. Il a été mis à jour dernièrement mais, dans la présente étude, l'habitation a été comparée à l'ancienne norme, selon laquelle une habitation jugée efficace obtient une cote ÉnerGuide de 80 ou plus.

Cote ÉnerGuide : 85



Latitude de l'habitation	60,5°N
Degrés-jours de chauffage par année	>6 000 DJC (°C)
Température moyenne en janvier	-16,2 °C (2,8 °F)
Température de calcul pour le chauffage en janvier	-41 °C (-43 °F)
Charge nominale du système de chauffage	15,5 kW (52 888 BTU/h)
Superficie chauffée, rez-de-chaussée et étages	171 m ² (1 840 pi ²)
Superficie chauffée, sous-sol fini	103 m ² (1 104 pi ²)
Aire habitable totale	274 m ² (2 944 pi ²)
Superficie au sol	124 m ² (1 337 pi ²)
Aire de fenêtrage	46 m ² (496 pi ²)
% de fenêtres face au sud	41 %
Taux de fuite d'air à -50 Pa (<i>en fonctionnement réel</i>)	0,7 RA/h
Surface de fuite équivalente à -10 Pa (<i>en fonctionnement réel</i>)	216 cm ² (33,5 po ²)
Consommation annuelle d'énergie par m ²	107 kWh/m ²
Consommation annuelle totale d'énergie projetée	29 423 kWh/an
Rendement réel comparativement aux factures des occupants	Données non disponibles –

	habitation occupée depuis moins d'un an au moment de la publication
<i>Ce projet a été financé par la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) et le Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE) de Ressources naturelles Canada (RNCa). Les opinions exprimées dans le rapport sont celles de l'auteur (des auteurs) et ne reflètent pas nécessairement les opinions de la SCHL ou RNCa. La contribution financière de la SCHL et RNCa à la publication de ce rapport ne constitue nullement une approbation de son contenu.</i>	

Case Study #7 Takhini Hot Springs Road

SUMMARY: This profile features a house built by a homeowner using high efficiency structural insulated panels (SIPs). This house (Figure 1) is a simple design built 15 km outside of Whitehorse City limits off the Takhini Hot Springs Road. The homeowner chose to build a high-efficiency home, despite the fact that he was not bound by the City's thermal performance bylaws. This house is heated with wood with conventional electric heat as a back-up.



Figure 1: SuperGreen House, Whitehorse, Yukon

He and his wife would have liked to incorporate renewable energy technologies into the house, but they weren't ready to install any until they were more proven cost effective. Instead they focussed on insulation and air-tightness and a compact design. He used SIPs, and added more insulation to this wall system, quad windows and a double exterior door system and maximized his glazing for solar gain.

For resources, he used information from the YHC course, local energy specialists and consultants, the local window manufacturers, the company who fabricated the SIPs, a building inspector, a civil engineer, a building designer and a carpenter.

Location: This SuperGreen house is located in an agricultural area off the Takhini Hot Springs Road near Whitehorse, Yukon.

Why SuperGreen¹? Builder, Occupant Comments:

The homeowner took the Yukon Housing Corporation (YHC) Homeowner/ Builder Self-Help Course which included one lecture on super energy-efficient construction techniques. He was in the process of designing a "retirement home", so his key criteria were minimizing operating and maintenance costs and minimizing the complexity of running it. SIPs (Figure 2) were more economical for overall cost of installation and have less materials waste. He wanted to build green, but affordable green.



Figure 2: SIPs assembly

¹ SuperGreen is a Yukon Housing Corporation standard of energy efficient house construction.



Figure 3: SIPs assembled

Designer-Builder Team:

He and his wife came up with the design and drew up the plans which they gave to the SIPs company who prepared the engineered drawings. They started by contracting a friend who is a carpenter. Together they learned how to assemble the prefabricated SIPs walls and roof based on details from the manufacturer. An example of this is using heavy duty tie down straps to pull sections together for an airtight seal.

They were open to experimenting, problem solving and thinking through the details together. The owner and his carpenter completed the majority of the trades work calling upon specific expertise as necessary.

They designed and built the house so they could manage it themselves and so they could control the

cost. He was building it primarily for them to live in. They did not run the design through the EnerGuide rating program. They found the building inspector very supportive and helpful with any issues that came up.

He suggests that contactors, tradespeople and individual homeowners would benefit from education on SuperGreen (SIPs in particular) education and incentive programs are good promotional tools.

He notes that because heating is very expensive, it's worthwhile to spend extra money up front especially in relatively low cost items like insulation and air tightness.

Type of House: This is a modest-sized detached two-storey house with a 2 m (6.6 ft.) crawlspace and a living area of approximately 214 m² (2300 ft²). It has no attached garage but does have an attached woodshed and has no rental suite. The crawlspace includes 88 m² (952 ft²) for storage and utilities (hot water tank, HRV).

Technical Details

Building Envelope:

- Walls (Figure 4): 21 mm (8 1/4 in.) SIPs RSI 6.4 (R36) with a 38x89 mm (2x4 in.) interior wall against the SIPs insulated with fibreglass batts. Effective RSI 9 (R51.5).
- Ceilings: Hot roof cathedral ceiling 300 mm (12 in.) SIPs, Effective RSI 9.2 (R52) insulation.
- Foundation: Crawlspace preserved

HOUSE REPORT #7 WALL SECTION

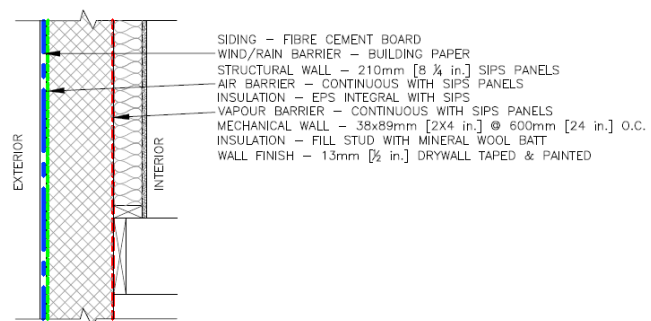


Figure 4: Wall section

wood foundation (PWF) with staggered double studs on a concrete strip-footing. The sections of the main floor walls that are below ground are built the same as the crawlspace.

- Foundation floor: Type IV expanded polystyrene (EPS) and 6 mil poly covered with washed pea gravel.
- Windows: Fixed and casement style, quadruple-glazed, argon-filled low-e throughout (locally manufactured).
- Doors: Polyurethane foam filled metal doors with glass and locally manufactured double exterior door system.

Mechanical Systems:

- Space heating: Primary: EPA wood stoves (large one for main heating, smaller one in living area when required). Secondary: Electric baseboards.
- Ventilation: Fully ducted Vanee 1001 heat-recovery ventilator (HRV) 67% SRE at -25°C (13°F) balanced at 66 L/s (140 cfm) high speed and 35 L/s (75 cfm) low speed.
- Hot water: Electric conserver hot water tank.



Figure 5: Quad windows

Lessons Learned:

He chose the wall system for energy efficiency and ease of construction. Though he has no experience with other energy efficient wall systems, he was happy with the house design and with the SIPs. They found that builders/contractors don't want to build with SIPs because they're not experienced with them and it's not profitable for them because the fabrication and materials purchase occurs elsewhere. For himself as the homeowner, he found SIPs were fast to put up.

Similarly with the site built foundation walls he would use this system again. It was relatively inexpensive and easy to build.

They used fiberglass batt insulation for the foundation walls because of cost, but the alternative would have been spray foam insulation.

He chose quad windows (Figure 5) because they are the most energy efficient. They increased R value by more than 45% compared to triple glazed with coatings for only a 25% increase in cost. He would use quad windows again, but he admits they were very heavy to install. The added bonus is the better sound barrier to outside noise.

For his main entry door he chose a solid single door in combination with an arctic entry. He chose to keep the doors solid and place quad windows adjacent to the doors to let in the light, rather than putting glass in the door.

The other entries use a double door system which is working well, though he thought there might be a frosting issue between two doors but there is no evidence of this so far. The esthetic and convenience trade off was creating the air lock. They found that the thickness of the wall at 330 mm (13 in.) was perfect for this double door system. When you put the two doors together and close them it squeezes the air out. This keeps the inner door warmer.

In a future vaulted ceiling (Figure 6), he would insulate the same way. It was effective and inexpensive and relieved lot of ventilation problems that can occur in an attic. With SIPs he didn't have to apply a vapour barrier because the SIPs are both an air and vapour barrier, but installed one anyhow just to be sure.

For the heating system, he made decisions based primarily on the low capital cost of electric baseboards and wood stoves (Figure 7). Wood is also plentiful and low cost in his area. Baseboards are the least expensive to install, and wood stoves are inexpensive to operate. He keeps the baseboards at a minimum 10 degrees Celsius, he notes they seldom come on.



Figure 7: Wood stove



Figure 6: Vaulted ceiling

He wanted to allow natural convection of hot air, so he left the chimney chase open to allow heat to go up to the first floor. He brings the wood through a 'wood bin' like in the old days when they delivered coal. The bin is connected to the wood shed and filled from the outside. He put considerable thought into wood storage and accessibility so he could eliminate the need to carry the wood through the house. He expects to use between 3 and 3 ½ cords of wood per year.

Building a SuperGreen home influenced his choice of heating systems because he believes that using primary wood heat maximizes heating cost efficiency. In the future he plans to explore some different heating system options such as an air source air heat pump as a way of using electric heat more efficiently.

Other Energy Efficiency and Sustainability Features:

- Lighting: Mostly light-emitting diode (LED) lamps and some compact fluorescent lamps.
- Appliances: All appliances are Energy Star® rated.

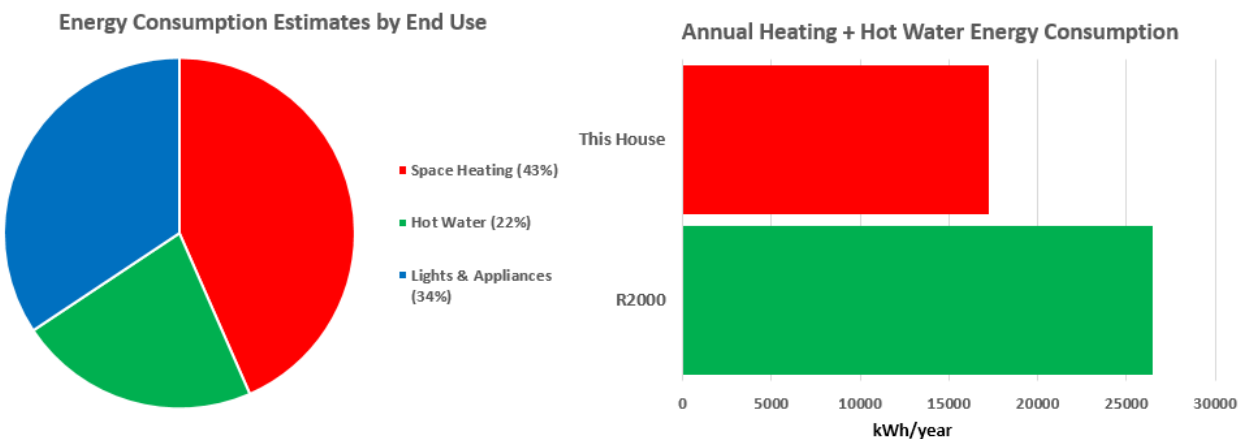
- Other features include: Four rainwater collection barrels for gardens, induction cook stove, a simple high efficiency bath fan air circulation system to move heated air from the wood stove to other rooms; and a stairway ceiling fan to move heat around. They collected their untreated waste construction wood and use it for kindling.

Energy Consumption Performance:

An EnerGuide rating is a measure of a home's energy performance. EnerGuide has been in place since the mid 1990's. It makes use of actual house parameters like insulation values, mechanical equipment efficiencies and air tightness in a computer energy simulation (Hot 2000) using standardised occupant conditions for plug in loads, hot water use and thermostat settings. The figure below shows the energy breakdown of this house.

The R2000 program has been in place since the 1980's and has been the benchmark for energy efficient new housing in Canada. That benchmark has been upgraded recently, but for reference this house has been compared to the old familiar standard where a house deemed to be efficient gets an 80 or better on the EnerGuide scale.

EnerGuide Rating: 85



Project latitude	60.5°N
Annual heating degree day zone	>6000HDD°C
Mean January temperature	-16.2°C (2.8°F)
January heating design temperature	-41°C (-43°F)
Heating system design heat load	10.5 kW (35,827 BTU/h)
Main floor(s) heated area	185 m ² (1,988 ft ²)
Crawlspace heated area	88 m ² (952 ft ²)
Total liveable area	185 m ² (1,988 ft ²)
Building footprint	100 m ² (1,080 ft ²)
Window area	31.8 m ² (342 ft ²)
% of windows facing south	61 %
Air leakage area @ -50 Pa (<i>as operated</i>)	1 ach
Equivalent leakage area (hole size) @ -10 Pa (<i>as operated</i>)	277 cm ² (43 in ²)
Annual energy use per m ²	140 kWh/m ²
Projected total annual energy usage	25,936 kWh/yr

Actual performance as it compares to occupant utility bills	Data not available - House occupied less than 1 year at time of publication
---	---

This Project was funded by Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC) and Natural Resources Canada (NRCAN) Program for Energy Research and Development (PERD). The views expressed are the views of the author(s) and do not necessarily reflect the views of CMHC or NRCAN. CMHC's and NRCAN's financial contribution to this report does not constitute an endorsement of its contents.

Étude de cas 7 Chemin Takhini Hot Springs

RÉSUMÉ : Cette étude de cas porte sur une maison construite par un propriétaire-occupant avec des panneaux structuraux isolés à haute efficacité. La maison, de conception simple (voir la figure 1), est située sur le chemin Takhini Hot Springs, à 15 km de Whitehorse. Le propriétaire-occupant a choisi de construire une maison à haute efficacité, même s'il n'y était pas contraint par les règlements sur le rendement thermique de la municipalité. La maison est chauffée au bois, et compte également un système de chauffage auxiliaire traditionnel à l'électricité.



Pourquoi SuperGreen¹? Commentaires du constructeur et des occupants

Le propriétaire-occupant a suivi un cours d'autoformation à l'intention des propriétaires-occupants et des constructeurs de la Société d'habitation du Yukon, qui comprenait une présentation sur les techniques de construction pour atteindre une très haute efficacité énergétique. Il était en train de concevoir sa « maison de retraite »; ses critères étaient la réduction au minimum des coûts d'occupation et d'entretien ainsi que la

Figure 1 : Maison SuperGreen, Whitehorse (Yukon)

facilité d'utilisation. Les panneaux structuraux isolés (voir la figure 2) coûtaient globalement moins cher à installer, en plus de produire moins de déchets. Il souhaitait construire une maison à la fois écologique et abordable.

Le propriétaire et son épouse auraient aimé inclure des technologies à énergie renouvelable, mais ils préféraient attendre que leur rentabilité soit mieux éprouvée. Ils se sont donc concentrés sur l'isolation et l'étanchéité à l'air, ainsi que sur une architecture compacte. La maison a été bâtie avec des panneaux structuraux isolés, complétés d'une isolation supplémentaire, de fenêtres à quadruple vitrage et de portes extérieures doubles. La superficie de vitrage a été maximisée afin de tirer profit des gains solaires.

Le propriétaire a consulté les informations tirées du cours de la Société d'habitation du Yukon, des spécialistes et des consultants en énergie de la région, les fabricants de fenêtres de la région, le fabricant des panneaux structuraux isolés, un inspecteur en bâtiment, un ingénieur civil, un concepteur de bâtiment et un charpentier.

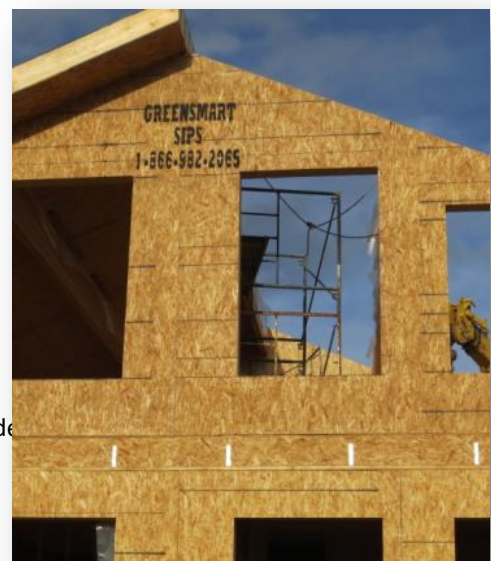


Figure 2 : Panneaux structuraux isolés

¹ SuperGreen est une norme de construction d'habitations à haut rendement énergétique de la Société d'habitation du Yukon.

Emplacement : Cette maison SuperGreen est située dans une zone agricole près du chemin Takhini Hot Springs, à proximité de Whitehorse (Yukon).

Équipe de conception et de construction : Le propriétaire et son épouse ont imaginé le concept et dessiné les plans. Ils ont remis ceux-ci au fabricant de panneaux structuraux isolés, qui a fait les devis d'ingénierie. Ils ont commencé par engager un ami charpentier. Ensemble, ils ont appris à assembler les panneaux structuraux isolés préfabriqués pour bâtir les murs et le toit, à partir des détails de construction fournis par le fabricant. Par exemple, ils ont utilisé de grosses attaches autobloquantes pour joindre les panneaux de manière étanche.



L'équipe était ouverte à l'expérimentation, à la résolution de problèmes et à la réflexion collective pour régler les détails. Le propriétaire et son charpentier ont effectué la plupart des travaux spécialisés et n'ont fait appel à des ouvriers qualifiés qu'en cas de nécessité.

La maison a été conçue et construite de manière à ce que les occupants puissent en prendre soin eux-mêmes et maîtriser les coûts. Le couple cherchait d'abord et avant tout à se construire un logement adapté à ses besoins. Ils n'ont pas fait appel au programme du Système de cote ÉnerGuide. L'inspecteur en bâtiment leur a été d'un grand secours et leur a donné de précieux conseils pour régler les problèmes au fur et à mesure.

Figure 3 : Panneaux structuraux isolés assemblés

Le
proprié-
taire

estime que les entrepreneurs, les ouvriers qualifiés et les propriétaires-occupants tireraient tous profit de la formation offerte par SuperGreen (en particulier sur les panneaux structuraux isolés), et que les programmes incitatifs sont de bons véhicules de promotion.

Il observe que, comme le chauffage coûte très cher, il vaut la peine d'investir un peu plus au départ dans des éléments relativement peu coûteux comme l'isolant et l'étanchéité à l'air.

Type d'habitation : Maison individuelle de taille modeste à deux étages reposant sur un vide sanitaire de 2 m (6,6 pi) de hauteur et ayant une superficie habitable de 214 m² (2 300 pi²). La maison ne possède ni garage ni appartement accessoire locatif. Une remise à bois est accolée à la maison. Le vide sanitaire offre 88 m² (952 pi²) d'espace pour le rangement et les installations techniques (réservoir à eau chaude, VRC).

Détails techniques

Enveloppe du bâtiment

- Murs (voir la figure 4) : panneaux structuraux isolés de 21 mm (8 ¼ po) RSI 6,4 (R36); mur intérieur en

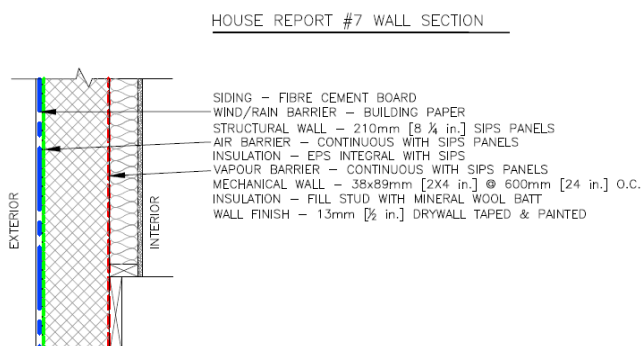


Figure 4 : Section de mur

poteaux de 38x89 mm (2x4 po) contre les panneaux structuraux isolés, avec de l'isolant en matelas de fibre de verre. Valeur RSI effective de 9 (R51,5).

- Plafonds : plafond cathédrale de type « toit chaud » en panneaux structuraux isolés de 300 mm (12 po), valeur RSI effective de 9,2 (R52).
- Fondations : vide sanitaire en bois traité avec doubles poteaux décalés assis sur une semelle en béton. Les sections de mur de l'étage principal situées sous le niveau du sol sont construites de la même façon que les murs du vide sanitaire.
- Plancher de fondations : polystyrène expansé de type IV et polyéthylène de 0,15 mm (0,006 po) recouvert de gravier fin lavé.
- Fenêtres : fixes et à battants, à quadruple vitrage et lame d'argon et à faible émissivité (fabriquées dans la région).
- Portes : doubles portes en métal remplies de mousse de polyuréthane, avec vitrage, fabriquées dans la région.

Systèmes mécaniques

- Chauffage des locaux : système primaire – poêles à bois EPA (un grand pour le chauffage principal, un plus petit pour chauffer la salle de séjour si nécessaire). Système secondaire – plinthes électriques.
- Ventilation : ventilateur récupérateur de chaleur (VRC) Vanee 1001, réseau complet de conduits, ERS de 67 % à -25 °C (-13 °F), équilibré à 66 L/s (140 pi³/min) à haut régime et à 35 L/s (75 pi³/min) à bas régime.
- Eau chaude : chauffe-eau électrique à réservoir.

Leçons apprises



Le système mural a été choisi pour son efficacité énergétique et sa facilité de mise en œuvre. Bien que n'ayant aucune expérience des autres systèmes muraux de haute efficacité énergétique, le propriétaire s'est dit satisfait de la conception de la maison et des panneaux structuraux isolés. Selon lui, les constructeurs et les entrepreneurs sont réticents à utiliser des panneaux structuraux isolés parce qu'ils n'en ont jamais fait l'expérience et qu'ils doivent se le procurer hors de la région, ce qui n'est pas profitable pour eux. Il estime toutefois que pour un propriétaire-occupant, les panneaux structuraux

isolés sont avantageux et s'installent rapidement.

Le propriétaire répéterait également l'expérience des murs de fondation construits sur place, qui se sont révélés peu coûteux et faciles à construire.

Figure 5 : Fenêtres à quadruple vitrage

De l'isolant en matelas de fibre de verre a été

utilisé pour les fondations en raison de son faible coût; l'autre solution aurait été de l'isolant en mousse projetée.

Des fenêtres à quadruple vitrage (voir la figure 5) ont été choisies pour leur efficacité énergétique supérieure. Elles présentaient une valeur R de 45 % supérieure à celle des fenêtres à triple vitrage avec pellicule à faible émissivité, pour une différence de coût de seulement 25 %. Le propriétaire opterait encore pour ces fenêtres, mais il admet que leur poids complique l'installation. Elles présentent l'avantage supplémentaire d'une meilleure insonorisation.

La porte d'entrée principale est une porte simple massive donnant sur un vestibule arctique. Le propriétaire a choisi d'installer des portes massives et de placer des fenêtres à quadruple vitrage juste à côté pour faire entrer la lumière, au lieu d'installer des portes à vitrage.

Les autres entrées sont dotées de portes doubles qui fonctionnent bien; le propriétaire craignait le gel entre les deux portes, mais le problème ne s'est pas manifesté jusqu'à présent. La formation d'un sas d'air nécessitait un compromis entre les impératifs esthétiques et pratiques. Il s'est avéré que l'épaisseur du mur (330 mm, ou 13 po) était idéale pour des portes doubles. La fermeture des portes chasse l'air entre les deux, ce qui permet de garder la porte intérieure plus chaude.

Le propriétaire ne changerait pas sa méthode d'isolation du plafond à voûtes (voir la figure 6). Efficace et peu coûteuse, elle a permis d'éviter en grande partie les problèmes de ventilation qui peuvent survenir dans le vide sous toit. Un pare-vapeur n'était pas



Figure 6 : Plafond à voûtes

nécessaire, puisque les panneaux structuraux isolés font office de pare-air/pare-vapeur, mais le propriétaire en a posé un quand même, par acquit de conscience.

Pour le système de chauffage, les décisions du propriétaire ont été principalement motivées par l'abordabilité des plinthes électriques et des poêles à bois (voir la figure 7). Le bois est abondant et bon marché dans la région. Les plinthes chauffantes sont le choix le moins coûteux à l'installation, et les coûts de fonctionnement d'un poêle à bois sont faibles. Le thermostat des plinthes chauffantes est réglé à la température minimale de 10 degrés Celsius et il s'avère qu'elles chauffent rarement.



Pour que l'air chaud monte librement à l'étage par effet de convection, le retrait technique de la cheminée a été laissé ouvert. Le propriétaire transporte le bois de chauffage dans une « boîte à bois », comme à l'époque du charbon. La boîte à bois est attenante à la remise à bois, et on la remplit de l'extérieur. Le propriétaire a mûrement réfléchi son système d'entreposage et d'accès au bois de chauffage, afin de ne pas avoir à transporter du bois en passant par la maison. Il s'attend à brûler entre 3 et 3 ½ cordes de bois par année.

La norme SuperGreen a influé sur le choix de système de chauffage du propriétaire; celui-ci croit que la capacité d'utiliser le bois comme première source de chaleur est la solution de chauffage la plus économique. Pour l'avenir, il compte explorer d'autres systèmes de chauffage, comme une pompe à chaleur à air, pour optimiser l'efficacité énergétique du système de chauffage électrique.

Figure 7 : Poêle à bois

Autres caractéristiques d'efficacité énergétique et de durabilité

- Éclairage : lampes à DEL en majorité, et quelques lampes fluorescentes compactes.
- Électroménagers : tous les appareils sont homologués ENERGY STAR^{MD}.
- Autres caractéristiques : quatre barils de récupération des eaux de pluie pour le jardin; cuisinière à induction; système simple de ventilation de haute efficacité utilisant le ventilateur de la salle de bains pour faire circuler l'air chaud du poêle à bois vers les autres pièces; ventilateur au plafond de la cage d'escalier pour faire circuler la chaleur. Les résidus de bois de construction ont été récupérés pour servir de bois d'allumage du poêle.

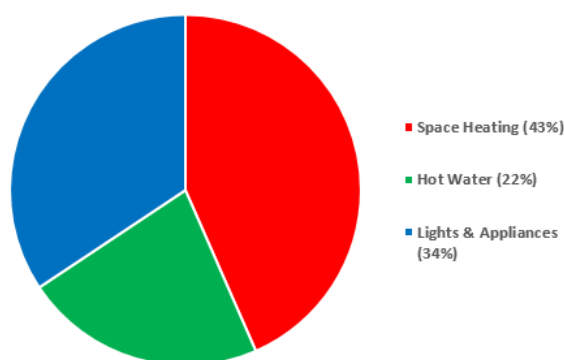
Rendement de la consommation énergétique

La cote ÉnerGuide est une mesure du rendement énergétique d'une habitation. Le programme ÉnerGuide a été mis sur pied vers le milieu des années 1990. La cote est calculée au moyen d'une simulation informatique (HOT2000), qui utilise les paramètres réels du bâtiment, comme les valeurs de résistance thermique, l'efficacité des équipements mécaniques et l'étanchéité à l'air, ainsi que des paramètres standardisés d'occupation pour la charge des appareils électriques, la consommation d'eau chaude et les réglages du thermostat. La figure ci-dessous montre la répartition de la consommation énergétique de l'habitation présentée dans cette étude de cas.

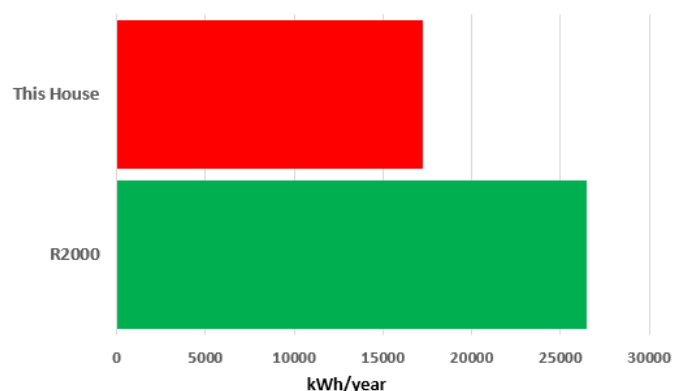
Le programme R2000, créé dans les années 1980, est la référence en matière de construction résidentielle de haute efficacité énergétique au Canada. Il a été mis à jour dernièrement mais, dans la présente étude, l'habitation a été comparée à l'ancienne norme, selon laquelle une habitation jugée efficace obtient une cote ÉnerGuide de 80 ou plus.

Cote ÉnerGuide : 85

Energy Consumption Estimates by End Use



Annual Heating + Hot Water Energy Consumption



Latitude de l'habitation	60,5°N
Degrés-jours de chauffage par année	>6 000 DJC (°C)
Température moyenne en janvier	-16,2 °C (2,8 °F)
Température de calcul pour le chauffage en janvier	-41 °C (-43 °F)
Charge nominale du système de chauffage	10,5 kW (35 827 BTU/h)
Superficie chauffée, rez-de-chaussée et étages	185 m ² (1 988 pi ²)
Superficie chauffée du vide sanitaire	88 m ² (952 pi ²)
Aire habitable totale	185 m ² (1 988 pi ²)
Superficie au sol	100 m ² (1 080 pi ²)
Aire de fenêtrage	31,8 m ² (342 pi ²)
% de fenêtres face au sud	61 %
Taux de fuite d'air à -50 Pa (<i>en fonctionnement réel</i>)	1 RA/h
Surface de fuite équivalente à -10 Pa (<i>en fonctionnement réel</i>)	277 cm ² (43 po ²)
Consommation annuelle d'énergie par m ²	140 kWh/m ²
Consommation annuelle totale d'énergie projetée	25 936 kWh/an
Rendement réel comparativement aux factures des occupants	Données non disponibles – habitation occupée depuis moins d'un an au moment de la publication

Ce projet a été financé par la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) et le Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE) de Ressources naturelles Canada (RNCAN). Les opinions exprimées dans le rapport sont celles de l'auteur (des auteurs) et ne reflètent pas nécessairement les opinions de la SCHL ou RNCAN. La contribution financière de la SCHL et RNCAN à la publication de ce rapport ne constitue nullement une approbation de son contenu.

Case Study #8 Nijmegen Road

SUMMARY: This profile features a duplex (Figure 1) built by a contractor-designer who incorporated old, simple, high-quality ideas with SuperGreen energy-efficiency. This is the first Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) Canada for Homes certified project in Yukon. The wall design is a 38x89 mm (2x4 in.) double stud wall filled with low-density spray foam insulation. The house has electric heat, but also incorporates thermal storage in the basement floor to reduce electrical peaks on the grid.



Figure 1: SuperGreen House, Whitehorse, Yukon

Why SuperGreen¹? Builder, Occupant Comments:

The designer-builder attended a talk on a SuperGreen house which Yukon Housing Corporation (YHC) built in Watson Lake. He was taken by the comment that “there is nothing simpler to do”. Building for sustainability and reducing the risk to fluctuating energy costs inspired his decision to build high-efficiency.

This is a two-storey duplex with a basement, no heated attached garage and no secondary suite. It was built as an investment and to showcase the energy efficiency.

Location: This SuperGreen house is located in the infill neighbourhood of Takhini North, Whitehorse, Yukon.

Designer-Builder Team:

The design approach was based on YHC’s design and included lots of insulation. A small-construction contractor agreed to take on the project. The contractor had no previous experience in building SuperGreen, but was willing to be innovative and try new things.

The tradespeople who worked on this house had worked on other houses as a team. They worked well together under the jobsite supervision and coordination of the owner-builder. None of the trades prepared drawings in advance, but there was an initial team meeting to kick off the project and identify potential problems. Since the design was based on YHC’s SuperGreen, they did not use the EnerGuide Rating program to evaluate building options.

While the EnerGuide program results were not used to model different “what-if” scenarios, the design was used in the EnerGuide modelling to achieve a LEED certification for the house.

¹ SuperGreen is a Yukon Housing Corporation standard of energy efficient house construction.

Type of House: This house is 2-storey side by side duplex constructed on a full unfinished basement. Each side is 89 m² (960 ft²). The project was built as a spec home and it has been awarded LEED Canada for Homes Gold certification.

Technical Details

Building Envelope:

- Walls (Figure 2): Double 38x89 mm (2x4 in.) stud truss type wall. The cavity was filled with low-density foam insulation, with the poly air-vapour barrier on the inside of this double wall. They added an additional interior 38x89 mm (2x4 in.) wall insulated with mineral wool for mechanical/electrical services.

Effective RSI 9.2 (R52).

- Ceilings: Vented attic, high heel trusses, RSI 17.6 (R100), cellulose.
- Foundation: Insulated concrete form (ICF) foundation RSI 6.9 (R39).
- Foundation floor: 6 inches of type IV expanded polystyrene foam (HS40) RSI 5.3 (R30) under concrete slab.
- Windows: Vinyl, fixed and casement style, triple-glazed, argon-filled, low-e on all windows (locally manufactured).
- Doors: Metal polyurethane foam-filled double door arctic-combo system.

HOUSE REPORT #8 WALL SECTION

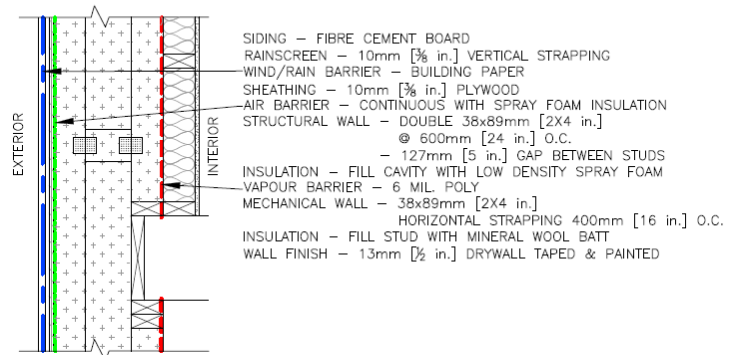


Figure 2: Wall section

Mechanical Systems:

- Space heating: Electric baseboard, in-slab radiant heat in basement for thermal storage. Electric baseboards were chosen for low-cost and simplicity. A high-performance house doesn't consume much energy, so no need for an expensive heating system. As well, it's considered to be "green" energy when hydro-electricity is available.
- Ventilation: Fully ducted Venmar EKO 1.5 ECM heat-recovery ventilator (HRV) 64% SRE at -25°C (13°F) balanced at 57 L/s (120 cfm) high speed and 28 L/s (60 cfm) low speed.
- Hot water: Electric conserver tank with drain water heat recovery on main drain line (Figure 3).
- Renewable energy system: Provisions were made for solar photovoltaic (PV) and solar hot water, but systems are not installed at this time. This included installing chases from the attic to the basement for solar hot water lines plus pre-wiring from the attic to the electrical panel area for future solar PV. The long-axis of the house is East-West with the roof slope oriented south to facilitate the installation of solar PV or thermal



Figure 3: Hot water

panels.

Lessons Learned:

If he was doing it again, the owner-builder would fine-tune the wall system to speed up construction and “constructability”. He would use taller floor joists and better plan where the ductwork was going in advance to reduce bulkheads from dropped ductwork in the ceiling.

The builder prefers the approach of insulating *from the inside* to allow a better plan for the connections between walls and ceilings.

Another challenge was convincing the plumber not to make an attic access hole in the air-vapour barrier. In the end, it is the general contractor who has to fix the leaks.

Next time, this builder would use the same design (ICF) for the foundation walls - resilient, strong, fast, easy to work on (Figure 4). They would also use the same method for the floor. As well, they were very happy with using blown cellulose for ceiling insulation. It is inexpensive to install and effective.

Locally manufactured windows were chosen for availability, performance and price, but they have un-insulated vinyl frames at this time unless they are insulated as a special request.

Other Energy Efficiency and Sustainability Features:

- Control systems: Programmable setback thermostats in each room.
- Lighting: Combination of compact fluorescent lamps (CFL), light-emitting diode (LED), incandescent and halogen lamps. Some motion-sensors in closets.
- Appliances: All appliances are Energy Star® rated.
- Indoor environment features include hard surface floors (easily cleaned so better air quality due to less dirt & dust) and good climate control (walls are very well-insulated, so the house maintains a more constant temperature and is therefore very comfortable).
- Purposeful low-waste building practices - careful sorting and re-use facilitated by using only 38x89 mm (2x4 in.) dimensional lumber for the walls rather than several sizes.



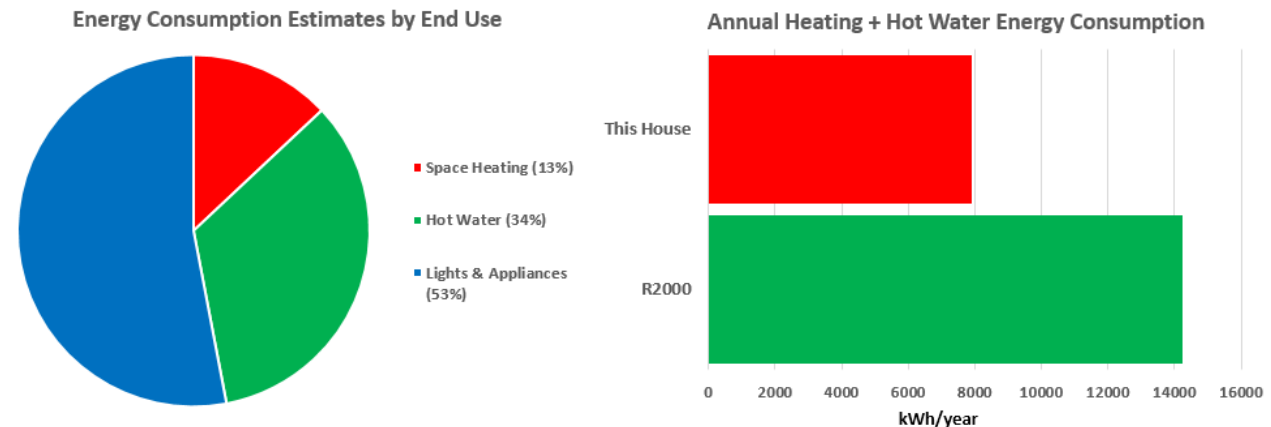
Figure 4: ICF detail

Energy Consumption Performance:

An EnerGuide rating is a measure of a home’s energy performance. EnerGuide has been in place since the mid 1990’s. It makes use of actual house parameters like insulation values, mechanical equipment efficiencies and air tightness in a computer energy simulation (Hot 2000) using standardised occupant conditions for plug in loads, hot water use and thermostat settings. The figure below shows the energy breakdown of this house.

The R2000 program has been in place since the 1980’s and has been the benchmark for energy efficient new housing in Canada. That benchmark has been upgraded recently, but for reference this house has been compared to the old familiar standard where a house deemed to be efficient gets an 80 or better on the EnerGuide scale.

EnerGuide Rating: 87



Project latitude	60.5°N
Annual heating degree day zone	>6000HDD°C
Mean January temperature	-16.2°C (2.8°F)
January heating design temperature	-41°C (-43°F)
Heating system design heat load	4.5 kW (15,354 BTU/h)
Main floor(s) heated area	74 m ² (792 ft ²)
Basement heated area	37 m ² (396 ft ²)
Total liveable area	111 m ² (1,188 ft ²)
Building footprint	45 m ² (480 ft ²)
Window area	12.4 m ² (134 ft ²)
% of windows facing south	29%
Air leakage area @ -50 Pa (<i>as operated</i>)	0.62 ach
Equivalent leakage area (hole size) @ -10 Pa (<i>as operated</i>)	59 cm ² (9.2 in ²)
Annual energy use per m ²	150 kWh/m ²
Projected total annual energy usage	16,644 kWh/yr
Actual performance as it compares to occupant utility bills	20 % less annual energy was used over 2-year period than predicted due to occupant lifestyle (both sides show same trend)

This Project was funded by Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC) and Natural Resources Canada (NRCAN) Program for Energy Research and Development (PERD). The views expressed are the views of the author(s) and do not necessarily reflect the views of CMHC or NRCAN. CMHC's and NRCAN's financial contribution to this report does not constitute an endorsement of its contents.

Étude de cas 8 Chemin Nijmegen

RÉSUMÉ : Cette étude de cas porte sur une maison jumelée (voir la figure 1) construite par un entrepreneur-concepteur qui a intégré des concepts éprouvés, simples et de haute qualité avec l'efficacité énergétique de la norme SuperGreen. Il s'agit du premier logement certifié *Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)* Canada pour les habitations au Yukon. L'habitation comporte un double mur en poteaux de 38x89 mm (2x4 po) dont les cavités sont remplies de mousse projetée de faible densité. Le bâtiment est chauffé à l'électricité, et comporte également un accumulateur thermique dans le plancher du sous-sol pour réduire les pointes de consommation d'électricité.



Figure 1 : Duplex SuperGreen, Whitehorse (Yukon)

Pourquoi SuperGreen¹?

Commentaires du constructeur et des occupants

Le point tournant, pour le concepteur-constructeur, a été l'affirmation « rien n'est plus simple » entendue lors d'une conférence sur une maison SuperGreen construite par la Société d'habitation du Yukon à Watson Lake. Il a alors pris la décision de construire une habitation à haute efficacité énergétique, pour sa durabilité et pour se prémunir des fluctuations des prix de l'énergie.

Il s'agit de deux maisons jumelées de deux étages avec sous-sol, sans garage chauffé attendant ni appartement accessoire. La construction du bâtiment répond à une volonté d'investir et de démontrer les bienfaits de l'efficacité énergétique.

Emplacement : Cette habitation SuperGreen est située sur un terrain intercalaire du quartier Takhini North, à Whitehorse (Yukon).

Équipe de conception et de construction

Le concept est fondé sur les principes de conception de la Société d'habitation du Yukon, notamment une généreuse isolation. Un entrepreneur en petits projets de construction a accepté le mandat de construire cette habitation. L'entrepreneur n'avait aucune expérience en construction SuperGreen, mais il souhaitait innover et expérimenter de nouvelles méthodes.

Les ouvriers qualifiés affectés au projet avaient déjà travaillé en équipe sur d'autres chantiers résidentiels. Ils ont travaillé efficacement ensemble sous la supervision et la coordination du propriétaire-constructeur, présent sur le chantier. Aucun des ouvriers n'avait préparé de dessins techniques avant les travaux, mais une réunion tenue lors de la mise en chantier a servi à anticiper les difficultés potentielles. Étant donné que la conception était basée sur la norme SuperGreen de la Société

¹ SuperGreen est une norme de construction d'habitations à haut rendement énergétique de la Société d'habitation du Yukon.

d'habitation du Yukon, le programme du Système de cote ÉnerGuide n'a pas été utilisé pour évaluer les différents choix de construction et scénarios possibles.

Toutefois, le concept final a fait l'objet d'une modélisation ÉnerGuide pour l'obtention de la certification LEED.

Type d'habitation : Maisons jumelées de deux étages reposant sur un sous-sol pleine hauteur non aménagé. Chaque logement a une superficie de 89 m² (960 pi²). Habitation construite sans commande et certifiée LEED Canada pour les habitations, niveau Or.

Détails techniques

Enveloppe du bâtiment

- Murs (voir la figure 2) : double ossature en poteaux de 38x89 mm (2x4 po). Les cavités ont été remplies d'isolant en mousse de faible densité, et le pare-air/pare-vapeur en polyéthylène placé sur la face intérieure de ce mur double. Un mur intérieur en poteaux de 38x89 mm (2x4 po) isolé avec de la laine minérale a été ajouté pour les installations mécaniques et électriques. Valeur RSI effective de 9,2 (R52).

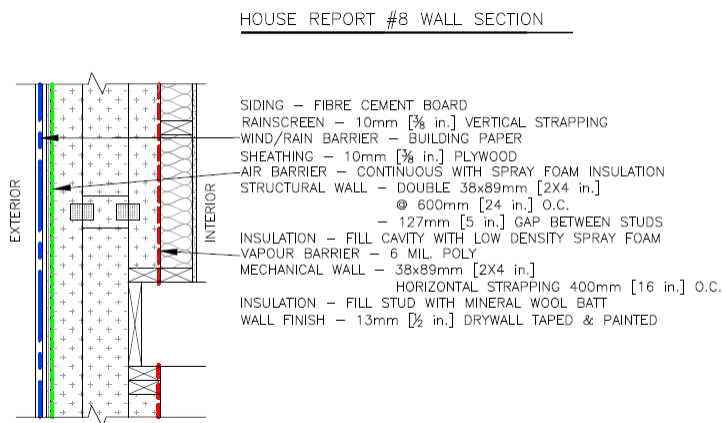


Figure 2 : Section de mur

- Plafonds : vide sous toit ventilé, fermes à talons relevés, valeur RSI de 17,6 (R100), cellulose.
- Fondations : coffrages à béton isolants, valeur RSI de 6,9 (R39).
- Plancher de fondations : 6 pouces de mousse de polystyrène expansé de type IV (HS40) sous la dalle de béton, valeur RSI de 5,3 (R30).
- Fenêtres : en vinyle, fixes et à battants, à triple vitrage et lame d'argon et à faible émissivité (fabriquées dans la région).
- Portes : système arctique de doubles portes en métal isolées à la mousse de polyuréthane.

Systèmes mécaniques

- Chauffage des locaux : plinthes électriques, chauffage par rayonnement dans la dalle du sous-sol pour le stockage de la chaleur. Les plinthes électriques ont été choisies pour leur faible coût et leur simplicité. Une habitation de haute efficacité énergétique consomme peu d'énergie; il n'est donc pas nécessaire d'y installer un système de chauffage coûteux. En outre, l'hydroélectricité est considérée comme une énergie renouvelable.
- Ventilation : ventilateur récupérateur de chaleur (VRC) Venmar EKO 1.5, avec moteur à commutation électronique et réseau complet de conduits, ERS de 64 % à -25 °C (-13 °F), équilibré à 57 L/s (120 pi³/min) à haut régime et à 28 L/s (60 pi³/min) à bas régime.



- Eau chaude : chauffe-eau électrique à réservoir avec dispositif de récupération de la chaleur des eaux ménagères sur le collecteur principal (voir la figure 3).
- Système d'énergie renouvelable : le bâtiment a été conçu pour recevoir des panneaux photovoltaïques et un chauffe-eau solaire, mais ces appareils n'avaient pas été installés au moment de l'étude. À cet effet, on a aménagé des retraits techniques pour le passage des canalisations d'eau chaude solaire du vide sous toit au sous-sol et on a prévu des câbles entre le vide sous toit et le panneau électrique pour une installation photovoltaïque future. L'axe long du bâtiment est orienté est-ouest, et la pente du toit fait face au sud pour optimiser l'installation de panneaux solaires photovoltaïques ou thermiques.

Leçons apprises

S'il pouvait revenir en arrière, le propriétaire-constructeur perfectionnerait le système mural pour accélérer et faciliter les travaux de construction. Il utiliserait des solives de plancher plus profondes et planifierait plus minutieusement la disposition des conduits afin de réduire le nombre de retombées faire passer ceux-ci.

Figure 3 : Chauffe-eau

de plafond nécessaire pour

Le constructeur préconise la pose de l'isolant *par l'intérieur*, qui permet un meilleur plan d'intégration des éléments du mur et du plafond.

Un autre défi a été de convaincre le plombier de ne pas perforer le pare-air/pare-vapeur pour faire un trou d'accès au vide sous toit. À la fin des travaux, c'est l'entrepreneur général qui doit colmater les fuites.

Pour un prochain projet, le constructeur emprunterait le même concept de murs de fondation, soit des coffrages isolants, qu'il a trouvés résilients, résistants, d'installation rapide et faciles à travailler (voir la figure 4). Il ne changerait pas sa méthode de construction du plancher non plus. La cellulose soufflée comme isolant de plafond, peu coûteuse à installer et efficace, a également donné des résultats très satisfaisants.

Les fenêtres ont été commandées auprès d'un fabricant de la région en raison de leur disponibilité, de leur rendement et de leur prix. Par contre, les cadres en vinyle ne sont pas isolés, mais peuvent l'être sur demande spéciale.

Autres caractéristiques d'efficacité énergétique et de durabilité

- Dispositifs de commande : un thermostat programmable dans chaque pièce.
- Éclairage : lampes fluorescentes compactes (LFC), à diodes électroluminescentes (DEL), à incandescence et à halogène. Quelques détecteurs de mouvement dans les placards.
- Électroménagers : tous les appareils sont homologués ENERGY STAR^{MD}.



Figure 4 : Détails des coffrages isolants

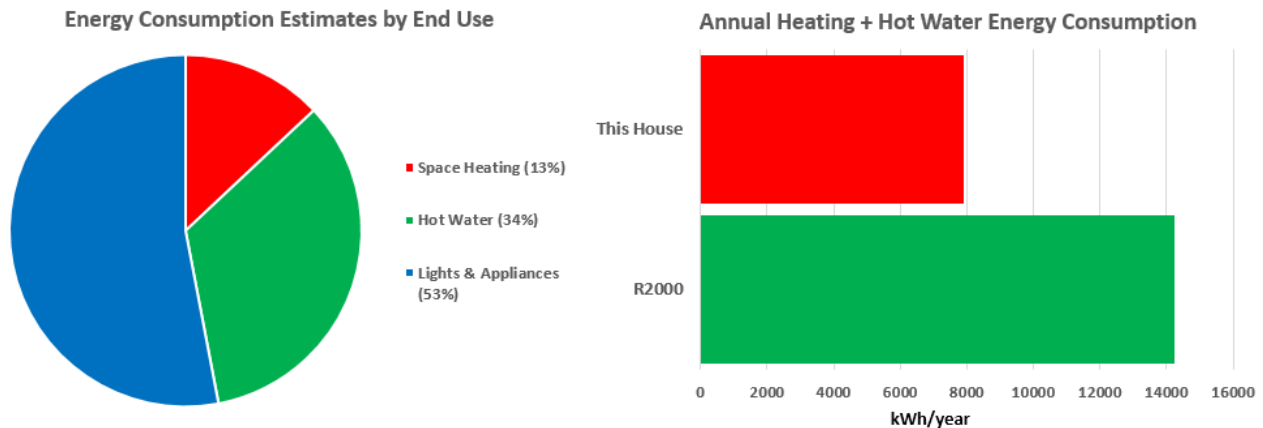
- Caractéristiques intérieures : planchers durs (plus faciles à nettoyer et à dépoussiérer, et donc bénéfiques pour la qualité de l'air) et conditionnement de l'air efficace (les murs étant très bien isolés, la température demeure plus constante, ce qui rend le logement très confortable).
- Pratiques de construction visant la réduction des déchets : tri minutieux et réutilisation facilitée par l'usage d'une seule dimension de bois (38x89 mm, ou 2x4 po) pour les murs.

Rendement de la consommation énergétique

La cote ÉnerGuide est une mesure du rendement énergétique d'une habitation. Le programme ÉnerGuide a été mis sur pied vers le milieu des années 1990. La cote est calculée au moyen d'une simulation informatique (HOT2000), qui utilise les paramètres réels du bâtiment, comme les valeurs de résistance thermique, l'efficacité des équipements mécaniques et l'étanchéité à l'air, ainsi que des paramètres standardisés d'occupation pour la charge des appareils électriques, la consommation d'eau chaude et les réglages du thermostat. La figure ci-dessous montre la répartition de la consommation énergétique de l'habitation présentée dans cette étude de cas.

Le programme R2000, créé dans les années 1980, est la référence en matière de construction résidentielle de haute efficacité énergétique au Canada. Il a été mis à jour dernièrement mais, dans la présente étude, l'habitation a été comparée à l'ancienne norme, selon laquelle une habitation jugée efficace obtient une cote ÉnerGuide de 80 ou plus.

Cote ÉnerGuide : 87



Latitude de l'habitation	60,5°N
Degrés-jours de chauffage par année	>6 000 DJC (°C)
Température moyenne en janvier	-16,2 °C (2,8 °F)
Température de calcul pour le chauffage en janvier	-41 °C (-43 °F)
Charge nominale du système de chauffage	4,5 kW (15 354 BTU/h)
Superficie chauffée, rez-de-chaussée et étages	74 m ² (792 pi ²)
Superficie chauffée, sous-sol	37 m ² (396 pi ²)
Aire habitable totale	111 m ² (1 188 pi ²)
Superficie au sol	45 m ² (480 pi ²)
Aire de fenêtrage	12,4 m ² (134 pi ²)
% de fenêtres face au sud	29 %
Taux de fuite d'air à -50 Pa (<i>en fonctionnement réel</i>)	0,62 RA/h

Surface de fuite équivalente à -10 Pa (<i>en fonctionnement réel</i>)	59 cm ² (9,2 po ²)
Consommation annuelle d'énergie par m ²	150 kWh/m ²
Consommation annuelle totale d'énergie projetée	16 644 kWh/an
Rendement réel comparativement aux factures des occupants	Consommation réelle annuelle 20 % inférieure à la consommation projetée sur la période de 2 ans en raison des habitudes de vie des occupants (les deux logements affichent la même tendance)

Ce projet a été financé par la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) et le Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE) de Ressources naturelles Canada (RNCAN). Les opinions exprimées dans le rapport sont celles de l'auteur (des auteurs) et ne reflètent pas nécessairement les opinions de la SCHL ou RNCAN. La contribution financière de la SCHL et RNCAN à la publication de ce rapport ne constitue nullement une approbation de son contenu.

Case Study #9 Phoenix Rising

SUMMARY: This profile features the first of Habitat for Humanity's (HFH) SuperGreen houses built in the Yukon. They began constructing this triplex after Yukon Housing Corporation (YHC) built their first SuperGreen houses. HFH is a non-profit organization that builds houses for families in need, who are not eligible for a conventional mortgage. The family must have lived in the Yukon for one year.

On the site of an ex-drug house, the process of building this home - aptly named "*Phoenix Rising*" - was meant to put some positive energy back into the property.



Figure 1: SuperGreen House, Whitehorse, Yukon

In addition to employing local tradespeople, Phoenix Rising incorporated labour that benefitted many aspects of the community. Yukon College carpentry, plumbing and electrical classes also gained hands-on experience with SuperGreen construction techniques. Whitehorse Corrections Centre contributed work crews. As well as the regular volunteers, the would-be owners invested sweat equity into their future home.

This house has a truss wall where the exterior is a non-bearing 38x70 mm (2x3 in.) the interior framing of the truss is a structural 38x89 mm (2x4 in.).

The cavity is filled with dense packed cellulose insulation. This house is heated with conventional electric baseboard to simplify maintenance costs.

Why SuperGreen¹? Builder, Occupant Comments:

The primary builder-designer, who also runs the carpentry program at Yukon College, has always been interested in energy efficiency. Phoenix Rising was a champion project for the carpentry program, providing students with a chance to work alongside and learn about YHC and HFH.

The design focused on the building envelope, insulation and windows. Using publications from the Canadian Wood Council, the wall system was developed under the guidance of YHC who was extensively involved in the project.

The builder-designer thinks that increased costs and the need for more training of trades is a limiting factor to broader adoption of SuperGreen. Phoenix Rising did a lot of advertising about the project, presenting the public with straightforward easily understood cost-benefit analysis.

¹ SuperGreen is a Yukon Housing Corporation standard of energy efficient house construction.

Location: This SuperGreen house is in an urban residential area on Wheeler Street in downtown Whitehorse, Yukon.

Designer-Builder Team: While several people with plenty of experience in designing and building houses were part of the project team, this project did not have a designer per se. They had a technical committee - consisting of a team of skilled people both paid and unpaid including YHC, Whitehorse Bylaw, contractors and the Energy Solutions Centre to provide feedback and recommendations on the house components. Final decisions rested with HFH's Board of Directors.

Yukon College carpentry program instructor fulfilled the role of site supervisor while the building was being clad to weather. This included coordinating all of the trades, specialists, carpentry students and volunteers, who were coming in to help throughout the project as needed. Most of the people who worked on this house had not worked together before. However, in keeping with the practice of Yukon College carpentry program, they all met regularly to discuss any issues and next steps.

Paid tradespeople were provided with drawings of the house and expected to show plans of where wiring and plumbing would go for Yukon College students to install.

Type of House: This is a modest two-storey triplex on a 1.2 m (4 ft.) crawlspace with each unit having 130 m² (1400 ft²) of living area. There are no additional suites.

Technical Details

Building Envelope:

- Walls (Figure 2): Hybrid custom Larsen truss, 360 mm (14 in.) stand-off on the outside of a 38x89 mm (2x4 in.) inner frame wall. Effective RSI 9.9 (R56).
- Ceilings: High heel trusses, vented attic with blown cellulose RSI 14 (R80).
- Foundation: Foundation walls similar to main floor but used preserved wood below grade.

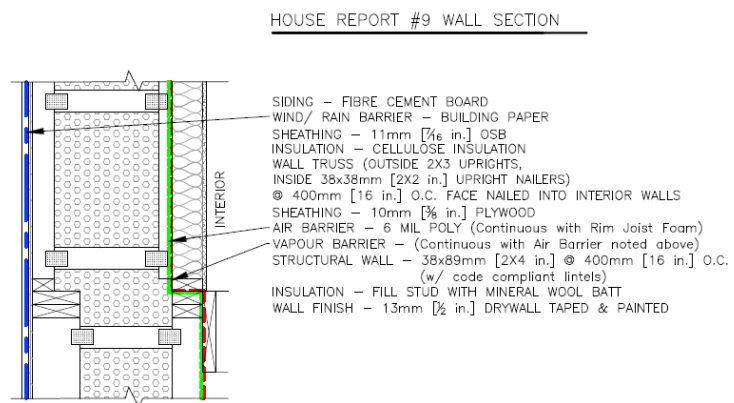


Figure 2: Wall section

- Foundation floor: 2 inch layer of type IV expanded polystyrene (EPS) RSI 1.8 (R10) on the ground.
- Windows: Fixed and casement style, quadruple-glazed, argon-filled, low-e throughout (locally manufactured).
- Doors: Double-door system - two exterior polyurethane insulated doors - one interior to the wall, one exterior to the wall.

Mechanical Systems:

- Space heating: Electric baseboard, chosen for economy.
- Ventilation (Unit A): Fully ducted Eneready 2000 Diamond E heat-recovery ventilator (HRV) 70% SRE at -25°C (13°F) balanced at 57 L/s (120 cfm) high speed and 24 L/s (50 cfm) low speed.
- Hot water: Electric conserver tank.
- Renewable energy system: Passive solar gain only.

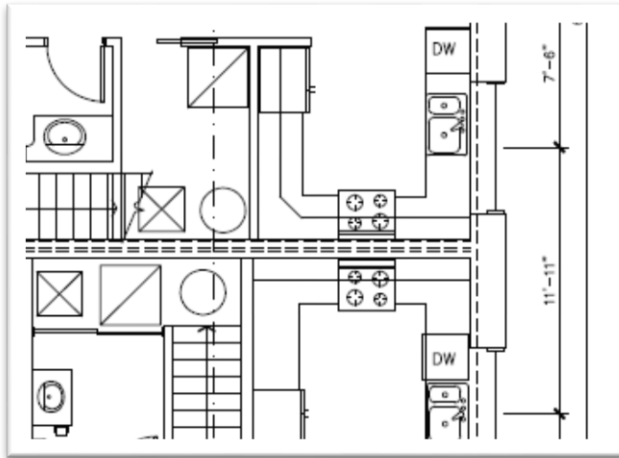


Figure 3: Mechanical systems, electrical and plumbing

Lessons Learned:

The design took a few false starts to get on track. After some initial floundering the project was reassigned to Yukon College carpentry program and YHC who embraced the opportunity to work together to build a SuperGreen home for HHF. Still, the main hurdle for this project was that there wasn't a proper designer on the team. This created many problems, particularly with integrating mechanical systems, electrical and plumbing (Figure 3).

The electrical, plumbing and HRV were all installed by the college trades classes so knowing exactly what to do at the outset was paramount.

Finishing of the house was taken on by another group and not all the details were known by all the groups involved. The project survived numerous challenges along the way, partially due to the nature and timing of the project, coordinating professional tradespeople and institutional involvement in the process. They obtained variances from local authorities to allow the building to encroach on the property boundaries.

Throughout construction, YHC ran EnerGuide models and the team incorporated changes based on the results for economics and other considerations.

They chose a Larsen wall-truss system (Figure 4) in order to completely wrap the building in a solid layer of cellulose insulation with no thermal bridging. However, while the builder liked the idea of it on a very simple box shaped building, if they were doing it again, he thinks the stand-off wall was perhaps a bit too deep and overall success depends upon the cellulose applicator's experience.



Figure 4: Larsen wall-truss system

The cellulose settled in the wall leaving a gap at the top, so the walls had to be topped up during construction. Due to uncertainty with future cellulose settling, and the way HFH builds their houses - particularly using volunteer labour - this wall system is no longer used. Construction took somewhat more time than standard, partly due to the number and variety of experience of the people working on it.

For the foundation walls, the preserved wood truss walls were difficult to design to support lateral soil pressure. They wouldn't choose this foundation wall system again and would use insulated concrete forms (ICF) if the project could afford it. They were satisfied with the ceiling system and would do it the same way again. They chose electric heat because it is inexpensive to install, and cost efficient in a super insulated house.

The main builder (college carpentry instructor) has experience with different wall systems, but he has no favourite - it depends on the context. His own home has just 38x140 mm (2x6 in.) walls, but he regrets not building a thicker wall. He has a friend who attempted to build a SuperGreen house, influenced by Phoenix Rising, but it went very badly due to lack of builder understanding of the wall system.

The double door combination of two exterior doors (one interior one exterior) needed to be refined to allow a vented lite in one door for pressure relief. The extra thick wall assembly is also believed to put the doors too far apart and have too much space between causing moisture issues (freezing locks).

Other Energy Efficiency and Sustainability Features:

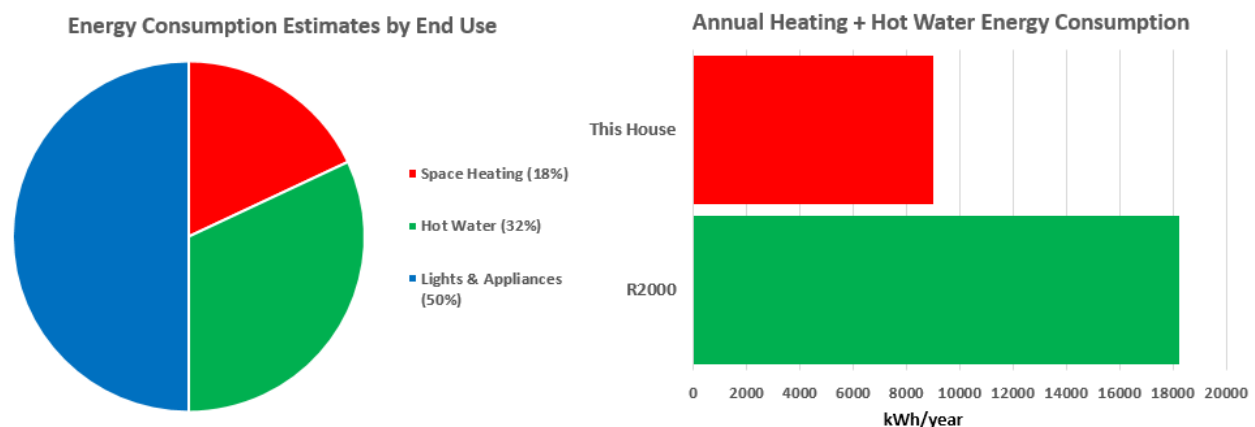
- Appliances: All appliances are Energy Star® rated.
- Other features include: Drain water heat recovery on drain line. This triplex received the first production quadruple-pane windows from the local manufacturer.

Energy Consumption Performance (Unit A):

An EnerGuide rating is a measure of a home's energy performance. EnerGuide has been in place since the mid 1990's. It makes use of actual house parameters like insulation values, mechanical equipment efficiencies and air tightness in a computer energy simulation (Hot 2000) using standardised occupant conditions for plug in loads, hot water use and thermostat settings. The figure below shows the energy breakdown of this house.

The R2000 program has been in place since the 1980's and has been the benchmark for energy efficient new housing in Canada. That benchmark has been upgraded recently, but for reference this house has been compared to the old familiar standard where a house deemed to be efficient gets an 80 or better on the EnerGuide scale.

EnerGuide Rating: 87



Project latitude	60.5°N
Annual heating degree day zone	>6000HDD°C
Mean January temperature	-16.2°C (2.8°F)
January heating design temperature	-41°C (-43°F)
Heating system design heat load	5.5 kW (18,766 BTU/h)
Main floor(s) heated area	130 m ² (1,404 ft ²)
Crawlspace heated area	65 m ² (702 ft ²)
Total liveable area	130 m ² (1,404 ft ²)
Building footprint (whole triplex)	217.7 m ² (2,344 ft ²)
Window area	21.2 m ² (228 ft ²)
% of windows facing south	38 %
Air leakage rate @ -50 Pa (<i>as operated</i>)	1.1 ach
Equivalent leakage area (hole size) @ -10 Pa (<i>as operated</i>)	136.1 cm ² (21.1 in ²)
Annual energy use per m ²	136 kWh/m ²
Projected total annual energy usage	17,726 kWh/yr
Actual performance as it compares to occupant bills	2% below projected averaged over a 4-year period

This Project was funded by Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC) and Natural Resources Canada (NRCan) Program for Energy Research and Development (PERD). The views expressed are the views of the author(s) and do not necessarily reflect the views of CMHC or NRCan. CMHC's and NRCan's financial contribution to this report does not constitute an endorsement of its contents.

Étude de cas 9 Phoenix Rising

RÉSUMÉ : Cette étude de cas porte sur les premiers logements Habitat pour l'humanité (HPH) SuperGreen construits au Yukon. Ce triplex a été commencé après la construction des premières habitations SuperGreen de la Société d'habitation du Yukon (SHY). HPH est un organisme sans but lucratif qui construit des maisons pour les familles dans le besoin qui ne sont pas admissibles à un prêt hypothécaire ordinaire. Pour être admissible au programme, la famille doit vivre au Yukon depuis un an.

Situé sur le site d'une ancienne maison de trafiquants de drogue, ce bâtiment – nommé avec à-propos Phoenix Rising (« Renaissance du phénix ») – avait pour but d'insuffler un peu d'énergie positive dans la propriété.



Figure 1 : Triplex SuperGreen, Whitehorse (Yukon)

En plus d'employer des ouvriers qualifiés de la région, l'ensemble résidentiel Phoenix Rising comportait certains aspects bénéfiques pour la communauté. Par exemple, le Collège du Yukon y a donné des cours pratiques sur les techniques de construction SuperGreen en charpenterie, en plomberie et en électricité. Le Centre correctionnel de Whitehorse a fourni des équipes de travail. Les futurs propriétaires, à l'instar des bénévoles réguliers, ont également mis la main à la pâte.

Les murs sont composés de poutrelles murales verticales non

porteuses en poteaux de 38x70 mm (2x3 po) du côté extérieur et d'un mur structural intérieur en poteaux de 38x89 mm (2x4 po).

Les cavités sont remplies d'isolant en cellulose de haute densité. Le triplex est chauffé avec des plinthes électriques traditionnelles pour simplifier l'entretien et en réduire le coût.

Pourquoi SuperGreen¹? Commentaires du constructeur et des occupants

Le principal constructeur-concepteur, qui administre également le programme de charpenterie au Collège du Yukon, a toujours été intéressé par l'efficacité énergétique. Phoenix Rising était un projet-vitrine du programme de charpenterie offrant aux étudiants la chance de se familiariser avec la SHY et HPH dans un contexte de travail.

En termes de conception, l'accent a été mis sur l'enveloppe du bâtiment, l'isolation et les fenêtres. Le système de murs a été conçu à partir des informations tirées des publications du Conseil canadien du bois, sous la supervision de la SHY, qui a participé étroitement au projet.

¹ SuperGreen est une norme de construction d'habitations à haut rendement énergétique de la Société d'habitation du Yukon.

Le constructeur-concepteur estime que les coûts et la nécessité de former les ouvriers sont les facteurs qui limitent l'adoption à grande échelle de la norme SuperGreen. Phoenix Rising a fait l'objet d'une activité intense de promotion; le triplex a été présenté au public avec des analyses coûts-avantages faciles à comprendre.

Emplacement : Ce triplex SuperGreen est situé dans un secteur urbain résidentiel, rue Wheeler, au centre-ville de Whitehorse (Yukon).

Équipe de conception et de construction : Plusieurs personnes expérimentées en conception et en construction résidentielle composaient l'équipe du projet, mais il n'y avait pas de concepteur en chef. Un comité technique, composé de personnes qualifiées rémunérées ou bénévoles, dont des représentants de la SHY, des services municipaux de Whitehorse et de la Direction générale de l'énergie, ainsi que des entrepreneurs, a été formé pour formuler des commentaires et des recommandations sur les divers éléments du bâtiment. Les décisions finales étaient prises par le conseil d'administration d'HPH.

Un instructeur du programme de charpenterie du Collège du Yukon a supervisé le chantier à l'étape de la mise en place de l'enveloppe. Cette tâche consistait à coordonner tous les corps de métier, les spécialistes, les étudiants en charpenterie et les bénévoles, qui ont été appelés à venir donner de l'aide au besoin. La plupart de ces personnes n'avaient jamais travaillé ensemble auparavant. Cependant, selon la pratique courante dans le programme de charpenterie du Collège du Yukon, tous se réunissaient régulièrement pour discuter des problèmes et de la marche à suivre.

Les ouvriers rémunérés avaient les plans de la maison à leur disposition, et on comptait sur eux pour s'en servir afin de montrer aux étudiants du Collège du Yukon les endroits où passer les fils électriques et la plomberie.

Type d'habitation : Triplex de taille modeste à deux étages reposant sur un vide sanitaire de 1,2 m (4 pi) de hauteur; espace habitable de chaque logement : 130 m² (1 400 pi²). Aucun appartement additionnel.

Détails techniques

Enveloppe du bâtiment

- Murs (voir la figure 2) : poutrelles murales verticales hybrides faites sur mesure, espace de 360 mm (14 po) à partir de la face extérieure d'un mur intérieur en poteaux de 38x89 mm (2x4 po). Valeur RSI effective de 9,9 (R56).
- Plafonds : fermes à talons relevés, vide sous toit ventilé avec cellulose soufflée, valeur RSI de 14 (R80).
- Fondations : murs de fondation semblables à ceux du rez-de-chaussée, mais en bois traité sous le niveau du sol.

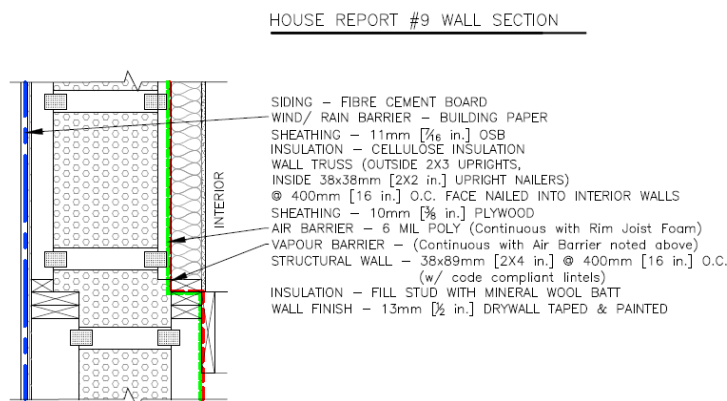


Figure 2 : Section de mur

- Plancher de fondations : 2 pouces de polystyrène expansé de type IV sur le sol, valeur RSI de 1,8 (R10).
- Fenêtres : fixes et à battants, à quadruple vitrage et lame d'argon et à faible émissivité (fabriquées dans la région).
- Portes : portes doubles – deux portes extérieures isolées au polyuréthane, une à l'intérieur du mur, l'autre à l'extérieur du mur.

Systèmes mécaniques

- Chauffage des locaux : plinthes électriques, pour des raisons d'économie.
- Ventilation (logement A) : ventilateur récupérateur de chaleur (VRC) Eneready 2000 Diamond E, réseau complet de conduits, ERS de 70 % à -25 °C (-13 °F), équilibré à 57 L/s (120 pi³/min) à haut régime et à 24 L/s (50 pi³/min) à bas régime.
- Eau chaude : Chauffe-eau électrique à réservoir.
- Système d'énergie renouvelable : gain solaire passif seulement.

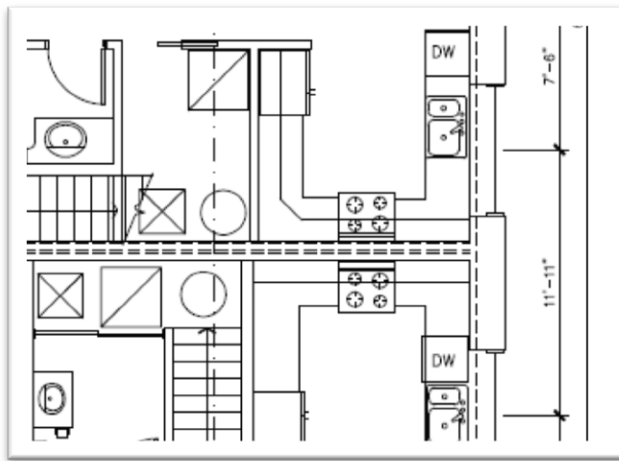


Figure 3 : Systèmes mécaniques, électricité et plomberie

Leçons apprises

La phase de conception ayant connu quelques faux départs, le projet a finalement été confié au programme de charpenterie du Collège du Yukon et à la SHY, qui ont saisi l'occasion de collaborer et de construire une habitation SuperGreen pour HPH. Le principal obstacle était l'absence d'un véritable concepteur dans l'équipe. Cela a occasionné de nombreux problèmes, notamment lors de l'intégration des systèmes mécaniques, de l'électricité et de la plomberie (voir la figure 3).

L'électricité, la plomberie et le VRC ont été entièrement installés par les étudiants en métiers du collège; il était donc indispensable qu'un plan de travail parfaitement clair soit préalablement établi.

Les travaux de finition ont été réalisés par une autre équipe; les détails du travail n'étaient pas toujours connus de toutes les équipes. Le projet a survécu aux nombreux écueils rencontrés en cours de route, dus notamment à la nature et au calendrier de réalisation, à la coordination d'ouvriers qualifiés professionnels et à la participation d'une institution dans le projet. Les autorités municipales ont accordé une dérogation permettant au bâtiment de dépasser les limites de la propriété.

En cours de chantier, la SHY a exécuté des simulations à partir du modèle ÉnerGuide, et l'équipe a incorporé certains changements en fonction des résultats, pour des raisons économiques ou autres.

Un système de poutrelles murales verticales (voir la figure 4) a été choisi, dans le but d'envelopper entièrement le bâtiment d'une couche continue d'isolant



à base de cellulose, sans pont thermique. Avec le recul, même si le constructeur aime le concept pour un petit bâtiment de forme carrée, il estime que les murs étaient peut-être trop épais, et que la réussite dépend aussi de l'expérience de la personne qui applique la cellulose.

La cellulose s'est tassée dans le mur, laissant un espace non isolé dans le haut qu'il a fallu

Figure 4 : Poutrelles murales verticales

remplir ultérieurement. En raison des pratiques de construction préconisées par HPH – notamment le recours à des travailleurs bénévoles – et de l'imprévisibilité du tassement de la cellulose à long terme, ce système mural a été abandonné. La construction a duré un peu plus longtemps qu'un chantier ordinaire, en partie à cause du nombre de personnes qui y ont travaillé et de l'inégalité de leur expérience.

La conception de murs de fondation en bois traité assez solides pour supporter les charges latérales du sol s'est avérée difficile. Cette méthode ne serait pas employée dans un projet futur et, si les moyens le permettaient, les fondations seraient construites en coffrages isolants. L'ossature des plafonds a été jugée satisfaisante et ne serait pas modifiée. Le chauffage électrique a été choisi pour des raisons d'économie de coûts d'installation et de fonctionnement dans une maison superisolée.

Le constructeur principal (un instructeur en charpenterie du Collège du Yukon) a déjà mis en place plusieurs types de murs, mais n'a aucune préférence; selon lui, le choix dépend du contexte. Sa propre maison a des murs en poteaux de 38x140 mm (2x6 po) seulement, et il regrette que les murs ne soient pas plus épais. L'un de ses amis, influencé par Phoenix Rising, a tenté de construire une maison SuperGreen, mais l'expérience a très mal tourné parce que le constructeur n'avait pas une bonne connaissance du système mural.

L'emploi de doubles portes extérieures (une à l'intérieur et une à l'extérieur) doit être perfectionné; une porte devrait avoir une petite ouverture pour évacuer la pression d'air. On croit également qu'en raison de l'épaisseur du mur les portes sont trop éloignées l'une de l'autre et que cela occasionne des problèmes d'humidité (gel des serrures).

Autres caractéristiques d'efficacité énergétique et de durabilité

- Électroménagers : tous les appareils sont homologués ENERGY STAR^{MD}.
- Autres caractéristiques : dispositif de récupération de la chaleur des eaux ménagères sur le collecteur principal. Ce triplex a reçu la première production de fenêtres à quadruple vitrage du fabricant de la région.

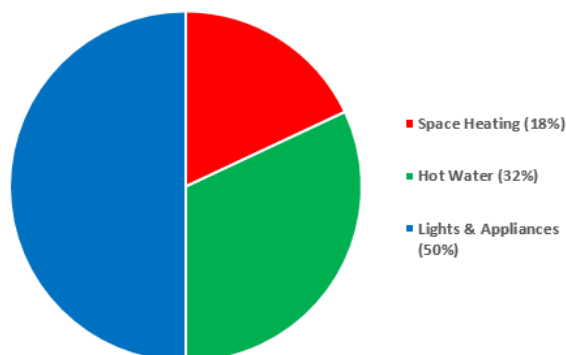
Rendement de la consommation énergétique (logement A)

La cote ÉnerGuide est une mesure du rendement énergétique d'une habitation. Le programme ÉnerGuide a été mis sur pied vers le milieu des années 1990. La cote est calculée au moyen d'une simulation informatique (HOT2000), qui utilise les paramètres réels du bâtiment, comme les valeurs de résistance thermique, l'efficacité des équipements mécaniques et l'étanchéité à l'air, ainsi que des paramètres standardisés d'occupation pour la charge des appareils électriques, la consommation d'eau chaude et les réglages du thermostat. La figure ci-dessous montre la répartition de la consommation énergétique de l'habitation présentée dans cette étude de cas.

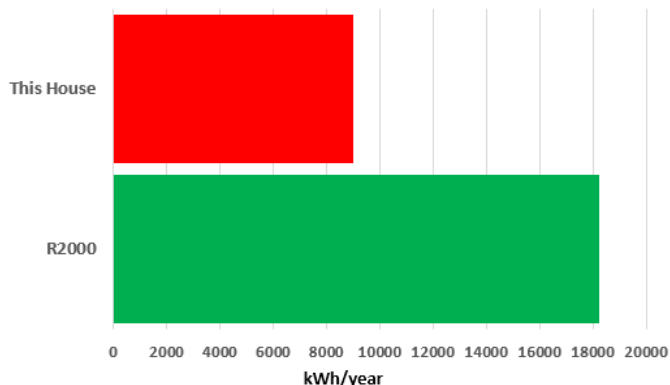
Le programme R2000, créé dans les années 1980, est la référence en matière de construction résidentielle de haute efficacité énergétique au Canada. Il a été mis à jour dernièrement mais, dans la présente étude, l'habitation a été comparée à l'ancienne norme, selon laquelle une habitation jugée efficace obtient une cote ÉnerGuide de 80 ou plus.

Cote ÉnerGuide : 87

Energy Consumption Estimates by End Use



Annual Heating + Hot Water Energy Consumption



Latitude de l'habitation	60,5°N
Degrés-jours de chauffage par année	>6 000 DJC (°C)
Température moyenne en janvier	-16,2 °C (2,8 °F)
Température de calcul pour le chauffage en janvier	-41 °C (-43 °F)
Charge nominale du système de chauffage	5,5 kW (18 766 BTU/h)
Superficie chauffée, rez-de-chaussée et étages	130 m ² (1 404 pi ²)
Superficie chauffée du vide sanitaire	65 m ² (702 pi ²)
Aire habitable totale	130 m ² (1 404 pi ²)
Superficie au sol (triplex complet)	217,7 m ² (2 344 pi ²)
Aire de fenêtrage	21,2 m ² (228 pi ²)
% de fenêtres face au sud	38 %
Taux de fuite d'air à -50 Pa (<i>en fonctionnement réel</i>)	1,1 RA/h
Surface de fuite équivalente à -10 Pa (<i>en fonctionnement réel</i>)	136,1 cm ² (21,1 po ²)
Consommation annuelle d'énergie par m ²	136 kWh/m ²
Consommation annuelle totale d'énergie projetée	17 726 kWh/an
Rendement réel comparativement aux factures des occupants	Consommation 2 % inférieure à la consommation moyenne projetée sur une période de 4 ans

Ce projet a été financé par la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) et le Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE) de Ressources naturelles Canada (RNC). Les opinions exprimées dans le rapport sont celles de l'auteur (des auteurs) et ne reflètent pas nécessairement les opinions de la SCHL ou RNC. La contribution financière de la SCHL et RNC à la publication de ce rapport ne constitue nullement une approbation de son contenu.

Case Study #10 Kų Kàttthe Ä'q

SUMMARY: This profile features a triplex in the Takhini River subdivision built by Habitat for Humanity Yukon (HFHY) in partnership with the Champagne and Aishihik First Nations (CAFN).

The design involved building external structural walls spaced away from a second mechanical service wall on the inside. The cavity was filled with mineral wool insulation and 2 lb. spray foam insulation. This system enabled high insulation values and allowed as much volunteer labour as possible without concern for the impact on air/vapour barrier detailing. The triplex is heated with electric baseboards to simplify maintenance costs.



Figure 1: SuperGreen House, Whitehorse, Yukon

Why SuperGreen¹? Builder, Occupant Comments:

HFHY has committed to building SuperGreen to provide affordable living for their clients. CAFN advocates for environmental conservation by utilizing energy-efficient building techniques and technologies that promote sustainability. This partnership was based on achieving common goals.

One objective of CAFN's Leadership is to promote self-reliance through home ownership and trades-related training. This SuperGreen house, named *Kų Kàttthe Ä'q*, meaning "First House", was a collaborative project bringing together many different organizations.

The Chief of CAFN strongly supported the collaboration, saying "This project is based on the traditional values of our people who used to help each other survive. That kind of co-operation is a value that has been eroded over the years, and I think *Kų Kàttthe Ä'q* will help to bring it back."

Location: This SuperGreen house is located in the Takhini River Subdivision 50 km east of Whitehorse, Yukon.

Designer-Builder Team: Through their experience building several SuperGreen houses, HFHY has established a building committee, which includes SuperGreen building specialists and experts in various fields of high-efficiency products and technologies. Their goal is to achieve a minimum EnerGuide Rating of 86 on each project.

The actual construction of this triplex was a highly collaborative and volunteer-based undertaking. Over the course of construction, volunteers on the site included CAFN citizens, staff and leadership, chiefs from other Yukon First Nations, HFHY's Executive Director, President and Board members, several representatives of HFHY's national Global Village Director and Aboriginal Housing Program National Manager, Yukon Government MLA's, members of the RCMP, Yukon College, Yukon Housing Corporation and Canada Mortgage and Housing Corporation.

¹ SuperGreen is a Yukon Housing Corporation standard of energy efficient house construction.

During one especially productive week of construction, National Assembly of First Nations Chief and other First Nation Dignitaries along with the HFH National Leadership Team came to Whitehorse to swing hammers at *Ky Kátthe Ä'q*. Canada's Governor General also contributed volunteer labour to the building.

Tradespeople on the site were provided with a full set of plans to guide their work. They were also charged with the responsibility of coordinating the work and managing the volunteers on a continuous basis.

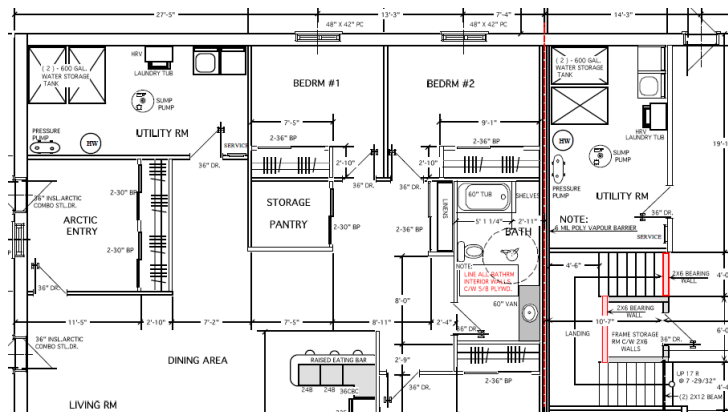


Figure 2: Main floor plan

Type of House: *Ky Kátthe Ä'q* is a triplex consisting of two 3-bedroom single storey units on either side of a 4-bedroom, 2-story unit. Unlike a typical town-house or condo, the entryways for the end units are located on the sides of the building to offer maximum privacy.

The house incorporates many accommodating features that allow the home to be easily adapted for life's changing needs. This includes wider halls and doorways and wheel-chair turning areas in the bathroom and kitchen. In the

middle unit, extra large closets allow room to install a lift if needed in the future. There is ample "flex" space on the main floor to build an additional bedroom. The homes are built as a slab on grade.

Technical details

Building Envelope:

- Walls (Figure 3): Structural 38x140 mm (2x6 in.) walls with mineral wool insulation, spaced 100 mm (4 in.) away from a second internal 38x89 mm (2x4 in.) wall, also insulated with mineral wool. The space between the walls is filled with

2lb spray foam insulation.

- Ceilings: High heel trusses with RSI 17.6 (R100) cellulose.
- Foundation: Slab on grade with RSI 3.5 (R20) foam insulation underneath.
- Windows: Fixed and casement style vinyl, quad glazing, argon-filled, low-e (no low-e on south side to maximize solar gain), locally manufactured.
- Doors: Metal polyurethane insulated double (inner and outer) door system, locally manufactured.

HOUSE REPORT #10 WALL SECTION

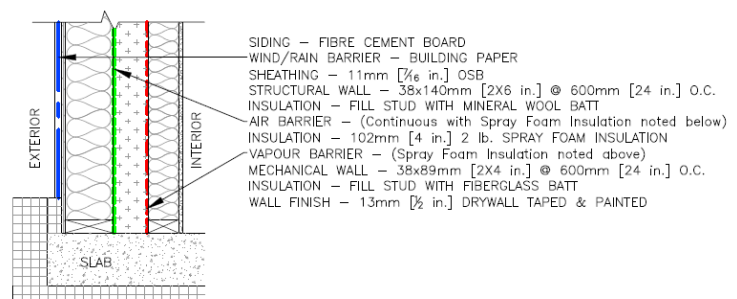


Figure 3: Wall section

Mechanical Systems:

- Space heating: Electric baseboard.
- Ventilation: Fully ducted Venmar EKO 1.5 heat-recovery ventilator (HRV) 64% SRE at -25°C (13°F) balanced at 57 L/s (120 cfm) high speed and 28 L/s (60 cfm) low speed.
- Hot water: Electric convector tanks.
- Renewable energy system: 14 kW grid-connected solar photovoltaic (PV) system distributed over the 3 units.

Lessons Learned:

The wall system used in this building is simple enough to allow a high amount of volunteer involvement in the construction and it has a high insulation value. For these reasons, HFHY has adopted it as their new wall system of choice. To reduce the number of different dimensions and types of materials on site they ordered only mineral wool insulation, and only as thick batts. When thinner insulation was needed for the inner wall they were able to split them with a bread knife. This process worked quite well and simplified the ordering of materials.

The double door system works well in this wall system with very few frost issues.

The decision to install simple electric baseboard heaters eliminates regular maintenance and servicing costs associated with furnaces and boilers.

The lot allowed for sitting the wall of building with the most glazing directly south to maximize passive solar gains. To encourage solar heat gains, the windows on the south side do not have a low-e coating.



Figure 4: Interior view



Figure 5: Exterior view

The solar array is located on the rooftops of the triplex. The roofs are intentionally asymmetric and face north and south to optimize the slope of the array for solar collection without unintentionally adding wind or snow loading to the structures.

ATCO Electric Yukon contributed financially to the installation of the 14 kW solar PV system. The executive director of HFHY arranged the donation of the solar modules from a company in

Ontario. Another Ontario manufacturer provided a discount on the string inverters.

Other Energy Efficiency and Sustainability Features:

- Lighting: Lighting is compact fluorescent lamps (CFL).
- Appliances: All appliances are Energy Star® rated.
- Other features include: Grid-connected solar array with string inverters that can provide some electricity in the event of regional power outages.

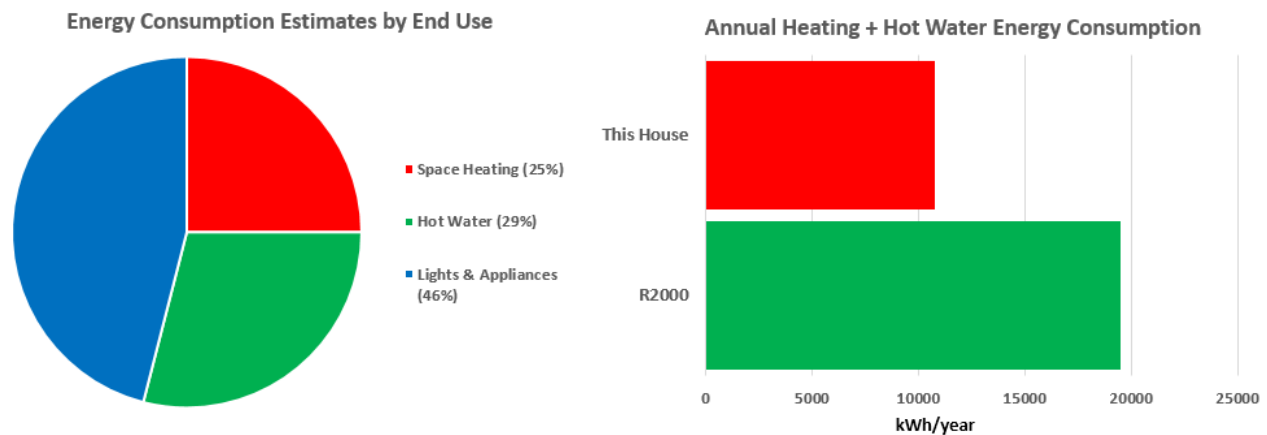
House Energy Consumption Performance:

An EnerGuide rating is a measure of a home's energy performance. EnerGuide has been in place since the mid 1990's. It makes use of actual house parameters like insulation values, mechanical equipment efficiencies and air tightness in a computer energy simulation (Hot 2000) using standardised occupant conditions for plug in loads, hot water use and thermostat settings. The figure below shows the energy breakdown of this house.

The R2000 program has been in place since the 1980's and has been the benchmark for energy efficient new housing in Canada. That benchmark has been upgraded recently, but for reference this house has been compared to the old familiar standard where a house deemed to be efficient gets an 80 or better on the EnerGuide scale.

EnerGuide Rating: 86 without solar PV array (90 including the solar PV array)

(All data below shows without array)



Project latitude	60.5°N
Annual heating degree day zone	>6000HDD°C
Mean January temperature	-16.2°C (2.8°F)
January heating design temperature	-41°C (-43°F)
Heating system design heat load	6.5 kW (22,179 BTU/h)
Main floor(s) heated area (Unit A)	183 m ² (1,974 ft ²)
Total liveable area	183 m ² (1,974 ft ²)
Building footprint (Unit A)	196 m ² (2,112 ft ²)
Window area	12.9 m ² (139 ft ²)
% of windows facing south	55 %
Air leakage rate @ -50 Pa (<i>as operated</i>)	0.8 ach
Equivalent leakage area (hole size) @ -10 Pa (<i>as operated</i>)	141 cm ² (21.9 in ²)

Annual energy use per m ²	107 kWh/m ²
Projected total annual energy usage	19,604 kWh/yr
Actual performance as it compares to occupant bills	Data not available - House occupied less than 1 year at time of publication

This Project was funded by Canada Mortgage and Housing Corporation (CMHC) and Natural Resources Canada (NRCAN) Program for Energy Research and Development (PERD). The views expressed are the views of the author(s) and do not necessarily reflect the views of CMHC or NRCAN. CMHC's and NRCAN's financial contribution to this report does not constitute an endorsement of its contents.

Étude de cas 10 Kų Kàtthe Ä'q

RÉSUMÉ : Cette étude de cas porte sur un triplex dans le lotissement de Takhini River construit par Habitat pour l'humanité Yukon (HPHY) en partenariat avec les Premières Nations de Champagne et d'Aishihik (PNCA).

Le concept consiste en un mur structural extérieur et un mur technique intérieur. La cavité entre les deux a été remplie de laine minérale et de mousse isolante projetée de 2 lb. Ce système a permis d'atteindre une résistance thermique élevée et de maximiser le recours à des travailleurs bénévoles sans que cela ait des répercussions sur la qualité des détails de finition du pare-air/pare-vapeur. Le



Figure 1 : Triplex SuperGreen, Whitehorse (Yukon)

triplex est chauffé avec des plinthes électriques pour simplifier l'entretien et en réduire le coût.

Pourquoi SuperGreen¹?

Commentaires du constructeur et des occupants

HPHY s'est engagé à construire des habitations SuperGreen dans le but d'offrir des logements abordables à ses clients. La PNCA préconise la défense de l'environnement en utilisant des techniques et technologies de construction à

haute efficacité énergétique favorisant le développement durable. La volonté d'atteindre des objectifs communs a motivé la formation de ce partenariat.

L'un des objectifs des dirigeants de la PNCA est l'autosuffisance, par le truchement de la propriété et de la formation dans les métiers. Cette habitation SuperGreen, nommée Kų Kàtthe Ä'q (« première maison »), est un effort collectif réunissant de nombreuses organisations.

Le chef de la PNCA a donné tout son appui à cette collaboration : « Ce projet est fondé sur les valeurs traditionnelles de notre peuple, qui avait l'habitude de s'entraider pour assurer sa survie. Ce genre de coopération est une valeur qui s'est perdue au fil du temps, et je crois que Kų Kàtthe Ä'q nous aidera à la retrouver. »

Emplacement : Cette habitation SuperGreen est située dans le lotissement de Takhini River, à 50 km à l'est de Whitehorse (Yukon).

Équipe de conception et de construction : Fort d'une expérience dans la construction de plusieurs bâtiments SuperGreen, HPHY a mis sur pied un comité de construction qui compte des spécialistes et des experts de la norme SuperGreen dans divers secteurs de produits et de technologies éconergétiques. Son objectif est que chacune de ses habitations atteigne une cote ÉnerGuide d'au moins 86.

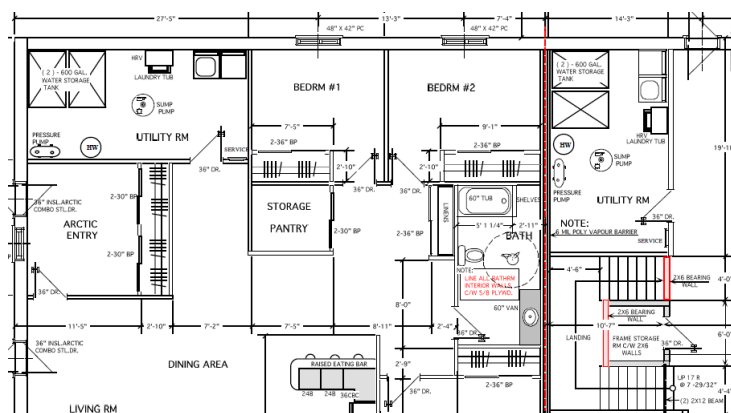
La construction de ce triplex a été une initiative hautement collaborative basée sur le bénévolat. Le chantier a accueilli un nombre considérable de bénévoles, dont des citoyens, des employés et dirigeants

¹ SuperGreen est une norme de construction d'habitations à haut rendement énergétique de la Société d'habitation du Yukon.

de la PNCA, des chefs d'autres Premières Nations du Yukon, le directeur exécutif, le président et des membres du conseil d'administration d'HPHY, plusieurs représentants du programme national Village global d'Habitat pour l'humanité, le directeur du Programme de logement visant les Autochtones d'Habitat pour l'humanité, des députés du gouvernement du Yukon, des membres de la GRC, ainsi que des représentants du Collège du Yukon, de la Société d'habitation du Yukon et de la Société canadienne d'hypothèques et de logement.

Durant une semaine de construction particulièrement productive, le chef de l'Assemblée des Premières Nations et d'autres dignitaires des Premières Nations ainsi que l'équipe de direction nationale d'Habitat pour l'humanité sont venus à Whitehorse pour donner un coup de main sur le chantier de *Ky Kàtthe Ä'q*. On compte même le gouverneur général du Canada parmi les travailleurs bénévoles.

On a fourni aux ouvriers qualifiés un ensemble complet de plans pour guider leur travail sur le chantier. Ils étaient en outre responsables de coordonner et de gérer en permanence le travail des bénévoles.



Type d'habitation : *Ky Kàtthe Ä'q* est un triplex composé de deux logements d'un étage à trois chambres encadrant un logement à deux étages de quatre chambres. Contrairement à la plupart des maisons en rangée ou en copropriété, les entrées des deux logements latéraux sont situées sur les côtés du bâtiment pour maximiser l'intimité.

De nombreuses caractéristiques

pratiques permettent d'adapter facilement le logement à l'évolution des styles de vie, comme des halls et des entrées plus larges et des espaces suffisants pour faire pivoter un fauteuil roulant dans la salle de bains et la cuisine. Dans le logement central, des armoires surdimensionnées ont été aménagées afin de réserver un espace suffisant pour l'éventuelle installation d'un ascenseur. Le rez-de-chaussée compte amplement d'espace polyvalent pour l'aménagement d'une chambre additionnelle. Le bâtiment repose sur une dalle sur terre-plein.

Figure 1 : Plan de l'étage principal

Détails techniques

Enveloppe du bâtiment

- Murs (voir la figure 3) : mur structural en poteaux de 38x140 mm (2x6 po) isolé avec de la laine minérale, espacé de 100 mm (4 po) d'un mur intérieur en poteaux de 38x89 mm (2x4 po), aussi isolé avec de la laine minérale. L'espace entre les deux murs a été rempli d'isolant en

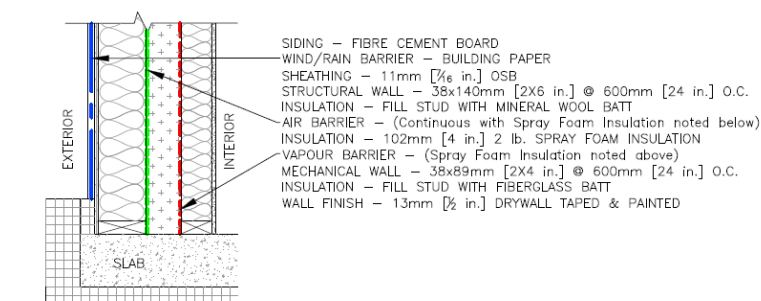


Figure 2 : Section de mur

HOUSE REPORT #10 WALL SECTION

mousse projetée de 2 lb.

- Plafonds : fermes à talons relevés avec isolant de cellulose, valeur RSI de 17,6 (R100).
- Fondations : dalle sur terre-plein coulée sur une couche d'isolant en mousse de valeur RSI de 3,5 (R20).
- Fenêtres : en vinyle, fixes et à battants, à quadruple vitrage, à lame d'argon et à faible émissivité (sauf sur le côté sud pour maximiser le gain solaire), fabriquées dans la région.
- Portes : doubles portes (intérieure et extérieure) en métal isolées au polyuréthane, fabriquées dans la région.

Systèmes mécaniques

- Chauffage des locaux : plinthes électriques.
- Ventilation : ventilateur récupérateur de chaleur (VRC) Venmar EKO 1.5, réseau complet de conduits, ERS de 64 % à -25 °C (-13 °F), équilibré à 57 L/s (120 pi³/min) à haut régime et à 28 L/s (60 pi³/min) à bas régime.
- Eau chaude : chauffe-eau électrique à réservoir.
- Système d'énergie renouvelable : panneaux photovoltaïques de 14 kW reliés au réseau de distribution électrique qui alimente les trois logements.

Leçons apprises

Le système mural de ce bâtiment était assez simple pour permettre d'en faire construire une bonne partie par des travailleurs bénévoles, et sa résistance thermique est élevée. HPHY en a fait son nouveau modèle de choix pour ces raisons. Pour réduire le nombre de dimensions et de types de matériaux différents, seule de la laine minérale isolante en matelas épais a été commandée. Lorsque des matelas plus minces étaient nécessaires pour le mur intérieur, il a suffi de les amincir avec un couteau à pain. Cette méthode efficace a permis de simplifier la commande des matériaux.



Figure 3 : Vue intérieure

Le système de portes doubles est bien adapté à ce type de mur et pose très peu de problèmes de gel.

Le choix de recourir à de simples plinthes électriques a été fait dans un souci d'éviter l'entretien régulier et les coûts d'entretien associés aux générateurs d'air chaud et aux chaudières.

Le terrain permettait d'orienter le mur le plus fenêtré directement face au sud pour maximiser les gains solaires passifs. Pour accentuer encore cet effet, le vitrage des fenêtres du côté sud n'a pas de pellicule à faible émissivité.



Les panneaux solaires sont placés sur le toit du triplex. La toiture est délibérément asymétrique et dans une orientation nord-sud pour optimiser l'angle des capteurs solaires sans augmenter la charge du vent et de la neige sur les structures.

ATCO Electric Yukon a apporté une contribution financière à l'installation des panneaux photovoltaïques de

Figure 4 : Vue extérieure

14 kW. Le directeur exécutif d'HPHY a obtenu la donation de modules solaires par une entreprise de l'Ontario. Un autre fabricant ontarien a offert un rabais pour les onduleurs de ligne.

Autres caractéristiques d'efficacité énergétique et de durabilité

- Éclairage : lampes fluorescentes compactes.
- Électroménagers : tous les appareils sont homologués ENERGY STAR^{MD}.
- Autres caractéristiques : panneaux solaires reliés au réseau électrique avec onduleurs de ligne pouvant fournir un peu d'électricité en cas de panne d'électricité régionale.

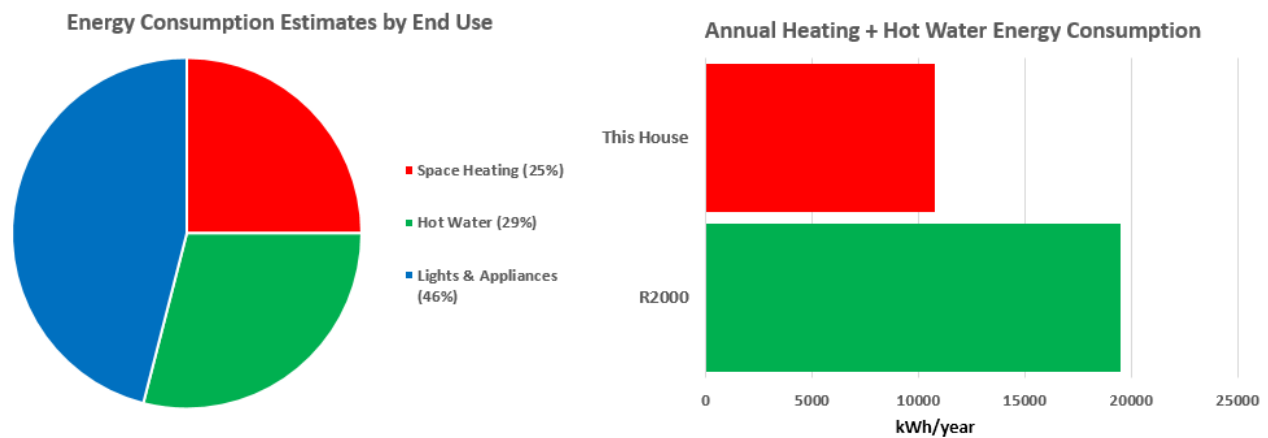
Rendement de la consommation énergétique

La cote ÉnerGuide est une mesure du rendement énergétique d'une habitation. Le programme ÉnerGuide a été mis sur pied vers le milieu des années 1990. La cote est calculée au moyen d'une simulation informatique (HOT2000), qui utilise les paramètres réels du bâtiment, comme les valeurs de résistance thermique, l'efficacité des équipements mécaniques et l'étanchéité à l'air, ainsi que des paramètres standardisés d'occupation pour la charge des appareils électriques, la consommation d'eau chaude et les réglages du thermostat. La figure ci-dessous montre la répartition de la consommation énergétique de l'habitation présentée dans cette étude de cas.

Le programme R2000, créé dans les années 1980, est la référence en matière de construction résidentielle de haute efficacité énergétique au Canada. Il a été mis à jour dernièrement mais, dans la présente étude, l'habitation a été comparée à l'ancienne norme, selon laquelle une habitation jugée efficace obtient une cote ÉnerGuide de 80 ou plus.

Cote ÉnerGuide : 86 sans les panneaux solaires photovoltaïques (90 avec ceux-ci)

(Toutes les données ci-dessous excluent l'utilisation des panneaux solaires photovoltaïques)



Latitude de l'habitation	60,5°N
Degrés-jours de chauffage par année	>6 000 DJC (°C)
Température moyenne en janvier	-16,2 °C (2,8 °F)
Température de calcul pour le chauffage en janvier	-41 °C (-43 °F)
Charge nominale du système de chauffage	6,5 kW (22 179 BTU/h)
Superficie chauffée, rez-de-chaussée et étages (logement A)	183 m ² (1 974 pi ²)
Aire habitable totale	183 m ² (1 974 pi ²)
Superficie au sol (logement A)	196 m ² (2 112 pi ²)
Aire de fenêtrage	12,9 m ² (139 pi ²)
% de fenêtres face au sud	55 %
Taux de fuite d'air à -50 Pa (<i>en fonctionnement réel</i>)	0,8 RA/h
Surface de fuite équivalente à -10 Pa (<i>en fonctionnement réel</i>)	141 cm ² (21,9 po ²)
Consommation annuelle d'énergie par m ²	107 kWh/m ²
Consommation annuelle totale d'énergie projetée	19 604 kWh/an
Rendement réel comparativement aux factures des occupants	Données non disponibles – habitation occupée depuis moins d'un an au moment de la publication

Ce projet a été financé par la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL) et le Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE) de Ressources naturelles Canada (RNCAN). Les opinions exprimées dans le rapport sont celles de l'auteur (des auteurs) et ne reflètent pas nécessairement les opinions de la SCHL ou RNCAN. La contribution financière de la SCHL et RNCAN à la publication de ce rapport ne constitue nullement une approbation de son contenu.