NRC·CNRC

NRC Publications Archive
Archives des publications du CNRC

Chauffage des locaux et conservation de l'énergie

Stephenson, D. G.

For the publisher's version, please access the DOI link below./ Pour consulter la version de l'éditeur, utilisez le lien DOI ci-dessous.

Publisher's version / Version de l'éditeur:
https://doi.org/10.4224/40001029
Digeste de la construction au Canada, 1972-09

NRC Publications Archive Record / Notice des Archives des publications du CNRC :
https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=6081f4ae-ff05-4a89-8810-8e15e24366b5
https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=6081f4ae-ff05-4a89-8810-8e15e24366b5

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at
https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright
READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site
https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits
LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

Questions? Contact the NRC Publications Archive team at PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

Vous avez des questions? Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.

National Research Council Canada
Conseil national de recherches Canada

Canada

Digeste de la Construction au Canada

Division des recherches en construction, Conseil national de recherches Canada

CBD 142F

Chauffage des locaux et conservation de l'énergie

Publié à l'origine en septembre 1972

D. G. Stephenson

Veuillez noter

Cette publication fait partie d'une série qui a cessé de paraître et qui est archivée en tant que référence historique. Pour savoir si l'information contenue est toujours applicable aux pratiques de construction actuelles, les lecteurs doivent prendre conseil auprès d'experts techniques et juridiques.

Le Canada consomme chaque année une énergie équivalant à 60 millions de tonnes de charbon pour chauffer et rafraîchir les bâtiments résidentiels et commerciaux et pour fournir le courant permettant d'éclairer les locaux, de chauffer l'eau, de faire la cuisine et de faire fonctionner les appareils et équipements se trouvant dans ces bâtiments. On prévoit que cette consomniation d'énergie doublera et au-delà au cours des trente prochaines années. Pour placer ces données dans leur perspective correcte, il suffit de remarquer que l'énergie consommée par les installations résidentielles et commerciales s'élève approximativement au tiers de la consommation nationale totale; les installations industrielles et les transports consomment le tiers restant.

Trois raisons impérieuses commandent la modération dans l'emploi des combustibles.

1. D'une manière générale, les dépenses en combustibles décroissent en même temps que la consommation d'énergie;
2. l'utilisation des combustibles engendre la pollution comme effet secondaire; un des moyens de limiter la pollution consiste donc à brûler moins de combustibles;
3. les combustibles fossiles sont irremplaçables; il convient donc, aujourd'hui et à l'avenir, deles utiliser de manière à en tirer le bénéfice maximal.

Le présent Digest indique quelques méthodes permettant aux concepteurs de bâtiments et aux planificateurs des services publics de contribuer à la conservation des combustibles.

Pertes de chaleur dans les bâtiments

Les bâtiments perdent de la chaleur de deux manières: par conduction de la chaleur à travers les murs, les fenêtres et les toits, d'une part, par fuite ou expulsion mécanique de l'air chaud intérieur qui est remplacé par de l'air frais à la température de l'air extérieur, d'autre part. Ces deux phénomènes qui composent la perte de chaleur sont fonction de la différence existant

entre les températures de l'air à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment. On peut donc réduire les pertes totales de chaleur en diminuant la température intérieure d'un bâtiment lorsque les lieux ne sont pas occupés. La réduction que procure le réglage du thermostat à une température plus basse pendant les périodes de non-occupation est cependant très modérée. Pour un établissement-type situé dans le sud du Canada, on obtient une réduction de consommation annuelle de combustible d'environ un pour cent lorsqu'on baisse de 3 degrés le réglage du thermostat et en supposant que cette mesure est appliquée pendant huit heures chaque nuit durant toute la saison de chauffage. Les économies sont naturellement plus importantes dans le cas de bureaux et d'écoles qui restent inoccupés pendant une fraction plus grande de la saison de chauffage.

Il existe des méthodes beaucoup plus efficaces de conservation de la chaleur; elles consistent à augmenter la résistance aux sorties de chaleur qui se produisent à travers les murs et le toit. Un mur-type comportant une isolation en fibre de verre épaisse de 2½ pouces a une résistance d'environ 11 unités; un pouce supplémentaire d'isolant portera la résistance à 14 unités environ; il en résultera une réduction de 21 pour cent de la perte par conduction. La résistance thermique supplémentaire des murs et du toit aide à réduire les gains de chaleur en été de même que les pertes de chaleur en hiver.

Il est difficile de déterminer avec précision l'avantage économique résultant d'un supplément d'isolant parce que les économies financières associées à la réduction des pertes de chaleur dépendent du coût du chauffage pendant toute la durée d'existence du bâtiment. Ce coût dépendra certainement de la nature du combustible utilisé; il semble cependant raisonnable de prévoir que le coût de tous les combustibles continuera à augmenter. Le seul moyen d'éviter un accroissement du coût de l'énergie utilisée pour le chauffage consisterait à créer des systèmes de chauffage par district utilisant de la chaleur «à bon marché» provenant de centrales thermiques ou d'usines de combustion des résidus urbains. Il est probable que le chauffage par district sera installé dans diverses parties du Canada[1], mais il serait peu raisonnable de la part des concepteurs d'économiser sur l'isolation des bâtiments en prévision d'une baisse du prix de la chaleur. Il est beaucoup plus vraisemblable que le chauffage par district aidera seulement à limiter le taux d'accroissement du coût de la chaleur. Malgré l'incertitude qui règne au sujet du coût futur de la chaleur, il n'est pas douteux qu'il est de l'intérêt national d'employer plus d'isolant qu'on ne le fait actuellement. Il est, par exemple, avantageux d'utiliser assez d'isolant pour remplir complètement et non partiellement les espaces existant entre les montants d'une charpente classique de mur. Il est de même recommandable d'utiliser jusqu'à six pouces d'isolant dans les espaces existant entre les joints de plafond.

Les fenêtres offrent à la transmission de la chaleur une résistance très inférieure à celles des surfaces égales de mur isolé. La résistance d'un carreau simple de verre n'excède guère l'unité; ce chiffre est à rapprocher des valeurs supérieures à 10 unités relatives aux murs isolés. Les fenêtres ordinaires à double vitrage présentent des résistances d'environ 2 unités et certains autres vitrages doubles qui réfléchissent la lumière[2] présentent une résistance supérieure à 3 unités. La résistance thermique ne constitue pas le seul facteur méritant considération; les fenêtres transmettent également la radiation solaire qui procure un gain d'énergie s'opposant aux pertes de chaleur. En fait, dans un bâtiment situé dans la partie méridionale du Canada et sur un mur exposé au sud, une fenêtre ordinaire à double vitrage présente à peu près la même perte nette de chaleur, pendant l'ensemble de la saison de chauffage, qu'une aire équivalente de mur isolé. Cette situation résulte des quantités relativement importantes d'énergie solaire qui pénètrent en hiver par les fenêtres exposées au sud. Lorsque les fenêtres font face à d'autres points cardinaux que le sud, elles sont moins exposées à l'irradiation solaire; elles subissent par suite des pertes nettes de chaleur plus importantes. On peut conclure de ce qui précède qu'il est avantageux d'utiliser des vitrages doubles et de réduire les dimensions des fenêtres autant que le permettent leurs fonctions consistant à admettre la lumière du jour et à donner une vue, sur l'extérieur.

Dans de nombreux bâtiments la perte de chaleur associée à l'infiltration de l'air et à la ventilation présente à peu près la même valeur que la perte de chaleur due à la conductibilité. On peut réduire cette composante en utilisant des bourrelets posés sur les fenêtres et portes

qui peuvent s'ouvrir, et en scellant toutes les ouvertures à travers lesquelles l'air peut passer vers l'extérieur ou l'intérieur du bâtiment. Il arrive cependant qu'on exagère dans le sens précédent et qu'on bénéficie seulement d'une quantité trop minime d'air frais. Pour lutter contre les odeurs et empêcher la sensation de «renfermée», il est nécessaire de produire une arrivée d'air frais équivalant à un renouvellement complet de l'air toutes les deux heures. Les locaux dans lesquels on fume beaucoup, ou qui sont soumis à d'autres sources de pollution, exigent des quantités plus importantes d'air frais. Si, dans une pièce ou dans un bâtiment, les fuites naturelles d'air ne sont pas suffisantes pour procurer une ventilation convenable, il convient de faire appel à d'autres méthodes. La quantité d'air frais nécessaire pour maintenir une qualité acceptable de l'air peut cependant être minimisée si en prélève l'air d'échappement sur les pièces où les odeurs prennent naissance au lieu de laisser simplement l'air s'échapper autour des fenêtres et des portes. Il est donc avantageux de minimiser les fuites d'air non intentionnelles; on installera en outre des ventilateurs aspirants et des entrées d'air frais à des emplacements judicieusement choisis. On réduira ainsi les pertes de chaleur et, de plus, on améliorera la qualité de l'air dans le bâtiment.

La perte de chaleur correspondant à la sortie d'air chaud au dehors du bâtiment peut être réduite de plus de 50 pour cent en utilisant un échangeur de chaleur qui transfère la chaleur contenue dans l'air chaud à l'air frais qui pénètre dans le bâtiment. Les échangeurs de chaleur sont particulièrement efficaces dans des bâtiments tels que les hôpitaux qui exigent de grandes quantités d'air frais.

Comparaison entre le chauffage à l'huile et le chauffage électrique

Il existe d'autres moyens d'économiser le combustible que de réduire les pertes de chaleur du bâtiment. Toute disposition qui accroît le rendement d'énergie contenue dans le combustible entraîne une diminution correspondante de la consommation de ce dernier. Le rendement-type des systèmes de chauffage utilisant des produits combustibles se situe entre 65 et 80 pour cent; on dispose, en d'autres termes, à la sortie de la fournaise ou de la chaudière, de 65 à 80 pour cent de l'énergie contenue dans le combustible; le reste n'est pas disponible soit à cause d'une combustion incomplète, soit parce que les gaz chauds qui sortent par la cheminée entraînent une perte de chaleur. Une fournaise régulièrement entretenue fonctionne avec un rendement plus élevé que si l'entretien est négligé; un nettoyage régulier et une vérification du rendement de la combustion peuvent apporter une certaine réduction de la consommation de combustible.

Les partisans du chauffage électrique prétendent souvent que le rendement des systèmes de chauffage électrique est de cent pour cent. Cette affirmation est correcte en ce sens que chaque kilowatt-heure d'énergie électrique utilisé produit 3412 Btu de chaleur utilisable, mais il est préférable de présenter la question de la manière suivante. Il s'agit de considérer la quantité de combustible réellement nécessaire pour produire ces 3412 Btu. Le rendement des usines thermiques modernes est de l'ordre de 35 à 40 pour cent. En d'autres termes, seule une fraction de 35 à 40 pour cent du contenu énergétique du combustible utilisé quitte l'usine productrice sous forme d'électricité; il se produit en outre d'autres pertes dans le système de transmission avant que l'énergie n'atteigne finalement le consommateur. Le rendement réel du chauffage électrique est ainsi de l'ordre de 35 pour cent lorsqu'on le calcule en se basant sur le contenu énergétique du combustible brûlé par une usine génératrice.

Une grande partie de l'électricité utilisée de nos jours prend naissance dans les installations hydroélectriques; elle n'entraîne par suite aucune consommation de combustible. Mais la demande en électricité croit d'une manière continue de sorte qu'on utilise les usines thermiques dans une proportion croissante pour supplémenter la production des usines hydro-électriques. Il est donc raisonnable de considérer que le chauffage électrique implique une consommation de combustible. Si l'énergie n'était pas utilisée pour le chauffage, elle pourrait l'être pour d'autres usages et réduirait ainsi la demande d'énergie en provenance des usines génératrices thermiques d'appoint. Au point de vue de la conservation des combustibles, le chauffage électrique représente donc un gaspillage beaucoup plus considérable que la production directe de chaleur dans une fournaise ou une chaudière.

Système de chauffage et de refroidissement par pompe de chaleur

Une pompe de chaleur est une machine réfrigérante qui prélève de la chaleur sur un local à basse température et la livre ailleurs à une température plus élevée. Le fonctionnement de la pompe de chaleur exige de l'énergie et la chaleur fournie représente la somme de la chaleur prélevée à la source de chaleur et de la chaleur équivalant à l'énergie utilisée pour actionner la machine. La relation entre la quantité de chaleur pompée et l'énergie consommée dépend de la différence existant entre la température de la source de chaleur et la température à laquelle la chaleur est livrée. À titre d'exemple-type, les pompes de chaleur utilisées pour chauffer et refroidir les bâtiments produisent environ 2 kw de refroidissement et 3 kw de chauffage par 1 kw d'énergie consommée. Si on utilise l'électricité pour actionner une pompe de chaleur au lieu de la convertir directement en chaleur, le rendement effectif est donc multiplié par un facteur d'environ 3; il devient, en d'autres termes, 105 pour cent au lieu de 35 pour cent; ce chiffre est nettement meilleur que les rendements des systèmes de chauffage utilisant directement des matériaux combustibles.

Une pompe de chaleur doit disposer d'une source de chaleur; elle refroidit cette dernière tout en fournissant ailleurs de la chaleur; l'intérêt d'une pompe de chaleur est donc double s'il est possible d'utiliser les deux effets de refroidissement et de chauffage. La plupart des grands bâtiments modernes permettent cette utilisation. Il est nécessaire de refroidir le centre d'un grand bâtiment en extrayant la chaleur dégagée par les lumières, l'équipement et les occupants, tandis que les régions paramétriques exigent de la chaleur pour compenser celle qui s'échappe par conduction à travers les murs et les fenêtres. La pompe de chaleur constitue un moyen très économique de satisfaire simultanément à ces deux exigences. Par temps chaud, aucun chauffage n'est nécessaire et la pompe de chaleur peut encore fournir le refroidissement. La chaleur produite est en pareil cas évacuée dans l'atmosphère au moyen d'une tour de réfrigération; le fonctionnement est alors le même que celui des refroidisseurs ordinairement utilisés aux fins de climatisation.

Utilisation de la chaleur gaspillée

Comme on l'a remarqué précédemment, les usines thermiques fourniront une proportion croissante de la production électrique du Canada au cours des vingt prochaines années. A l'heure actuelle plus de la moitié du contenu énergétique du combustible brûlé dans ces usines est finalement évacué sous forme de chaleur gaspillée. La température correspondante, normalement inférieure à 105°F, ne présente aucun intérêt pour le chauffage des locaux. Il est cependant possible de rejeter de la chaleur hors d'une usine thermique à une température suffisamment élevée pour pouvoir l'utiliser au chauffage des locaux. On doit cependant noter qu'une élévation de température de la chaleur rejetée entraîne une réduction de la quantité d'électricité produite. Lorsque la chaleur est évacuée à 250°F, la production électrique ne s'élève qu'à 23 pour cent de l'énergie contenue dans le combustible, et 60 pour cent de l'énergie contenue dans le combustible sont rejetés sous forme de chaleur. La dépense nécessaire pour obtenir cette chaleur à une température utilisable correspond exactement à la production d'électricité qui est perdue. Une analyse récente[1] a montré que la chaleur produite dans une usine combinée chaleur/énergie coûte environ $0.45 par million de Btu tandis que la chaleur produite par une grande usine de chauffage central coûte plus de $1.00 par million de Btu; la chaleur produite dans une fournaise ou une chaudière et destinée à un bâtiment unique coûte, d'un autre côté, $1.50 ou davantage suivant les dimensions du bâtiment. Un million de Btu de chaleur produite par conversion directe de l'électricité en chaleur coûterait $2.93 si l'énergie coûtait 1¢ le kilowatt-heure. Il serait alors économiquement possible d'utiliser la chaleur produite, par une installation combinée chaleur/énergie a condition que le coût de la distribution n'excède pas $1.00 par million de Btu.

La chaleur produite par une installation combinée chaleur/énergie est peu coûteuse, principalement parce qu'on utilise la chaleur résultant de la production d'électricité, c'est-à-dire un sous-produit. L'utilisation de la chaleur qui autrement serait perdue présente un autre important aspect. Il consiste dans une réduction d'environ 30 pour cent de la consommation de combustible par rapport à celle qui serait nécessaire pour produire la même quantité de chaleur

et d'énergie dans des installations séparées. On réalise donc à la fois des bénéfices notables au point de vue de la conservation des ressources en combustibles et une réduction intéressante de la quantité totale des produits de la combustion déchargés dans l'atmosphère.

Les systèmes de chauffage par districts utilisant le sous-produit constitué par la chaleur provenant des installations génératrices d'énergie sont très nombreux en Russie. Il est très probable que les systèmes similaires seront construits au Canada au fur et à mesure que se fera sentir un besoin croissant d'usines thermiques de production d'énergie. Les concepteurs de bâtiments devraient ne pas perdre de vue cette possibilité et prévoir des systèmes de chauffage pouvant être modifiés de manière à utiliser le chauffage par districts lorsqu'il sera disponible.

Conclusion

Comme dans tout type de conservation, celle du combustible destiné au chauffage des locaux se réduit essentiellement à une question de réduction des pertes au minimum. Elle comprend la réduction au minimum de la quantité d'énergie qui quitte le bâtiment par conduction à travers l'enveloppe du bâtiment, et par décharge de chaleur dans le système de refroidissement. Elle étend plus loin son emprise et implique une réduction du gaspillage de la chaleur produite par les installations d'énergie; on l'obtient en rejetant la chaleur à une température assez élevée pour permettre le chauffage de bâtiments. La mise en application de ces divers concepts peut engendrer des économies très notables sur la quantité de combustible utilisée au Canada pour le chauffage des locaux.

Références

1. Brown W. G. et D. G. Stephenson. Chauffage par districts au Canada. Communication présentée à la Réunion générale annuelle, Institut du génie du Canada, Québec, Sept. 1971.
2. D. G. Stephenson. Eléments de vitres réfléchissantes. Conseil national de recherches du Canada, Division des recherches sur le bâtiment, **101**, mai 1968.