Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 102 (1984)

Heft: 8

Artikel: Indices énergétiques de maisons chauffées à l'électricité: série de publications SIA "Indice énergétique de groupe d'immeubles"

Autor: Panchaud, Paul-Daniel

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-75412

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

standen oder wo die Hauswarte bei der Bedienung der Haustechnikanlage eindeutig überfordert sind, ist der Heizölverbrauch dagegen etwa konstant geblieben oder hat sogar zugenommen.

Schlussfolgerungen

Der Wissensstand über die wärmetechnische Gebäudesanierung sowie das dafür zur Verfügung stehende Produkteangebot haben ein Niveau erreicht, das dem Fachmann die Erarbeitung einer für den spezifischen Fall geeigneten Lösung erlaubt. Damit sind die Voraussetzungen für breitangelegte, über das Experimentieren hinausgehende Sanierungsbestrebungen erfüllt. Allein die negativen Auswirkungen der Heizölverbrennung auf die Umwelt sollten Anreiz genug sein, diese Sanierungsbestrebungen zu intensivieren.

Die durchgeführten Sanierungen zeigen, dass oft mit einfachen, kostengünstigen Massnahmen schon bedeutend Energie gespart werden kann. Andererseits erfordern umfassende Sanierungen als Folge des eher trägen, schwierig «regulierbaren» menschlichen Verhaltens eine mehrperiodige «Anpassungsfrist», bis die angestrebten Ziele erreicht werden.

Bei der Erfolgskontrolle über wärmetechnische Sanierungen muss von einer neutralen, klar definierten Basis ausgegangen werden. Die Energiekennzahl ist das geeignete Instrument dazu.

Literatur

[1] *Wick, B.*: «Energiekennzahlen der häufigsten Gebäudegruppen». Verlag Sages, Zürich. Sept. 1983

Adressen der Verfasser: *W. Hess*, dipl. Architekt ETH/SIA, c/o Schätzungsabteilung Zürcher Kantonalbank, Neugasse 239, 8037 Zürich, und *M. Hänger*, dipl. Ingenieur ETH, c/o Basler & Hofmann, Ingenieure und Planer AG, Forchstr. 395, Postfach, 8029 Zürich.

Indices énergétiques de maisons chauffées à l'électricité

Série de publications SIA «Indice énergétique de groupe d'immeubles»

Par Paul-Daniel Panchaud, Lausanne

Die Compagnie Vaudoise d'Electricité machte Vertiefungsstudien zur SAGES-Untersuchung über den Energieverbrauch. Im Kanton Waadt sind die elektrisch direkt beheizten Häuser häufiger als Gebäude mit Elektro-Zentralspeicher-Heizung. Daraus ergeben sich deutlich tiefere Energiekennzahlen für die Westschweizer Häuser. Bei den 105 neuen Einfamilien-Häusern (mittleres Baujahr 1979) liegt E-Wärme bereits tiefer als 300 MJ/m² · a, oder um 20% tiefer als bei den älteren Gebäuden (mittleres Baujahr 1974). – Daneben werden Zahlen gegeben über den Stromverbrauch im Haushalt und den Stromverbrauch von 32 Wärmepumpen-Häusern.

Introduction

Grâce à sa grande enquête de 1978–80, qui portait sur quelque 2000 maisons, le Mouvement suisse pour les économies d'énergie (MSEE–SAGES) a répandu la notion d'*indice énergétique* (consommation spécifique d'énergie) et ainsi permis une comparaison plus objective de l'utilisation des différentes énergies usuelles dans l'habitat.

L'échantillon d'environ 70 maisons chauffées à l'électricité pris en considération par le MSEE a un indice énergétique moyen relativement élevé, a priori. C'est pourquoi les distributeurs d'électricité de Suisse romande ont jugé utile de patronner eux-mêmes des campagnes supplémentaires de mesure des consommations spécifiques d'énergie de maisons dites «tout-électriques». Les deux plus importantes de ces campagnes ont eu pour objet des maisons équipées de *chauffage électrique direct à résistance*. La première a porté sur 117 maisons familiales, choisies au hasard, construites dans les cantons de Fribourg, Genève, Vaud et Neuchâtel (68% de ces maisons sont situées entre 400 et 800 m d'altitude), les consommations d'énergie concernant la période de juillet 1979 à juin 1980. La deuxième campagne a porté sur 105 maisons familiales, toutes situées dans le canton de Vaud (68% des cas entre 460 m et 720 m d'altitude), observées de juillet 1981 à juin 1982.

Les consommations spécifiques ont été appréciées à partir des indices énergétiques E normalisés, tels que définis par le MSEE. Les indices des bâtiments situés à des altitudes différentes ont été convertis à une altitude normalisée en utilisant les températures extérieures moyennes annuelles. Cette normalisation a été abondonnée dans la recommandation SIA 180/4 «L'indice de dépense d'énergie». Les 117 cas de la première campagne ont été calculés par le MSEE lui-même, sur la base de questionnaires remplis par les propriétaires et des consommations relevées aux compteurs par les sociétés distributrices d'électricité. Les 105 cas de la deuxième campagne ont été calculés par l'Ecole d'Ingénieurs de l'Etat de Vaud (EINEV), à Yverdon, à la demande de la Compagnie Vaudoise d'Electricité, sur la base des plans détaillés des immeubles fournis par les propriétaires et des consommations d'énergie relevées aux compteurs. Chaque logement a été équipé de deux compteurs, l'un enregistrant la consommation totale, l'autre la consommation du chauffage des locaux. La différence des deux enregistrements a permis de déterminer la consommation des besoins ménagers, y compris la préparation de l'eau chaude sanitaire. L'EINEV a calculé les indices E selon les indications publiées par le MSEE lui-même, d'une part, les directives contenues dans le «Manuel Etudes et projets d'amélioration thermique des bâtiments», édité par l'Office fédéral des Questions conjoncturelles, d'autre part, et en s'assurant de la conformité avec la recommandation SIA 180/4.

Afin d'étendre le champ des comparaisons, nous citons également des valeurs de consommations spécifiques obtenues avec des installations de chauffage par *pompes à chaleur électriques*, ainsi que les résultats auxquels on pourrait s'attendre avec des maisons à *très forte isolation thermique*, avec *ventilation contrôlée* et *chauffage électrique direct à résistance*.

Résultats et commentaires

Avant tout commentaire, il est intéressant de comparer les résultats obtenus en Suisse romande (Tableaux 1 et 2) avec les valeurs publiées par le MSEE suite à l'enquête de 1979–80 (Tableau 3).

Chauffage des locaux

a) Les maisons équipées de chauffages électriques directs touchées par les enquêtes de Suisse romande, ont des consomations spécifiques *inférieures* à celles citées par le MSEE, suite à l'enquête de 1978–80, tant en ce qui concerne le total que le chauffage des locaux. La différence, comptée sur les indices totaux, est de 25,6% pour la 1re campagne de 117 cas et de 34,3% pour la 2e campagne de 105 cas. Nous voyons plusieurs explications à ces différences.

b) Les installations touchées par les enquêtes de Suisse romande comportent quasi exclusivement des chauffages directs; il est confirmé que la consommation spécifique de tels systèmes est plus faible que celles des systèmes à accumulation, plus fréquents en Suisse alémanique.

c) Nous pensons qu'il y a une autre explication concomitante. Dès les débuts du chauffage électrique, les distributeurs d'électricité de Suisse romande ont recommandé, puis exigé, d'un commun accord, une isolation thermique renforcée pour les immeubles destinés à être chauffés à l'électricité, ceci bien avant que la législation ne l'impose pour toutes les constructions. Pour les maisons familiales, le coefficient volumique de déperditions thermiques G ne devait pas dépasser 1,2 W/m³ · K.

Selon l'usage français, G est défini comme le quotient des déperditions thermiques volumiques totales à la température de dimensionnement du chauffage, par l'écart entre la température moyenne des locaux chauffés et la température extérieure de calcul des déperditions.

L'indice total des 105 maisons du 2e lot, dont 70% ont été construites entre 1978 et 1980, est 11,7% inférieur à celui des 117 maisons du 1er lot, qui comprend des maisons construites essentiellement entre 1966 et 1976 (moyenne 1974). La différence est encore plus importante si l'on considère les indices du chauffage des locaux où la différence atteint 20%. Ces diminutions sont à mettre au compte des améliorations continues apportées ces dernières années dans la qualité thermique des bâtiments.

d) On relève également dans le premier lot de 117 cas que les maisons avec thermostats dans chaque pièce ont un indice plus bas que celles avec réglage centralisé de la température:

indice avec décentralisation 523 MJ/m²·a,
indice avec centralisation 594 MJ/m²·a.

Dans le 2e lot, chaque pièce possède son propre réglage, à quelques rares exceptions près.

e) Si l'on considère globalement les deux enquêtes de Suisse romande, portant en tout sur 222 cas, et la première enquête du MSEE qui comportait environ 70 cas, la consommation spécifique moyenne totale des maisons familiales chauffées à l'électricité est ramenée à 586 MJ/m²·a.

Tableau 1. Chauffage électrique direct (Suisse romande)

(avec cuisson électrique et préparation d'eau chaude par chauffe-eau électrique à résistance)	*Indices énergétiques moyens* E [MJ/m²a]		
	ménage + eau chaude sanitaire	chauffage locaux	total
1re campagne, 117 maisons familiales			
SBP = 150 m²			
année moyenne de construction 1974			
moyenne de 117 cas	–	–	564
dont 72 cas avec comptages séparés	189	368	557
2e campagne, 105 maisons familiales			
SBP = 163 m²			
année moyenne de construction 1979	203	295	498

SBP = surface brute de plancher chauffée

Tableau 2. Pompes à chaleur (Suisse romande)

(avec cuisson électrique)	*Indices énergétiques moyens* E [MJ/m²a]			
	ménage	eau chaude sanitaire	chauffage locaux	total
Echantillon 1, 14 villas				
SBP = 193 m²				
captage de chaleur dans le terrain	86	168		254
chauffage par le sol		(29)*	(139)*	
eau chaude sanitaire par PAC				
Echantillon 2, 18 villas				
SBP = 214 m²				
chaleur captée dans le terrain	(143)*		133	(276)*
chauffage par le sol	(84)*	(59)*		
eau chaude sanitaire par chauffe-eau électr. à résistance				

* Les valeurs entre parenthèses n'ont pas été mesurées, mais calculées sur la base de la moyenne des consommations spécifiques du ménage et de la préparation d'eau chaude sanitaire mentionnées dans le tableau 1, pondérée par le rapport des surfaces de plancher, et en admettant 3500 kWh/an pour la préparation d'eau chaude sanitaire par chauffe-eau électrique à résistance.
Les résultats des mesures sont tirés des informations issues des fournisseurs de pompes à chaleur.
SBP = Surface brute de plancher chauffée

Tableau 3. Indices de dépense d'énergie publiés par le MSEE [1]

	Agents énergétiques		*Indices énergétiques moyens* E [MJ/m²a]			
	eau sanitaire	chauffage locaux	ménage (cuisson électrique)	eau chaude sanitaire	chauffage locaux	total
A	chaudière comb. mazout		108	878		986
B	électricité	mazout	108	54	753	915
F	électricité	électricité	108	54	596	758
W	pompe à chaleur électrique		108	36	180	324

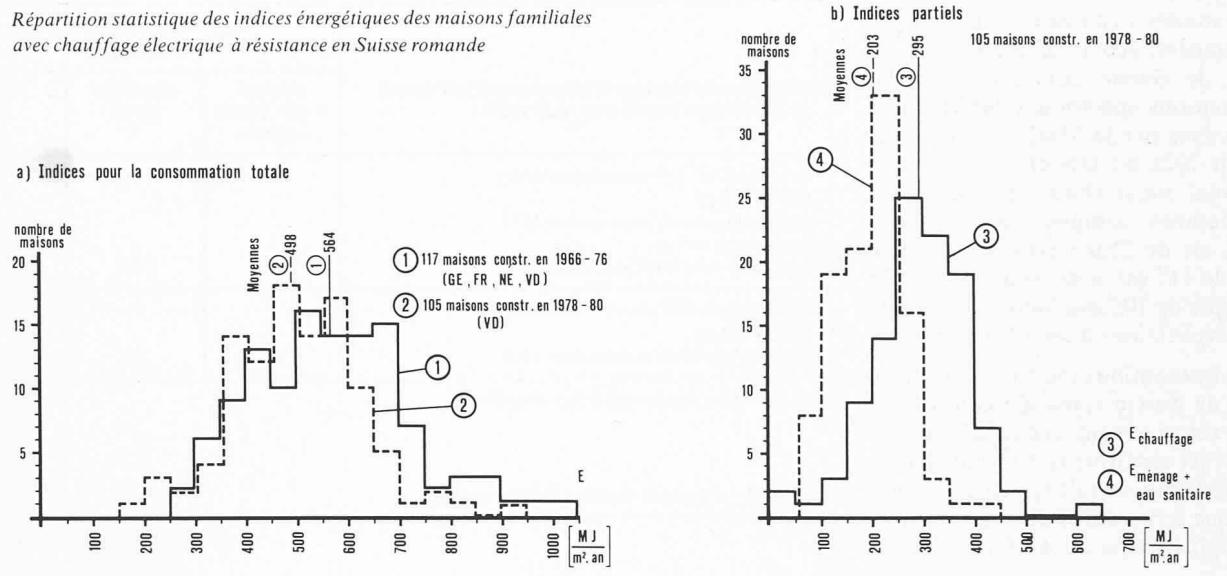
Remarque: En 1983 le MSEE a publié un nouvel état [2] des indices énergétiques des maisons les plus fréquentes. Pour le chauffage électrique à accumulation les résultats actuels sont les suivants:

– ménage	100 MJ/m² · a
– eau sanitaire	70 MJ/m² · a
– chauffage locaux	460 MJ/m² · a
total	630 MJ/m² · a

Besoins ménagers

Selon les chiffres avancés, la consommation spécifique pour les besoins ménagers et la préparation d'eau sanitaire est plus importante (17 à 25%) pour les lots considérés dans les enquêtes de

Répartition statistique des indices énergétiques des maisons familiales avec chauffage électrique à résistance en Suisse romande



Suisse romande que pour celui considéré par le MSEE.

On relèvera que la valeur $E_{él}$ = 108 MJ/m²·a annoncée par le MSEE pour la consommation d'électricité ménagère (y compris la cuisson) est une moyenne de 85% des 2000 cas examinés, et que la moyenne des surfaces de plancher donnée pour ces cas est de l'ordre de 175 à 180 m² [1], c'est-à-dire environ 10 à 20% de plus que pour les maisons de Suisse romande avec chauffage électrique. Il y a là une différence à prendre en considération.

Pour ce qui concerne l'eau chaude sanitaire produite par chauffe-eau électrique, les consommations les plus fréquentes de villas familiales avec enfants (clientèle-type des 222 maisons de Suisse romande) sont comprises entre 3000 et 4000 kWh par an, ce qui conduit à des consommations spécifiques de l'ordre de 68 à 96 MJ/m² · a pour des surfaces brutes de plancher d'environ 150 à 160 m² (contre une moyenne de 54 MJ/m² · a, valable pour la part (20%) des 2000 cas équipées de chauffe-eau électriques dans l'enquête MSEE, avec une consommation unitaire moyenne évaluée à environ 2700 kWh par an).

Les consommations spécifiques de l'ordre de 190 à 200 MJ/m² · a obtenues suite aux enquêtes de Suisse romande pour les besoins ménagers et la préparation d'eau chaude sanitaire peuvent donc s'expliquer, face à la valeur de 108+54 = 162 MJ/m² · a obtenue après l'enquête du MSEE, en considérant la moindre surface moyenne de plancher des maisons de Suisse romande et des consommations unitaires de l'ordre de 3000 à 4000 kWh/an pour la préparation de l'eau chaude sanitaire.

Pompes à chaleur avec isolation renforcée usuelle ou chauffage électrique à résistance avec «super-isolation»?

Il vaut la peine de se préoccuper des possibilités que nous réserve l'avenir en matière de réduction des consommations spécifiques d'énergie, notamment en utilisant des pompes à chaleur ou en accroissant encore l'isolation thermique.

Les 32 maisons avec *pompes à chaleur* citées dans le tableau 2 ont un indice énergétique moyen d'environ

$$E = 266 \text{ MJ/m}^2 \cdot \text{a}$$

pour la consommation totale. Ces maisons satisfont aux mêmes critères de qualité d'isolation que le lot de 105 maisons avec chauffage électrique direct à résistance citées dans le tableau 1. Le rapport entre les consommations spécifiques du chauffage des locaux est d'environ

$$\frac{E_{chauff.(Rés.)}}{E_{chauff.(PAC)}} = \frac{295}{136} = 2{,}17.$$

Ce chiffre est un peu inférieur au coefficient de performance moyen que l'on peut attendre d'une pompe à chaleur (2,2 à 2,5). La différence devrait être mise au crédit des installations de chauffage électrique direct plus performantes au point de vue de la distribution et du réglage de chaleur.

L'indice de E = 324 MJ/m² · a cité par le MSEE est plus élevé que celui obtenu en Suisse romande. En l'absence de données précises sur les systèmes de pompes à chaleur considérés et vu le faible nombre de cas englobés dans la statistique, il n'est pas possible de tirer une interprétation générale sérieuse de cette différence.

Pour compléter cet aperçu des possibilités de l'avenir, nous citerons les premiers résultats obtenus avec une villa-test à *«super-isolation»* et *ventilation contrôlée*, équipée de chauffage électrique direct à résistance. La super-isolation permet de réduire considérablement les appels de puissance sur le réseau, le chauffage n'absorbant que 4,5 kW pendant les jours les plus froids, pour une surface brute de plancher chauffée de 215 m? Grâce à un premier relevé expérimental de la signature énergétique [3], il a été possible d'évaluer la consommation spécifique d'énergie probable de cet immeuble, dès sa réalisation et avant qu'il soit occupé en permanence. Les résultats de cette évaluation permettent de s'attendre à une consommation spécifique d'énergie peu supérieure aux valeurs usuelles obtenues avec des systèmes à pompes à chaleur, mais à moindre coût et avec une bien meilleure régularité des appels de puissance sur le réseau. Ce genre de construction mérite d'être aussi pris en considération. Une description détaillée sera publiée ultérieurement.

Bibliographie

[1] *Wick, B.*: l'économie d'énergie dans les maisons individuelles», p. 16, 19 et 37. SEATU Lausanne, 1981

[2] *Wick, B.*: «Energiekennzahlen der häufigsten Gebäudetypen». Verlag Sages, Zürich. Sept. 1983

[3] *Weinmann, Ch.*: «Le diagnostic thermique des bâtiments». Ingénieurs et architectes suisses, No 21, 1982

Adresse de l'auteur: *P.-D. Panchaud*, ing. dipl. EPFL, sous-directeur, Compagnie Vaudoise d'Electricité, av. Tribunal Fédéral 34, 1005 Lausanne.