

Remplacement d'un chauffage par une pompe à chaleur

Informations

pour

le calcul de la puissance de chauffe requise

Partenaires coopérants



1 Domaine d'application

Si un générateur de chaleur existant est remplacé par une pompe à chaleur, la puissance de chauffe de la pompe à chaleur doit être définie. Pour cela, un outil Excel a été mis au point, afin de procéder au calcul. Cet outil de calcul n'est utilisable que dans le cas de maisons individuelles ou d'immeubles, en construction massive. Cet outil s'adresse donc avant tout aux constructions datant d'avant l'année 2000. Les calculs pour d'autres bâtiments doivent être réalisés par un expert, car diverses adaptations sont nécessaires.

2 Procédures

2.1 Code couleur

L'illustration ci-dessous montre le code couleur utilisé dans l'outil de calcul. Dans les cases jaunes, les données doivent être entrées manuellement. Dans les cases bleues, un clic de souris permet de sélectionner une réponse. Celles-ci sont prédéfinies dans une liste déroulante. Dans les cases rouges, les valeurs se calculent automatiquement selon les paramètres entrés.

	Entrée manuelle
	Liste à choix
	Valeur automatique

2.2 Exemple de calcul

2.2.1 Données du bâtiment

Le bâtiment-exemple considéré dans le calcul a les données suivantes :

- *Emplacement:* Aigle
- *Catégorie de bâtiment:* Immeuble
- *Surface de référence énergétique A_E :* 2000 m²
- *Générateur de chaleur actuel:* Chaudière mazout nouv. modèle, à condensation
- *Type de production d'ECS:* Séparé
- *Consommation de mazout les années :* 2013 = 6000 Litre/a
2014 = 7000 Litre/a
2015 = 8000 Litre/a
- *La nouvelle pompe à chaleur devra assurer la production d'ECS*

2.2.2 Région climatique

En premier lieu, la région climatique est sélectionnée (cahier technique SIA 2028).

Région climatique	Aigle
-------------------	-------

2.2.3 Bâtiment/ECS

En second lieu, la catégorie du bâtiment est sélectionnée. Le choix proposé est le suivant : maison individuelle ou immeuble. La surface de référence énergétique A_E doit être aussi être entrée, mais de manière manuelle.

Type de bâtiment	Immeuble
Surface de référence énergétique A_E [m ²]	2000

2.2.4 Eau chaude sanitaire

Dans cette section, le type **actuel** de production d'ECS est défini. Dans le cas où la production d'ECS est réalisée séparément, "séparé" doit être sélectionné.

Type de production d'ECS	Séparé
--------------------------	--------

2.2.5 Générateur de chaleur

2.2.5.1 Type de combustible du générateur de chaleur actuel

Ensuite, le générateur de chaleur actuel et son type de combustible sont définis. Puis selon les indications disponibles sur la consommation de combustible de l'installation, différentes unités peuvent être sélectionnées. Les combustibles de base, leurs unités et pouvoir calorifique sont listés dans le tableau ci-dessous :

Combustible	Type	Unité	Pouvoir calorifique	Unité
Mazout en l	Mazout	[Litre/a]	9.91	[kWh/litre]
Mazout en kg	Mazout	[kg/a]	11.86	[kWh/kg]
Gaz en m ³	Gaz	[m ³ /a]	10.04	[kWh/m3]
Gaz en kWh	Gaz	[kWh/a]	1.00	[kWh/kWh]
Bois (résineux) en stère	Bois (résineux)	[Stère/a]	1538.46	[kWh/Stère]
Bois (hêtre/chêne) en stère	Bois (hêtre/chêne)	[Stère/a]	2000.00	[kWh/Stère]
Bois (bois dur 70%, résineux 30%) en stère	Bois (bois dur 70%, résineux 30%) en stère	[Stère/a]	1861.54	[kWh/Stère]
Bois (bois dur 50%, résineux 50%) en stère	Bois (bois dur 50%, résineux 50%) en stère	[Stère/a]	1769.23	[kWh/Stère]
Bois (bois dur 30%, résineux 70%) en stère	Bois (bois dur 30%, résineux 70%) en stère	[Stère/a]	1676.92	[kWh/Stère]
Copeaux de bois (résineux) en kg	Copeaux de bois (résineux)	[kg/a]	5.38	[kWh/kg]
Copeaux de bois (résineux) en m3	Copeaux de bois (résineux)	[m ³ /a]	885.96	[kWh/m3]
Copeaux de bois (hêtre/chêne) en kg	Copeaux de bois (hêtre/chêne)	[kg/a]	5.03	[kWh/kg]
Copeaux de bois (hêtre/chêne) en m3	Copeaux de bois (hêtre/chêne)	[m ³ /a]	1149.43	[kWh/m3]
Pellets en kg	Pellets	[kg/a]	5.00	[kWh/kg]
Pellets en m ³	Pellets	[m ³ /a]	3250.00	[kWh/m3]
Besoins électriques en kWh	Electricité	[kWh/a]	1.00	[kWh/kWh]

Tableau 1 : pouvoir calorifique de divers combustibles.

2.2.5.2 Générateur de chaleur

Le générateur de chaleur actuel est ensuite défini. Dans le tableau 2 figurent différents types de génération de chaleur, au choix. Les rendements respectifs sont subdivisés selon les entrées (c.f. chapitre 2.2.4) en "séparé" et "avec chauffage".

Rendement	Sans ECS	Avec ECS
	Séparé	Avec chauffage
Chaudière mazout ou gaz, ancien modèle	0.85	0.80
Chaudière mazout ou gaz, nouveau modèle à condensation	0.95	0.90
Chaudière à bûches, ancien modèle	0.65	0.60
Chaudière à bûche, nouveau modèle	0.75	0.70
Chaudière à copeaux de bois	0.75	0.70
Chaudière à pellets	0.75	0.70
Accumulateur électrique central	0.85	0.80
Poêle à bois à accumulation individuel	0.95	-

Tableau 2 : Rendements pour divers générateurs de chaleur

2.2.5.3 Heures à pleine charge

Les heures à pleine charge t_{an} sont définies selon l'équation suivante :

$$t_{an,old} = \frac{HGT_{20/12} \times t_{service}}{\theta_{a,i} - \theta_{dim.}}$$

t_{an} Heures à pleine charge, en h

$t_{service}$ Heures de service par jour, en h

$HGT_{20/12}$ Valeur moyenne sur plusieurs années selon SIA 2028-C1, tableau 6, degré-jour de chauffage 20/12, sans dimension

$\theta_{a,i}$ Température ambiante de la pièce, en °C pour une valeur conventionnelle de 21°C

$\theta_{dim.}$ Température de dimensionnement selon le cahier technique SIA 2028/2010, tableau 6, en °C pour une valeur conventionnelle de -8°C

Les heures à pleine charge ainsi calculées t_{an} seront arrondies selon 50 valeurs divisibles. Les valeurs "avec chauffage" sont augmentées de 15%, afin de prendre en compte les heures supplémentaires nécessaires pour la production d'ECS. Les valeurs calculées peuvent être tirées du tableau suivant :

Station	Valeur moy. sur plusieurs années SIA 2028 corr. C	Temp. de dimensionnement selon SIA 2028 [°C]	Heures de service par jour [h]	Temp. ambiante par pièce [°C]	Heures à pleine charge arrondies		
					Heures pleine charge [h]	Séparé [h]	Avec chauffage [h]
Adelboden	4669	-10	17	21	2560	2550	2950
Aigle	3152	-6	17	21	1985	2000	2300
Altdorf	3201	-6	17	21	2015	2000	2300
Basel-Binningen	3034	-7	17	21	1842	1850	2150
Bern Liebefeld	3513	-7	17	21	2133	2150	2450
Buchs-Aarau	3325	-7	17	21	2019	2000	2300
Chur	3334	-7	17	21	2024	2000	2300
Davos	5689	-13	17	21	2845	2850	3300
Disentis	4418	-10	17	21	2423	2400	2750
Engelberg	4511	-11	17	21	2396	2400	2750
Genève-Cointrin	3007	-4	17	21	2045	2050	2350
Glarus	3610	-8	17	21	2116	2100	2400
Grand-St-Bernard	7413	-15	17	21	3501	3500	4050
Güttingen	3472	-7	17	21	2108	2100	2400
Interlaken	3630	-7	17	21	2204	2200	2550
La Chaux-de-Fonds	4471	-10	17	21	2452	2450	2800
La Frétaz	4723	-10	17	21	2590	2600	3000
Locarno-Monti	2477	-1	17	21	1914	1900	2200
Lugano	2438	-1	17	21	1884	1900	2200
Luzern	3317	-6	17	21	2088	2100	2400
Magadino	2736	-3	17	21	1938	1950	2250
Montana	4770	-10	17	21	2616	2600	3000
Neuchâtel	3121	-5	17	21	2041	2050	2350
Payerne	3413	-7	17	21	2072	2050	2350
Piotta	3994	-7	17	21	2425	2400	2750
Pully	2902	-4	17	21	1973	1950	2250
Robbia	4233	-8	17	21	2481	2500	2900
Rünenberg	3550	-8	17	21	2081	2100	2400
Samedan	6375	-18	17	21	2779	2800	3200
San Bernardino	5586	-11	17	21	2968	2950	3400
St. Gallen	3844	-9	17	21	2178	2200	2550
Schaffhausen	3443	-8	17	21	2018	2000	2300
Scuol	4866	-12	17	21	2507	2500	2900
Sion	3195	-6	17	21	2012	2000	2300
Ulrichen	5546	-16	17	21	2548	2550	2950
Vaduz	3213	-8	17	21	1883	1900	2200
Wynau	3536	-7	17	21	2147	2150	2450
Zermatt	5388	-11	17	21	2862	2850	3300
Zurich-Kloten	3432	-8	17	21	2012	2000	2300
Zurich-MétéoSuisse	3440	-8	17	21	2017	2000	2300

En résumé, les valeurs suivantes résultent du bâtiment en exemple :

Type de combustible du générateur de chaleur actuel		Mazout en l
Générateur de chaleur		Chaudière mazout ou gaz, nouv. modèle à condensation
Exploitation à plein rendement	[h/a]	2'000
Pouvoir calorifique	[kWh/litre]	10
Rendement du générateur de chaleur	[-]	0.95

2.2.6 Consommation d'énergie des trois dernières années

Dans le tableau suivant, la consommation normalisée d'énergie est calculée. Pour cela, les consommations énergétiques des 3 dernières années doivent être entrées. Selon les données du bâtiment pris en exemple, c'est la consommation de mazout en litre par année des années 2011 à 2013 qui doit être entrée. Selon ces données, une valeur moyenne des degrés-jours chauffage sera calculée. Les données de base des degrés-jours chauffage sont issues de MétéoSuisse.

La consommation normalisée d'énergie est définie selon l'équation suivante :

$$m_{an,norm} = \frac{\overline{HGT}}{HGT} \times m_{an}$$

\overline{HGT} Valeur moyenne des degrés-jours chauffage (considéré dans l'exemple)

HGT Degrés-jour chauffage

$m_{an,norm}$ Consommation de combustible normalisée annuelle, sur plusieurs années, en kg (resp. m³ ou l)

m_{an} Consommation de combustible annuelle, sur plusieurs années, en kg (resp. m³ ou l)

Année de service	Degré-jour de chauffage DJC 20/12	Mazout [Litre/a]	Consommation énergétique normalisée [Litre/a]
2011	2'778	6'000	6'328
2012	2'917	7'000	7'029
2013	3'177	8'000	7'378
Sélectionner svp	#N/A		
Sélectionner svp	#N/A		
Valeur moyenne	2'930		6912

2.2.7 Production de chaleur du générateur de chaleur actuel

La consommation totale d'énergie $Q_{gen,old}$ est définie selon l'équation suivante :

$$\Phi_{gen,old} = m_{an,norm} \times H_i$$

$\Phi_{gen,old}$ Consommation totale d'énergie, en kWh/a

H_i Pouvoir calorifique, la dimension dépend du type de combustible (c.f. tableau 1)

La consommation totale d'énergie du bâtiment cité en exemple est ainsi de 68'496 kWh/a.

Total	$Q_{gen,old}$	[kWh/a]	68'498
-------	---------------	---------	--------

2.2.8 Résultats

La puissance de chauffe requise Φ_H peut être établie sur la base de la consommation annuelle de combustible selon l'équation suivante :

$$\Phi_H = \frac{m_{an,norm} \times H_i \times \eta}{t_{an}}$$

Φ_H Puissance de chauffe requise, sans ECS, en kW
 η Rendement du générateur de chaleur

Dans le cas où la nouvelle pompe à chaleur doit aussi produire l'ECS, un supplément sera nécessaire selon SIA 384/1. La valeur de référence est de 2 W/m² par m² de SRE (surface de référence énergétique) pour les maisons individuelles et de 3 W/m² par m² de SRE pour les immeubles. Il en résulte ainsi la puissance de chauffe nécessaire de la pompe à chaleur $\Phi_{gen,new}$ sans considérer la durée de délestage. L'équation correspondante est la suivante :

$$\Phi_{gen,new} = \Phi_H + \Phi_W$$

Φ_W Puissance pour la production d'ECS, en kW
 $\Phi_{gen,new}$ Puissance de chauffe requise de la pompe à chaleur, sans durée de délestage, en kW

Dans le cas où il y aurait plus de deux heures de délestage prévus, les heures de délestage supplémentaires t_{off} par jour peuvent être entrées dans la case jaune. Celles-ci seront prises en compte dans le calcul de $\Phi_{gen,new}$ grâce à l'équation suivante :

$$\Phi_{gen,new} = \frac{\Phi_{gen,new} \times 24}{22 - t_{off}}$$

$\Phi_{gen,new}$ Puissance de chauffe requise en tenant compte de la durée de délestage, en kW
 t_{off} Durée de délestage par jour

Puissance de chauffe requise sans ECS	Φ_H	[kW]	32.5
Nouvelle production de chaleur avec production d'ECS			Oui
ECS d'appoint, selon SIA 384/1	Φ_W	[kW]	6.0
Puissance de chauffe requise de la PAC, sans délestage	$\Phi_{gen,new}$	[kW]	38.5
Durée de délestage journalière (2 h sont déjà prises en compte)	t_{off}	[h/d]	
Puissance de chauffe nécessaire de la PAC, durée de délestage incluse	$\Phi_{gen,new}$	[kW]	42.0

Ainsi, la nouvelle pompe à chaleur du bâtiment cité en exemple devra fournir une puissance thermique de **42 kW**. Cette valeur comprend la production d'ECS et deux heures de délestage par jour.