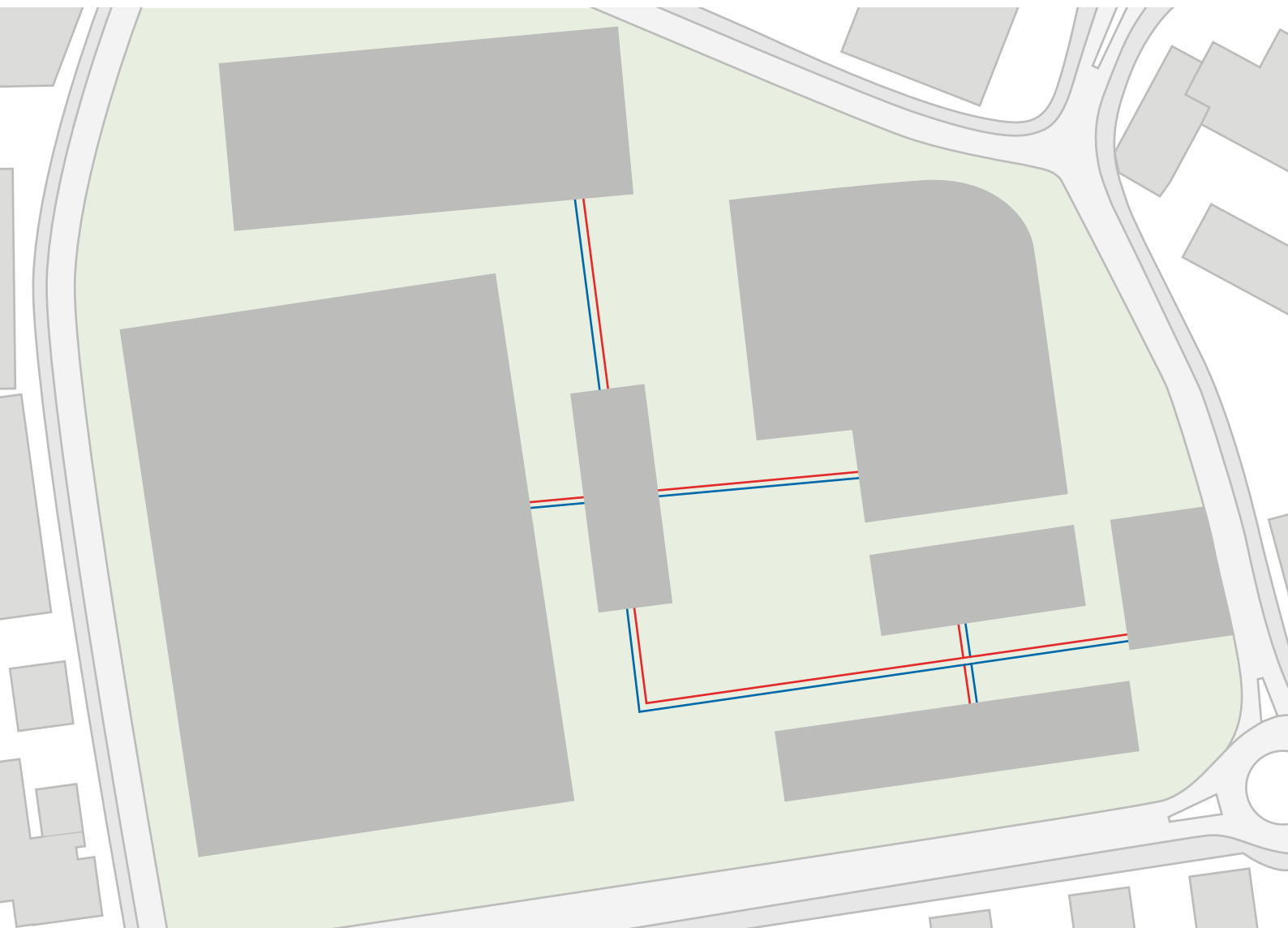


Réseaux de distribution de chaleur



Les réseaux de distribution de chaleur connaissent une forte expansion en Suisse. Les investissements requis se montent à plusieurs milliards de francs. Ce numéro propose deux exemples de frais d'investissement et d'exploitation concrets pour les réseaux de chaleur.

Réseaux thermiques

Différentes températures

Les réseaux thermiques, de chaleur à distance ou de proximité permettent de transférer de la chaleur via de l'eau ou de la vapeur pour une utilisation directe ou indirecte. La production et la consommation se faisant sur deux sites distincts, il faut transporter la chaleur et faire donc face à des pertes d'énergie thermique.

Les pertes thermiques des réseaux de chaleur augmentent avec la croissance de leurs températures et leurs composants sont soumis à des exigences plus élevées. La température de départ d'un bâtiment est donc primordiale dans la planification des réseaux de chaleur. Dans les nouveaux bâtiments, des températures de départ dès 30 °C suffisent pour le chauffage, mais il faut 60 °C au moins pour l'eau chaude. Les réseaux de chaleur doivent ainsi souvent présenter des températures de départ de 70 °C.

Certains réseaux de chaleur avec une température de moins de 20 °C servent aussi de sources pour des pompes à chaleur décentralisées. Ces réseaux sont dits «anergie» ou «de froid à distance». Pour réduire la charge énergétique primaire de couverture des besoins en chaleur utile, il faut réduire l'exergie utilisée (énergie opérationnelle).

Une réduction des températures de départ permet d'y parvenir dans un réseau thermique.

Chauffage pour nouveaux bâtiments avec chauffage au sol: selon les MoPEC 2014, max. 35 °C.

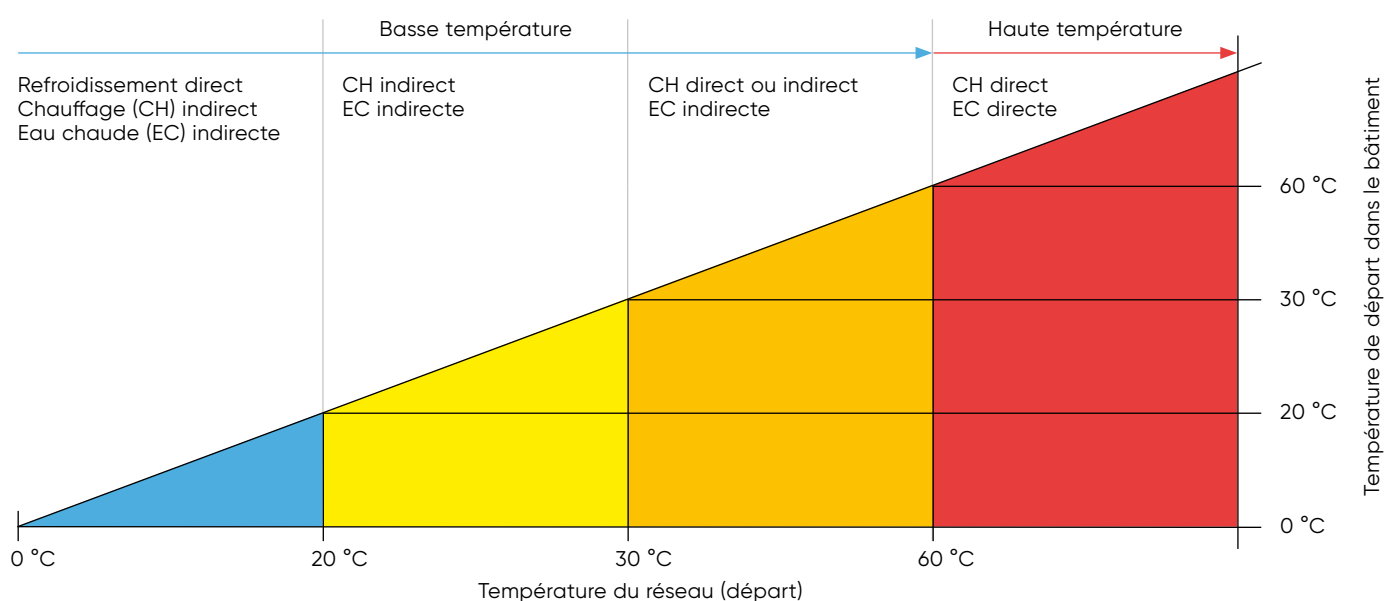
Chauffage pour nouveaux bâtiments avec radiateurs: selon les MoPEC 2014, max. 50 °C.

Chauffage pour nouveaux bâtiments avec radiateurs: les températures de départ sont souvent de plus de 50 °C.

Chaleur industrielle pour l'industrie: les températures de départ sont souvent de plus de 100 °C.

Eau chaude: les exigences de températures sont déterminées par les prescriptions de prévention de la légionellose, qui recommandent, indépendamment du risque, une désinfection thermique quotidienne d'au moins 60 °C.

Les réseaux thermiques sont classés en fonction de la température de départ qui détermine les technologies de fourniture de chaleur dans le bâtiment.



Sources: Fiche d'information Réseau thermique 2021, Bases et explications sur les réseaux thermiques 2018, Guide de planification Chauffage à distance 2021

Besoins en chaleur

L'ancien face au neuf

Le chauffage et l'eau chaude représentent une part importante des besoins en chaleur sur les réseaux thermiques. Ces besoins sont influencés par le comportement des consommateurs et les normes de construction. Comparaison des besoins en chaleur de deux immeubles de 1970 et 2020.

Selon cette comparaison, la période de chauffage est plus courte de près de 50 jours et les besoins en chaleur plus bas de 80% avec des normes modernes. La part des besoins en eau chaude augmente par contre de 50%. La part de consommation de base plus élevée pour l'eau chaude d'un nouveau bâtiment constitue un avantage pour l'exploitation d'un réseau de chaleur en été. Les près de 1600 heures à plein régime nécessaires pour le chauffage et l'eau chaude des nouveaux bâtiments sont par contre

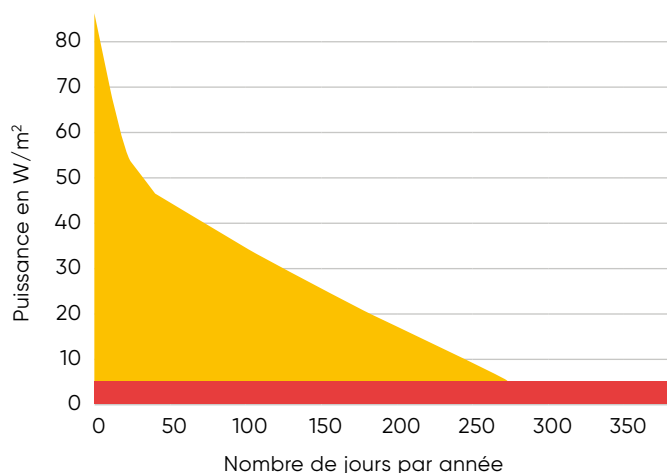
désavantageux pour les réseaux de chaleur. Dans le cadre de l'installation de ces réseaux, la structure des bâtiments a une influence importante sur les besoins en chaleur qui peuvent être modifiés grâce à des assainissements. Lorsque les besoins en chaleur baissent, les pertes de distribution de chaleur proportionnelles et les coûts de capital augmentent. Les faibles puissances de raccordement de bâtiments à haute valeur énergétique sont par conséquent désavantageuses pour les réseaux de chaleur.

Données énergétiques relatives à des bâtiments résidentiels standards de 1970 et 2020

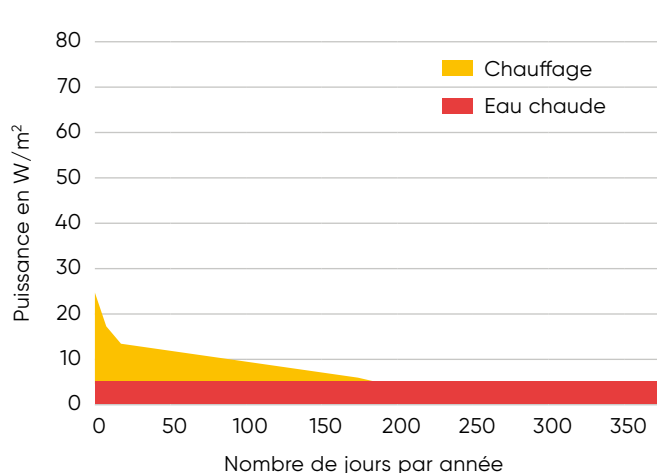
| | Unité | 1970 | 2020 |
|--|----------------------|------|------|
| Limite de chauffage | °C | 15 | 10 |
| Heures à plein régime chauffage (CH) et eau chaude (EC) | h/a | 2400 | 1600 |
| Besoins en chauffage | W/m ² | 80 | 20 |
| | kWh/m ² a | 185 | 20 |
| Heures à plein régime chauffage | h/a | 2300 | 1000 |
| Besoins en eau chaude | W/m ² | 5 | 5 |
| | kWh/m ² a | 20 | 20 |
| Heures à plein régime eau chaude ¹ | h/a | 4000 | 4000 |
| Total chauffage et eau chaude par m ² de surface de référence énergétique (SRE) | W/m ² | 85 | 25 |
| | kWh/m ² a | 205 | 40 |

¹ Le calcul de la puissance nécessaire pour couvrir les besoins en eau chaude se base généralement sur une valeur de 4000 h/a.

Immeuble standard en 1970



Immeuble standard en 2020



Courbe annuelle des besoins de puissance thermique pour l'eau chaude et le chauffage avec conception à -7 °C.

Source: Guide de planification Chauffage à distance 2021

Nouveau réseau de chaleur pour un lotissement

Pour bénéficier de loyers abordables, une coopérative d'habitation a décidé d'assainir intégralement un lotissement des années 1950 et de créer un espace habitable supplémentaire en agrandissant les combles. Le passage à une production de chaleur centralisée constitue un élément important de cet assainissement. La société Envenion GmbH a reçu pour mandat de représenter précisément le futur réseau de chaleur à l'aide d'une simulation.

La substance construite du lotissement des années 1950 étant en bon état, la coopérative d'habitation a décidé de renoncer à de nouveaux bâtiments de remplacement. Ce lotissement vieux de plus de 60 ans bénéficiera d'un assainissement complet pour répondre aux normes actuelles. L'agrandissement des combles offrira en plus 22 appartements bon marché après l'assainissement. Les directives prévoient par ailleurs une réduction conséquente des besoins en chaleur qui s'élèvent actuellement à 140 kWh par mètre carré de surface habitable et par année.

À l'heure actuelle, les besoins en chaleur pour le chauffage et l'eau chaude sont couverts séparément avec un générateur de chaleur dans chaque immeuble. Quatre immeubles sont équipés d'un chauffage à gaz chacun. Les sept autres immeubles disposent chacun d'un chauffage à mazout. Tous les chauffages actuels ont été installés dans les années 1990 et doivent par conséquent être assainis le plus rapidement possible.

Dans le cadre de cet assainissement global, la coopérative d'habitation préfère un système de production de chaleur central qui doit alimenter les onze bâtiments en chaleur et en eau chaude. Outre un entretien plus efficace, le réseau de chaleur offre d'autres avantages importants: les stations de transfert de chaleur nécessitent moins de place et l'élimination des réservoirs à mazout permettra de disposer de nouvelles caves pour les nouveaux appartements en attique. Ces surfaces seront également disponibles dans les quatre immeubles avec chauffage à gaz, car leurs réservoirs à mazout n'avaient pas été éliminés dans les années 1990.

Les conduits de cheminée obsolètes des chauffages à mazout et à gaz seront réaffectés après l'assainissement: ils serviront en effet de colonne pour la technique du bâtiment et les installations photovoltaïques prévues sur le toit. L'assainissement global du lotissement est prévu en cinq étapes, car la coopérative d'habitation souhaite mettre à disposition un appartement de remplacement à un maximum d'habitants pendant cette phase d'assainissement de plusieurs années.

Données calculées du lotissement après assainissement global

| | Assainissement IMM | Nombre IMM | Nombre APP | SH | Système de chauffage | Nombre de chauffages | TD | Besoins en chaleur par année pour CH et EC | | |
|--------------|--------------------|------------|------------|---------------------------|----------------------|----------------------|--------------|--|----------------|--------------------------|
| | | | | | | | | Puissance | Besoin | Par m ² de SH |
| 1 | 2025 | 2 | 16 | 1175 m ² | Réseau de chaleur | 1 | 40 °C | 22 kW | 42 MWh | 36 kWh |
| 2 | 2026 | 2 | 16 | 1175 m ² | | | | 22 kW | 42 MWh | 36 kWh |
| 3 | 2027 | 2 | 16 | 1200 m ² | | | | 23 kW | 43 MWh | 36 kWh |
| 4 | 2028 | 2 | 16 | 1200 m ² | | | | 23 kW | 43 MWh | 36 kWh |
| 5 | 2029 | 3 | 24 | 1840 m ² | | | | 36 kW | 66 MWh | 36 kWh |
| Total | | 11 | 88 | 6590 m² | Total | 1 | Total | 126 kW | 236 MWh | |

IMM = immeuble

APP = appartement

SH = surface habitable

TD = température de départ dans immeuble

CH = chauffage

EC = eau chaude

Aperçu des variantes de réseaux de chaleur

| Système de chauffage | Variante A PAC sol monovalent | Variante B PAC sol et chauffage à gaz |
|---|----------------------------------|--|
| Réseau de chaleur (longueur en mètres) | 600 m | 600 m |
| Puissance couvrant le besoin en chaleur (pour tous les bâtiments) | 120 kW | 120 kW |
| Production de chaleur pompe à chaleur | 250 000 kWh/a | 200 000 kWh/a |
| Production de chaleur chaudière à gaz à condensation | | 50 000 kWh/a |
| Production de chaleur totale (chauffage et eau chaude) | 250 000 kWh/a | 250 000 kWh/a |
| Besoins en gaz chaudière à gaz à condensation avec 20 % de biogaz | | 52 600 kWh Hs |
| Besoins en électricité intégralité du réseau de chaleur | 101 000 kWh/a | 91 000 kWh/a |
| Pompe à chaleur sol | 2 unités à 65 kW | 1 unité à 65 kW |
| Sondes géothermiques (profondeur en mètres) | 30 sondes à 150 m | 20 sondes à 150 m |
| Surface nécessaire aux sondes géothermiques | 2000 m ² | 1250 m ² |
| Chaudière à gaz à condensation | | 1 unité à 60 kW |
| Cuve tampon de la centrale de chaleur | 1 unité à 2000 l | 1 unité à 2000 l |
| Stations de transfert de chaleur | 11 unités à 11 kW | 11 unités à 11 kW |
| Résistances chauffantes électriques pour >60 °C | 11 unités à 1,50 kW | 11 unités à 1,50 kW |

Résumé et recommandation

Les coûts calculés par Envenion GmbH constituent la base de la mise en œuvre par un planificateur. Bien que le réseau de chaleur ne soit pas une variante bon marché, c'est la meilleure solution pour ce lotissement. L'exploitation du réseau de chaleur peut être aussi bien monovalente que bivalente. Dans la variante bivalente, à l'inverse de la variante monovalente, le chauffage à gaz utilisé pour les pics de consommation fait office de garantie pour la pompe à chaleur. Les frais d'investissement de la variante A se montent à près de CHF 300 000 de plus. La surface requise pour les sondes géothermiques est par ailleurs 40 % plus grande. L'espace à disposition étant cependant limité, Envenion GmbH recommande d'opter pour la variante B.

Récapitulatif des coûts

| Systèmes de chauffage | Variante A PAC sol monovalent | Variante B PAC sol et chauffage à gaz |
|---|----------------------------------|--|
| Réseau de chaleur avec centrale | CHF 650 000 | CHF 650 000 |
| Pompe à chaleur sol | CHF 152 000 | CHF 76 000 |
| Sondes géothermiques | CHF 450 000 | CHF 300 000 |
| Chaudière à gaz à condensation | | CHF 17 000 |
| Cuve tampon de la centrale de chaleur | CHF 10 000 | CHF 10 000 |
| Stations de transfert de chaleur, résistances chauffantes électriques, commande | CHF 275 000 | CHF 245 000 |
| Planification, installation et mise en service | CHF 269 000 | CHF 226 000 |
| Coûts d'investissement total réseau de chaleur | CHF 1 806 000 | CHF 1 524 000 |
| Coûts d'investissement réseau de chaleur par appartement | CHF 21 000 | CHF 17 000 |
| Coûts de service et d'entretien par année | CHF 23 900 | CHF 17 300 |
| Coûts énergétiques par année ¹ | CHF 33 300 | CHF 37 300 |
| Coûts de capital par année ² | CHF 52 800 | CHF 44 900 |
| Frais d'exploitation du réseau de chaleur par année | CHF 110 000 | CHF 99 500 |
| Coûts de revient de la chaleur avec coûts de capital | 43,8 ct/kWh | 39,8 ct/kWh |
| Coûts de revient de la chaleur sans coûts de capital | 22,9 ct/kWh | 21,8 ct/kWh |

¹ Électricité: 33 ct/kWh, gaz: 14 ct/kWh; tous les prix énergétiques s'entendent TVA et émissions de CO₂ (gaz) compris

² Intérêt 3 % sur 20 ans pour les appareils et sur 40 ans pour les installations

Nouveau réseau de chaleur pour un lotissement

Une agence immobilière souhaite remplacer le système de chauffage individuel des quatre bâtiments d'un lotissement des années 1990 par une production de chaleur centralisée. A. Jaquiéry Consult a ainsi reçu pour mandat de calculer les coûts d'investissement et d'exploitation du futur réseau de chaleur dans trois variantes différentes.

Les besoins annuels moyens en chaleur pour le chauffage et l'eau chaude du lotissement sont de près de 72 kWh par mètre carré de SRE. La centrale de chauffage fournit la chaleur requise aux quatre bâtiments avec une température de départ de 50 °C (variante A) ou 60 °C (variantes B et C en cas d'exploitation CCF). L'eau chaude est produite individuellement par chaque bâtiment du côté secondaire après la station inférieure. Les coûts d'investissement englobent la production et la distribution de chaleur ainsi que les stations de transfert.

Variante A: réseau de chaleur avec système de chauffage monovalent PAC sol

La chaleur est produite de manière centralisée avec quatre pompes à chaleur sol exploitées de manière monovalente (sondes géothermiques). Les pompes à chaleur sont connectées en cascade de sorte à suivre la courbe de chauffage efficacement et proprement sur le plan technique. L'énergie électrique nécessaire à la résistance chauffante permettant d'augmenter la température pour produire de l'eau chaude à 60 °C est déjà prise en considération dans le calcul du taux d'utilisation de la chaleur.

Variante B: réseau de chaleur avec système de chauffage bivalent PAC air-eau et CCF

La chaleur est produite de manière centralisée avec quatre pompes à chaleur air-eau (PAC air-eau) et deux centrales de couplage chaleur-force (CCF). Les pompes à chaleur sont connectées en cascade de sorte à suivre la courbe de chauffage efficacement et proprement sur le plan technique. Lorsque les CCF sont mises en marche durant les jours froids de l'hiver, elle fournissent, grâce aux émissions de chaleur à haute température de >80 °C, la température de départ requise du réseau de chaleur de 60 °C pour la production d'eau chaude. L'électricité produite par les CCF est exclusivement utilisée pour les pompes à chaleur et réduit ainsi les besoins en électricité issue du réseau.

Variante C: réseau de chaleur avec système de chauffage bivalent PAC sol et CCF

La chaleur est produite de manière centralisée avec deux pompes à chaleur sol (sondes géothermiques) et deux CCF. Les pompes à chaleur sont connectées en cascade de sorte à suivre la courbe de chauffage efficacement et proprement sur le plan technique. Lorsque les CCF sont mises en marche durant les jours froids de l'hiver, elle fournissent, grâce aux émissions de chaleur à haute température de >80 °C, la température de départ requise du réseau de chaleur de 60 °C pour la production d'eau chaude. L'électricité produite par les CCF est exclusivement utilisée pour les pompes à chaleur et réduit ainsi les besoins en électricité issue du réseau.

Données du lotissement

| | |
|--|--|
| Année de construction du lotissement | 1997 |
| Nombre d'appartements | 4 immeubles de 60 appartements |
| Surface de référence énergétique SRE | 7500 m ² |
| Émission de chaleur | Radiateurs |
| Température de départ du réseau de chaleur Variante A | 50 °C |
| Température de départ du réseau de chaleur Variantes B + C | 50 °C / 60 °C en cas d'exploitation de CCF |
| Besoins en chaleur pour chauffage (CH) | 354 000 kWh/a thermique |
| Besoins en chaleur pour eau chaude (EC) | 151 000 kWh/a thermique |
| Besoins en chaleur pour CH et EC | 540 000 kWh/a thermique |
| Besoins en chaleur pour CH et EC par m ² de SRE | 72 kWh |
| Puissance couvrant les besoins en chaleur pour CH et EC par m ² SRE | 40 W |

Comparaison des variantes

| Systèmes de chauffage | Variante A PAC sol monovalent | Variante B PAC air-eau + CCF | Variante C PAC sol + CCF |
|--|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Taux d'utilisation de la chaleur | 330 % | 300 % | 360 % |
| Puissance thermique PAC | 4 × 78 = 312 kW | 4 × 41 = 164 kW | 2 × 78 = 156 kW |
| Longueur totale des sondes géothermiques | 6200 m | | 3200 m |
| Puissance thermique CCF | | 2 × 72 = 144 kW | 2 × 72 = 144 kW |
| Puissance thermique totale installée | 312 kW | 308 kW | 300 kW |
| Puissance électrique CCF | | 2 × 33 = 66 kW el | 2 × 33 = 66 kW el |
| Besoins en électricité issue du réseau | 164 MWh/a | 86 000 kWh/a | 63 000 kWh/a |
| Production d'électricité CCF | | 54 000 kWh/a | 54 000 kWh/a |
| Heures d'exploitation CCF | | 825 h/a | 825 h/a |
| Besoins en gaz CCF | | 162 000 kWh/a | 162 000 kWh/a |
| Production de chaleur CCF pour CH + EC | | 120 000 kWh/a | 120 000 kWh/a |
| Production de chaleur PAC pour CH + EC | 540 MWh/a | 420 000 kWh/a | 420 000 kWh/a |
| Cuve tampon de la centrale de chaleur | 4 unités à 2000 l | 4 unités à 2000 l | 4 unités à 2000 l |

Recommandation

A. Jaquière Consult recommande à l'agence immobilière de mettre en œuvre concrètement la variante B. Celle-ci propose les coûts d'investissement et les coûts de revient de la chaleur (avec coûts de capital) les plus bas. Les CCF fournissent par ailleurs de l'électricité précieuse pour l'exploitation des pompes à chaleur durant les jours froids d'hiver.

Récapitulatif des coûts

| Systèmes de chauffage | Variante A PAC sol monovalent | Variante B PAC air-eau + CCF | Variante C PAC sol + CCF |
|---|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Réseau de chaleur de 240 m de long | CHF 145 000 | CHF 145 000 | CHF 145 000 |
| Stations de transfert de chaleur 4 unités | CHF 78 000 | CHF 78 000 | CHF 78 000 |
| Pompes à chaleur sol (PAC sol) | CHF 600 000 | | CHF 300 000 |
| Sondes géothermiques | CHF 620 000 | | CHF 322 000 |
| Pompes à chaleur air-eau (PAC air-eau) | | CHF 330 000 | |
| Centrale de couplage chaleur-force (CCF) | | CHF 238 000 | CHF 238 000 |
| Cuve tampon de la centrale de chaleur | CHF 40 000 | CHF 40 000 | CHF 40 000 |
| Planification, installation et mise en service | CHF 307 000 | CHF 251 000 | CHF 303 000 |
| Coûts d'investissement total réseau de chaleur | CHF 1 790 000 | CHF 1 082 000 | CHF 1 424 000 |
| Coûts d'investissement réseau de chaleur par appartement | CHF 29 833 | CHF 18 030 | CHF 23 730 |
| Coûts de service et d'entretien par année | CHF 14 000 | CHF 14 600 | CHF 12 600 |
| Coûts énergétiques par année ¹ | CHF 56 500 | CHF 55 000 | CHF 47 000 |
| Coûts administratifs par année | CHF 2 100 | CHF 2 400 | CHF 2 100 |
| Coûts de capital par année ² | CHF 96 500 | CHF 64 900 | CHF 81 000 |
| Frais d'exploitation du réseau de chaleur par année | CHF 169 100 | CHF 136 900 | CHF 142 000 |
| Coûts de revient de la chaleur avec coûts de capital | 31,3 ct/kWh | 25,3 ct/kWh | 26,9 ct/kWh |
| Coûts de revient de la chaleur sans coûts de capital | 13,4 ct/kWh | 13,3 ct/kWh | 11,9 ct/kWh |

¹ Électricité: HT = 38 ct/kWh, BT = 31 ct/kWh, gaz = 15,7 ct/kWh; durées d'exploitation des PAC: 50 % en HT, 50 % en BT; tous les prix énergétiques s'entendent TVA et émissions de CO₂ (gaz) compris

² Intérêt 3 % sur 20 ans pour les appareils et sur 40 ans pour les installations

Réseaux thermiques

Définitions

La notion de «chaleur à distance et de proximité» englobe aussi les réseaux à basses températures tels que réseaux de froid à distance. On parle par conséquent de plus en plus de réseaux thermiques, une désignation utile pour la chaleur comme pour le froid. Aperçu des définitions ci-après.

Réseau de distribution de chaleur Suisse [définition en allemand de Scheller, 1980]: système produisant de la chaleur pour le chauffage et l'eau chaude des ménages, des commerces et de l'industrie ainsi que de la chaleur industrielle, et qui la transfère aux consommateurs sous forme d'eau ou de vapeur via un réseau de distribution.

Association Suisse du Chauffage à Distance [ASCAD, 2017]: «La notion de chauffage à distance signifie que la chaleur n'est pas produite sur le lieu de consommation...»

Office fédéral de l'énergie: on entend par chauffage à distance un système dont le réseau principal de transport et de distribution emprunte le domaine public et où la chaleur est vendue à des tiers.

Les MoPEC 2014 définissent la notion de réseau de distribution de chaleur dans les aides à l'application EN-101 et EN-120.

Dans les nouvelles constructions, les réseaux de chaleur doivent satisfaire à plusieurs des conditions suivantes selon EN-101:

- La chaleur est vendue aux consommateurs finaux à des tarifs définis au préalable.
- Plusieurs bâtiments différents sont raccordés.
- Le réseau de chauffage à distance appartient aux pouvoirs publics.
- Le réseau de distribution fait appel au sol public ou traverse plusieurs parcelles.
- Le réseau de chauffage à distance est mentionné sur des plans énergétiques (directeurs).

Ne sont pas considérés comme chauffage à distance les réseaux qui remplissent l'une des conditions ci-dessous:

- L'exploitation a lieu au sens d'un chauffage commun.
- Les propriétaires peuvent influencer le type de production de chaleur.
- La facturation se fait par décompte individuel des frais de chauffage (DIFC).
- L'installation de production de chaleur alimente une seule zone incluant des consommateurs définis, p. ex. un complexe immobilier.

En cas de remplacement de chauffage, le raccordement à un réseau de chaleur est défini selon EN-120:

- La chaleur doit ici être issue d'usines d'incinération des ordures, de STEP ou d'énergies renouvelables.
- Les réseaux de chaleur faisant appel à une énergie renouvelable ou les rejets thermiques peuvent entrer en ligne de compte.
- Cela vaut également pour les systèmes bivalents qui couvrent les pics avec une énergie fossile.

Éditeur

Association Suisse de l'Industrie
Gazière (ASIG)
044 288 31 31
asig@gazenergie.ch
www.gazenergie.ch

Rédaction

Hubert Palla, VSG
hubert.palla@gazenergie.ch

Suisse romande

Nathalie Pfund, ASIG
nathalie.pfund@gazenergie.ch

Tirage

10 000 en allemand, 3500 en français

Photo de couverture

Bühler Druck AG

Graphisme/Layout/Impression

Bühler Druck AG, Volketswil

Changement d'adresse

info@buehler-druck.ch

Abonnements gratuits

vsg@gazenergie.ch



imprimé en
suisse