

Seite 14 - 16

Geocooling

Un potentiel intéressant offert par les sondes

L'outil de simulation et la méthodologie développée dans le cadre de ce projet permet d'évaluer, de dimensionner et de caractériser un système intégrant un champ de sondes géothermiques utilisées pour satisfaire des besoins de refroidissement par geocooling.

> Prof. Dr. Daniel Pahud
DACD / ISAAC
SUPSI
CH-6952 Canobbio
T 058 666 63 53
daniel.pahud@supsi.ch
www.supsi.ch

Une sonde géothermique ou un champ de sondes géothermiques est un échangeur de chaleur avec le terrain. Il est généralement couplé à une pompe à chaleur pour couvrir des besoins de chauffage. Il peut également être utilisé pour dissiper des charges thermiques à des fins de refroidissement. On parle alors de geocooling lorsque l'énergie de refroidissement est couverte sans l'aide d'une machine frigorifique, simplement par transfert de chaleur entre la distribution de refroidissement et le circuit des sondes, au travers d'un échangeur de chaleur conventionnel.

Effets de stockage saisonnier

Le succès lié aux sondes géothermiques se traduit par la réalisation de systèmes toujours plus importants et, par voie de conséquence, de champs de sondes toujours plus grands. Le processus de dimensionnement des sondes n'est plus seulement limité au dimensionnement de l'échangeur de chaleur souterrain, mais doit également prendre en compte les effets de stockage saisonnier de chaleur. Une recharge thermique du terrain est bien souvent nécessaire et peut, idéalement, être réalisée par geocooling pour obtenir les meilleures performances thermiques possibles.

Toutefois les charges thermiques que le terrain peut absorber sont limitées aussi bien en terme d'énergie que de puissances de pointe. Pour être efficace et performant le système doit pouvoir être optimisé à tous les niveaux, et ce processus inclut également la qualité thermique du bâtiment et les distributions d'énergie. Une approche multidisciplinaire et globale est nécessaire afin de pouvoir intégrer au mieux le système dans le concept énergétique du bâtiment.

Dans cette étude un bâtiment administratif de référence est étudié par simulations dynamiques, incluant les interactions thermiques à court terme et à long terme entre le terrain, les sondes géothermiques, les installations techniques et le bâtiment, sans oublier la distribution d'énergie de chauffage et de refroidissement. L'objectif principal est d'évaluer la faisabilité technique du geocooling, de déterminer les performances thermiques et les caractéristiques de fonctionnement de tels systèmes, et d'établir des règles simples de dimensionnement pour l'évaluation de concepts de système basés sur le geocooling, tout en mettant en évidence les exigences nécessaires pour obtenir une bonne intégration et une bonne efficacité énergétique du système.

Méthodologie

Tout d'abord un bâtiment administratif et un lieu géographique sont choisis. Ceci fixe un bâtiment, une utilisation et des conditions météorologiques de référence pour l'étude.

Dans un premier temps une procédure de simulation a été mise au point pour définir les paramètres de contrôle et de régulation du bâtiment. Les exigences thermiques de confort, prescrites dans la norme SIA 382/1, doivent être satisfaites. Il en résulte deux paramètres clefs pour le dimensionnement du champ de sondes géothermiques : la puissance nominale de chauffage et la température nominale de départ pour le refroidissement. En été, la température de l'air intérieur peut excéder 26.5°C pendant une centaine d'heures. Cette tolérance permet de fixer la température de départ la plus haute possible pour le geocooling. En effet, il est primordial pour le succès d'une installation géothermique de ne pas avoir une puissance de chauffage surdimensionnée ou une température de départ trop basse pour le refroidissement.

Dans un deuxième temps l'installation géothermique est simulée sur un horizon de 50 ans, comme exigé dans la norme SIA 384/6. Le champ de sondes géothermiques est dimensionné de façon à ce que la température du fluide retournant dans les sondes ne descende jamais en-dessous de 0°C, car les sondes sont supposées être placées sous le bâtiment. Ceci définit le critère de chauffage. Le critère de geocooling, quand à lui, est satisfait si le nombre d'heures pour lesquelles la température intérieure dépasse 26.5°C n'excède pas le maximum fixé.

Des variations sur l'enveloppe du bâtiment, le type de distribution d'énergie dans le bâtiment, les conditions climatiques et les caractéristiques thermiques du terrain permettent d'obtenir une variété de systèmes différents. Le potentiel de geocooling peut ensuite être caractérisé et délimité pour de tels systèmes.

Caractéristiques du bâtiment de référence

Un bâtiment administratif Minergie de la douane de Chiasso est choisi comme référence. La puissance de chauffage nominale est simulée à 75 kW, pour une surface de référence énergétique de 2'200 m². Chauffé et refroidi par 1'900 m² de dalles actives, il peut être refroidi avec une température de départ dans les dalles de 21°C, ce qui permet d'extraire jusqu'à 60 kW thermique du bâtiment. Les demandes d'énergie annuelles pour le chauffage et le refroidissement sont de respectivement 130 MJ/(m²a) et 60 MJ/(m²a).

Des simulations avec des variantes de bâtiment ont montré qu'une puissance élevée et une basse température de départ pour le refroidissement ne sont pas compatibles avec le geocooling. Cette étude a clairement montré que seul des bâtiments à basse consommation d'énergie, qui intègrent des systèmes de contrôle passifs comme des protections solaires extérieures et des dalles actives, peuvent bénéficier au mieux du potentiel de geocooling.

Dimensionnement du système géothermique

Le champ de sondes géothermiques est dimensionné avec des sondes de 100 m de profondeur et espacées de 8 m. La figure 1 montre comment les critères de chauffage et de geocooling sont satisfaits en fonction de la conductivité thermique du terrain. La puissance nominale d'extraction de la pompe à chaleur est utilisée pour exprimer la longueur des sondes géothermiques. Pour une conductivité thermique de 2 W/(mK), la longueur totale des sondes doit être calculée avec la clef de dimensionnement de 31 W/m. La puissance nominale d'extraction, déterminée avec un COP de 4 aux conditions B0W35, est calculée à 56 kW pour la puissance nominale de chauffage établie à 75 kW. Il en résulte 1'800 mètres de sondes, correspondant à 18 sondes de 100 mètres.

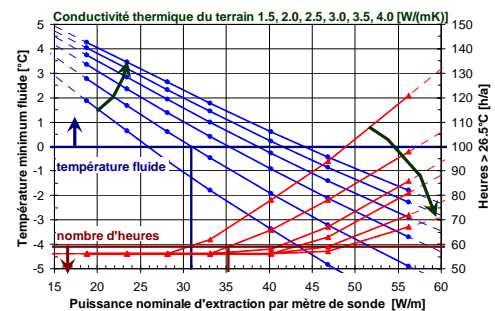
Pour le cas de référence, le taux de recharge du terrain, défini comme le rapport entre l'énergie annuelle injectée par l'énergie annuelle extraite, est calculé à 0.6. Pour explorer l'influence de ce taux sur le dimensionnement du système, d'autres cas ont été simulés en variant l'enveloppe du bâtiment (type et surface des fenêtres, protections solaires) et les conditions climatiques (Zürich, Genève, Chiasso et Bologne). La figure 2 permet d'apprécier l'influence de ce taux sur la clef de dimensionnement des sondes. Lorsque le taux de recharge du terrain est compris entre 0.5 et 0.9, un système avec geocooling permet d'utiliser au mieux les sondes géothermiques, ce qui se traduit par une clef de dimensionnement plus élevée.

Zusammenfassung

Das Simulationswerkzeug und die im Rahmen dieses Projekts entwickelte Abschätzungs- methode ermöglicht, ein System für das Geocooling zu dimensionieren und zu charakterisieren. Dabei kann ein Feld mit Erdwärmesonden auf die Bedürfnisse für die Kühlen ausgelegt werden. Das Projekt ist noch nicht abgeschlossen; weitere Analysen werden durchgeführt. Ziel sind Empfehlungen und Regeln für die Planung von Sondenfelder und Gebäude, damit man das Kühlpotenzial durch Geocooling nutzen kann.

Figure 1

>> Influence de la conductivité thermique du terrain sur le dimensionnement du système, aussi bien pour le critère de chauffage que celui de geocooling. A chaque courbe correspond une valeur fixe de la conductivité thermique. Les flèches indiquent dans quel sens se déplacent les courbes pour une augmentation de la conductivité thermique de 1.5 à 4 W/(mK).



>> Einfluss der thermischen Leitfähigkeit des Bodens auf die Systemauslegung, sowohl für die Heizung als auch für das Geocooling. Jede Kurve entspricht einem bestimmten Wert der Leitfähigkeit. Die Pfeile zeigen, wie sich die Kurven bei einer Erhöhung der Leitfähigkeit von 1.5 bis 4 W/(mK) verschieben.

Figure 2

>> Influence du taux de recharge du terrain sur le dimensionnement du système. La clef de dimensionnement est la plus basse valeur obtenue avec les critères de chauffage et de geocooling.

>> Einfluss des Wärmerückflusses im Untergrund auf die Systemauslegung. Der Schlüssel für die Auslegung liegt beim niedrigsten Leistungswert, welcher durch die Heizung und das Geocooling gegeben sind.

