

DETERMINAZIONE DELLA POTENZA DEL GENERATORE TERMICO

1 PROCEDIMENTO

L'esatto dimensionamento delle installazioni di riscaldamento è essenziale per l'utilizzo razionale dell'energia negli edifici. Un esercizio parsimonioso è possibile solo grazie ad un dimensionamento corretto. Lo schema mostra il procedimento da adottare, dalla determinazione della potenza fino alla scelta della caldaia.



2 DETERMINAZIONE DELLA POTENZA DEL GENERATORE TERMICO NEL CASO DI RISANAMENTI

Una descrizione dettagliata di come determinare la potenza termica del generatore termico si trova nella norma SIA384/1 [1].

2.1 DETERMINAZIONE DELLA POTENZA TERMICA A PARTIRE DAL CONSUMO DI COMBUSTIBILE

La potenza del generatore termico di una abitazione tradizionale, ossia dotata di un isolamento termico mediocre, di una quota di finestre bassa ed un orientamento non particolarmente soleggiato (facciata principale a sud) e che presenta una fabbisogno di potenza termica fino a 100 kW, può normalmente essere stabilita

con sufficiente precisione in base al precedente consumo di combustibile. La potenza necessaria del generatore termico da sostituire sarà la seguente:

$$\Phi_{\text{gen,out,new}} = (m_{\text{an}} \cdot \text{GCV} / t_{\text{an}}) \cdot (\eta_{\text{an,old}} / \eta_{\text{an,new}}) \cdot \eta_{\text{gen,new}}$$

| | |
|-----------------------------|---|
| $\Phi_{\text{gen,out,new}}$ | Potenza del produttore termico sostitutivo, in kW |
| m_{an} | consumo annuo medio di combustibile su diversi anni, in kg (risp. m ³ o litri) |
| GCV | Potere calorico (superiore), in kWh/kg (o kWh/m ³ o kWh/l) |
| t_{an} | Funzionamento a pieno carico durante l'anno del generatore termico, in h (ore) |
| $\eta_{\text{an,old}}$ | Rendimento annuo esistente (riferito al potere calorico) |
| $\eta_{\text{an,new}}$ | Rendimento annuo del generatore termico sostitutivo (riferito al potere calorico) |
| $\eta_{\text{gen,new}}$ | Rendimento del generatore termico sostitutivo (riferito al potere calorico) |

La resa del generatore termico può essere così descritta:

$$\eta_{\text{gen,new}} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{\text{an,new}})$$

Nota bene: la formula sopra, che permette di determinare la produzione di calore, è applicabile solo a generatori termici sostitutivi simili. Nel calcolo i dati provenienti da sistemi diversi non vanno quindi mescolati. Nel caso di cambio del sistema di produzione termica, la scelta corretta del nuovo generatore termico può avvenire solo avendo dapprima determinato la potenza di un sistema sostitutivo simile. L'utilizzazione corretta della formula è presentata tramite l'aiuto di alcuni esempi nei capitoli 2.1.1 – 2.1.6. Le cifre in per cento devono essere inserite nella formula sotto forma di decimali (per esempio 0.80 al posto di 80 %).

Alle altitudine usuali, fino a 800 m.s.m. si possono utilizzare, quale tempo di funzionamento annuale a pieno carico t_{an} , i seguenti valori:

- 2300 h per i generatori termici destinati al riscaldamento,
- 2700 h per i generatori termici destinati al riscaldamento e all'acqua calda sanitaria

Alle altitudini superiori a 800 m.s.m., la durata a pieno carico deve essere aumentata di 300 h.



svizzera energia
Il nostro impegno: il nostro futuro.

2.2 RISCALDAMENTI A PEZZI DI LEGNO [6]

Potere calorico GCV dei pezzi di legno seccati all'aria¹⁾

| | |
|---------------------------|-------------------------------|
| Legno dolce ²⁾ | 1800 kWh/sterio ⁴⁾ |
| Legno duro ³⁾ | 2500 kWh/sterio |

¹⁾ Non bruciare legna fresca proveniente dal bosco! La combustione produce eccessive emissioni e le caldaie sfruttano male l'energia. Il legno seccato all'aria (2 anni) contiene dal 15 al 20% d'acqua.

²⁾ Legno dolce: per esempio abete, pino, larice, pioppo o salice

³⁾ Legno duro: per esempio quercia, faggio, frassino, acero, betulla, olmo, castagno, pero, nocciolo, noce o ciliegio

⁴⁾ sterio: catasta di legno tondo con una base di 1 m x 1 m e 1 m di altezza

Rendimento annuale η_{an}

| | |
|-----------------|----------------|
| Caldaie nuove | da 65 % a 75 % |
| Caldaie vecchie | da 45 % a 65 % |

Esempio di calcolo

Una casa unifamiliare a Adelboden (1250 m.s.m.), con un generatore termico per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria

Funzionamento a pieno carico $t_{an} = 3000$ h/a

Consumo di legna (legna seccata all'aria) $m_{an} = 18$ steri/a

Potere calorico GCV = 2500 kWh/sterio

Rendimento annuale $\eta_{an,new} = 70\%$, $\eta_{an,old} = 55\%$

Rendimento combustione $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 85\%$

Rendimento tecnico generatore $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 85\%$

$$\Phi_{gen,out,new} = (m_{an} \cdot GCV / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new}$$

$$= (18 \cdot 2500 / 3000) \cdot (0,55 / 0,70) \cdot 0,85 = 10,0 \text{ kW}$$

2.3 RISCALDAMENTO A TRUCIOLI DI LEGNA [6]

Potere calorico GCV per trucioli di legna

| | Contenuto d'acqua % | Densità kg/MCA ¹⁾ | Potere calorico GCV kWh/MCA |
|-------------|---------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Legno dolce | 30 | 160 a 230 | 750 a 900 |
| Legno duro | 30 | 250 a 330 | 1000 a 1250 |

¹⁾ Metro cubo ammuccchiato MCA: un metro cubo di trucioli ammuccchiati

Grado di rendimento annuo η_{an}

| | |
|-----------------------------|-------------|
| Caldaia nuova ¹⁾ | 65 % a 75 % |
| Caldaia vecchia | 45 % a 65 % |

¹⁾ Grado di rendimento valido per caldaie non a condensazione

Esempio di calcolo

Un edificio plurifamiliare a Basilea con produzione di calore senza acqua calda sanitaria

Funzionamento a pieno carico $t_{an} = 2300$ h/a

Consumo di trucioli (legno dolce, tenore d'acqua 30 %) = 400 MCA /a

Potere calorico GCV = 800 kWh/MCA

Rendimento annuale $\eta_{an,new} = 70\%$, $\eta_{an,old} = 55\%$

Rendimento tecnico generatore $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 85\%$

$$\Phi_{gen,out,new} = (m_{an} \cdot GCV / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new}$$

$$= (400 \cdot 800 / 2300) \cdot (0,55 / 0,70) \cdot 0,85 = 93 \text{ kW}$$

2.4 RISCALDAMENTO A PELLETS

Potere calorico GCV pellets 5,2 fino a 5,5 kWh/kg

Grado di rendimento η_{an}

Caldaie nuove e vecchie 65 % a 75 %

Esempio di calcolo

Casa unifamiliare a Basilea, con produzione di calore, senza acqua calda sanitaria.

Funzionamento a pieno carico $t_{an} = 2300$ h/a

Consumo di pellets = 3200 kg/a

Potere calorico GCV = 5,4 kWh/kg

Rendimento annuo $\eta_{an,new} = 70\%$, $\eta_{an,old} = 60\%$

Rendimento tecnico generatore $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 85\%$

$$\Phi_{gen,out,new} = (m_{an} \cdot GCV / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new}$$

$$= (3200 \cdot 5,4 / 2300) \cdot (0,6 / 0,70) \cdot 0,85 = 5,5 \text{ kW}$$

2.5 RISCALDAMENTO AD OLIO

Potere calorico GCV per l'olio

Olio combustibile EL 10,5 kWh/l

Rendimento annuo η_{an}

Nuove caldaie (a condensazione) 85 % a 95 %

Vecchie caldaie (non a condensazione) 75 % a 80 %

Esempio di calcolo

Una casa unifamiliare a Zurigo con produzione di calore per il riscaldamento e l'acqua calda

Funzionamento a pieno carico $t_{an} = 2700$ h/a

Consumo di olio = 2000 l/a

Potere calorico GCV = 10,5 kWh/l

Rendimento annuale $\eta_{an,new} = 90\%$, $\eta_{an,old} = 78\%$

Rendimento tecnico generatore $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 95\%$

$$\begin{aligned}\Phi_{gen,out,new} &= (m_{an} \cdot GCV / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new} \\ &= (2000 \cdot 10,5 / 2700) \cdot (0,78 / 0,90) \cdot 0,95 = 6,4 \text{ kW}\end{aligned}$$

2.6 RISCALDAMENTI A GAS

| Potere calorico GCV del gas | |
|--|---------------------------------------|
| Gas naturale | 10,4 kWh/m ³ ¹⁾ |
| <small>¹⁾ Il valore indicato è riferito a 0,98 bar, 15 °C (altopiano), per un metro cubo d'esercizio, come lo si può leggere dal contatore del gas.</small> | |
| Grado di rendimento η_{an} | |
| Caldia nuova (a condensazione) | 85 % a 95 % |
| Caldia vecchia (non a condensazione) | 80 % a 85 % |

Esempio di calcolo

Un edificio plurifamiliare a Berna, con produzione termica per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria

Tempo di funzionamento a pieno carico $t_{an} = 2700$ h/a

Consumo di gas = 6000 m³

Potere calorico GCV = 10,4 kWh/m³

Rendimento annuo $\eta_{an,new} = 90\%$, $\eta_{an,old} = 82\%$

Rendimento tecnico generatore $\eta_{gen,new} \approx 0,5 \cdot (1 + \eta_{an,new}) = 95\%$

$$\begin{aligned}\Phi_{gen,out,new} &= (m_{an} \cdot GCV / t_{an}) \cdot (\eta_{an,old} / \eta_{an,new}) \cdot \eta_{gen,new} \\ &= (6000 \cdot 10,4 / 2700) \cdot (0,82 / 0,90) \cdot 0,95 = 20 \text{ kW}\end{aligned}$$

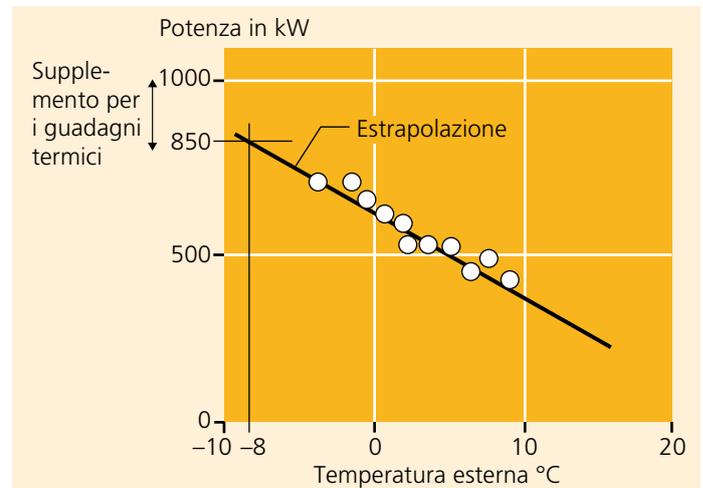
2.7 DETERMINAZIONE DELLA POTENZA TERMICA TRAMITE LA «FIRMA» ENERGETICA

Alcune misure effettuate sul vecchio impianto ancora in funzione possono dare diverse informazioni per il dimensionamento del nuovo generatore di calore. La procedura è descritta nella SIA 384/1, al paragrafo 4.3.7.

Delle misurazioni si impongono:

- In presenza di edifici d'abitazione che non corrispondono ai criteri sopraindicati (per esempio molto isolati oppure con grandi vetrate)
- In genere per altri tipi d'utilizzazione
- Quando l'installazione sostitutiva richiede la massima precisione di dimensionamento.

Le misurazioni sul vecchio impianto di riscaldamento devono pro-



Curva di riscaldamento ricavata da una misurazione (esempio)

trarsi per almeno due mesi invernali. Le potenze medie di combustione (per esempio i valori della media giornaliera) sono messi in relazione con la temperatura esterna. Per interpolazione/estrpolazione, tramite la regressione lineare (curva di riscaldamento) si determinerà la potenza media corrispondente alla temperatura esterna minima di dimensionamento. Dato che i guadagni termici solari sono perlopiù considerati nella misurazione, il valore così determinato dovrà essere aumentato di circa il 15 %.

3 CALCOLO DELLA POTENZA TERMICA STANDARD NELLE NUOVE COSTRUZIONI

3.1 POTENZA TERMICA SECONDO NORMA SIA 384.201 [2]

La procedura di calcolo del fabbisogno di potenza termica secondo la SIA 384.201 viene applicata alle nuove costruzioni o agli ammodernamenti sostanziali. Questa procedura permette di determinare il fabbisogno standard di potenza di ciascun locale riscaldato. Il calcolo è indispensabile per dimensionare il sistema di emissione del calore nell'ambiente (riscaldamenti a pavimento, corpi riscaldanti, elementi costruttivi termo-attivi, riscaldamenti ad aria). Il fabbisogno di potenza per l'insieme dell'edificio sarà stabilito in base ai fabbisogni dei singoli locali.

Metodo di calcolo

- Determinazione della temperatura esterna standard
- Determinazione dei valori di temperatura interna, secondo norma, per ogni locale riscaldato.
- Calcolo normalizzato delle perdite termiche per trasmissione
- Somma delle perdite termiche normalizzate di tutti i locali riscaldati, senza considerare il flusso di calore trasversale ai locali. Si otterrà così la perdita termica per trasmissione standard dell'intero edificio.
- Calcolo delle perdite termiche per ventilazione, secondo

norma, tenendo conto di eventuali installazioni meccaniche di ventilazione.

- Somma di tutte le perdite termiche nominali per ventilazione. Si otterrà così la perdita standard di ventilazione dell'intero edificio.
- Calcolo del fabbisogno standard di potenza termica per l'intero edificio (in W), tenendo conto dei fattori di correzione, in particolare per la ventilazione.

3.2 DETERMINAZIONE DELLA POTENZA DEL GENERATORE TERMICO CONFORMEMENTE ALLA SIA 384/1 [1]

La potenza del generatore termico è determinata secondo la norma SIA 384/1. Essa sarà dimensionata in modo tale che le perdite termiche nominali, come pure il fabbisogno di potenza per la produzione di acqua calda sanitaria (ACS) e di eventuali sistemi connessi, siano coperte.

La potenza che il generatore termico deve essere in grado di fornire è calcolata come segue:

$$\Phi_{\text{gen,out}} = \Phi_{\text{HL}} + \Phi_{\text{W}} + \Phi_{\text{AS}}$$

$\Phi_{\text{gen,out}}$ potenza del generatore termico, in kW

Φ_{HL} perdite termiche secondo SIA 384.2, in kW

Φ_{W} potenza per la produzione di acqua calda sanitaria, in kW

Φ_{AS} potenza dei sistemi connessi (per es. installazioni di ventilazione, calore di processo), in kW

La determinazione della ripartizione tra la potenza di riscaldamento e quella per l'acqua calda sanitaria sarà ottenuta riferendosi ad una giornata tipica di consumo di ACS e alla temperatura esterna minima secondo norma. Per le installazioni che sono associate ad altri sistemi, il periodo da prendere in considerazione potrebbe essere più breve, oppure potrebbe rendersi necessaria la scelta di un giorno di riferimento diverso.

Fabbisogno di potenza nelle nuove costruzioni

Di regola non è necessario alcun supplemento alla potenza termica standard secondo la norma SIA 384.201.

Negli edifici abitativi, quando le temperature esterne sono molto basse, è meglio non effettuare l'abbassamento notturno della temperatura ambiente. Qualora si volesse comunque effettuare l'abbassamento notturno negli immobili d'ufficio, con basse temperature esterne, bisogna anticipare sufficientemente il riavvio del riscaldamento in modo da riportare per tempo la temperatura ambiente al valore di consegna.

Di principio le perdite termiche di distribuzione vanno aggiunte alle perdite termiche nominali; tuttavia quando l'edificio dispone di un buon isolamento termico, esse sono trascurabili dato che buona parte andrà a beneficio della zona riscaldata dell'edificio. Solo le perdite all'esterno dell'involucro termico dell'edificio sono determinanti.

Fabbisogno di potenza nelle nuove costruzioni per la produzione di acqua calda sanitaria

Un aumento della potenza del generatore di calore, per la produzione dell'acqua calda sanitaria, si impone. Ciò dipenderà dal fabbisogno di acqua calda, dalle dispersioni della distribuzione dell'acqua calda e dall'accumulatore.

Quando lo stesso generatore di calore assicura la produzione di acqua calda sanitaria e di riscaldamento, devono essere considerate solo le perdite verso l'esterno dell'involucro termico.

Il dimensionamento non deve comunque basarsi esclusivamente sul consumo di punta, raggiunto raramente. Negli edifici abitativi e d'ufficio, si può utilizzare quale valore indicativo per il generatore termico la seguente potenza supplementare (rapportata alla superficie di riferimento energetico):

- edificio abitativo: 3 W/m²
- casa unifamiliare: 2 W/m²
- uffici: 1 W/m²

Questi supplementi di potenza sono derivati in base al fabbisogno termico per la produzione di acqua calda sanitaria secondo la norma 380/1, dove delle perdite termiche del 25 % circa, come pure la disponibilità permanente del generatore di calore, sono ammesse. Tuttavia questa potenza non è adeguata per il dimensionamento dello scambiatore di calore per la produzione di acqua calda sanitaria. Il volume dell'accumulatore dovrà essere adattato al tipo di generatore e al vettore energetico.

Fabbisogno di potenza termica nelle nuove costruzioni con sistemi interconnessi

Il fabbisogno di potenza termica di sistemi interconnessi normalmente deve essere studiato caso per caso. Nel caso di batterie riscaldanti inserite nei sistemi di ventilazione, è opportuno basarsi sulla portata volumica massima alla temperatura di dimensionamento secondo la norma SIA 382/1.

Nel caso di produzione termica combinata per il riscaldamento e la ventilazione, le punte di portata volumica massima di durata inferiore alle 3 ore non vanno considerate per quanto riguarda il generatore termico, per contro il recupero termico deve esser preso in considerazione. Deve essere evitato ogni aumento della potenza del generatore termico a causa dell'avviamento del sistema di ventilazione, per esempio tramite un'accensione anticipata, ancor prima dell'utilizzo effettivo.

Misure appropriate devono quindi essere messe in atto in modo da evitare che le punte di potenza dei sistemi interconnessi coincida con la punta di potenza per il riscaldamento e per l'acqua calda sanitaria. Per esempio, le piscine coperte devono essere gestite in modo da evitare che si debba riscaldare tutta l'acqua del bacino proprio quando la temperatura esterna è molto bassa.

3.3 STIMA DEL FABBISOGNO DI POTENZA TERMICA TRAMITE UN PROGRAMMA SIA 380/1

Già nelle prime fasi di progetto si procede al calcolo del fabbisogno di energia termica Q_h (in MJ/m²) secondo SIA 380/1 [3]. Per il bilancio energetico dell'edificio nel suo insieme vengono raccolte in parte le stesse informazioni necessarie al calcolo della potenza termica standard:

- Destinazione (categoria edificio)
- Dati climatici
- Superfici di riferimento energetico
- Elementi costruttivi piani
- Ponti termici
- Finestre
- Capacità termica ecc.

Esistono molti programmi, certificati dall'UFE e dai cantoni, per determinare il fabbisogno energetico di riscaldamento secondo SIA 380/1 [4]. Alcuni di essi, se dotati di tale possibilità, permettono di determinare al contempo la potenza termica necessaria. Questo permette di conoscere, già nelle prime fasi, il fabbisogno di potenza termica; infatti con il solo valore del fabbisogno termico di riscaldamento Q_h non è possibile determinare con sufficiente precisione il fabbisogno di potenza termica.

3.4 CONTROLLO DEI RISULTATI

Grazie alla potenza specifica di riscaldamento è possibile controllare i risultati. Questo valore risulta dalla divisione della potenza di riscaldamento standard per la superficie di riferimento energetico (superficie lorda del pavimento riscaldato). I valori risultanti dovrebbero avvicinarsi a quelli indicati nella tabella.

| Tipo di edificio | Valore di confronto |
|--|--|
| Edifici abitativi esistenti, non isolati | 50 W/m ² fino a 70 W/m ² |
| Edifici abitativi esistenti, ben isolati | 40 W/m ² fino a 50 W/m ² |
| Nuove abitazioni, secondo le norme attuali | 25 W/m ² fino a 40 W/m ² |
| Immobili amministrativi esistenti, non isolati | 60 W/m ² fino a 80 W/m ² |
| Edifici Minergie | 20 W/m ² fino a 30 W/m ² |
| Edifici Minergie-P | 8 W/m ² fino a 20 W/m ² |

Osservazione: la potenza di riscaldamento specifico è solo uno strumento empirico di controllo. Il dimensionamento è quindi da effettuare seguendo i metodi sopra descritti.

4 BIBLIOGRAFIA

4.1 NORME E DIRETTIVE

- [1] SIA 384/1: Impianti di riscaldamento degli edifici – Basi generali ed esigenze. SIA Zurigo 2009. www.sia.ch
- [2] Documentazione SIA D 0208: Calcul des déperditions calorifiques de base selon la norme SIA 384.201 – Guide avec exemple. SIA, Zurigo 2003; www.sia.ch
- [3] SIA 380/1: L'energia termica nell'edilizia. SIA, Zurigo 2009; www.sia.ch

4.2 BIBLIOGRAFIA, SOFTWARE, SERVIZI

- [4] Programmi di calcolo certificati: www.endk.ch
- [5] Modello di prescrizioni energetiche cantonali; www.endk.ch / rispettivamente le prescrizioni cantonali
- [6] QM Riscaldamenti a legna. Manuale di progettazione. ISBN 978-3-937441-94-8, www.qmholzheizwerke.ch