

In dit werkblad wordt aangegeven op welke wijze voor woningen en (woon)gebouwen een toestel voor warmtapwatervoorziening kan worden gedimensioneerd. Zie ook WB 2.1, opmerking 1. De in dit werkblad gegeven oplossingen gaan uit van het volledig dekken van de piekbelasting met:

1. de voorraad van het toestel;
2. het vermogen van het toestel.

Er zijn situaties waarin een combinatie van beide een meer optimale oplossing geeft. Hierover is o.a. informatie te vinden in ISSO-publicatie 55

Zie WB 4.4 A en 1.4 G voor de temperatuurregeling en temperatuurinstelling voor de preventie van legionellose.

1. Algemeen

Zowel voor doorstroom- als voor voorraadtoestellen geldt, dat het vermogen, nodig om het water op de gewenste temperatuur te brengen, afhankelijk is van de hoeveelheid warmtapwater, de gewenste temperatuur en de tijd, die beschikbaar is om de hoeveelheid water op te warmen.

De algemene formule hiervoor is:

$$P = c \times \rho \times (\theta_w - \theta_k) \times q_v$$

Voor de berekening van de warmtebehoefte van een warmtapwatervoorraadtoestel kan de volgende formule worden toegepast:

$$Q = c \times \rho \times (\theta_b - \theta_k) \times V$$

Voor de berekening van het opwarmvermogen van een warmtapwatervoorraadtoestel geldt:

$$P = \frac{Q}{t}$$

In bovenstaande en volgende formules geldt voor:

- P = benodigde opwarmvermogen in kW
- c = specifieke warmte van water in kJ/kg·°C (4,19)
- ρ = massadichtheid van koudwater in kg/l
(± 1 kg/l, is temperatuurafhankelijk)
- θ_b = boiler temperatuur in °C
- θ_w = temperatuur warmtapwater in °C
- θ_k = temperatuur koudwater in °C
- q_v = benodigde volumestroom in l/s
- Q = warmtebehoefte in kJ
- V = hoeveelheid warmtapwater(gebruik) tijdens de maatgevende gebruikperiode in liters

V_e	=	effectieve inhoud van de boiler in liters
V_b	=	totale inhoud van de boiler in liters
t	=	opwarmtijd van de boiler in sec.
ϕ	=	reductiefactor voor de warmtebehoefte tijdens de maatgevende gebruikperiode van een centrale warmtapwatervoorziening in procenten.

2. Woningen met individuele warmtapwatervoorziening

A. Berekening van warmtapwaterdoorstroomtoestellen

Voor de berekening van het vermogen wordt gebruik gemaakt van de formule $P = c \times \rho \times (\theta_w - \theta_k) \times q_v$

Berekeningsvoorbeeld 1

In een woning wenst men gelijktijdig gebruik te kunnen maken van een douche en een keukenmengkraan.

Voor de douche: $q_v = 0,125 \text{ l/s}$, $\theta_w 37^\circ\text{C}$

Voor de keuken: $q_v = 0,083 \text{ l/s}$, $\theta_w 60^\circ\text{C}$

Uitgaande van een koudwatertemperatuur van 10°C is het benodigde opwarmvermogen:

Voor het douchen: $4,19 \times 1 \times (37-10) \times 0,125 = 14,14 \text{ kW}$

Voor de keuken: $4,19 \times 1 \times (60-10) \times 0,083 = 17,39 \text{ kW}$

totaal 31,53 kW

Om deze installatie goed te laten functioneren zou bijvoorbeeld een modulerend warmtapwatertoestel kunnen worden toegepast.

B. Berekening van warmtapwatervoorraadtoestellen

Voor het bepalen van een warmtapwatervoorraadtoestel dat "Stand-by" staat kan voor de berekening worden uitgegaan van het grootste verbruik gedurende een uur.

Voor voorraadtoestellen welke "Niet-Stand-by" zijn geschakeld (maar op bijvoorbeeld alleen nachtstroom), moet de volledige warmtapwaterinhoud worden afgestemd op het gewenste gebruik gedurende de "Niet-Stand-by" periode.

Voor de berekening van de warmtebehoefte wordt gebruik gemaakt van de formule:

$$Q = c \times \rho \times (\theta_w - \theta_k) \times V$$

Het warmtapwatergebruik kan worden bepaald uit de benodigde volumestroom van een warmwatertappunt en de te verwachten gebruiksduur daarvan.

$$V = q_v \times t$$

De effectieve boilerinhoud (V_e) wordt bepaald door de warmtebehoefte tijdens de maatgevende gebruikperiode.

De warmtebehoefte kan volledig beschikbaar zijn door accumulatie of door gedeeltelijke accumulatie, waarbij het tekort wordt toegevoegd door het vermogen van de boiler.

$$V_e = \frac{Q}{c \times \rho \times (\theta_b - \theta_k)}$$

De effectieve inhoud (V_e) is de inhoud die de boiler met een vrijwel constante temperatuur kan leveren.

Dit is afhankelijk van de constructie van de boiler. Als richtwaarde kan 85 % van de totale inhoud (V_b) worden gehanteerd. De richtwaarde volgt uit de productinformatie.

Berekeningsvoorbeeld 2

Woning met douche.

2 douchebeurten	gedurende 8 min.	(q_v : 0,125 l/s, θ_w : 37 °C)
keukengebruik	gedurende 1 min.	(q_v : 0,083 l/s, θ_w : 60 °C)
2 x wastafel	gedurende 1,5 min.	(q_v : 0,083 l/s, θ_w : 40 °C)

De warmtebehoefte Q bedraagt bij $\theta_k = 10$ °C

douche:	2 x 4,19 x 1 x (37 - 10) x 0,125 x 8 x 60	= 13576 kJ
keuken:	4,19 x 1 x (60 - 10) x 0,083 x 1 x 60	= 1043 kJ
wastafel:	2 x 4,19 x 1 x (40 - 10) x 0,083 x 1,5 x 60	= 1878 kJ
	subtotaal:	16497 kJ

Toeslag voor leidingwachtijdverliezen (5 tot 10 %):	<u>1300 kJ</u>
Totaal:	17797 kJ

De effectieve boilerinhoud bedraagt bij een boiler temperatuur van 80 °C:

$$V_e = \frac{17797}{4,19 \times 1 \times (80 - 10)} = 60,7 \text{ liter}$$

De totale boilerinhoud wordt dan:

$$V_b = \frac{V_e}{0,85} = \frac{60,7}{0,85} = 71,4 \text{ liter}$$

Om de boiler in bijvoorbeeld twee uur op te warmen is een vermogen nodig van:

$$P = \frac{Q}{t} = \frac{17797}{3600 \times 2} = 2,5 \text{ kW}$$

Dit is het effectieve (netto) vermogen. Rekening moet worden gehouden met een elektrisch rendement van ± 90 %. Het te installeren vermogen wordt dan 2,8 kW.

Berekeningsvoorbeeld 3

Woning met ligbad.

Het warmtapwatergebruik in een uur bij $\theta_k = 10 \text{ }^\circ\text{C}$, is:

bad ($V = 120 \text{ l}$, $\theta_w: 40 \text{ }^\circ\text{C}$)

douche gedurende 8 min. ($q_v: 0,125 \text{ l/s}$, $\theta_w: 37 \text{ }^\circ\text{C}$)

keukengebruik gedurende 1 min. ($q_v: 0,083 \text{ l/s}$, $\theta_w: 60 \text{ }^\circ\text{C}$)

2 x wastafel gedurende 1,5 min. ($q_v: 0,083 \text{ l/s}$, $\theta_w: 40 \text{ }^\circ\text{C}$)

De warmtebehoefte Q wordt op gelijke wijze berekend als in het berekeningsvoorbeeld 2.

De aldus berekende warmtebehoefte bedraagt 24793 kJ.

Toeslag voor leidingwachtijdverliezen (5 tot 10 %): 1282 kJ,

de totale warmtebehoefte bedraagt dan: 26075 kJ.

De effectieve boilerinhoud bedraagt bij een temperatuur van $70 \text{ }^\circ\text{C}$:

$$V_e = \frac{26\ 075}{4,19 \times 1 \times (70 - 10)} = 104 \text{ liter}$$

De totale boilerinhoud V_b wordt dan:

$$V_b = \frac{V_e}{0,85} = \frac{104}{0,85} = 123 \text{ liter}$$

Bij een beschikbaar netto vermogen van bijvoorbeeld 5,6 kW duurt het:

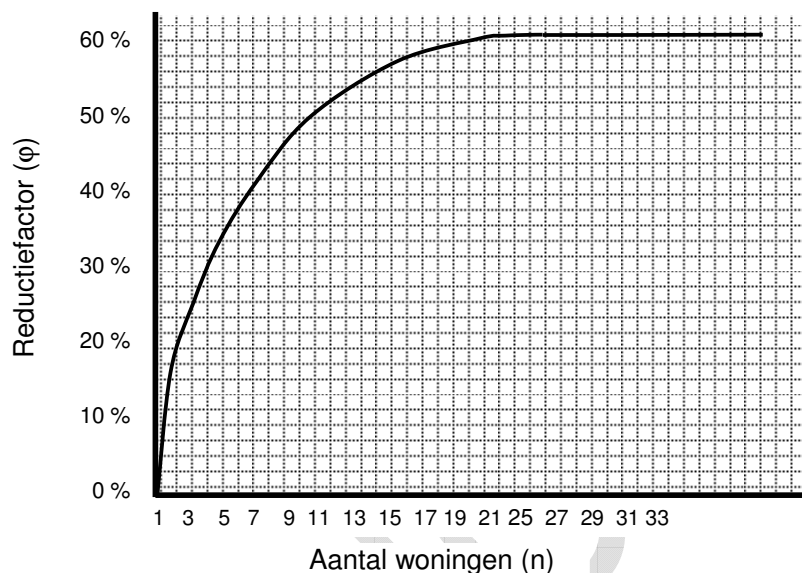
$$t = \frac{Q}{P \times 3600} = \frac{26\ 075}{5,6 \times 3600} = 1 \text{ uur en } 18 \text{ min. (1,30 uur) tot de boiler is}$$

opgewarmd.

3. Woongebouwen met centrale warmtapwatervoorziening

Bij woongebouwen met centrale warmtapwatervoorziening is het aantal woningen, de te verwachten tijdsduur van de maatgevende gebruikperiode (het piekverbruik) en het te verwachten gelijktijdig gebruik van warmtapwater in meerdere woningen van belang.

Afhankelijk van het aantal woningen kan een reductiefactor voor de warmtebehoefte tijdens de maatgevende periode worden toegepast. Hiervoor bestaan in de literatuur verschillende bepalingsmethoden. Als voorbeeld is grafiek nr. 1 gegeven en het berekeningsvoorbeeld 4.

Grafiek nr. 1: φ : Reductiefactor voor de warmtebehoefte

Aangenomen wordt dat het piekverbruik plaats vindt gedurende een periode van 2 uur.

Voor woongebouwen met een traditionele woonfunctie kan ervan worden uitgegaan dat het verbruik per woning overeenkomt met het verbruik zoals aangegeven bij woningen met individuele warmtapwatervoorziening, zie 2. Voor éénpersoonshuishoudens mag het verbruik worden verminderd met een douchebeurt.

Berekeningsvoorbeeld 4

Gegeven: een nieuw te bouwen woongebouw bestaat uit 25 (n) vierkamer flats elk voorzien van een bad.

Gevraagd: dimensionering van een warmtapwater(voorraad)toestel.

De totale warmtebehoefte Q per woning (zie berekeningsvoorbeeld 3) bedraagt 26075 kJ in de maatgevende gebruikperiode.

De reductiefactor φ is 60 % (zie grafiek nr. 1).

De gelijktijdig nodige warmtebehoefte bedraagt dan:

$$Q = \left(1 - \frac{\varphi}{100}\right) \times Q_w \times n$$

$$Q = \left(1 - \frac{60}{100}\right) \times 26\,075 \times 25 = 260\,750 \text{ kJ}$$

Hierin is het warmteverlies van het circulatiesysteem **niet** meegenomen.

Indien 1/3 deel van de hiervoor berekende warmtebehoefte op voorraad wordt gehouden (geaccumuleerd) met een temperatuur van 70 °C betekent dit een totale boilerinhoud van:

$$V_b = \frac{1}{3} \times \frac{260\,750}{4,19 \times 1 \times (70 - 10) \times 0,85} = 407 \text{ liter}$$

Het vereiste vermogen tijdens de maatgevende verbruiksperiode van 2 uur bedraagt:

$$P = \left(1 - \frac{1}{3}\right) \times \frac{Q}{t} = \frac{2}{3} \times \frac{260\,750}{2 \times 3600} = 24,2 \text{ kW}$$

De opwarmtijd na de maatgevende verbruiksperiode, waarbij is uitgegaan dat tijdens de opwarmtijd geen afname plaatsvindt, bedraagt:

$$t = \frac{1}{3} \times \frac{Q}{P \times 3600} = \frac{1}{3} \times \frac{260\,750}{24,2 \times 3600} = 1 \text{ uur}$$

N.B. De stabiliteit (comfort) van de installatie zal groter worden naarmate de boilerinhoud wordt vergroot.

Vergroting van deze inhoud brengt echter wel kostenverhoging met zich mee.

4. Overige gebouwen (hotels, ziekenhuizen, bedrijven, enz.)

Voor de dimensionering van warmtapwatertoestellen in deze gebouwen wordt verwezen naar ISSO publicatie 55 "Tapwaterinstallaties in woon- en utiliteitsgebouwen".

5. Drukval over warmtapwatertoestellen

Houd in het algemeen rekening met de drukval over een warmtapwatertoestel. Informeer hiernaar bij de leverancier van het betreffende warmtapwatertoestel, want deze waarde zal in de berekeningen moeten worden meegenomen.