

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

VERWARMING EN SANITAIR WARM WATER: ONTWERP

HERFST 2020

Sanitair warm water: keuze en dimensionering van de
productie

Thomas LECLERCQ



Op basis van de presentatie van Matriciel



Doelstellingen van de presentatie

- Welke bereidingswijze?
- Wat is de impact op de installatie?



Plan van de uiteenzetting

- Behoeften en eisen voor residentiële gebouwen
- Bereidingswijzen
- Dimensionering
- Conclusie



Behoeften en eisen

- Zorgen voor een comfortabele toevoer van SWW
 - ▶ Watertemperatuur
 - ▶ Aftapdebiet
 - ▶ Hoeveelheid water
 - ▶ Wachtijd
- Hulpbronnen beperken
 - ▶ Water
 - ▶ Energie



Behoeften en eisen

- Waterverbruik
 - ▶ Op basis van het reële verbruik
 - › Alleen mogelijk bij renovatie
 - › Goed voor de tertiaire sector
 - ▶ Afhankelijk van het nominale debiet van de aftappunten
 - › Houdt een risico van overdimensionering in
 - ▶ Via standaardprofielen
 - › Gebruikt voor nieuwbouw
 - › Geschikt voor de residentiële sector
- Temperatuur van het afgetapte warm water
 - ▶ 60°C voor aftappunten in de keuken
 - ▶ 40°C voor aftappunten in de badkamer
- Temperatuur van het opgeslagen warm water
 - ▶ 60°C (vermijd hogere temperaturen: risico van brandwonden en toegenomen kalkaanslag en slijtage van de kranen)



Residentiële sector

- Dagelijks watervolume of debiet van de aftappunten

Aftapping	T° water	Debiet	Tijd	Volume
Gootsteen	60°C	5 l/min.	5 min.	25 l
Badkuip	40°C	15 l/min.	10 min.	150 l
Douche	40°C	10 l/min.	6 min.	60 l

- Standaardisatie van de temperatuur van het afgetapte warm water op 60°C

► $V_{60} = V_x \frac{T_x - 10}{60 - 10}$

Aftapping	T° water	Debiet	Tijd	Volume
Gootsteen	60°C	5 l/min.	5 min.	25 l
Badkuip	60°C	9 l/min.	10 min.	90 l
Douche	60°C	6 l/min.	6 min.	36 l



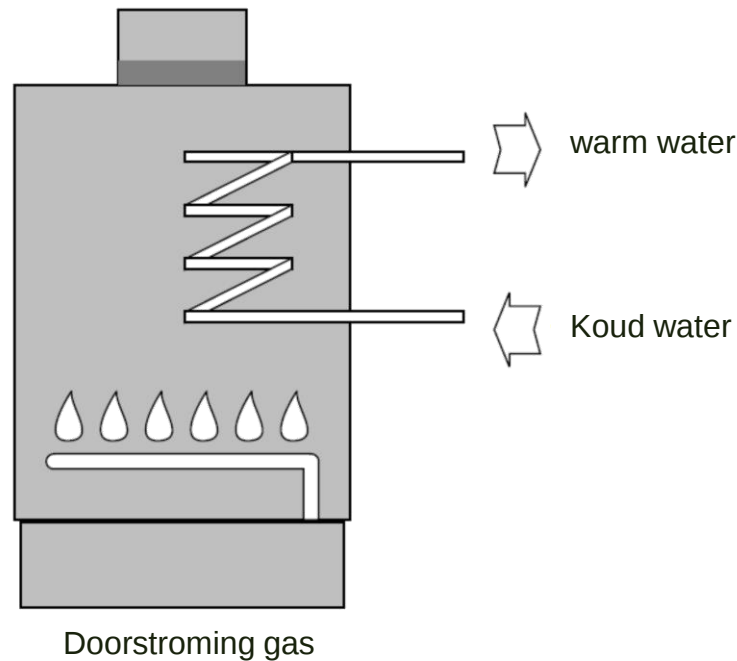
Bereidingswijze

- Naargelang van de verhouding vermogen - volume:
 - ▶ Productie door doorstroming
 - ▶ Productie door semi-doorstroming
 - ▶ Productie door semi-accumulatie
 - ▶ Productie door accumulatie
- Naargelang van de warmteoverdracht op het water:
 - ▶ Directe productie
 - ▶ Indirecte productie
- Drie manieren van dimensionering van de toestellen:
 - Bereiding met doorstroming: bepaling van het vermogen
 - Bereiding met 100% accumulatie: bepaling van het volume
 - Gemengde bereiding: gecombineerde bepaling volume/vermogen



Bereidingswijze

- Voorbeeld van directe doorstroomproductie



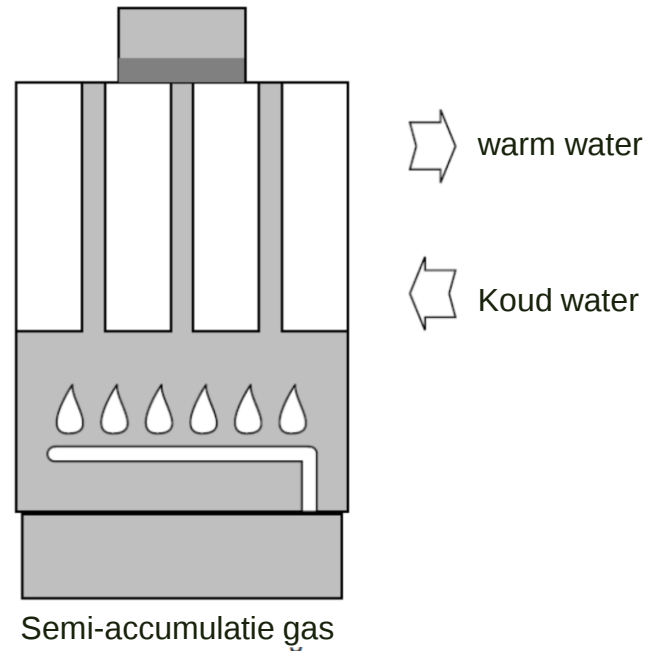
Bron: DGTRE

- + Weinig plaatsinname
- + Geen opslagverlies
- Schommeling van watertemperatuur, dus risico van ongemak
- Werking in korte cycli, dus lager verbrandingsrendement



Bereidingswijze

- Voorbeeld van directe productie door semi-doorstroming of semi-accumulatie



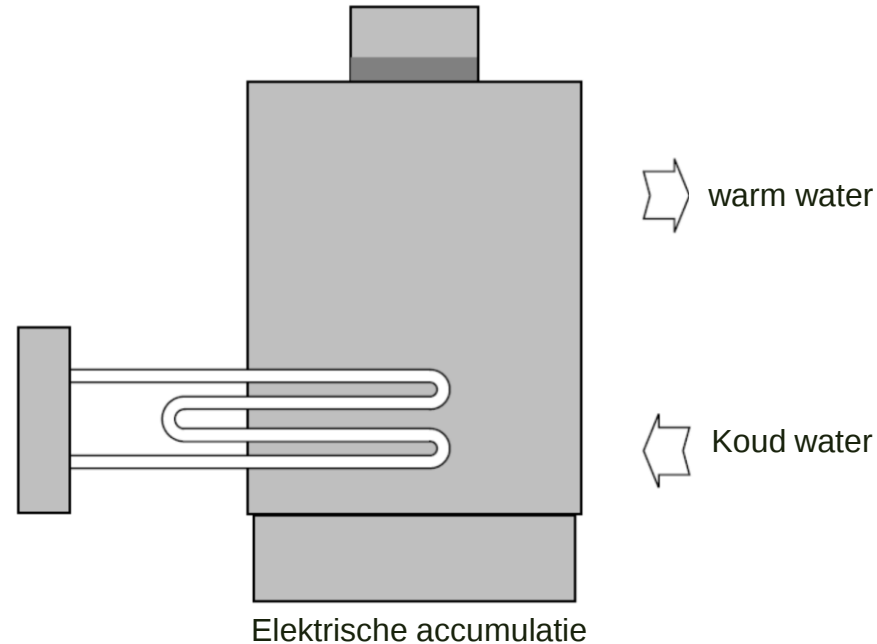
Bron: DGTRE

- + Hoger comfort
- + Neemt weinig plaats in
- + Beperkt vermogen
 - Semi-doorstroming: beperkte opslag en vermogen voor aanvulling
 - Semi-accumulatie: opslag voor piekperiode



Bereidingswijze

- Voorbeeld van directe productie door accumulatie



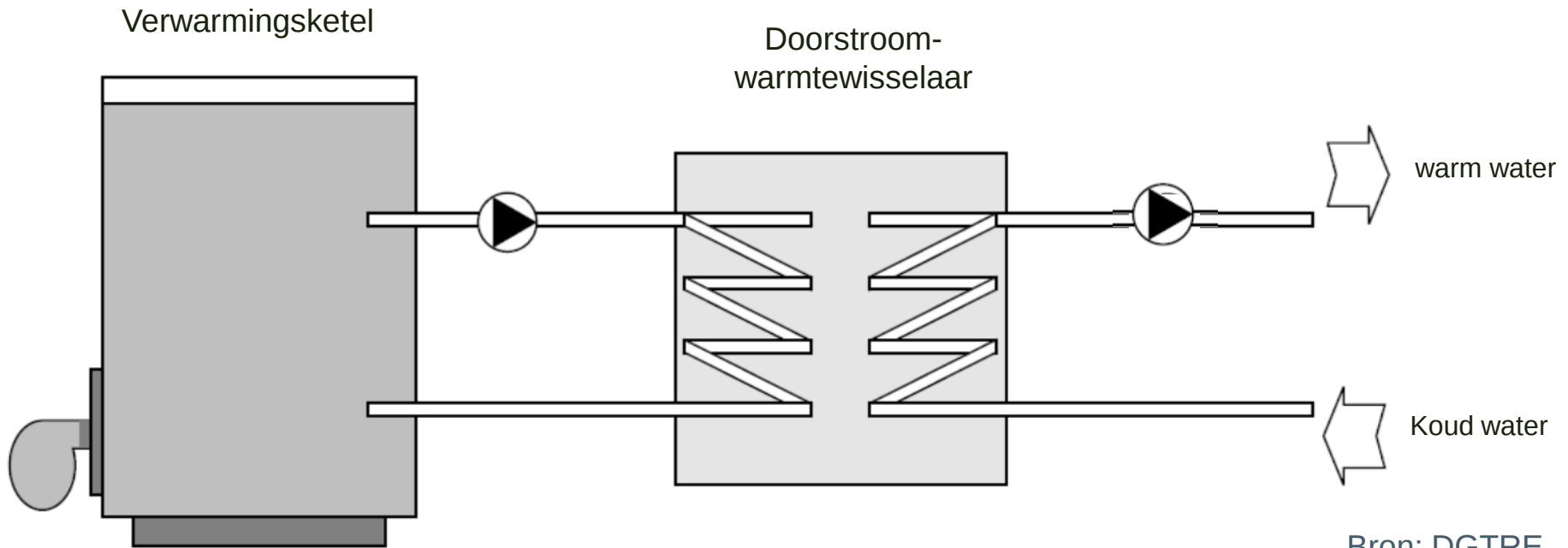
Bron: DGTRE

- + Opslag voor een volledige dag en oplading 's nachts
- + Hoger comfort door kortere reactietijd en stabiele watertemperatuur
- Energieverlies van opslagvat
- Neemt meer plaats in



Bereidingswijze

- Voorbeeld van indirecte doorstroomproductie

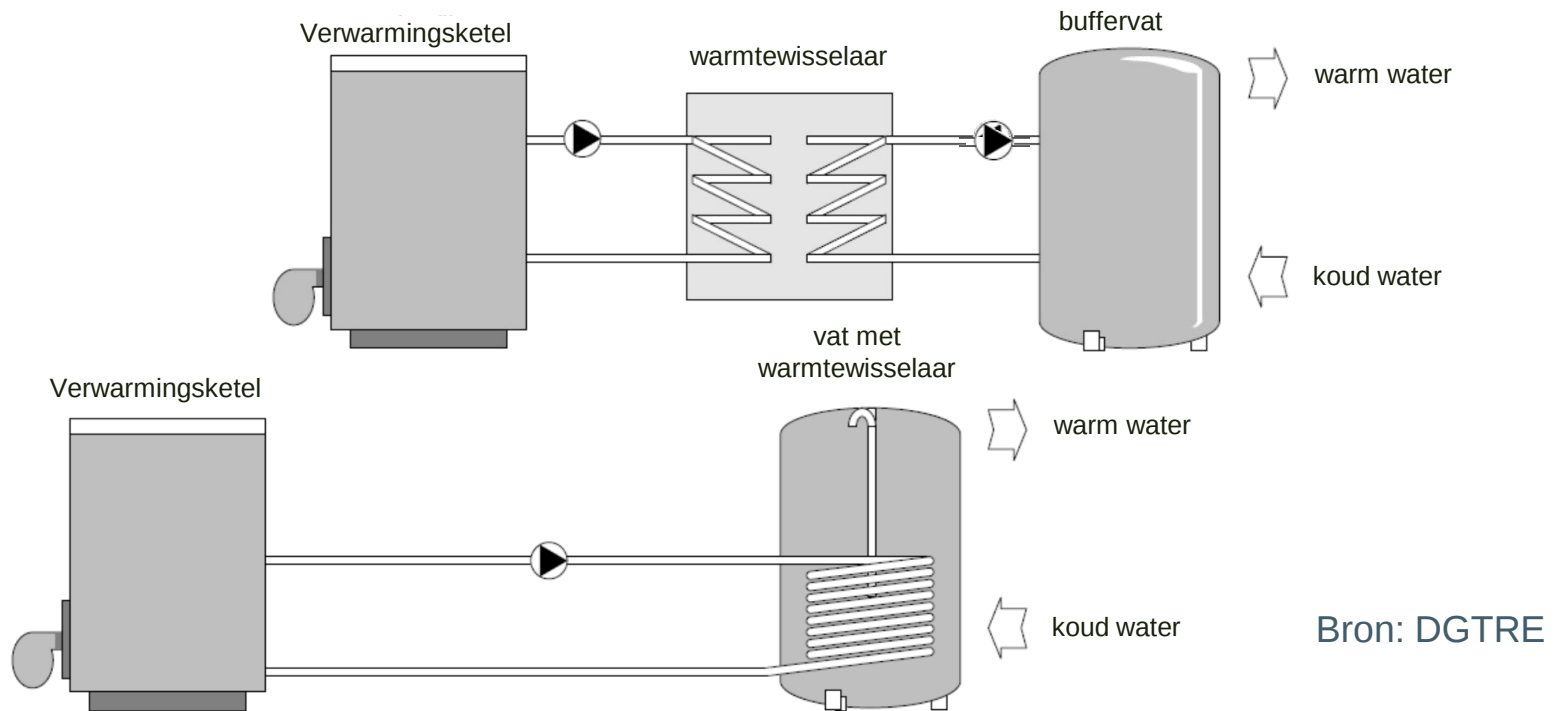


- + Weinig plaatsinname en geen opslagverliezen
- Schommeling van watertemperatuur, dus risico van ongemak
- Ketel doorlopend met hoge temperatuur, dus matig rendement
- Hoger vermogen, dus minder geschikt voor aftappunten
- Krachtigere circulatiepomp, want hogere belastingverliezen



Bereidingswijze

- Voorbeeld van indirecte productie door semi-doorstroming of (semi-)accumulatie



- + Hoger comfort
- + Weinig plaatsinname en beperkt vermogen
- Opslagverliezen en distributieverliezen
- Semi-doorstroming: beperkte opslag en vermogen voor aanvulling
- Semi-accumulatie: opslag voor piekperiode



Bereiding door doorstroming

- Maximum watervolume op 60°C afgetapt in 10 minuten

Voorbeeld	Gootsteen	Badkuip	Douche
Debiet 60°C	5 l/min.	9 l/min.	6 l/min.
Aftaptijd	10 min.	10 min.	10 min.
Vol. water 60°C	50 l	90 l	60 l.

- Te voorzien vermogen in kW

$$\text{► } P = \frac{1,16}{1000} \cdot \frac{V_{60,10min}}{\frac{1}{6}} \cdot (60 - 10)$$

Voorbeeld	Gootsteen	Badkuip	Douche
Vol. water 60°C	50 l	90 l	60 l
Vermogen	17,4 kW	31,3 kW	20,9 kW

- Bereiding door doorstroming?

- Ja, indien in een keer simultaan afgetapt (bv. kleine woning), omdat anders een installatie moet worden voorzien voor elke aftapping.



Bereiding door doorstroming

- Indien aftappunten met een lager debiet worden gebruikt:

	Gootsteen	Badkuip	Douche
Aftapdebiet	5 l/min	15 10 l/min	10 6,6 l/min
Aftaptemperatuur	60°C	40°C	40°C
Debiet 60°C	5 l/min	6 l/min	4 l/min
Aftaptijd	10 min	10 min	10 min
Vol. water 60°C	50 l	60 l	40 l
Vermogen	17,4 kW	20,9 kW	13,9 kW

- ▶ Gootsteen + douche tegelijk ≈ 30 kW
- ▶ Badkuip alleen < 25 kW
- ▶ Twee douches tegelijkertijd < 30 kW
 - › Bereiding door doorstroming aangepast aan het geoptimaliseerde aftapdebiet



Individuele bereiding met doorstroming

- Voorbeelden van beschikbare producten



Wandcondensatieketel op gas

- Verwarming: 5 tot 30 kW
- Sanitair warm water: 35 kW

Bron: Bulex



Badverwarmer met gedwongen afvoer

- Verwarming: /
- Sanitair warm water: 8 tot 30 kW

Bron: Bulex



Elektrische doorstroomer

- Verwarming: /
- Sanitair warm water: 24 tot 27 kW

Bron: Siemens



Bereiding door 100% accumulatie

- Maximaal volume water op 60°C afgetapt in 24 uur

Voorbeeld 1	Gootsteen	Badkuip	Douche
Debiet 60°C	5 l/min	9 l/min	6 l/min
Aftaptijd	1*5 min	2*10 min	2*6 min
Vol. water 60°C	25 l	180 l	72 l

- ▶ Verbruikt volume water: 277 l of 69 l/p

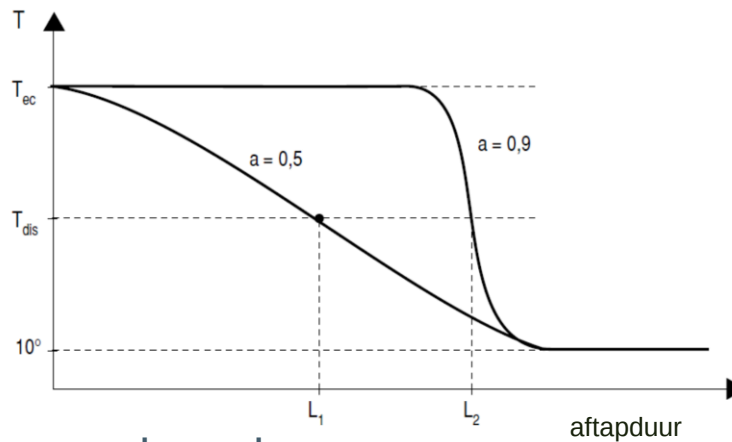
Voorbeeld 2	Gootsteen	Badkuip	Douche
Debiet 60°C	5 l/min	9 l/min	6 l/min
Aftaptijd	1*5 min	0*10 min	4*6 min
Vol. water 60°C	25 l	0 l	144 l

- ▶ Verbruikt volume water: 169 l of 42 l/p



Bereiding door 100% accumulatie

- Opslagvolume: $V_{opslag} = \frac{V_{verbruikt\ water}}{Efficiëntie\ van\ de\ opslag}$
 - ▶ Efficiëntiecoëfficiënt opslag (afhankelijk van de gelaagdheid)
 - › Goede gelaagdheid: efficiëntie van 80% tot 95%
 - › Sterke vermenging: efficiëntie kan dalen tot 45%



› Te voorzien opslagvolume:

Efficiëntie opslag	Voorbeeld 1	Voorbeeld 2
Goed → 80%	346 l	211 l
Slecht → 50%	554 l	338 l



Bereiding door 100% accumulatie

- Te voorzien vermogen in kW

►
$$P = \frac{1,16}{1000} \cdot \frac{V_{60,24h}}{6} \cdot (60 - 10)$$

Efficiëntie opslag	Voorbeeld 1	Voorbeeld 2
Vol. water 60°C	277 l	169 l
Vermogen	2,7 l	1,6 l

- Bereiding door 100% accumulatie?
 - Ja indien vrij laag verbruik en indien efficiënte opslag met een goede gelaagdheid, omdat het systeem anders te veel plaats inneemt



Bereiding met 100% individuele accumulatie

- Voorbeelden van beschikbare producten



Compacte
gascondensatieketel

- Verwarming: 2 tot 19 kW
- Sanitair warm water: 220 l

Bron: Viessmann



Elektrische warmwaterboiler

- Verwarming: /
- Sanitair warm water: 50 tot 500 l

Bron: Bulex



Thermodynamische boiler op
buitenlucht

- Verwarming: /
- Sanitair warm water: 200 of 250 l

Bron: Atlantic



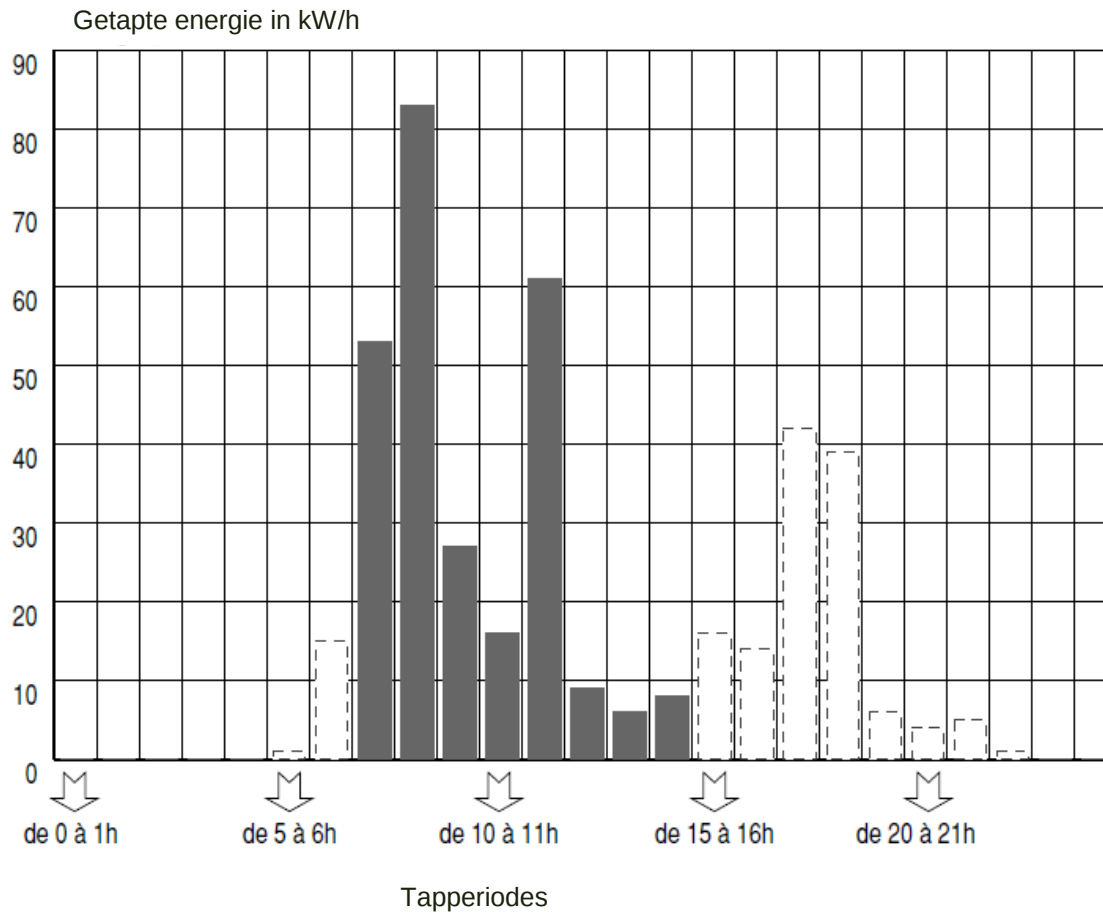
Gemengde bereiding door semi-doorstroming of semi-accumulatie

- Grafische methode
 - ▶ Aftapprofielen
 - › Voor appartementsgebouwen: methode van het aantal standaardwoningen (op basis van statistieken)
 - ▶ Curve van opeenvolgende vraag
 - ▶ Curve van gelijke vervulling warmwatervraag
 - › Combinaties opslagvolume en vermogen

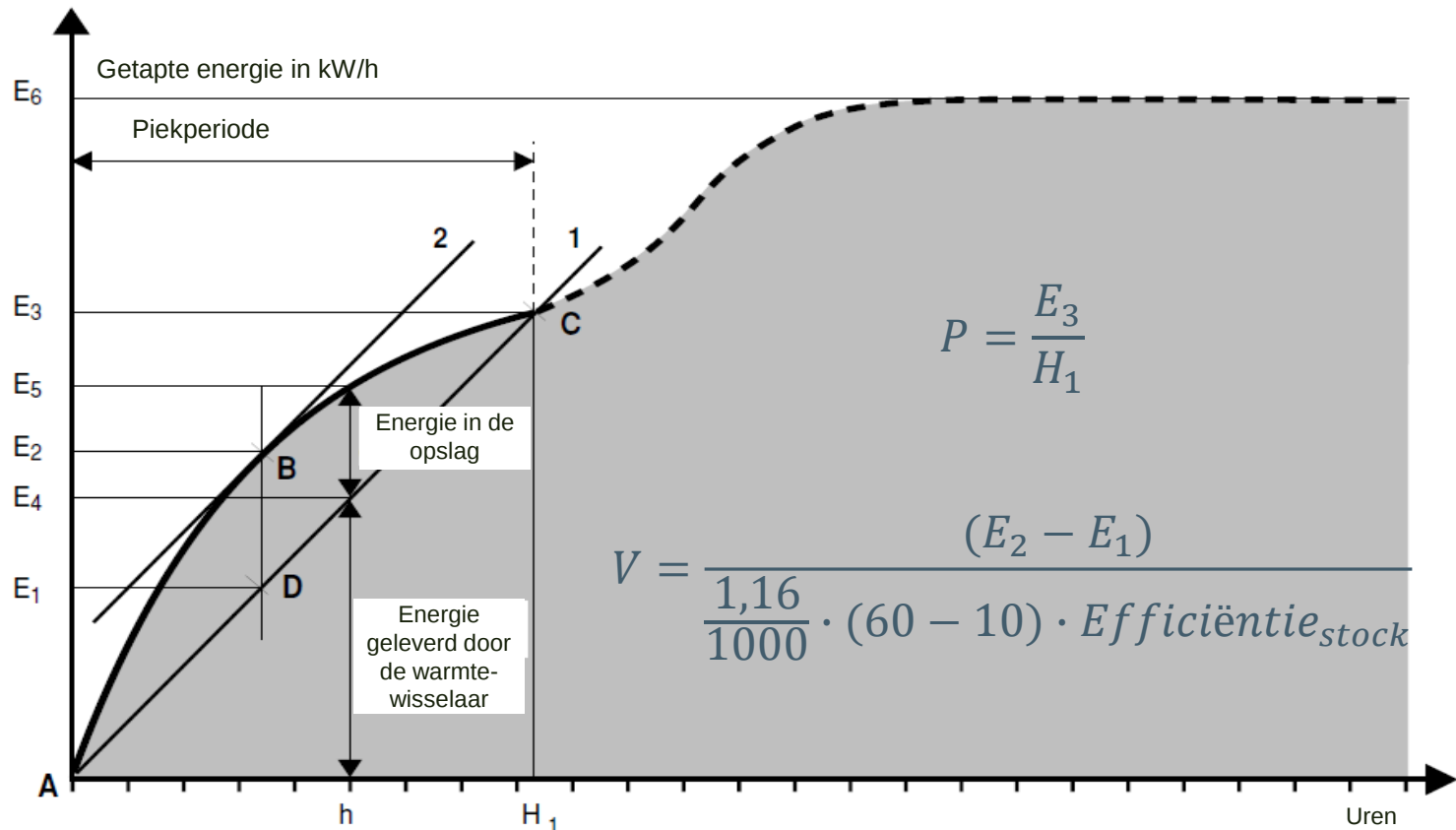


Gemengde bereiding door semi-doorstroming of semi-accumulatie

- Aftapprofielen
 - ▶ De piekperiodes in kaart brengen

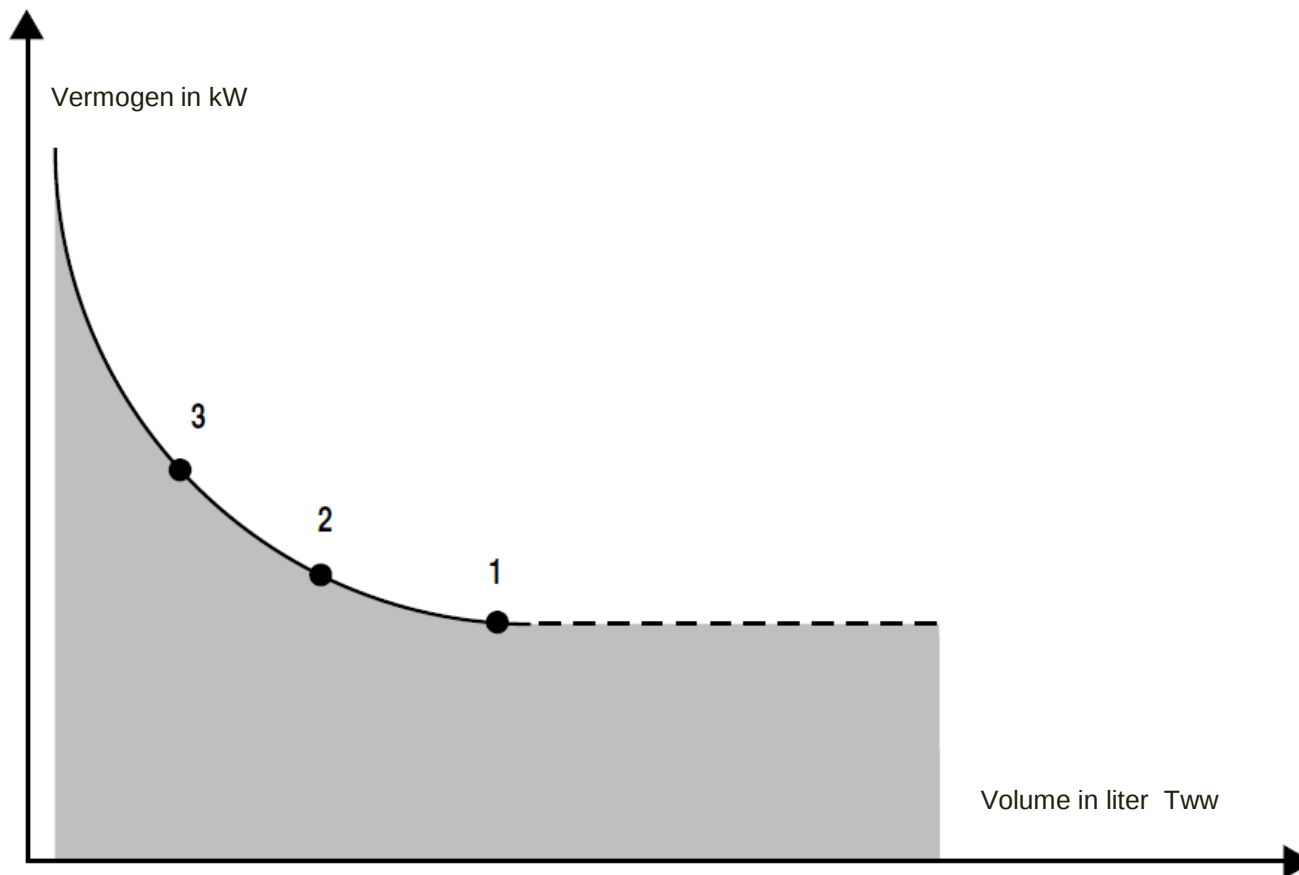


- ▶ Geeft de maximale doorlopend afgetapte energie weer gedurende een bepaalde periode
- ▶ Geeft de meest dwingende behoefte weer



Gemengde bereiding door semi-doorstroming of semi-accumulatie

- Curve van gelijke vervulling van warmwatervraag
 - ▶ Geeft de verschillende combinaties van vermogen/volume voor een identiek aftapcomfort weer



Gemengde bereiding door semi-doorstroming of semi-accumulatie

- Voor appartementen: methode standaardwoning
 - ▶ Grootte: $r = 4$
 - › Waarbij $r = 1 + (\text{\#kamers} > 10\text{m}^2) + 0,5 * (\text{\#kamers} < 10\text{m}^2)$
 - ▶ Gemiddeld aantal bewoners: 3,5
 - › Waarbij

Grootte van de woning, r	Gemiddeld aantal bewoners
< 2	2
2,5	2,3
3	2,7
3,5	3,1
4	3,5
4,5	3,9
5	4,3
5,5	4,6

- ▶ Sanitair: 1 gewone badkuip, 1 wastafel, 1 gootsteen



Gemengde bereiding met semi-doorstroming of semi-accumulatie

- Sanitair

Uitrusting	Energie per tapping
Gewone badkuip	5.820 Wh
Grote badkuip	8.720 Wh
Gewone douche	1.630 Wh
Multijetdouche	4.070 Wh
Wastafel	700 Wh
Gootsteen	1.160 Wh

- ▶ Minimum in overweging te nemen:
 - › 1 gewone badkuip in de hoofdbadkamer
 - › + 1 surplus indien badkuip met grotere inhoud in hoofdbadkamer
 - › + 0,5 x het aantal badkuipen/douches in de andere natte ruimten (of 1 x het aantal wastafels in de andere vertrekken indien er geen badkuip/douche is)



Gemengde bereiding door semi-doorstroming of semi-accumulatie

Bv.:
20 appart.

- » Type A : 12 appartementen 1 grote slaapkamer + 1 kleine slaapkamer met 1 badkamer
- » Type B : 6 appartementen 1 gr. slaapk. + 2 kl. slaapk. met 1 badk. en 1 douchekamer
- » Type C : 1 appartementen 1 gr. slaapk. + 3 kl. slaapk. met 2 badkamers
- » Type D : 1 standaardwoning of 1 gr. + 4 kl. slaapk. OF 2 gr.+ 2 kl. slaapk. met 1 badk.

Type	# lgt n	Grootte r	#bewoners p	Lokaal	Uitrusting.	#uitrusting v	Energ. w	Gebruik. f	n.p.v.w.f
A	12	2,5	2,3	BK	Badkuip	1	5820	1	160632
				Keuken	Gootsteen	1	1160	0	
B	6	3	2,7	BK	Badkuip	1	5820	1	107487
				DK	Douche	1	1630	0,5	
				Keuken	Gootsteen	1	1160	0	
				BK	Badkuip	1	5820	1	
C	1	3,5	3,1	BK	Badkuip	1	5820	0,5	27063
				Keuken	Gootsteen	1	1160	0	
D	1	4	3,5	BK	Badkuip	1	5820	1	20370
				Keuken	Gootsteen	1	1160	0	

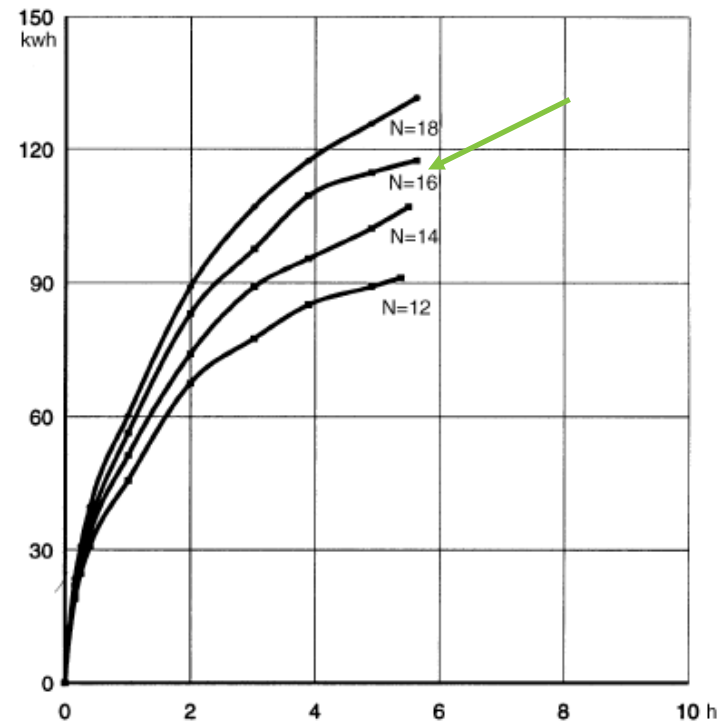
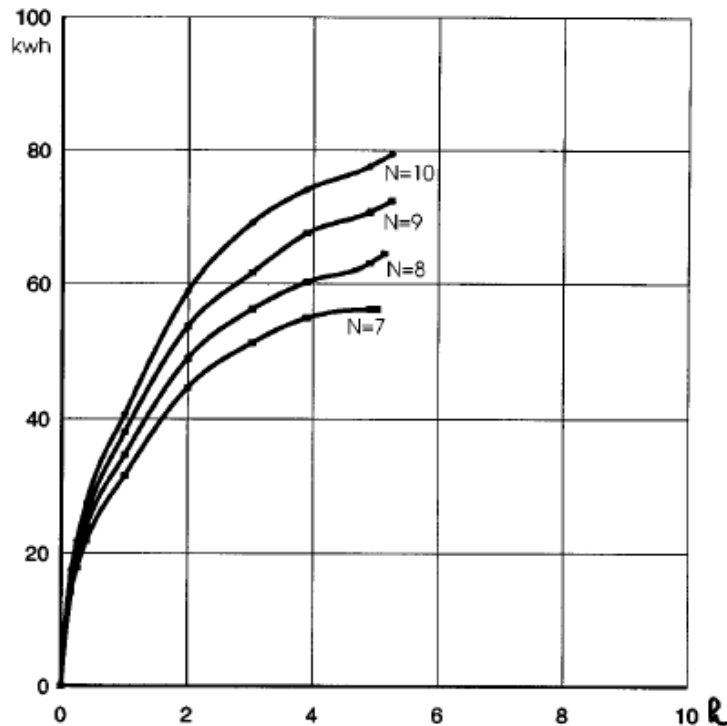


► Aantal standaardwoningen:
$$N = \frac{\sum(n \cdot p \cdot v \cdot w \cdot f)}{3,5 \cdot 5820} = 15,5$$

Gemengde bereiding door semi-doorstroming of semi-accumulatie

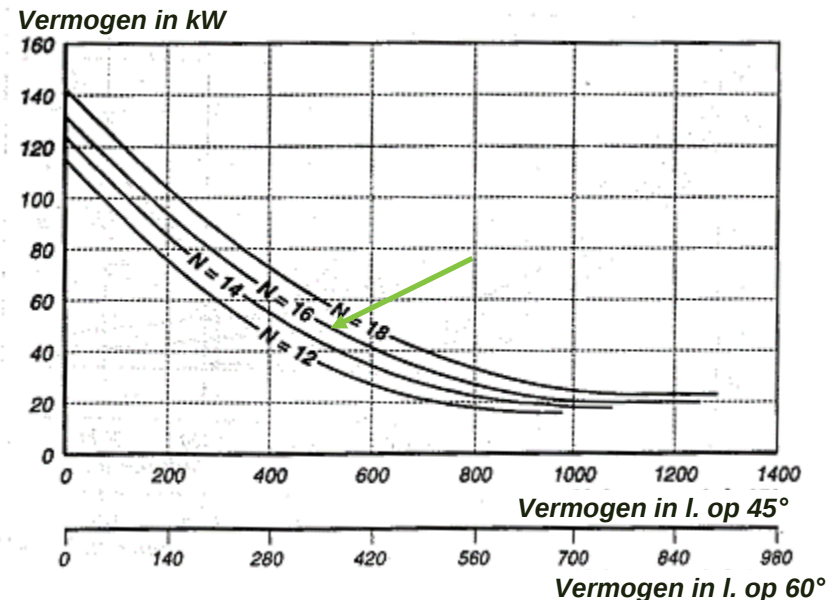
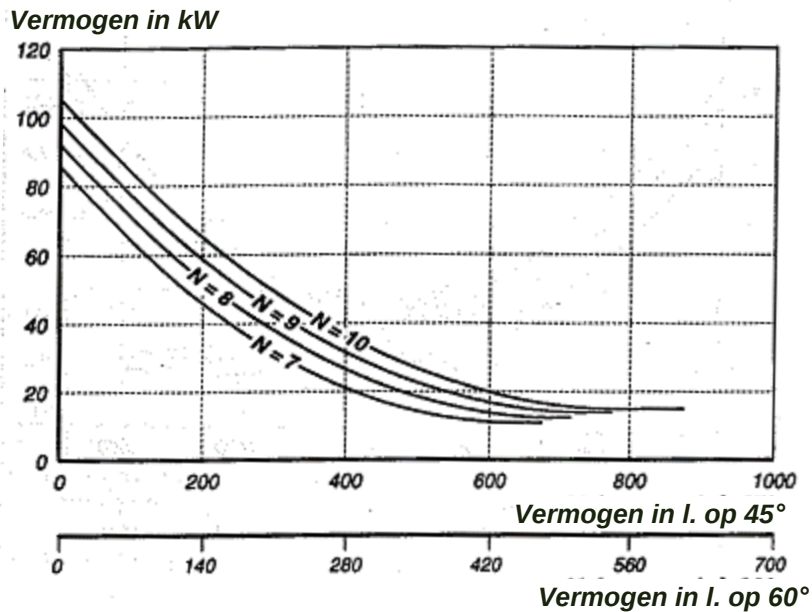
- Curve van opeenvolgende warmwatervraag voor appartementsgebouwen volgens het aantal standaardwoningen

► Bestaat voor $N = 1 \rightarrow 300$



Gemengde bereiding door semi-doorstroming of semi-accumulatie

- Curve van gelijke vervulling van warmwatervraag voor appartementsgebouwen volgens het aantal standaardwoningen
 - ▶ Bestaat voor $N = 1 \rightarrow 300$



Gemengde bereiding met semi-doorstroming of semi-accumulatie

- Gecombineerde productie van verwarming en SWW
 - ▶ Geen optelling van de twee vermogens wegens prioriteit SWW
 - ▶ Rekening houdend met een aanvullend vermogen

# standaard-woningen N	Aanvullend vermogen	# standaard-woningen N	Aanvullend vermogen
1	3,1 kW	12	17,3 kW
2	4,7 kW	14	19,6 kW
3	6,2 kW	16	21,7 kW
4	7,7 kW	18	23,9 kW
5	8,9 kW	20	26,1 kW
6	10,2 kW	22	28,2 kW
7	11,4 kW	24	30,4 kW
8	12,6 kW	26	32,4 kW
9	13,8 kW	28	34,6 kW
10	16,1 kW	30	35,6 kW



Gemengde bereiding door semi-doorstroming of semi-accumulatie

- Gecombineerde productie van verwarming en Sww

Bv.:

20 appart.

» Type A : 12 appartementen 1 grote slaapkamer + 1 kleine slaapkamer met 1 badkamer

» Type B : 6 appartementen 1 gr. slaapk. + 2 kl. slaapk. met 1 badk. en 1 douchekamer

» Type C : 1 appartementen 1 gr. slaapk. + 3 kl. slaapk. met 2 badkamers

» Type D : 1 standaardwoning of 1 gr. + 4 kl. slaapk. OF 2 gr.+ 2 kl. slaapk. met 1 badk

- ▶ Vermogen alleen voor verwarming: ongeveer 60 kW ($\approx 1.600 \text{ m}^2$)
- ▶ Extra vermogen voor combinatie verwarming + Sww:
 - › $N = 16 \rightarrow 21,7 \text{ kW}$
- ▶ Dus als we ons ook beperken tot 60 kW voor Sww
 - › Te voorzien volume : cfr. curve N = 16 $\rightarrow 320 \text{ l}$ water op 60°C
- ▶ Te voorziene installatie:
 - › Verwarmingsketel van $60 + 21,7 \text{ kW} \rightarrow 85 \text{ kW}$
 - › Opslagvat met goede gelaagdheid van $320 \text{ l} / 80\% \rightarrow 400 \text{ liter}$ op 60°C



Gemengde bereiding door semi-doorstroming of semi-accumulatie

- Keuze voor combinatie vermogen/volume
 - ▶ Kostprijs
 - › Vermogen voor verwarming vs. vermogen voor SWW
 - › Vermogen van aanvulling indien combinatie verwarming + SWW
 - › Vermogen vs. volume
 - ▶ Plaatsinname
 - › Vermogen vs. volume
 - ▶ Techniek
 - › Vermogen warmtewisselaar SWW > 30% van het vermogen van de verwarmingsketel; anders te korte werkcycli van de brander en dus lager rendement
 - ▶ Energieverlies



Interessante tools, websites, enz.:

- Gids over de dimensionering van de toestellen voor de bereiding van sanitair warm water
 - ▶ www.energieplus-lesite.be/fileadmin/resources/04_technique/07_eau_chaude_sanitaire/08_calculs/Dlm_Appareils_de_produc.pdf
 - ▶ Opgesteld door het Institut Wallon (ICEDD) en uitgegeven door de DGTRE (DGO 4 en 6)
- DIN 4708-2
 - ▶ Zentrale Wassererwärmungsanlagen - Regeln zur Ermittlung des Wärmebedarfs zur Erwärmung von Trinkwasser in Wohngebäuden
 - ▶ Centrale tapwateropwarmingsinstallaties - Bepaling van de warmtebehoefte voor de opwarming van tapwater in woongebouwen
- Energie⁺
 - ▶ www.energieplus-lesite.be
 - ▶ Uitgevoerd door de onderzoekscel *Architecture et Climat, Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (LOCI), Université catholique de Louvain (België)*, met de steun van Wallonië - DGO4



Referenties Gids Duurzame Gebouwen en andere bronnen:

Gids Duurzame Gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

Thema ENERGIE

Dossier I De optimale productie- en opslagwijze voor verwarming en sanitair warm water kiezen

Dossier I Verwarming en sanitair warm water: efficiënte installaties garanderen (distributie en afgifte)

Thema WATER

Dossier I Rationeel omgaan met water



Te onthouden uit de uiteenzetting

- Ogenblikkelijke warmwaterbereiding (door doorstroming) is mogelijk voor lage vermogens
 - ▶ Individuele productie
 - ▶ Unieke tapping
 - ▶ Tapping ver van de energieproductie voor verwarming
- Warmwaterbereiding door 100% accumulatie is mogelijk voor kleine volumes
 - ▶ Beperkt verbruik
 - ▶ Efficiënte opslag met goede gelaagdheid
- Gemengde bereiding door semi-doorstroming of semi-accumulatie voor de andere gevallen
 - ▶ Collectieve of individuele productie
 - ▶ Voor gegroepeerd residentieel: grafieken afhankelijk van het aantal standaardwoningen



Contact

Thomas LECLERCQ

Consultant energie / duurzame ontwikkeling

Gegevens

☎ : +32.478.21.30.42

E-mail : tl@interfacesolutions.be

 <https://www.linkedin.com/in/leclercq-thomas/>

