



5^E GENERATIE WARMTE KOUDE NETTEN

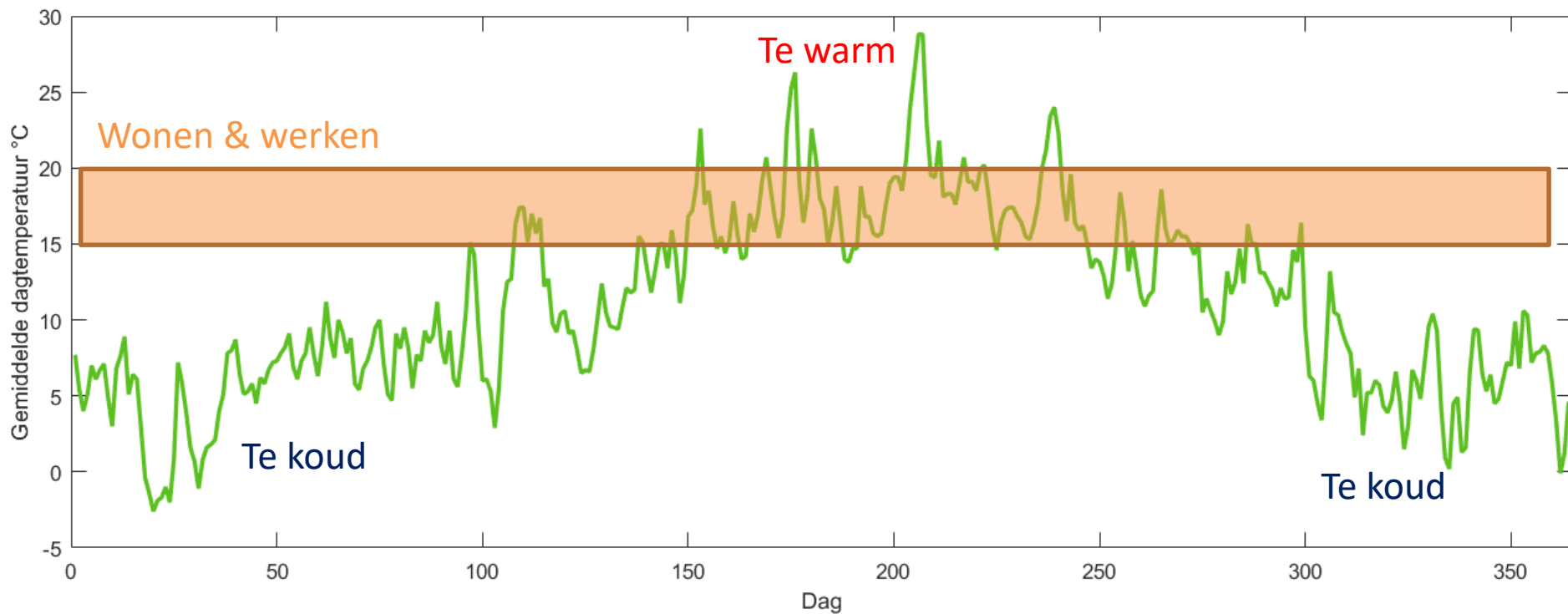
Thermische energie uitwisselnetten
(10° – 50°C)

Middagdeel 12 november 2020
Bart Roossien (EnergyGO)

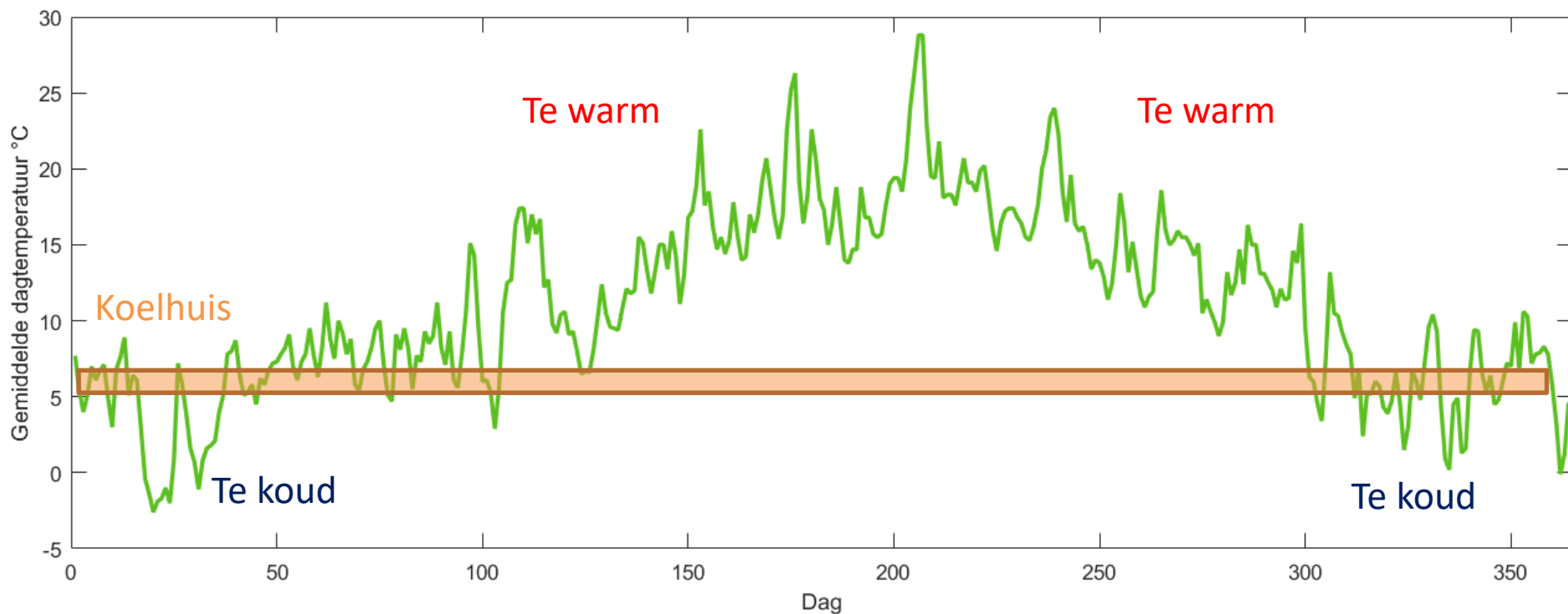
Thermische energieuitwisselnetten



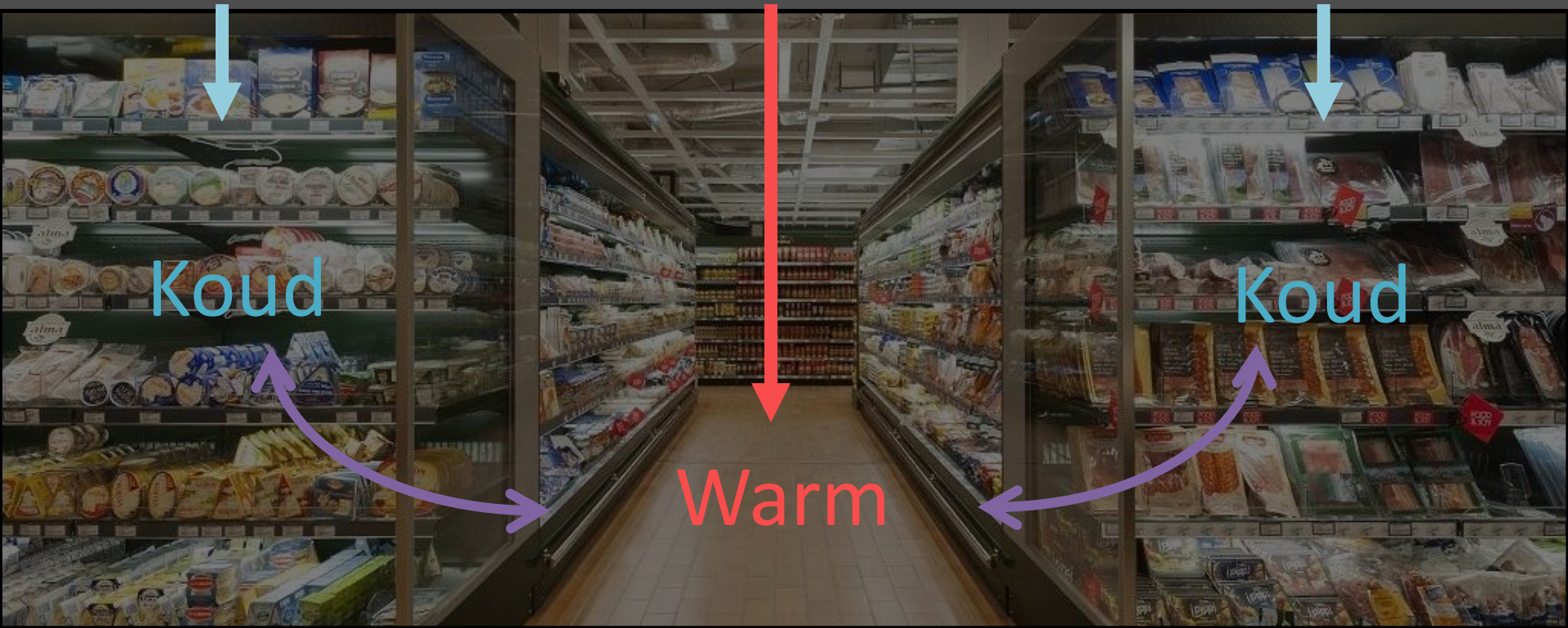
De oorsprong van warmte en koudevraag



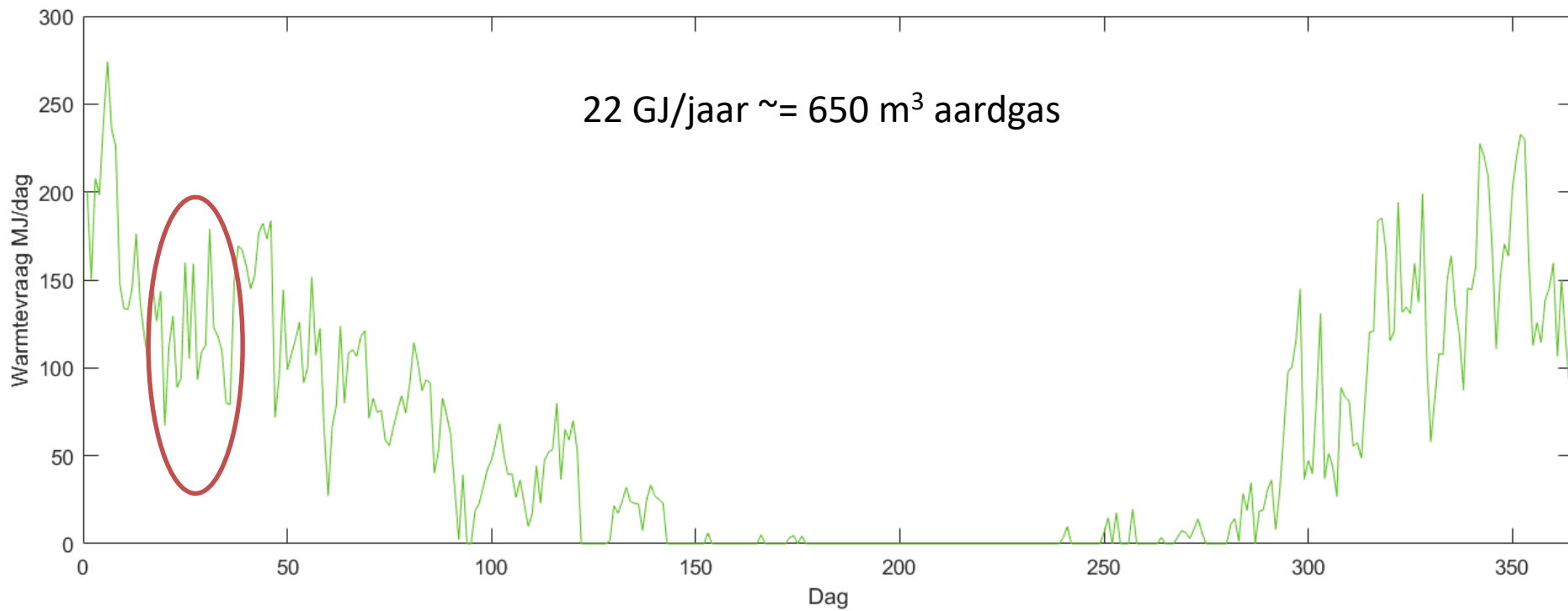
De oorsprong van warmte en koudevraag



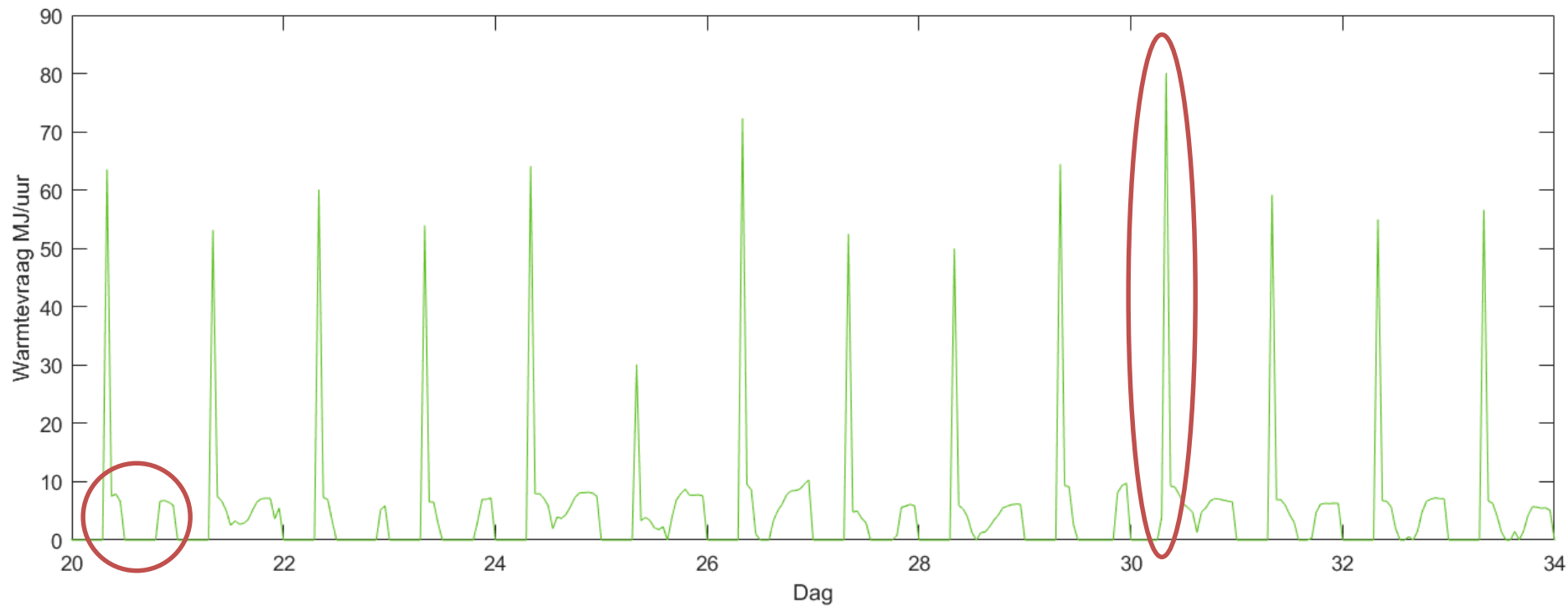
De oorsprong van warmte en koudevraag



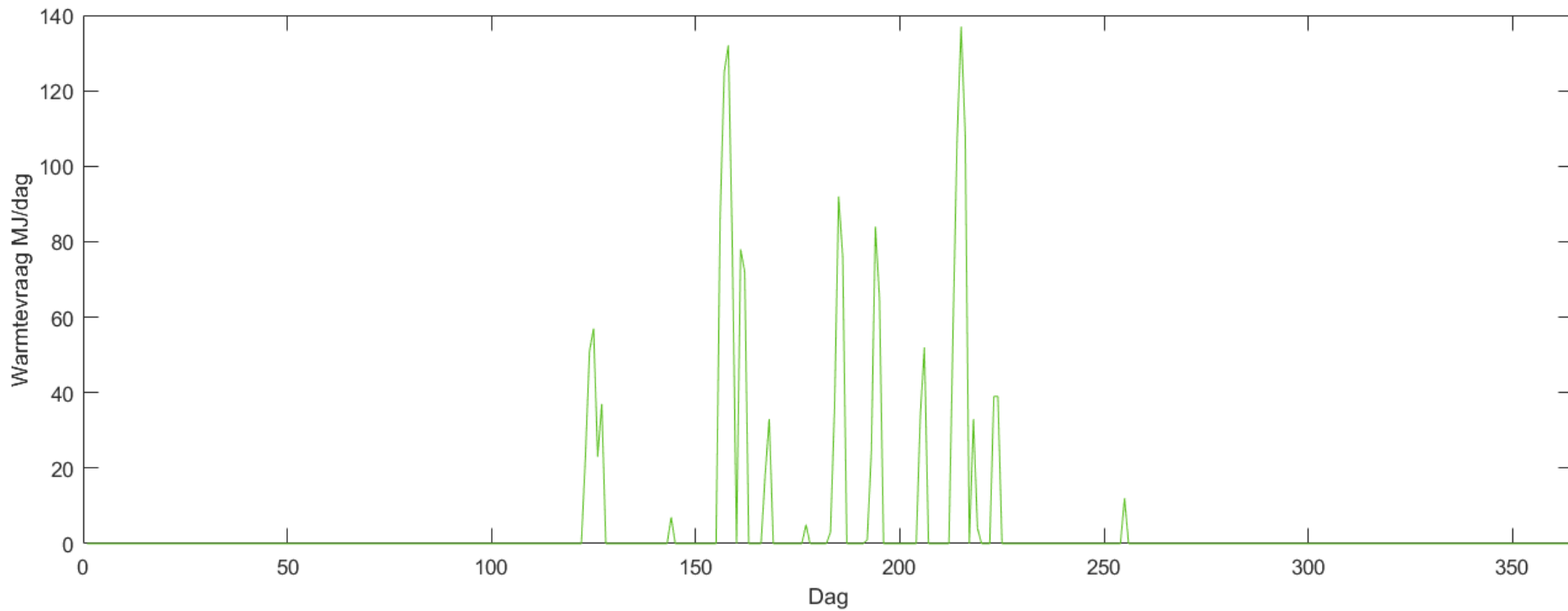
Warmtevraagprofiel



Warmtevraagprofiel



Koudevraagprofiel



Vraagprofielen

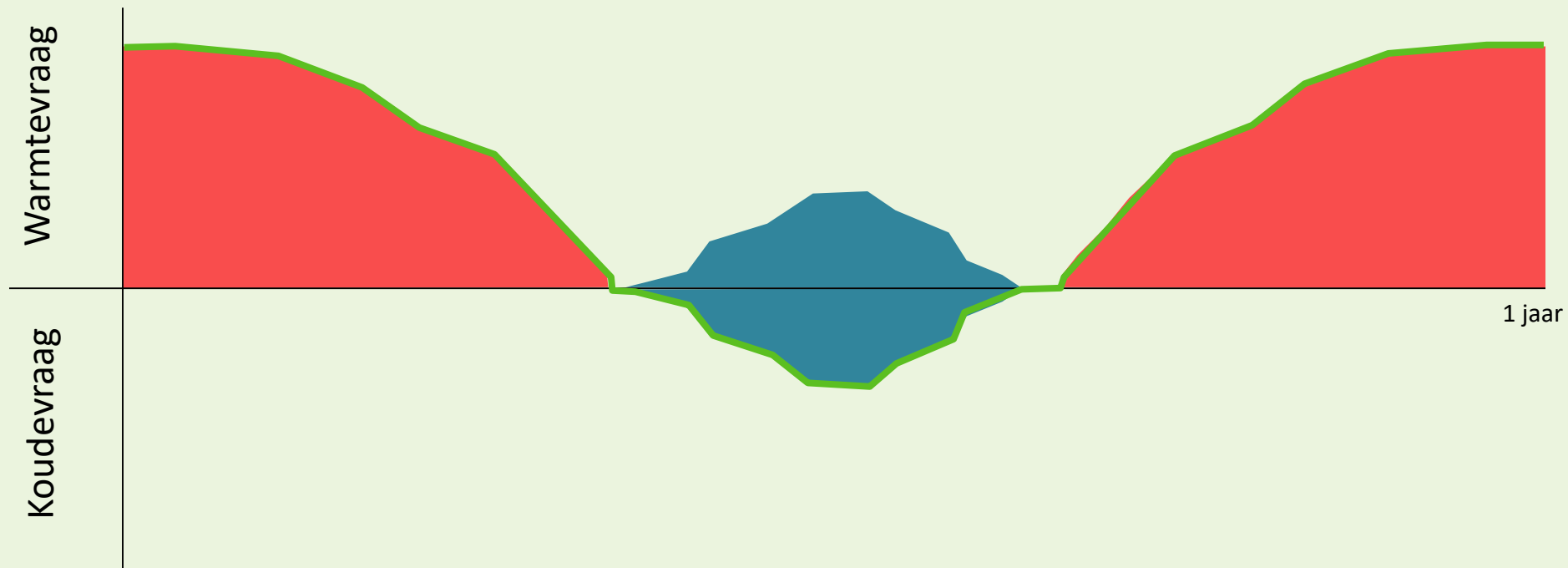
Een vraag naar koude is een overschot aan warmte!

Een vraag naar warmte is een overschot aan koude!

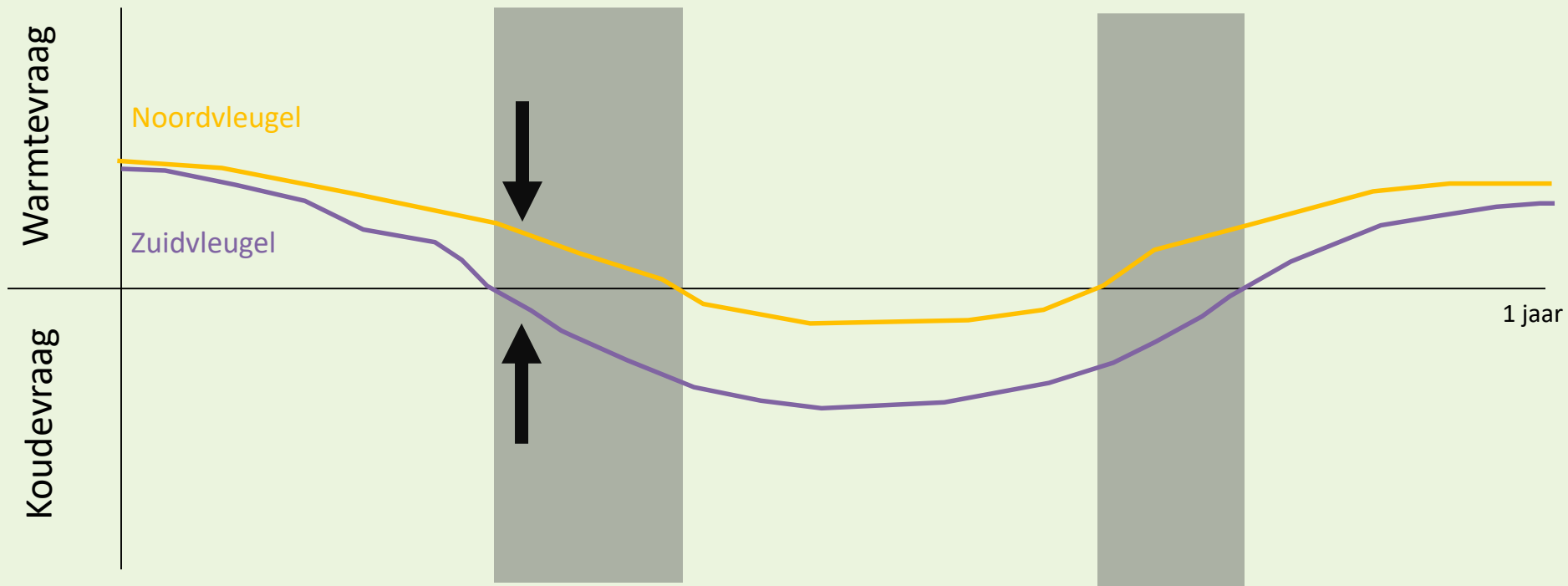
$$\text{Warmte} = -1 \times \text{koude}$$

Vraagprofiel = warmtevraagprofiel - koudevraagprofiel

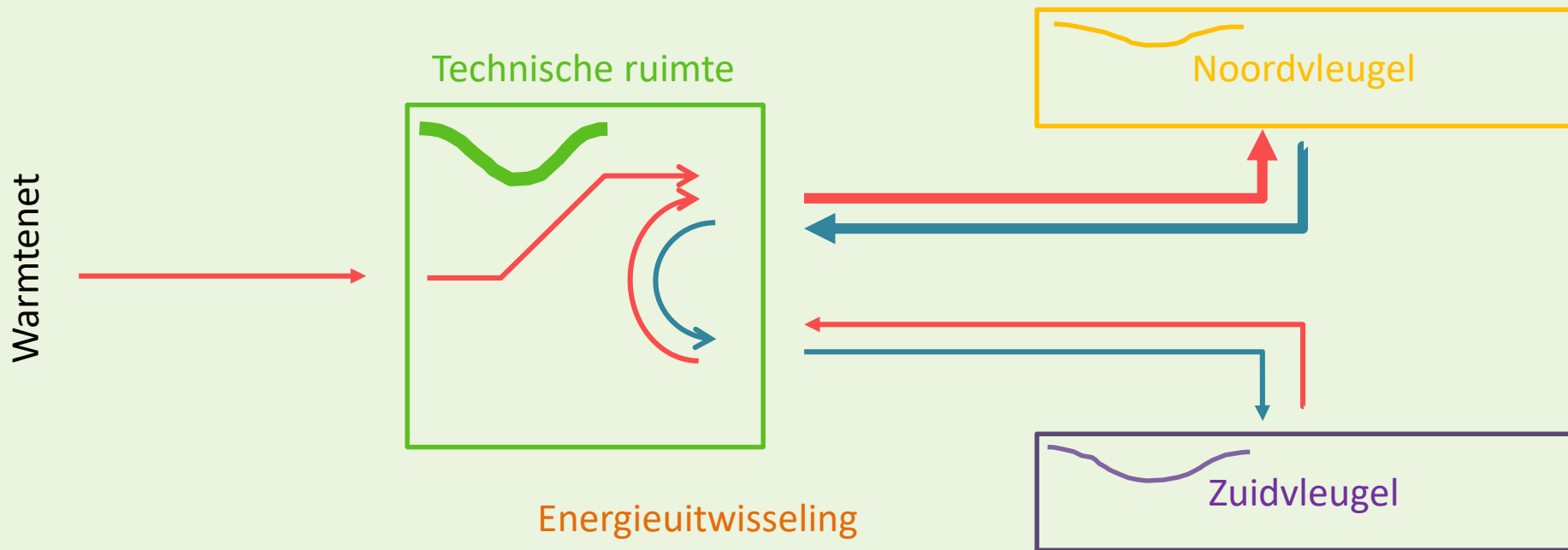
Vraagprofiel voor een woning



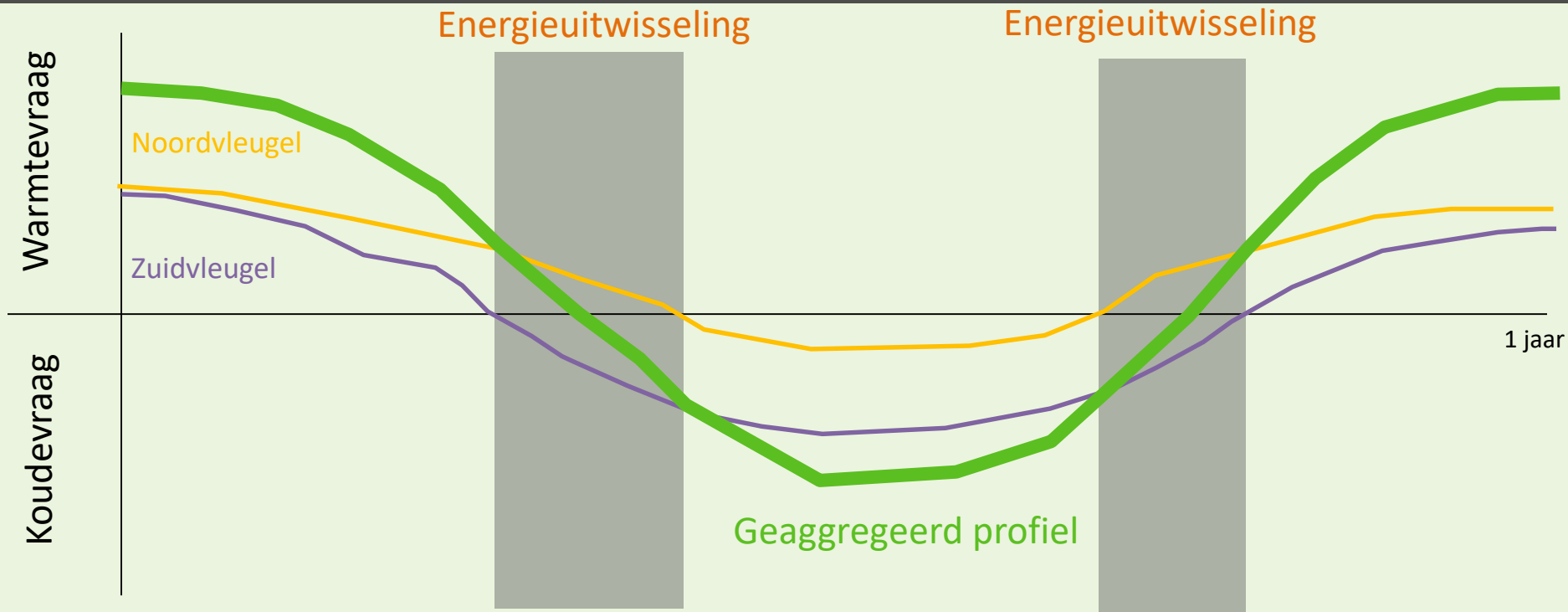
Vraagprofiel voor een kantoor



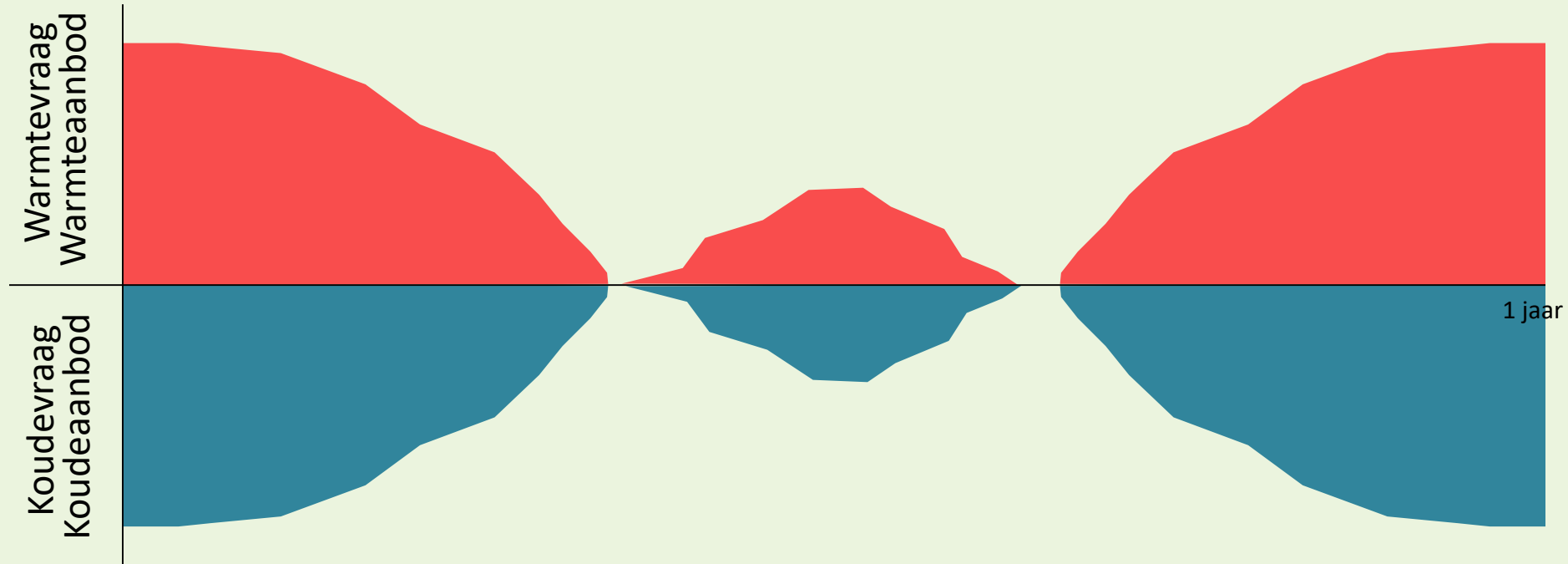
Vraagprofiel voor een kantoor



Vraagprofiel voor een kantoor



Vraagprofiel -> aanbodprofiel



Vraag (en aanbod) in een wijk



3500 GJ 1700 GJ



500 GJ

Uitwisseling

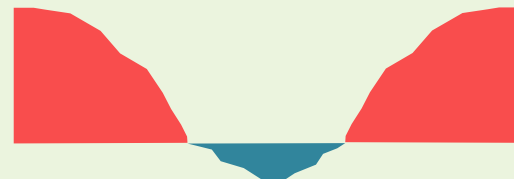


2000 GJ

Uitwisselingspotentieel



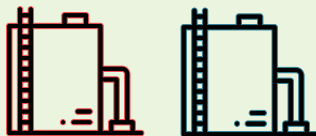
4000 GJ 200 GJ



Vraag (en aanbod) in een wijk



1800 GJ



1700 GJ 1700 GJ

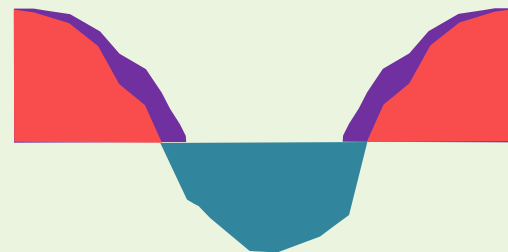


2000 GJ



4000 GJ 200 GJ

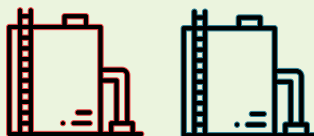
500 GJ
+1700 GJ
Uitwisseling



Vraag (en aanbod) in een wijk



1800 GJ



~~1700 GJ~~ 1700 GJ
3500 GJ

500 GJ

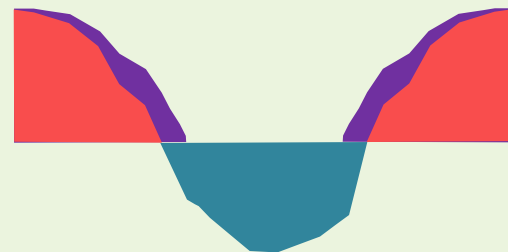
+1700 GJ

Uitwisseling

+1800 GJ



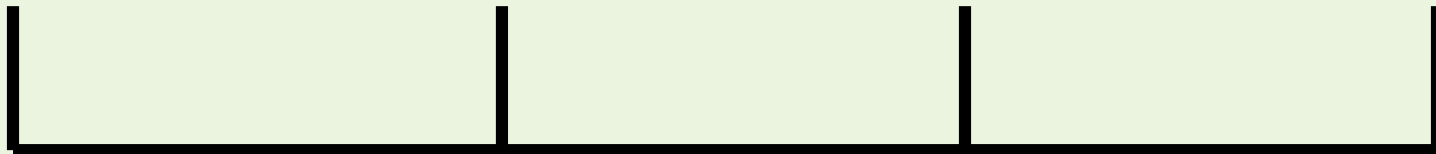
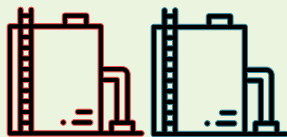
2000 GJ



4000 GJ 200 GJ

X 100

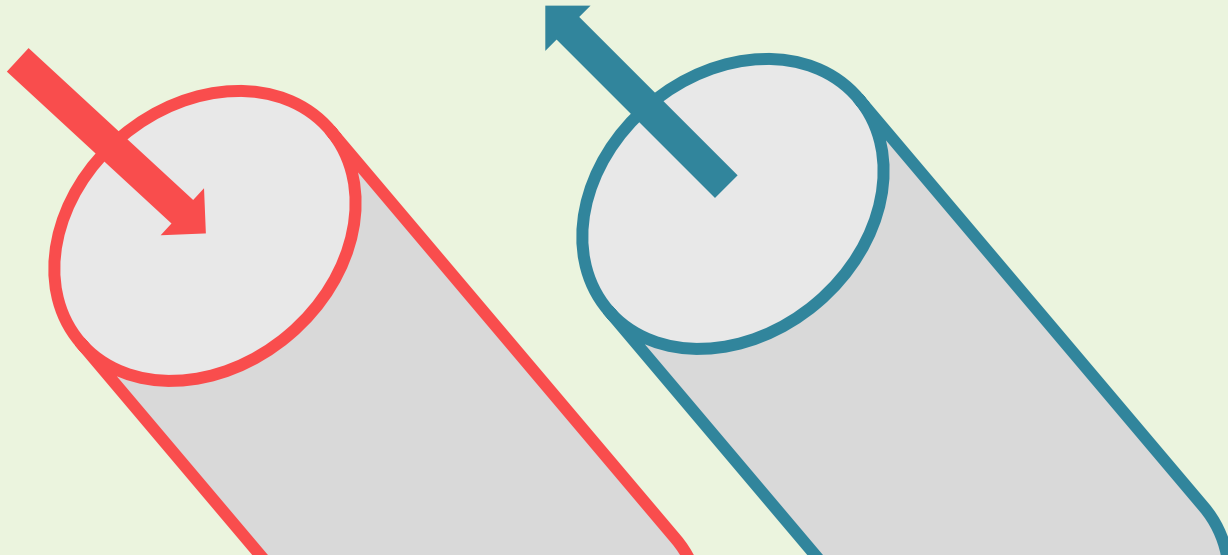
Transport van warmte en koude



Warmte- en koudenetten

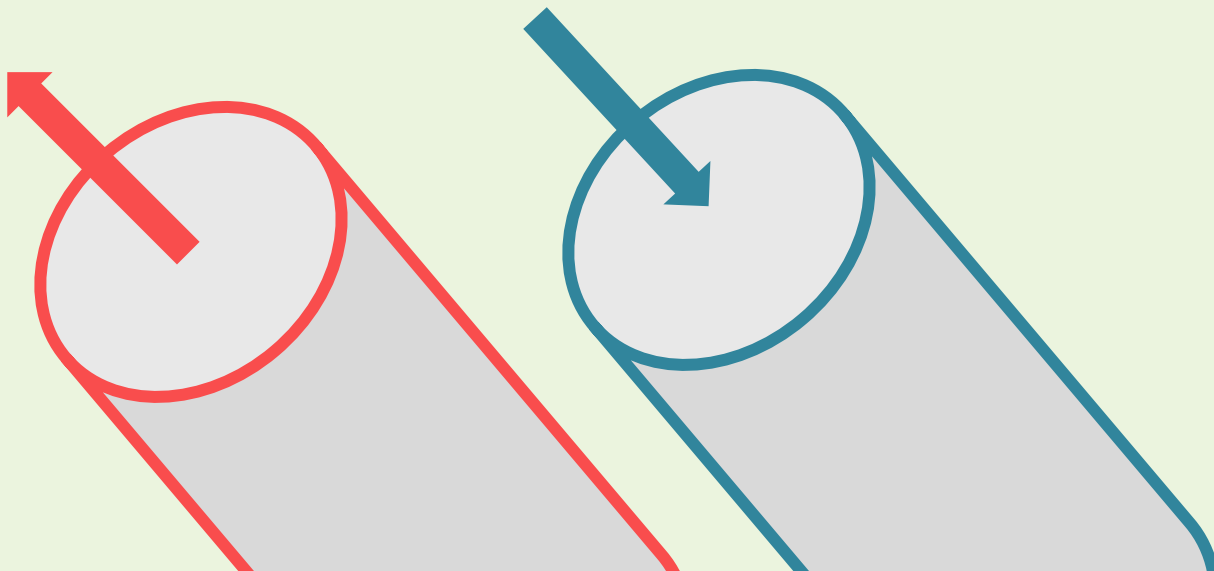
Traditioneel: aanvoer/retour

5G: warm/koud

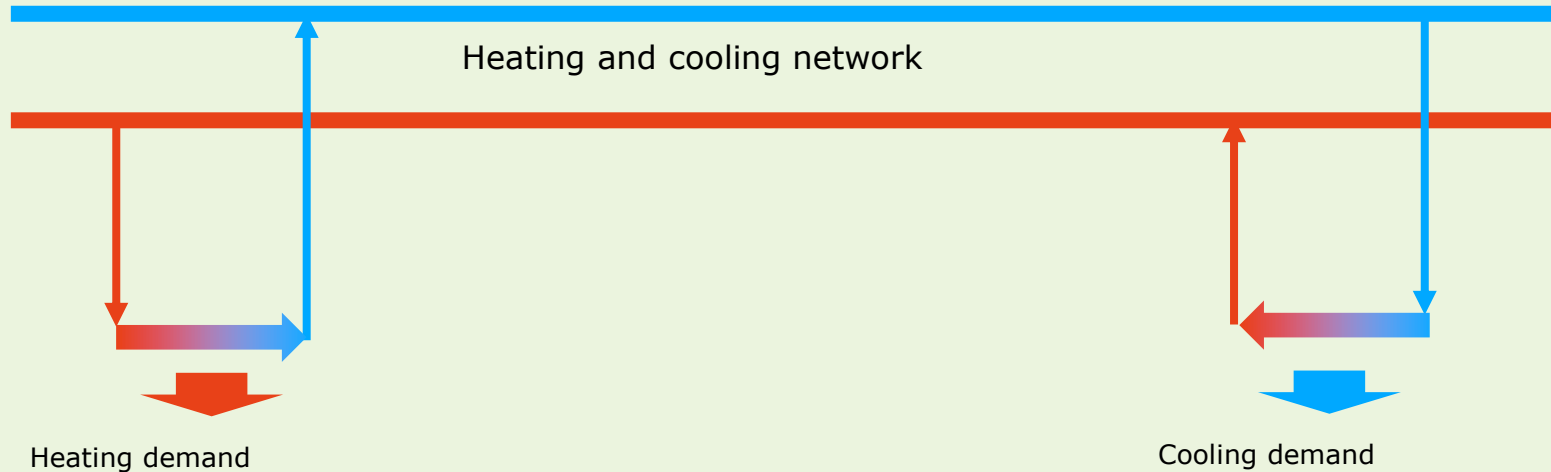


Warmte- en koudenetten

Bidirectioneel: de stromingsrichting in een 5G netwerk ligt niet vast.
Deze kan per segment en op elk willekeurig moment omdraaien!



Transport van warmte EN koude met 2 pijpen



Warmte- en koudenetten

Debiet: hoeveelheid water door een pijp per tijdseenheid

l/s

m³/s

m³/h

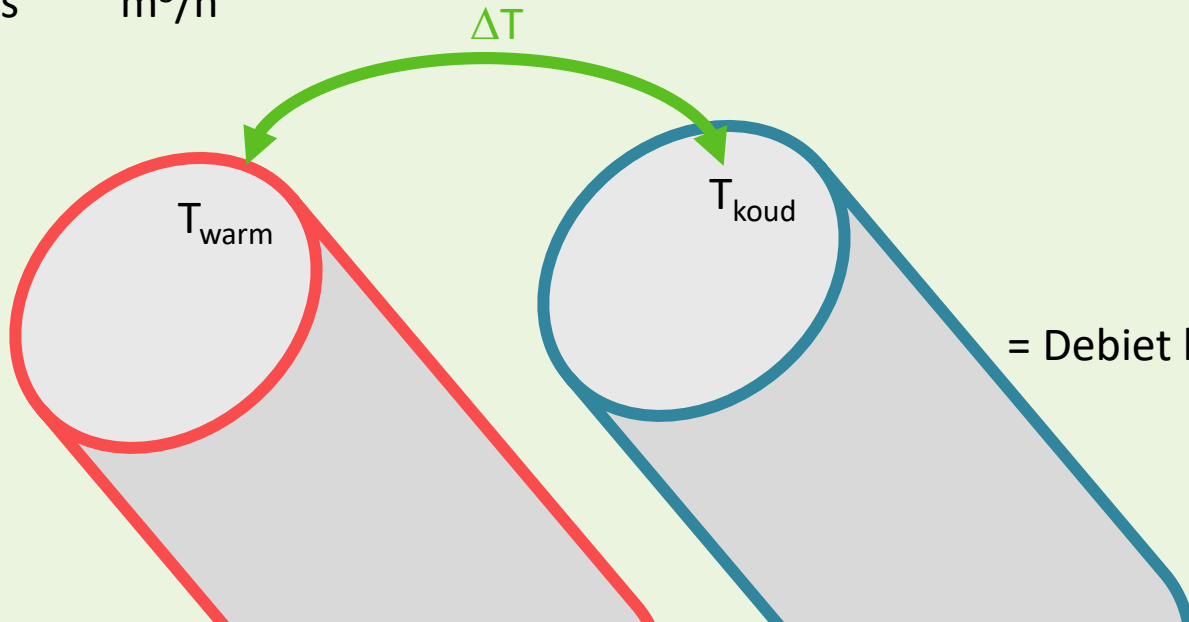
ΔT

T_{warm}

T_{koud}

Debiet warme pijp =

= Debiet koude pijp



Transportvermogen

Getransporteerd vermogen

$$P_{th} = \text{debiet} \times \Delta T \times \rho C_p$$

[W] [l/s] [K] 4200 J/l/K

Als de stromingsrichting omdraait
wordt $\Delta T < 0$ en daarmee
 $P_{th} < 0$. $\Delta T = T_{aanvoer} - T_{retour}$
=> Levering van koude ipv warmte

Absolute temperatuur van warme of
koude pijp doet er niet toe! Het gaat
om het verschil tussen beiden!

Transportvermogen

Getransporteerd vermogen

$$\pi/4 \times d^2 \times v$$

Snelheid is gelimiteerd vanwege
Stroomgeluid en drukgolven
 $v = 0,5 - 6 \text{ m/s}$

$$P_{th} = \text{debiet} \times \Delta T \times \rho C_p$$

[W]	[l/s]	[K]	4200 J/l/K
-----	-------	-----	------------

Transportvermogen

Drukval: Darcy-Weisbach

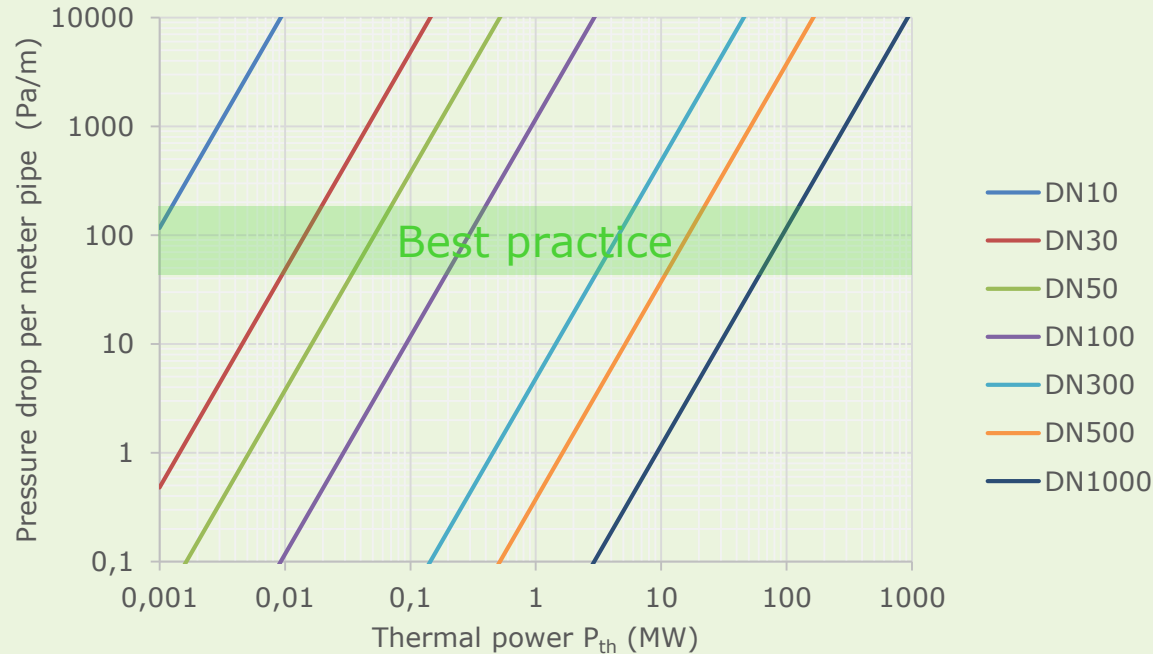
$$\Delta p = -\frac{1}{2} \frac{L}{d} f \rho v^2$$

Snelheid is gelimiteerd vanwege benodigde druk. Een verdubbeling van de snelheid (en daarmee transportcapaciteit), vereist dat de pomp 4x zo hard gaat pompen

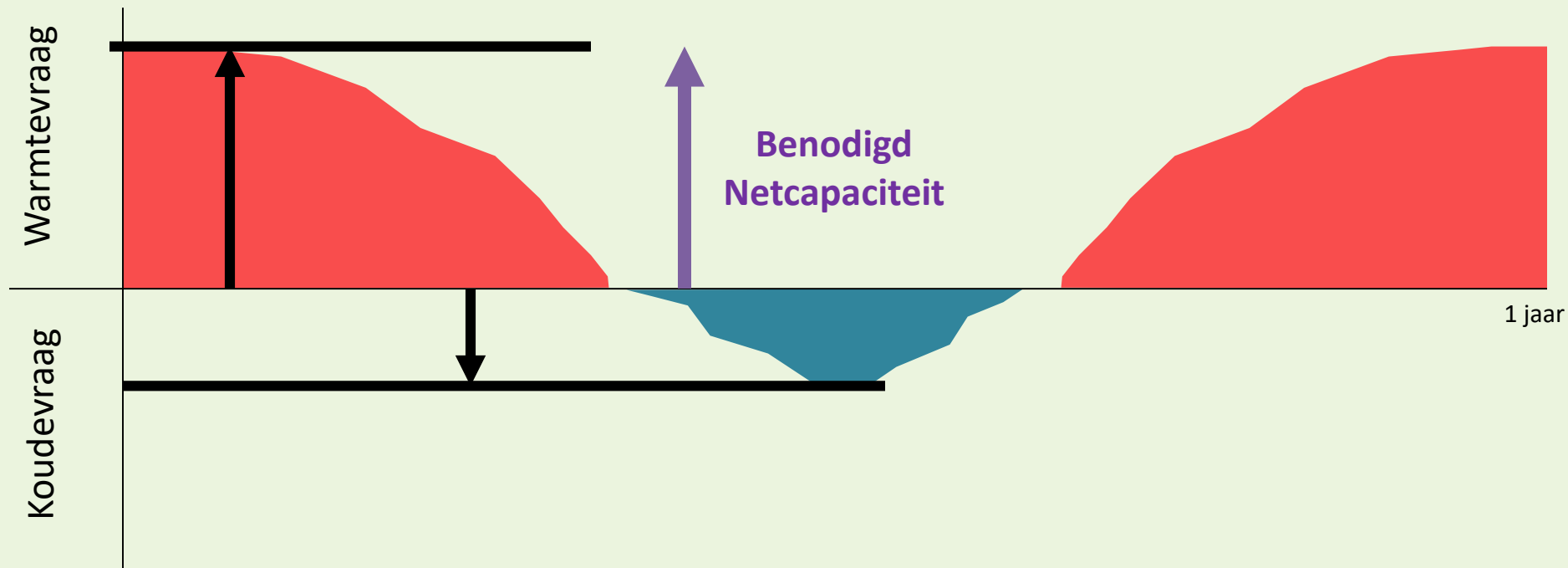
$$P_{th} = \frac{\pi}{4} \rho c_p \Delta T d^2 v$$

(Binnen)diameter van de pijp bepaalt uiteindelijk wat de maximale transportcapaciteit van een net is.

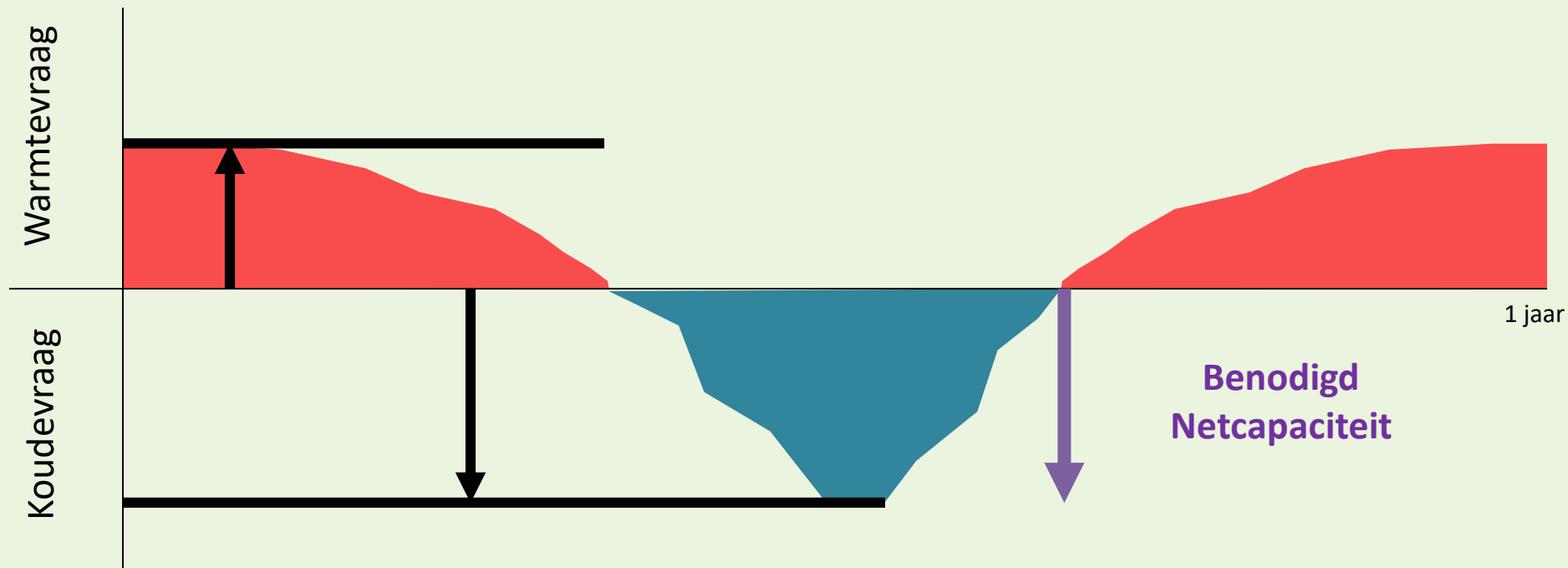
Transportvermögen



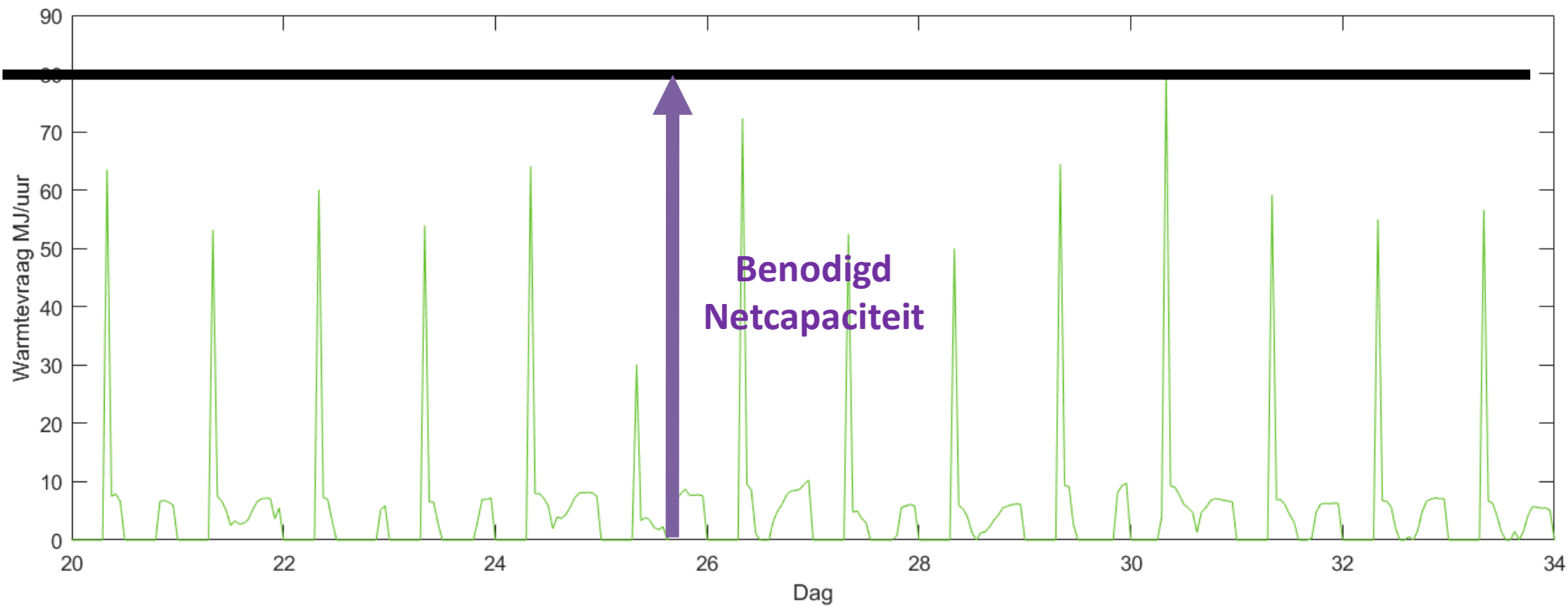
Een thermisch net wordt uitgelegd op vermogen



Een thermisch net wordt uitgelegd op vermogen



Een thermisch net wordt uitgelegd op vermogen



De uitdaging

Een warmte/koudenet wordt ontworpen op de piekvermogensvraag en niet op de (jaarlijkse) warmte- en koudevraag

Grotere piek == grotere pijpdiameter

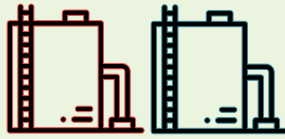
== hogere CAPEX

== Meer ruimtebeslag ondergrond

Dimensionering



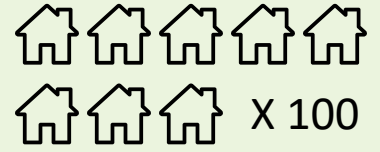
Geen piek



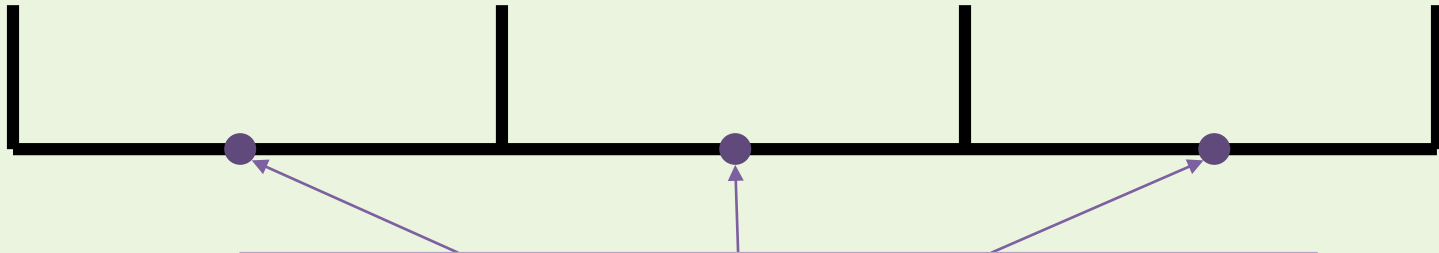
Naargelang vraag



~~Dag~~+seizoenspieken



~~Veel~~ pieken

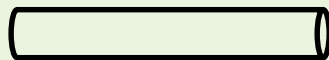


Leidingdiameter wordt bepaald door max vermogen

Renovatie van vastgoed



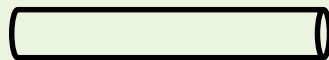
15 kW



€€€€€



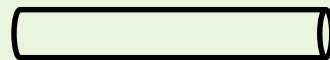
12 kW



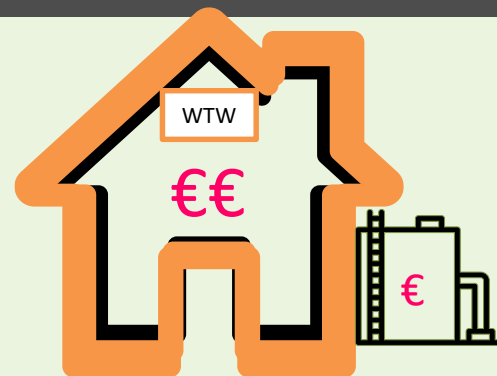
€€€



8 kW



€€

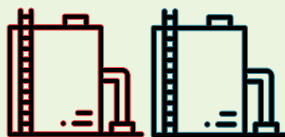


4 kW



€

Temperatuur



Vraag

25 °C 10 °C

3 °C

15 °C 35 °C 60 °C

Aanbod

25 °C

25 °C 10 °C

6 °C

19 °C 28 °C ? °C

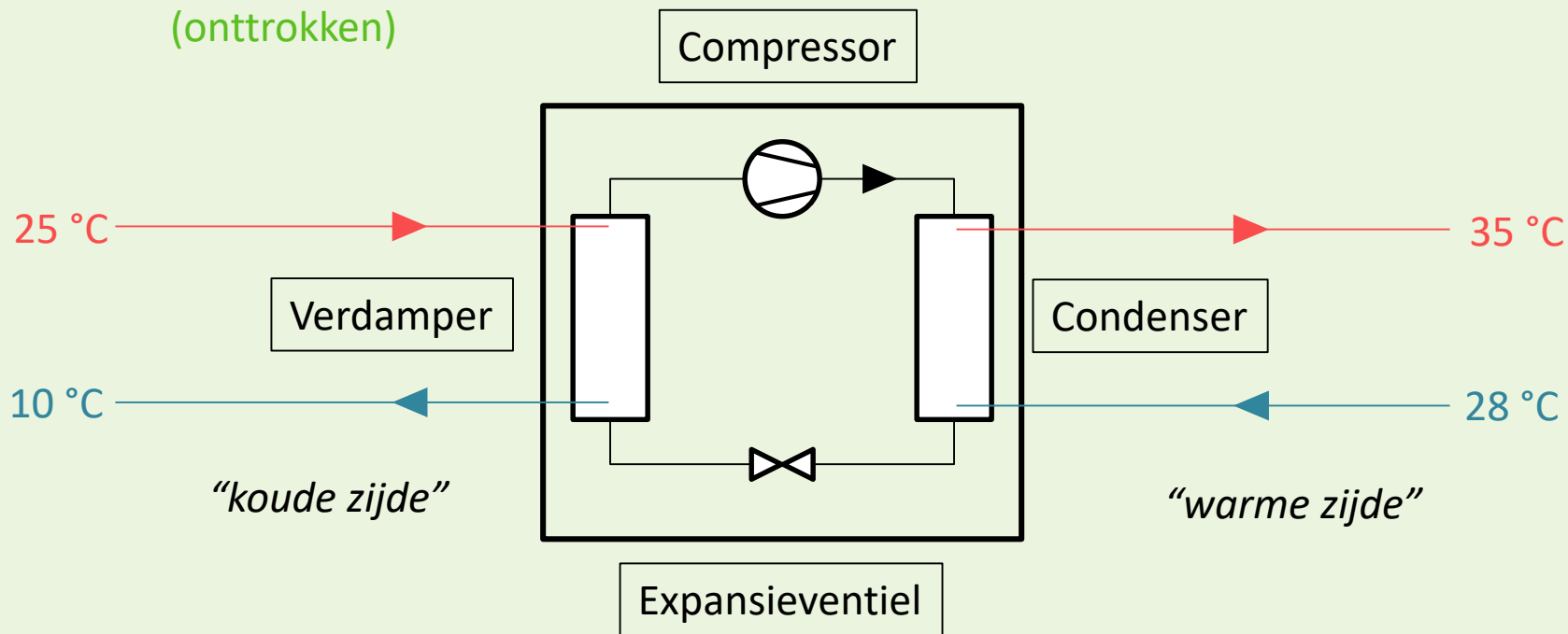


Warmtepomp

4 eenheden warmte
(onttrokken)

+ 1 eenheid elektriciteit

= 5 eenheden warmte

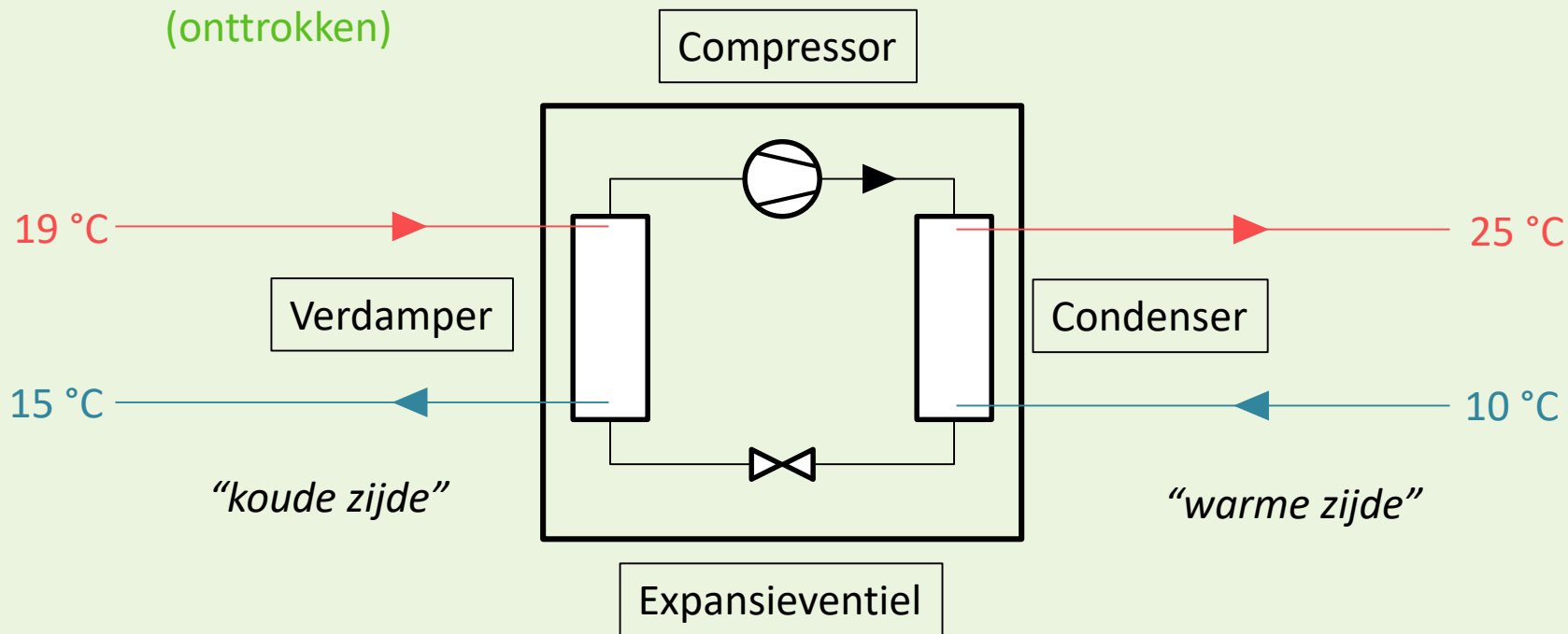


Warmtepomp (koeling)

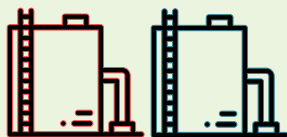
4 eenheden warmte
(onttrokken)

+ 1 eenheid elektriciteit

= 5 eenheden warmte



Temperatuur



Vraag

25 °C

10 °C

3 °C

15 °C

35 °C

60 °C

Aanbod

25 °C

25 °C

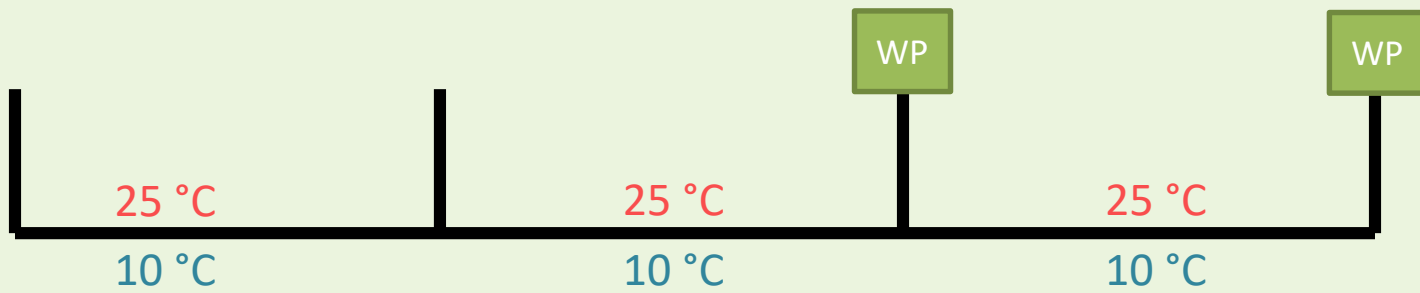
10 °C

6 °C

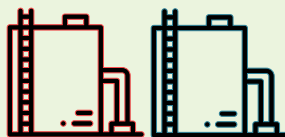
19 °C

28 °C

? °C



Temperatuur



Vraag

25 °C

10 °C

3 °C

15 °C

35 °C

60 °C

Aanbod

25 °C

25 °C

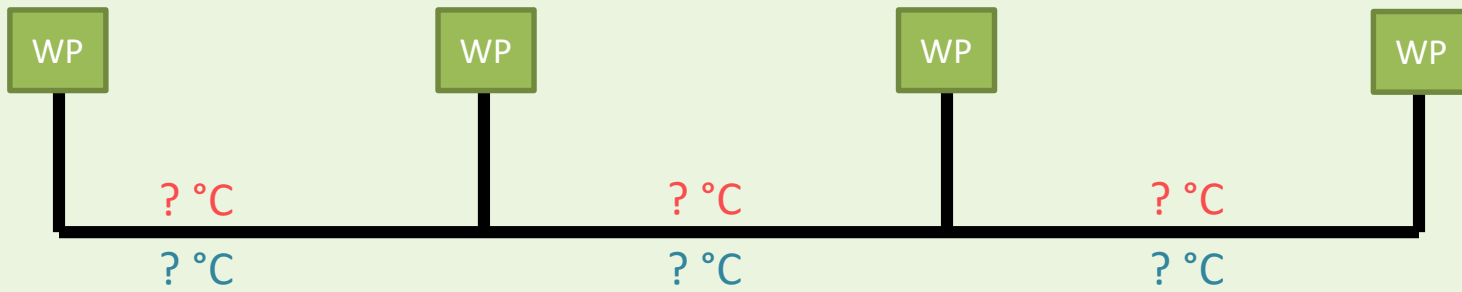
10 °C

6 °C

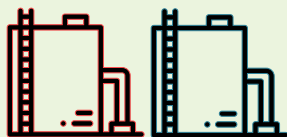
19 °C

28 °C

? °C



Temperatuur



Vraag

25 °C

10 °C

3 °C

15 °C

35 °C

60 °C

Aanbod

25 °C

25 °C

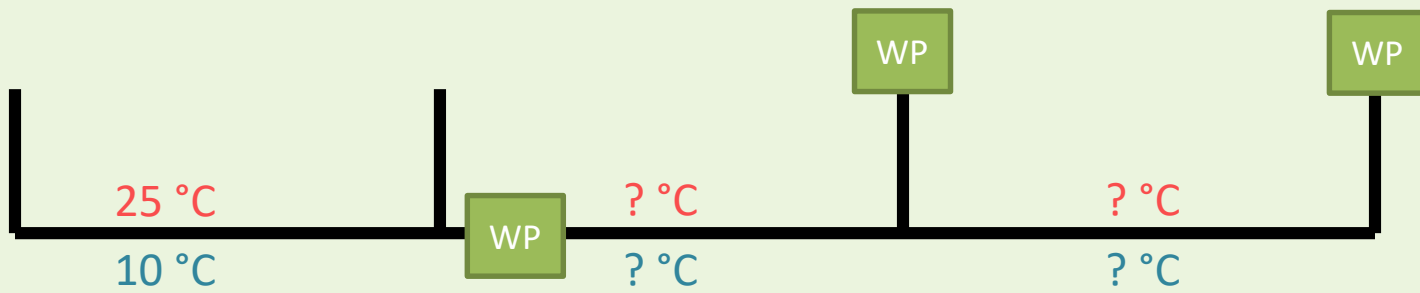
10 °C

6 °C

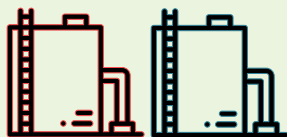
19 °C

28 °C

? °C



Temperatuur



Vraag

25 °C

10 °C

3 °C

15 °C

35 °C

60 °C

Aanbod

25 °C

25 °C

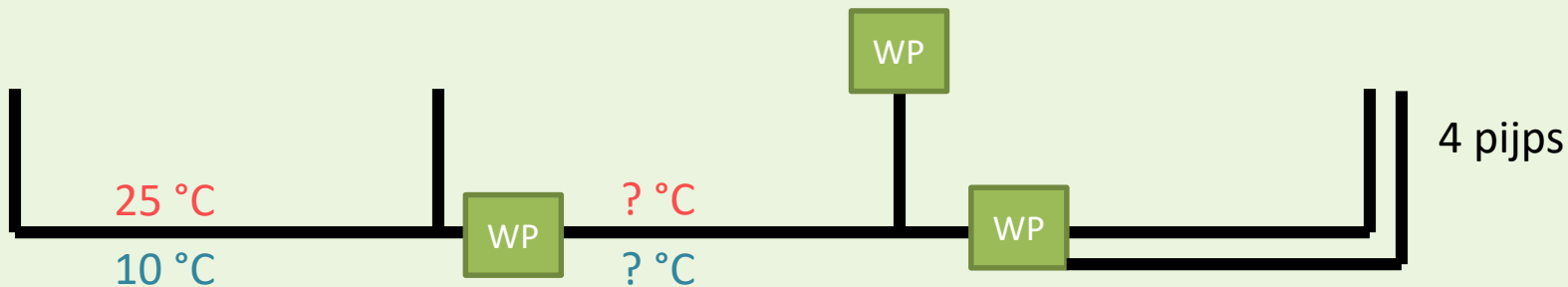
10 °C

6 °C

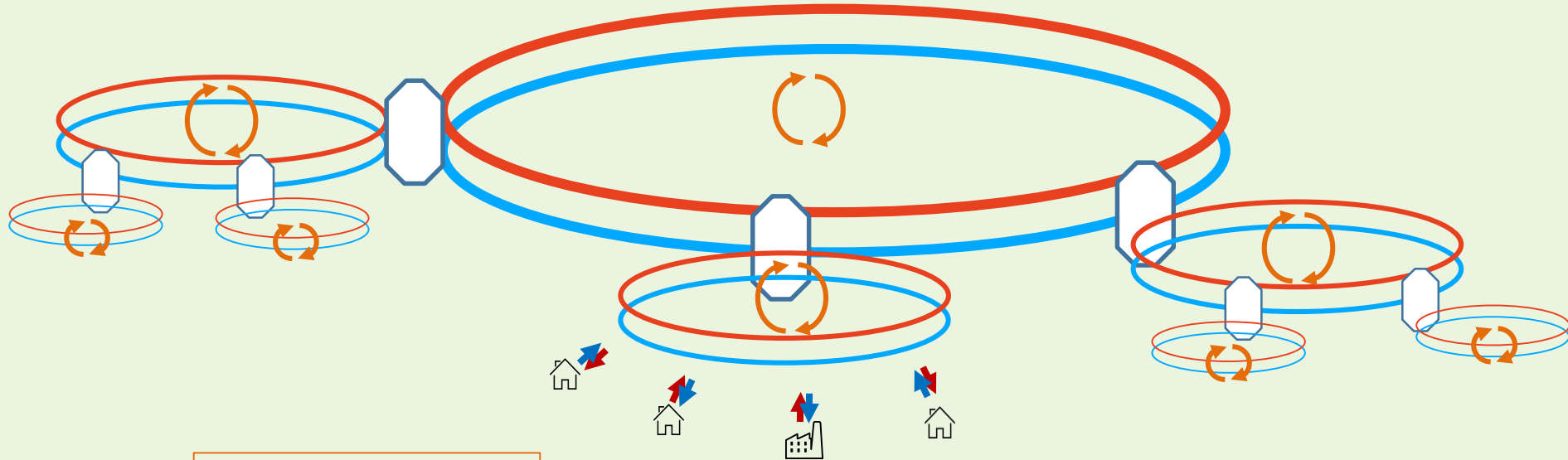
19 °C

28 °C

? °C

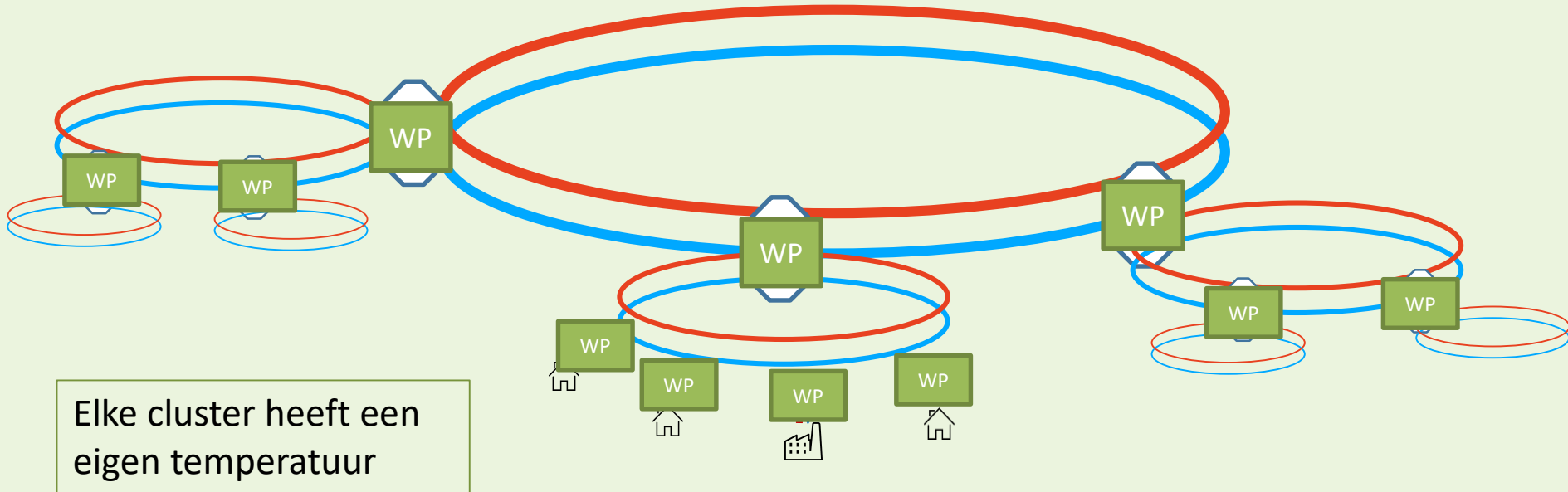


Clustering

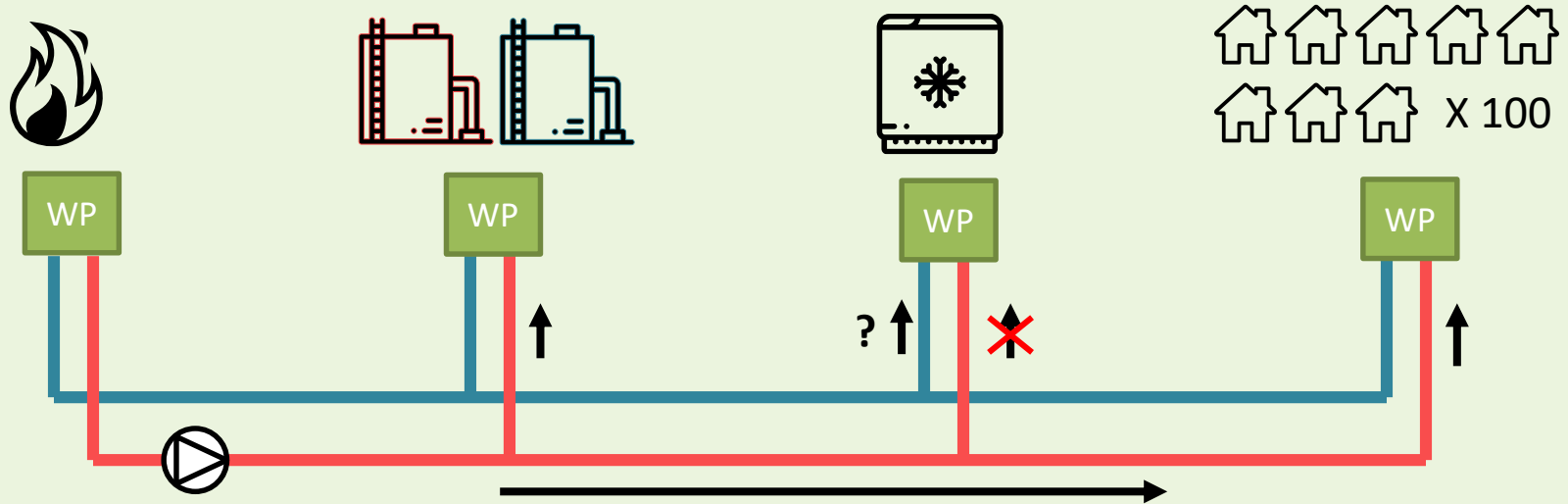


Energieuitwisseling

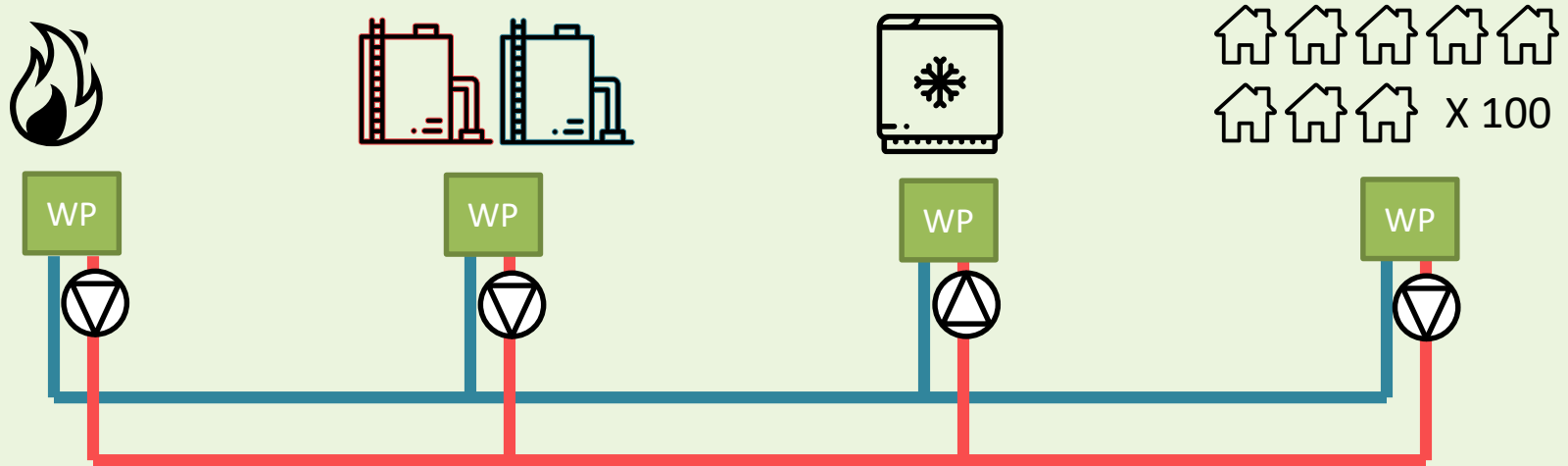
Clustering



Pompen

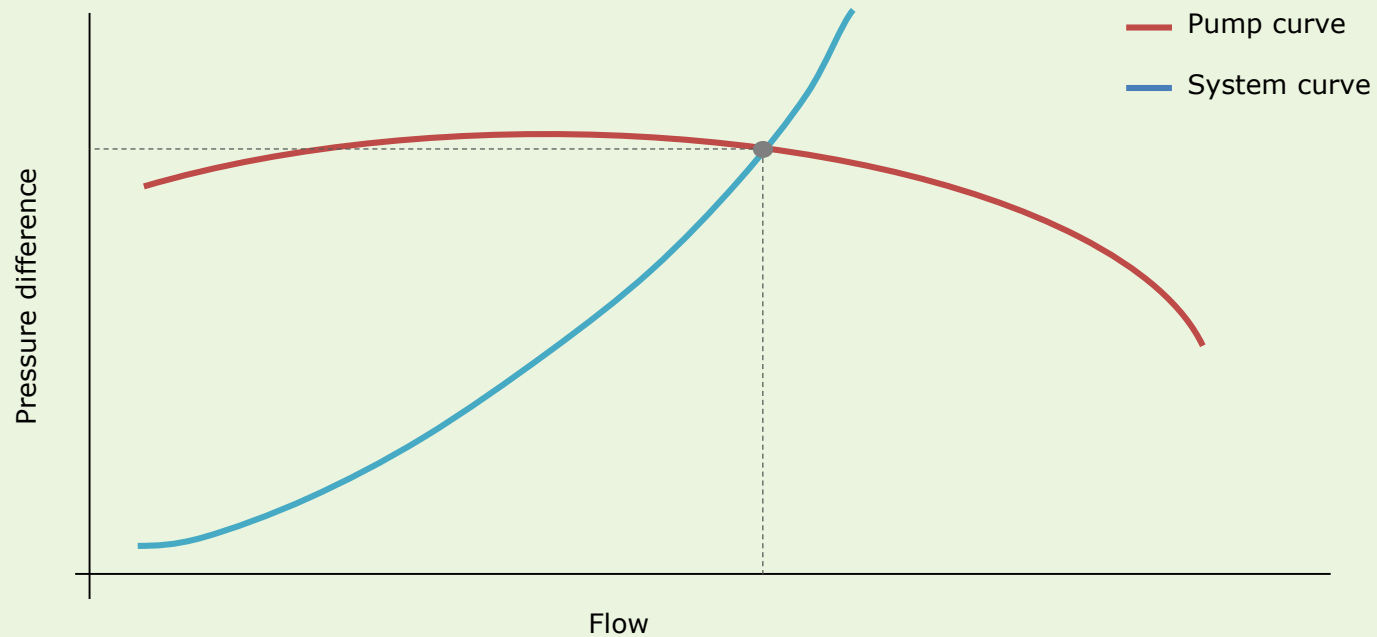


Pompen

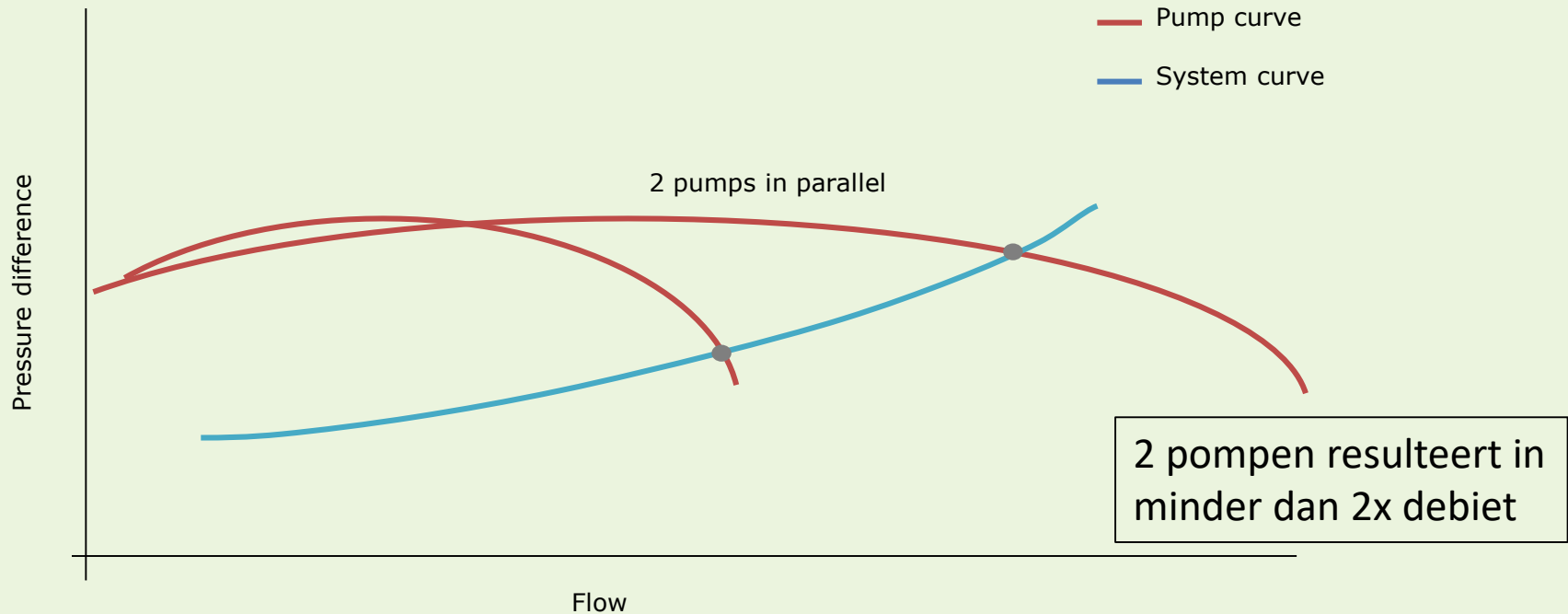


Decentraal pompen: elke pomp kan twee richtingen op

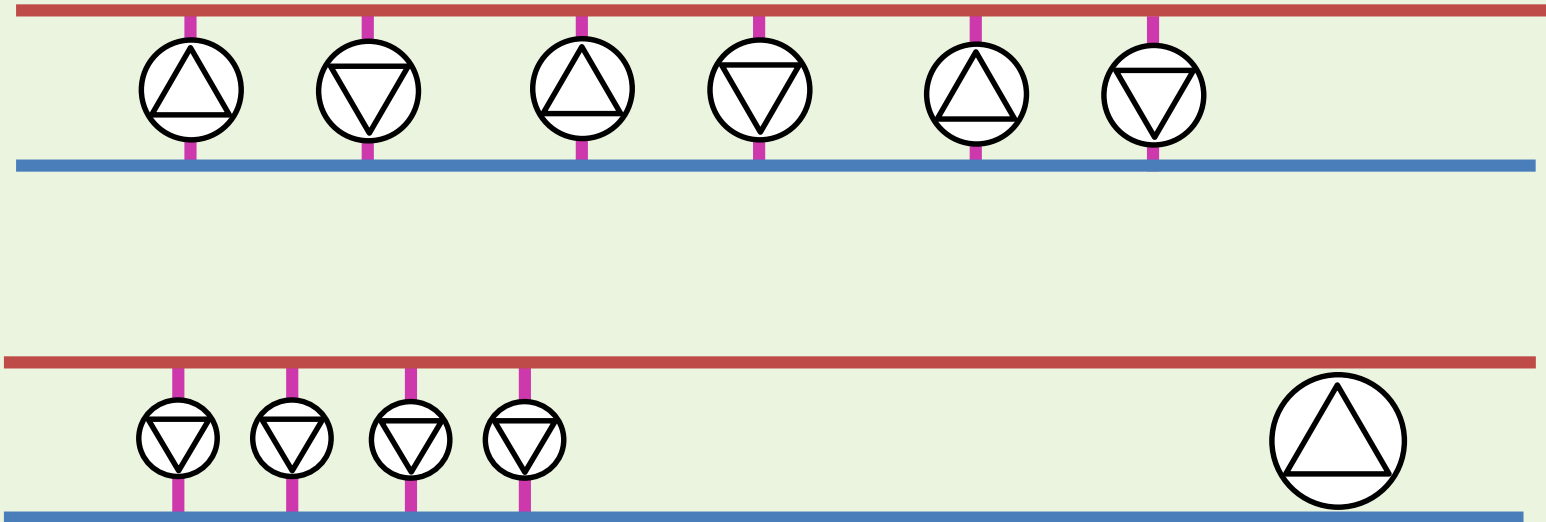
Pompen



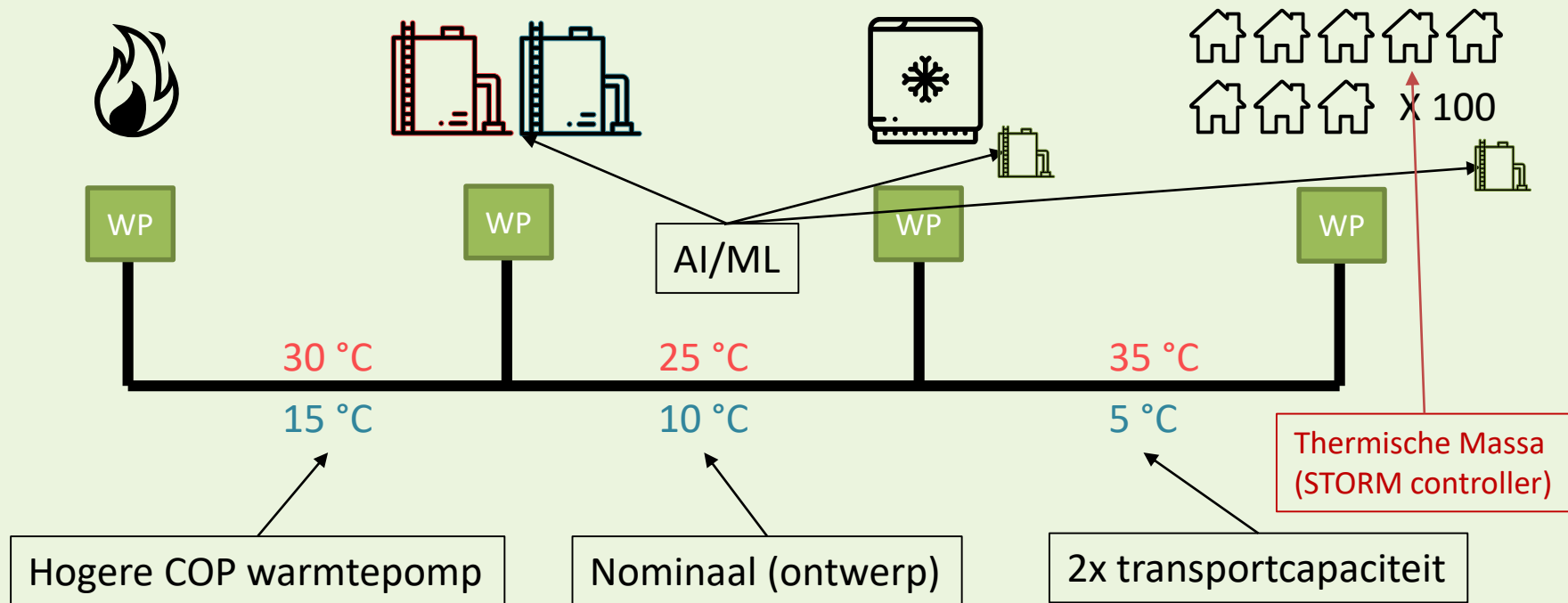
Pompen



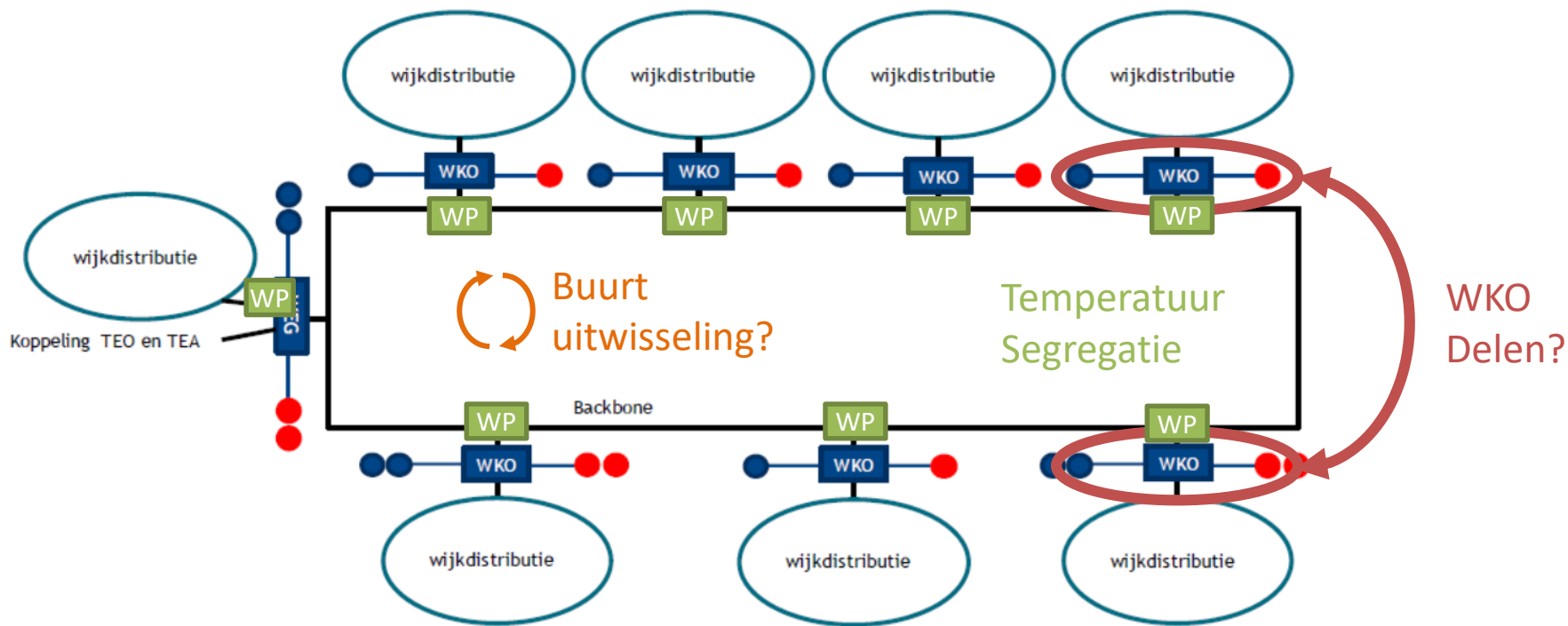
Pompen



Intelligent control



Projectie strandeiland



Q & A



Mailen & Linken

- Bart Roossien
 bart.roossien@energygo.nl
 <https://www.linkedin.com/in/bartroossien/>

- Marcel Elswijk
 marcel.elswijk@energygo.nl
 <https://www.linkedin.com/in/marcelelswijk/>

www.energygo.nl
www.energyeyes.nl
www.tomahawk-energy.nl
www.kowanet.nl

