



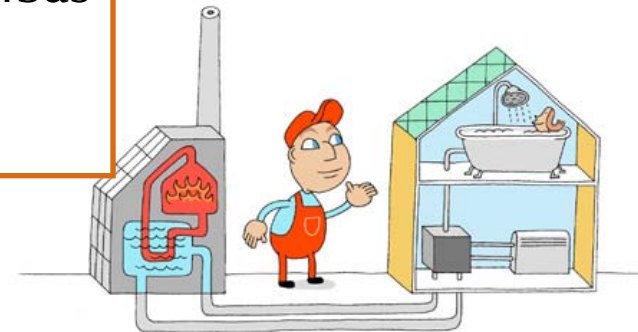
Transporta un mašīnzinību fakultāte  
Siltumenerģētisko sistēmu katedra

# SILTUMNESĒJA TEMPERATŪRAS IETEKME UZ CSS DARBĪBAS EFEKTIVITĀTI

darbu izstrādāja:  
**ALEKSANDRS SOROČINS**  
Zinātniskais vadītājs  
*Dr.habil.sc.ing.*, profesors  
**DANIELS TURLAJS**

# Mērķis

- Veikt pētījumu par siltumtīklu ūdens turpgaitas (SŪT) temperatūras pazemināšanu CSS, novērtējot šī pasākuma lietderīgumu.
  - Izstrādāt priekšlikumus par siltumapgādes drošuma paaugstināšanu un siltumtīklu ūdens atgaitas (SŪA) temperatūras pazemināšanu no patērētāju individuālajiem siltummezgliem (ISM).
- No dažādiem skatu punktiem iepazīt pieejamo informāciju par CSS darbības efektivitātes paaugstināšanas iespējam



# Uzdevumi

1. Teorētiski analizēt SŪT temperatūras pazemināšanas ietekmi uz citiem CSS parametriem.
2. Izpētīt iespēju SŪA temperatūras pazemināšanai, optimizējot patērētāju apkures sistēmas darbības režīmu.

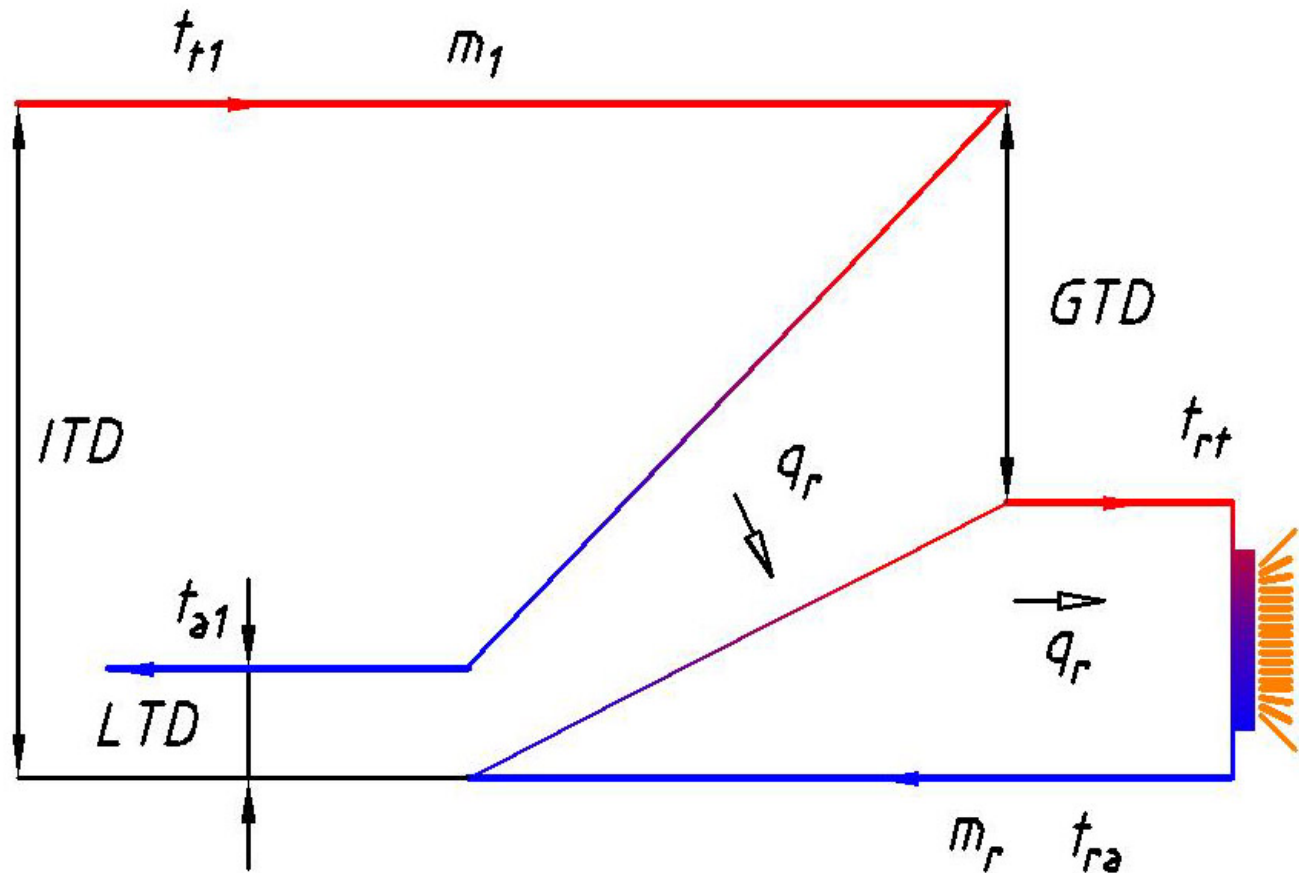


# SŪT temperatūras pazemināšanās nepieciešamība

1. siltumzudumu samazināšana CSS
2. elektroenerģijas ražošanas paaugstināšanās kombinētajā ciklā
3. kurināmā ekonomija
4. atvieglota siltumtrases montāža

Vai SŪA temperatūra arī samazināsies?  
Kā tas ietekmēs patērētāju ISM?

# Siltummaiņa siltumapmaiņas teorija



$$q_r = k \cdot A \cdot LMTD = m_1 \cdot c_p \cdot (t_{t1} - t_{a1}) = m_r \cdot c_p \cdot (t_{rt} - t_{ra})$$

$$NTU = \frac{k \cdot A}{m_1 \cdot c_p} = \frac{t_{t1} - t_{a1}}{LMTD}$$

# Siltummaiņa siltumapmaiņas teorija

$$a_{p,0} = a_{s,0}$$

$$p = 0,75$$

$$\delta / \lambda = 0$$

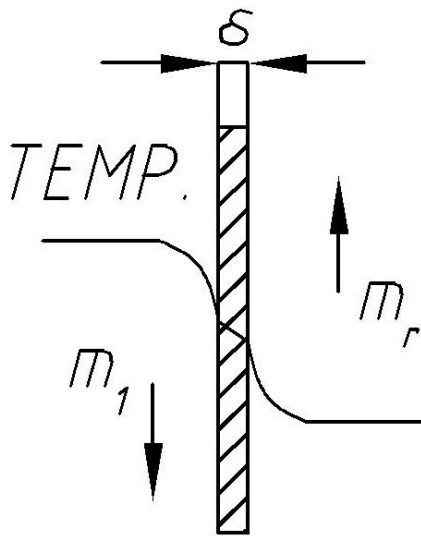
$$k^{-1} = a_p^{-1} + a_s^{-1} + \delta / \lambda$$

$$\frac{a_s}{a_{s,0}} = m_r^{*p}$$

$$\frac{a_p}{a_{p,0}} = m_1^{*p}$$

$$m_r^{*p} = m_r / m_{r,0}$$

$$m_1^{*p} = m_1 / m_{1,0}$$

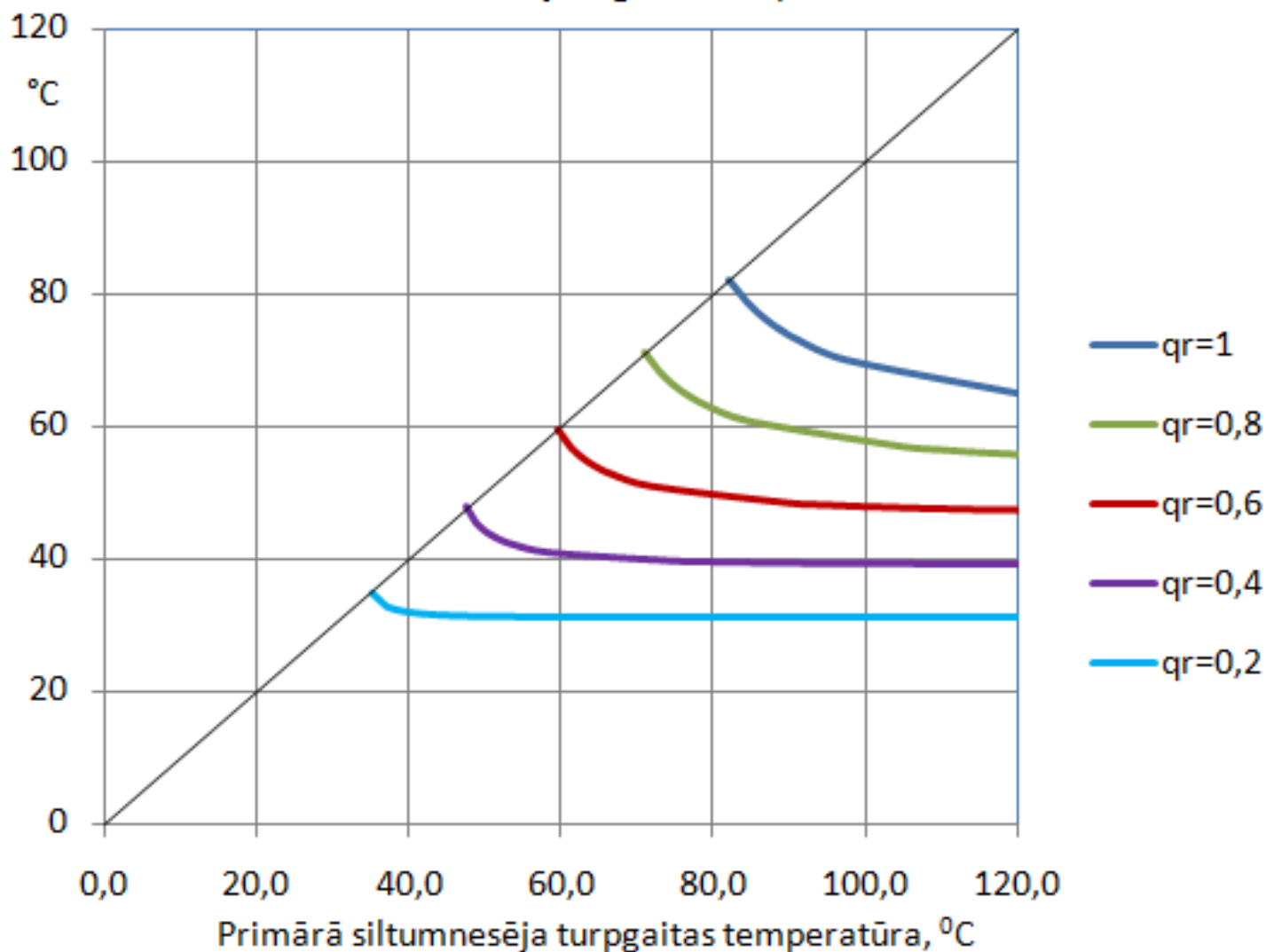


$$k = \left( \frac{1}{a_p} + \frac{1}{a_s} \right)^{-1} = \left( \frac{1}{m_1^P} + \frac{1}{m_r^P} \right)^{-1}$$

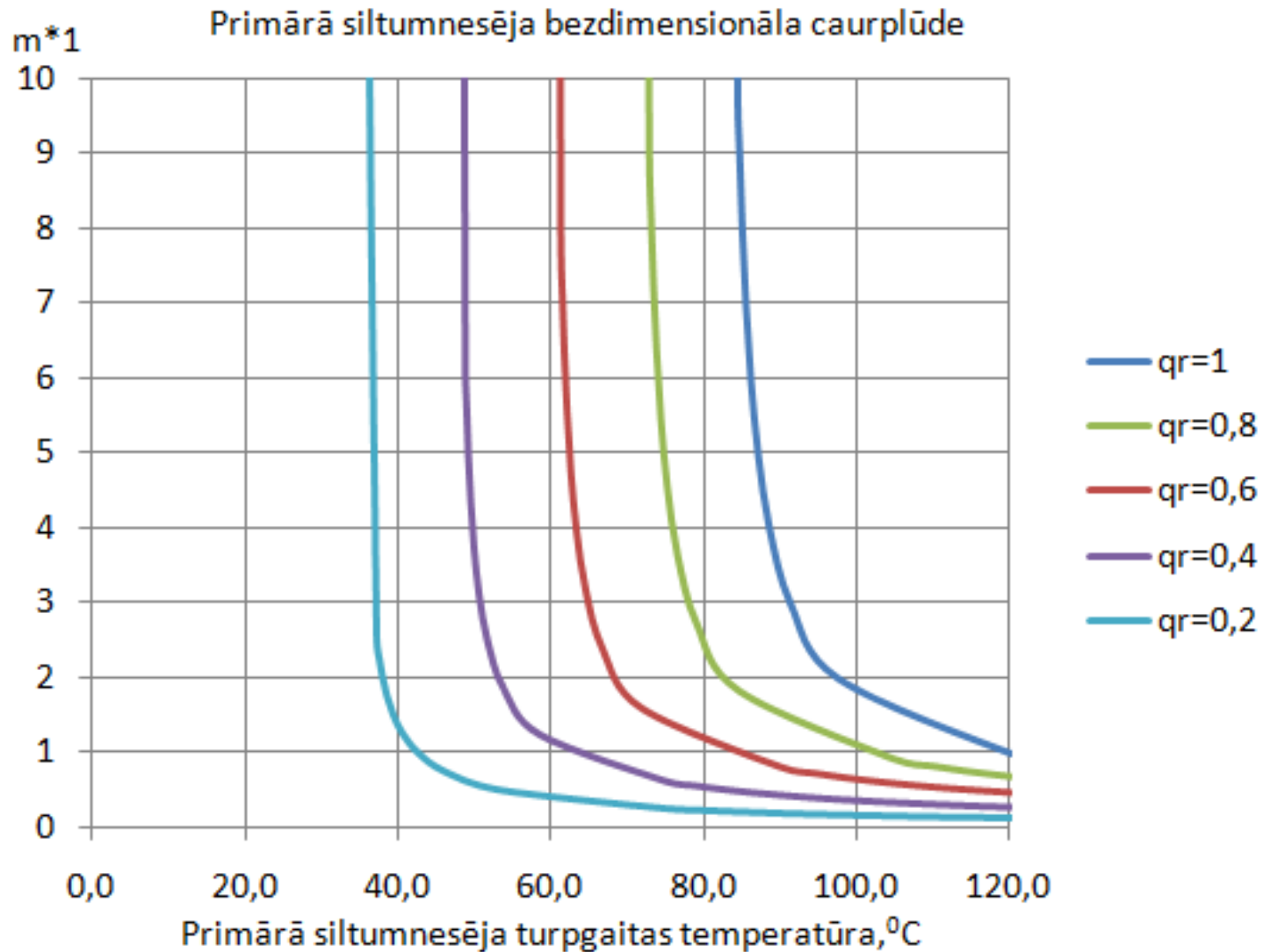
$$t_{a1} = \frac{e^{\frac{(tt_1 - ta_1) - trt + tra}{LMTD}} \cdot (-t_{ra}) + t_{rt} - (t_{t1} - t_{a1})}{1 - e^{\frac{(tt_1 - ta_1) - trt + tra}{LMTD}}}$$

# SŪT temperatūras izmaiņas ietekme uz SŪA temperatūru

Primārā siltumnesēja atgaitas temperatūra, °C

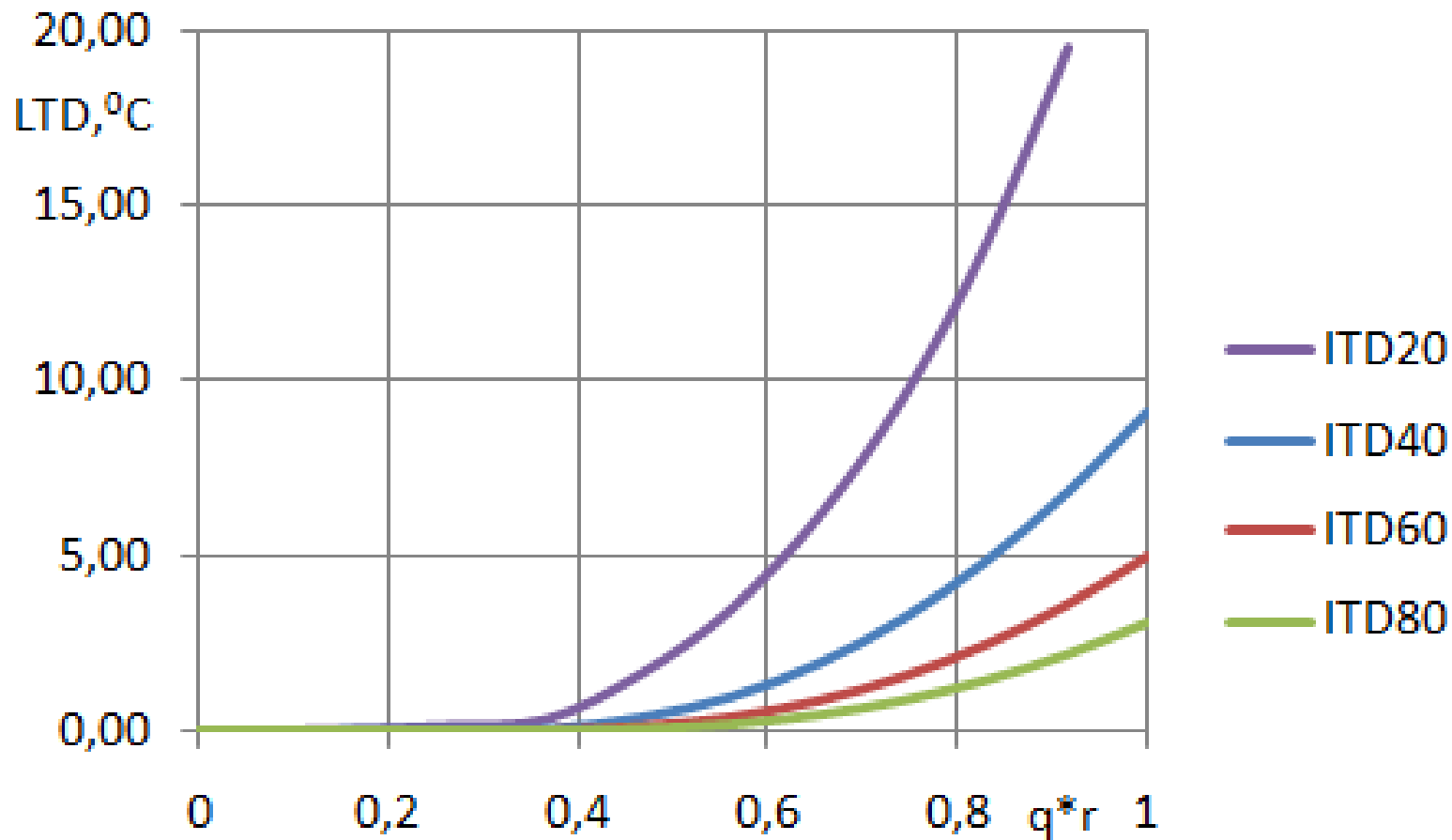


# SŪT temperatūras izmaiņas ietekme uz siltumnesēja caurplūdi siltumtīklos





# LTD atkarība no bezdimensionālās siltuma slodzes

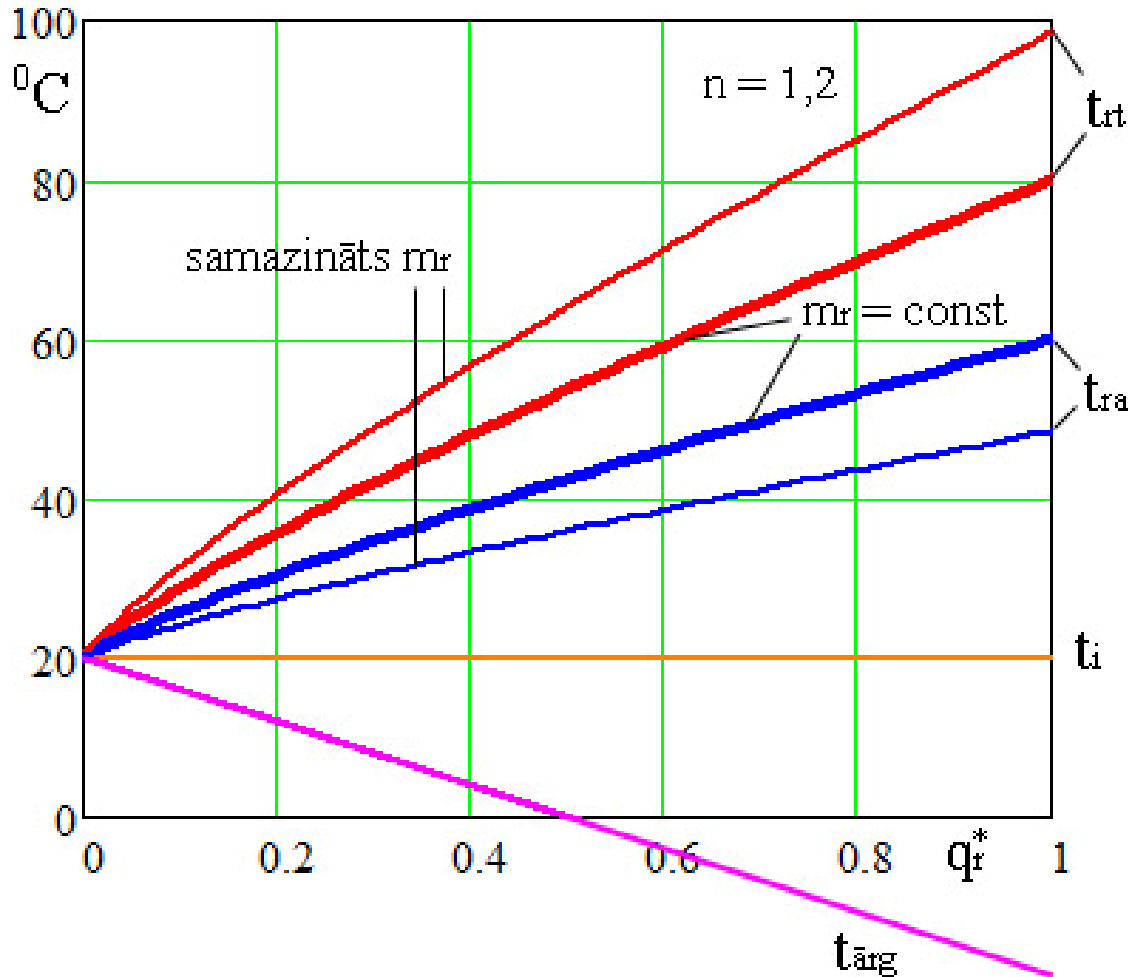


# Apkures sistēmas darbības optimizācija

Apkures sistēmām ar nelielu siltumnesēja caurplūdi pastāv sekojošas priekšrocības:

- spiediena kritums sistēmā būs relatīvi neliels un radiatoru spiedienu starpība būs gandrīz vienāda;
- atvieglota radiatoru projektēšana un balansēšana;
- jūtīgāka un straujāka regulēšana;
- elektroenerģijas ekonomija uz siltumnesēja cirkulāciju
- radiatoru termostātisku regulētāju lomas palielināšanās.

# Radiatoru temperatūras atkarība no siltuma slodzes

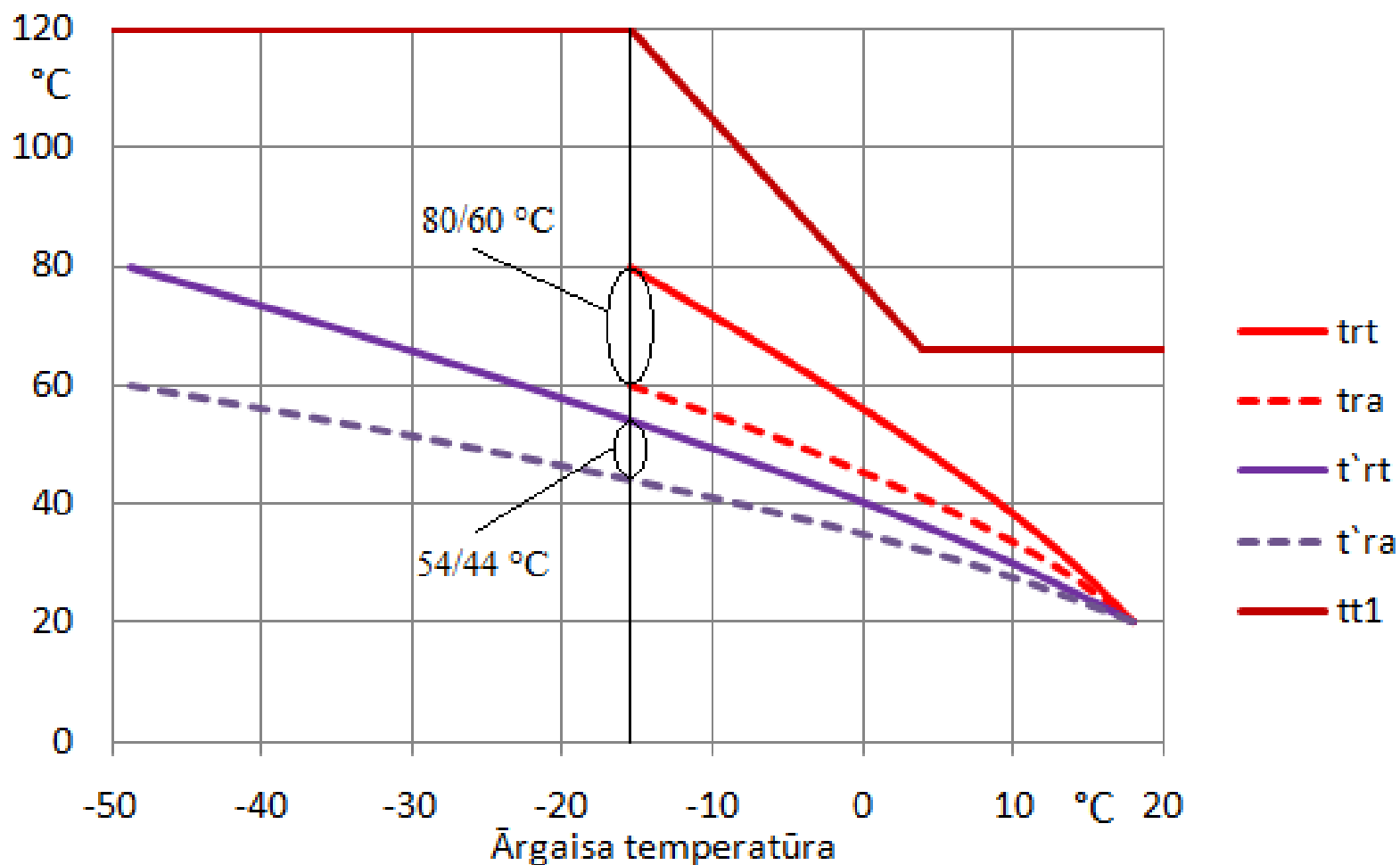


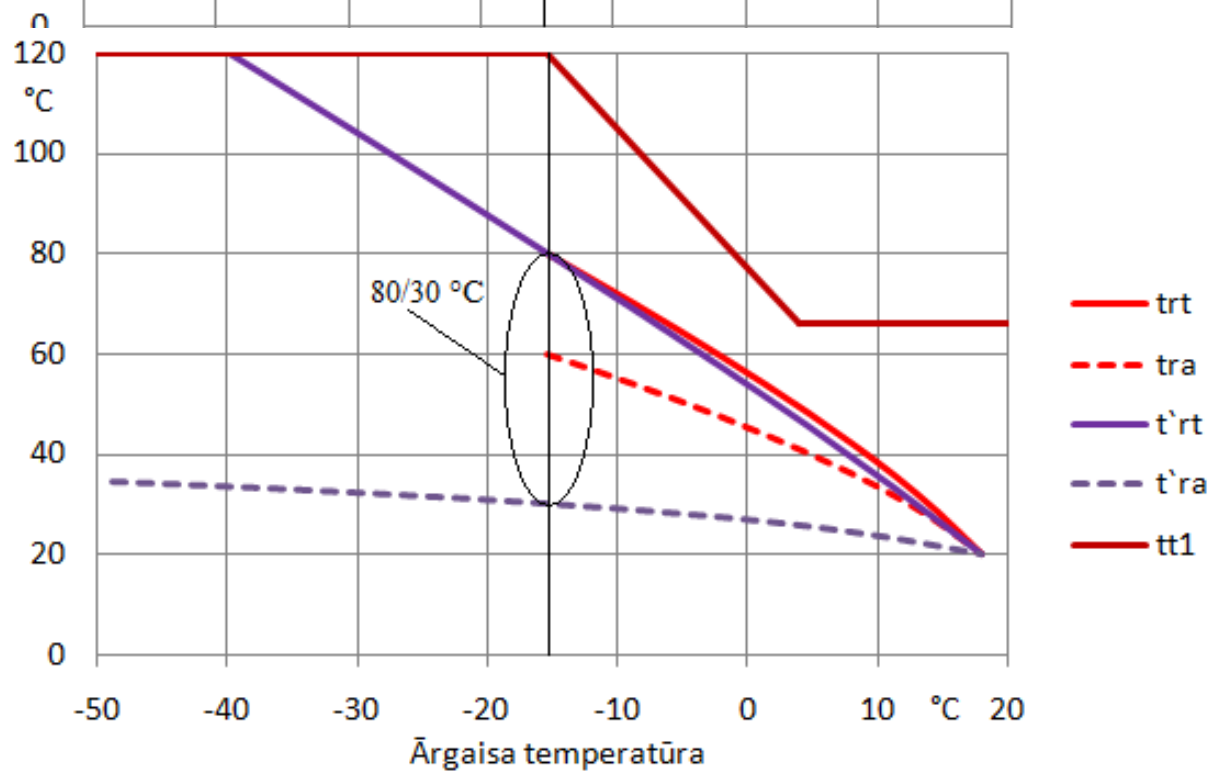
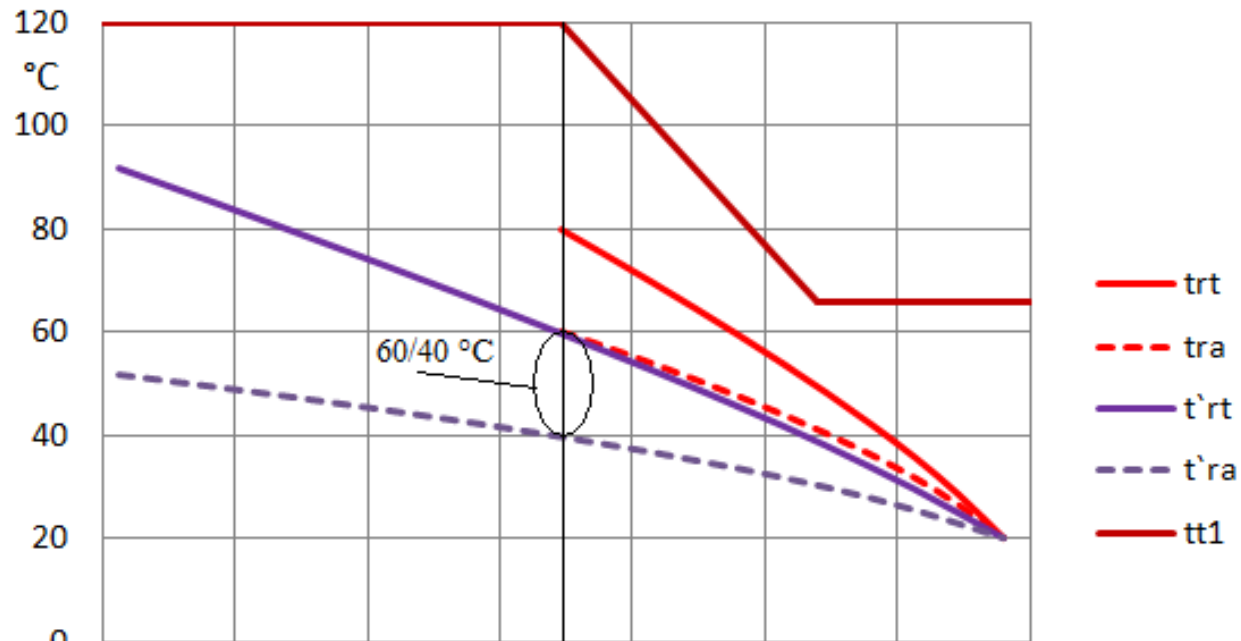
$$q_r^* = \left( \frac{LMTD}{LMTD_0} \right)^n$$

$$LMTD = \frac{t_{rt} - t_{ra}}{\ln \frac{t_{rt} - t_i}{t_{ra} - t_i}}$$

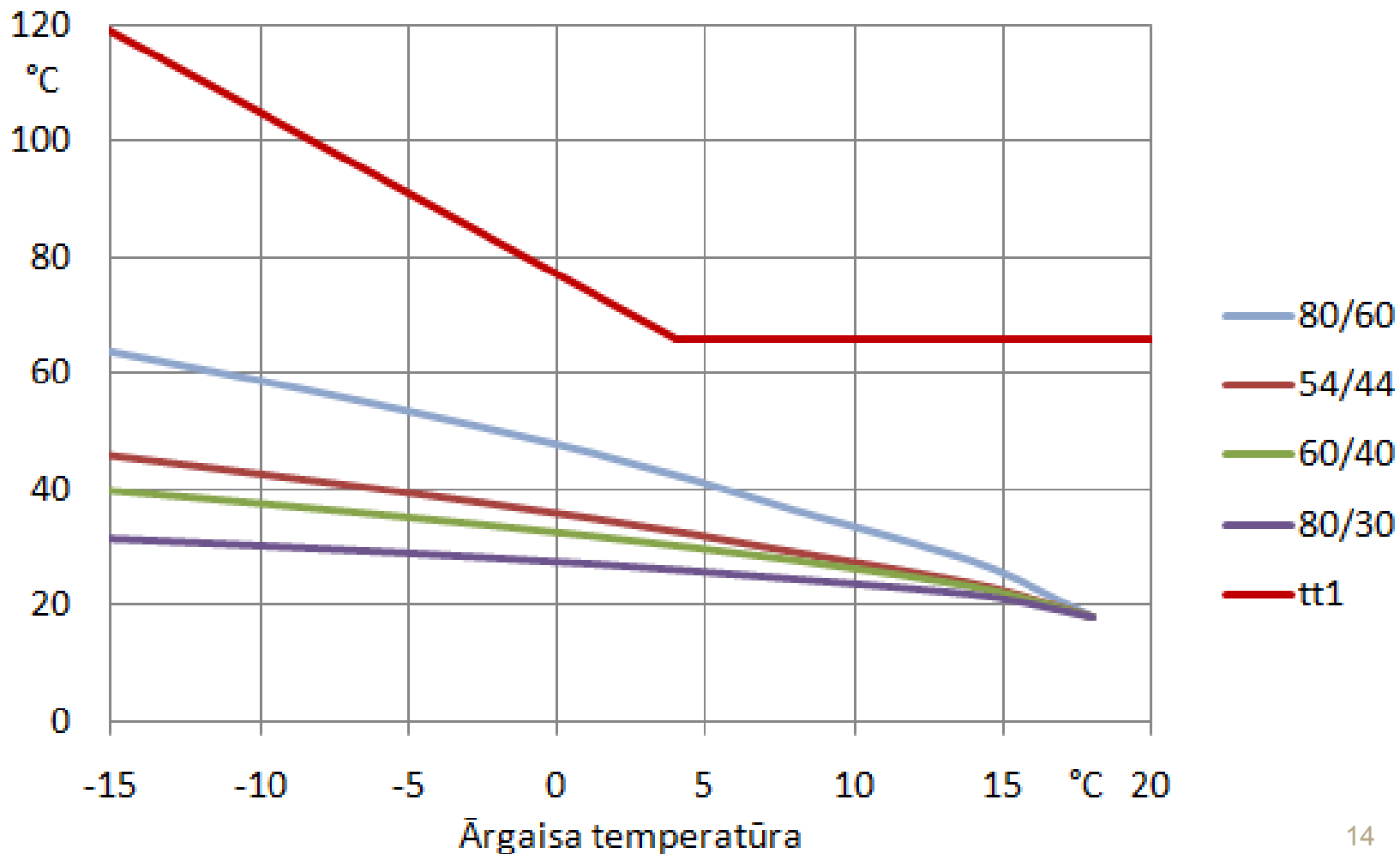
$$LMTD_0 = \frac{t_{rt,0} - t_{ra,0}}{\ln \frac{t_{rt,0} - t_{i,0}}{t_{ra,0} - t_{i,0}}}$$

# Apkures sistēmas ar 100% jaudas rezervi





# SŪA temperatūras pie dažādiem apkures radiatoru kontūra temperatūras grafikiem



# SŪA temperatūras pazemināšanas priekšrocības CSS

$$\Delta N_T = 4 \cdot \Delta t_0 \cdot a \cdot \eta_{em}, kW / MW$$

Pie tvaika parametriem 23,5 MPa un 540 °C termodinamiskā koeficienta vērtība būs  $a = 1,16$

60/40 °C:  $\Delta N_T = 12,56$  kW/MW, siltuma zudumu samazinājums par 2,6%

80/30 °C:  $\Delta N_T = 34,60$  kW/MW, siltuma zudumu samazinājums par 6,2%

Apkures sistēmas rezerves jauda	Radiatoru temperatūras grafiks	Relatīvā siltumnesēja caurplūde	Primāras atgaitas temperatūras samazinājums
0	80/60 °C	1	44,18 °C
100%	54/44 °C	2	-10,28 °C
100%	60/40 °C	1	-13,28 °C
100%	80/30 °C	0,4	-17,88 °C

# Rekomendācijas

Pamatojoties uz rezultātiem, izstrādāti sekojoši ieteikumi:

1. Pirms SŪT temperatūras pazemināšanas jāsabalansē patērētāju apkures sistēmas, lai tās strādātu pēc visoptimālākā režīma.
2. Patērētāju salīdzinoši nelielās investīcijas apkures sistēmas sabalansēšanai var samazināt SŪA temperatūru.
3. Jāievieš un jāattīsta apkures sistēmās jaunas regulēšanas tehnoloģijas, kas spētu paaugstināt SŪT temperatūras dzesēšanu. Apkures sistēmas uzlabošanas pasākumiem jābūt stingrai kontrolei un stratēģijai.



# Secinājumi

1. Teorētiski pierādīts, ka ar SŪT temperatūras pazemināšanu SŪA temperatūra no patērētāju ISM pieaug, savukārt paaugstināta SŪA temperatūra neļauj utilizēt zemo potenciāla siltumu, kas samazina CSS energoefektivitāti.
2. SŪT temperatūras pazemināšana noslogo siltummaiņa darbību, kas ir redzams pēc paaugstinātas LTD vērtības.
3. Katrai ISM shēmai un apkures sistēmai, pie jebkādas siltuma slodzes un SŪT temperatūras pastāv optimālā ūdens caurplūde apkures radiatoru kontūrā, kas dod viszemāko SŪA temperatūru.

4. Ar apkures sistēmas siltumnesēja caurplūduma samazināšanu ir iespējams pazemināt SŪA temperatūru.
5. SŪA temperatūras pazemināšana tikai par 1 °C būtiski ietekmē CSS darbības efektivitāti, jāsaprot, ka ceļš līdz lieliem temperatūras samazinājumiem ir ļoti ilgs un dārgs process.
6. SŪA temperatūras samazināšana salīdzinājumā ar bāzēs variantu noved pie ievērojamas elektroenerģijas ražošanas palielināšanas kombinētajā ciklā, bet SŪA temperatūras paaugstināšana – pie samazināšanās.



**Paldies par uzmanību!**