



PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY V BYTOVÝCH A NEBYTOVÝCH BUDOVÁCH

METODY NÁVRHU

Roman Vavříčka

ČVUT v Praze, Fakulta strojní
Ústav techniky prostředí

PŘÍKLAD: Rodinný dům – 4 osoby

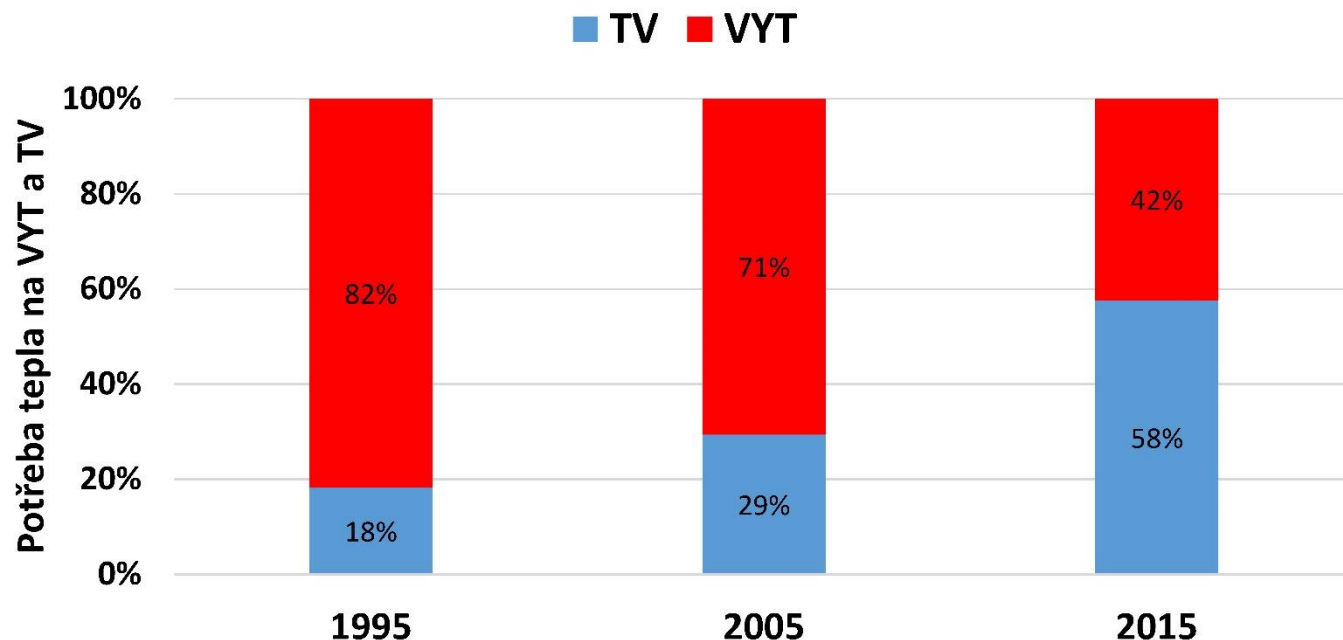
VYTÁPĚNÍ – Celková tepelná ztráta (1995) – 8,5 kW

POTŘEBA TEPLA VYT – ČSN EN ISO 13 790 – cca 18 900 kWh/a

TEPLÁ VODA – 40 l/osobu·den, z = 20 %

POTŘEBA TEPLA TV – cca 4 200 kWh/a

Celková potřeba tepla:
Rok 1995 – 23 100 kWh
Rok 2005 – 14 300 kWh
Rok 2015 – 7 300 kWh



PŘÍKLAD: Bytový dům – 60 bytů, celkem 100 osob

VYTÁPĚNÍ – Celková tepelná ztráta – před rekonstrukcí 97 kW, po rekonstrukci 60 kW
POTŘEBA TEPLA **VYT** – ČSN EN ISO 13 790 – 240 000 kWh/a (resp. $\approx 110\,000$ kWh)

TEPLÁ VODA – 30 l/osobu·den, z = 80 %

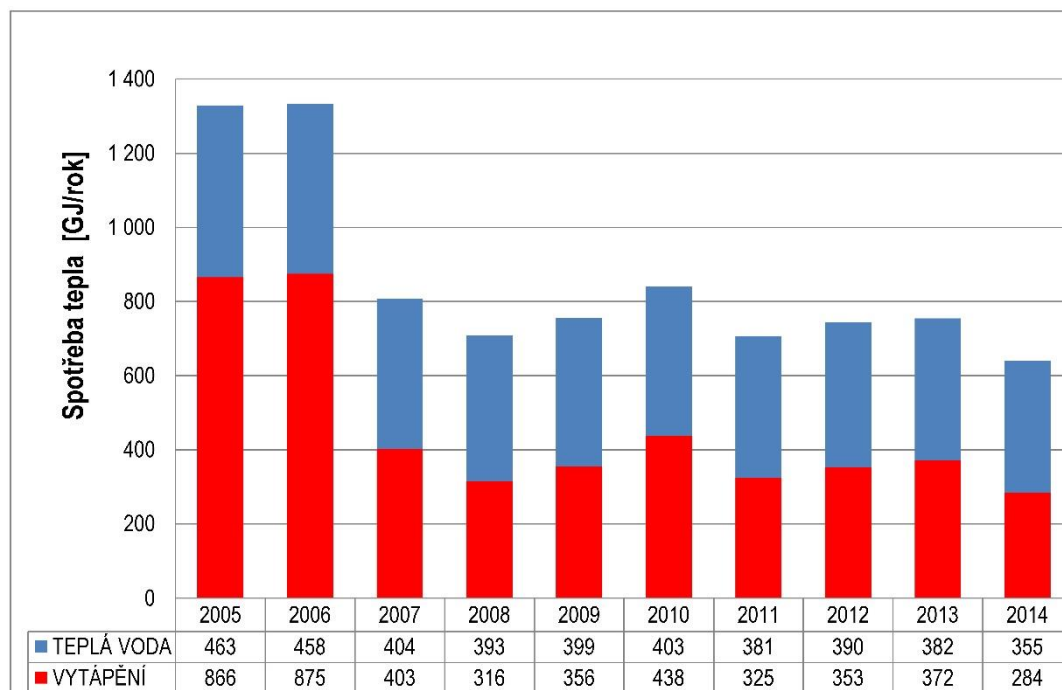
POTŘEBA TEPLA **TV** – cca 100 000 až 120 000 kWh/a

Celková potřeba tepla:

Rok 2005 – cca 370 000 kWh
(před rekonstrukcí)

Rok 2010 – cca 230 000 kWh
(dokončeno zateplení)

Rok 2015 – cca 180 000 kWh
(vyvážení OS + výměna zdrojů tepla)



Potřeba tepla dodaného ohříváčem TV

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = (1 + z) \cdot Q_{2t} = \frac{(1 + z) \cdot V_{2p} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)}{3600 \cdot 1000}$$

- | | |
|----------|---|
| Q_{2p} | - teplo dodané ohříváčem TV [<u>kWh/periodu</u>], |
| Q_{2t} | - teplo pro ohřev vody [<u>kWh/periodu</u>], |
| Q_{2z} | - teplo ztracené při ohřevu a distribuci TV [<u>kWh/periodu</u>], |
| z | - poměrná ztráta tepla při ohřevu a distribuci TV [-], |
| V_{2p} | - celková potřeba teplé vody [<u>m³/periodu</u>], |
| ρ | - hustota vody při střední teplotě zásobníku [kg/m ³], |
| c | - měrná tepelná kapacita [J/kg·K], |
| t_1 | - teplota studené vody (obvykle 10 °C) [°C], |
| t_2 | - teplota teplé vody (obvykle 55 °C) [°C]. |

1. Potřeba teplé vody [$\text{m}^3/\text{měrná jednotka} \cdot \text{perioda}$]

2. Způsob odběru teplé vody [$V_{TV} = f(\tau)$]

Dále:

- zdroj tepla [*teplotní úroveň, provoz*],
- způsob nabíjení zásobníku TV [*regulace, odběrová místa*]

- A. Křivky dodávky a odběru tepla
- B. Přednostní příprava teplé vody
- C. „Jednotkový byt“ – DIN 4708

1. Potřeba teplé vody – pohled VYT

$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = (1 + z) \cdot Q_{2t} = \frac{(1 + z) \cdot V_{2p} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_1)}{3600 \cdot 1000}$$

Výtah z normy ČSN EN 15 316-3

Druh budovy	V_{2p} [m ³ /měrná jednotka·den]	Měrná jednotka
Rodinný dům	0,04 až 0,05 (<i>realita 0,035</i>)	Osoba
Bytový dům	0,04 (<i>realita 0,03 až 0,035</i>)	Osoba
Ubytovací zařízení	0,028	Lůžko
Restaurace	0,01 až 0,02	Jídlo
Administrativní budova	0,01 až 0,015	Osoba
Sportovní zařízení	0,1	Instalovaná sprcha
Průmyslový závod	0,03	Sprchová koupel

OBVYKLE !!!

1 Perioda = 24 hodin

!!! MŮŽE BÝT

1 Perioda = 30 minut

1. Potřeba teplé vody – pohled ZTI

Sprcha – odběr TV:

Průtok ($t_{TV} = 55\text{ °C}$) v potrubí TV – požadavek ČSN EN 806-3:
0,2 l/s (12 l/min).

Teplota vody pro sprchování $t_{MIX} \approx 38$ až 43 °C .



Výtah z normy DIN 4708

Typ sprchy	Potřeba tepla [kWh/sprchu]	Potřeba tepla [kWh/rok]	Průtok sprchovou hlavici V_{MIX} [l/min]	Doba sprchování τ_{sp} [min/sprcha]
Úsporná sprcha	1,47	2 150	6	7
Normální sprcha	3,56	5 200	12	8,5
Luxusní sprcha	7,33	10 700	20	10,5

1. Potřeba teplé vody – pohled ZTI

Sprcha – odběr TV:

MĚŘENÍ – REÁLNÝ STAV – BYTOVÝ DŮM:

Průměrná doba sprchování cca 5 až 6 minut.

$V_{MIX} = 40$ až 45 l/sprchu = $7,5$ až 9 l/min.

$Q_1 = 1,3$ až $1,84$ kWh/sprchu.



$t_{MIX} = 40$ °C a $V_{MIX} = 8$ l/min = $0,13$ l/s

$t_{TV} = 55$ °C => $V_{TV} = 5,33$ l/min = $0,09$ l/s

$t_{SV} = 10$ °C => $V_{TV} = 2,67$ l/min = $0,04$ l/s

1. Potřeba teplé vody – pohled ZTI

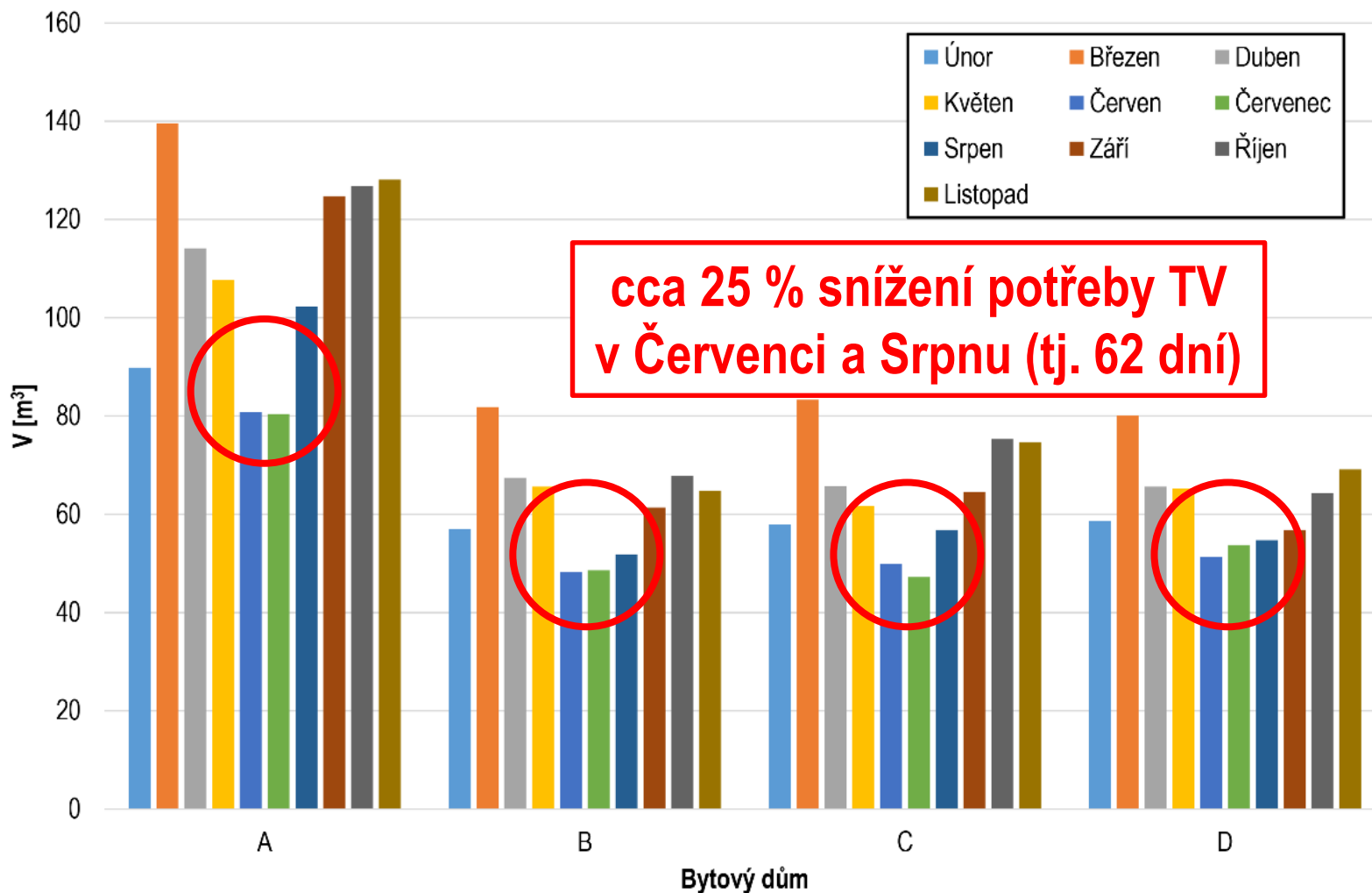
Zařizovací předměty – návrh potrubí TV – ČSN EN 806-3:

Odběrné místo	DN	Jmenovitý výtok V_A [l/s]	Hodnota LU
Směšovací baterie u umyvadla v bytových a rodinných domech, směšovací baterie u bidetu	15	0,1	1
Směšovací baterie u umyvadla nebo umývatka v administrativních budovách a prodejnách, výtokový ventil pro umyvadlo, umývatko, směšovací baterie pro dřez, výlevku nebo sprchu	15	0,2	2
Směšovací baterie u vany, velkokuchyňského dřezu	15	0,3	4
Výtoková armatura na zahradě nebo v garáži (<i>většinou pouze SV</i>)	15	0,3	5
Směšovací baterie u velkokuchyňského dřezu, velkoobjemové vany a speciální sprchy (<i>vířivky, masážní sprcha, apod.</i>)	20	--	8

Lze použít pro návrh systému TV „Kalorimetrickou rovnicí“?

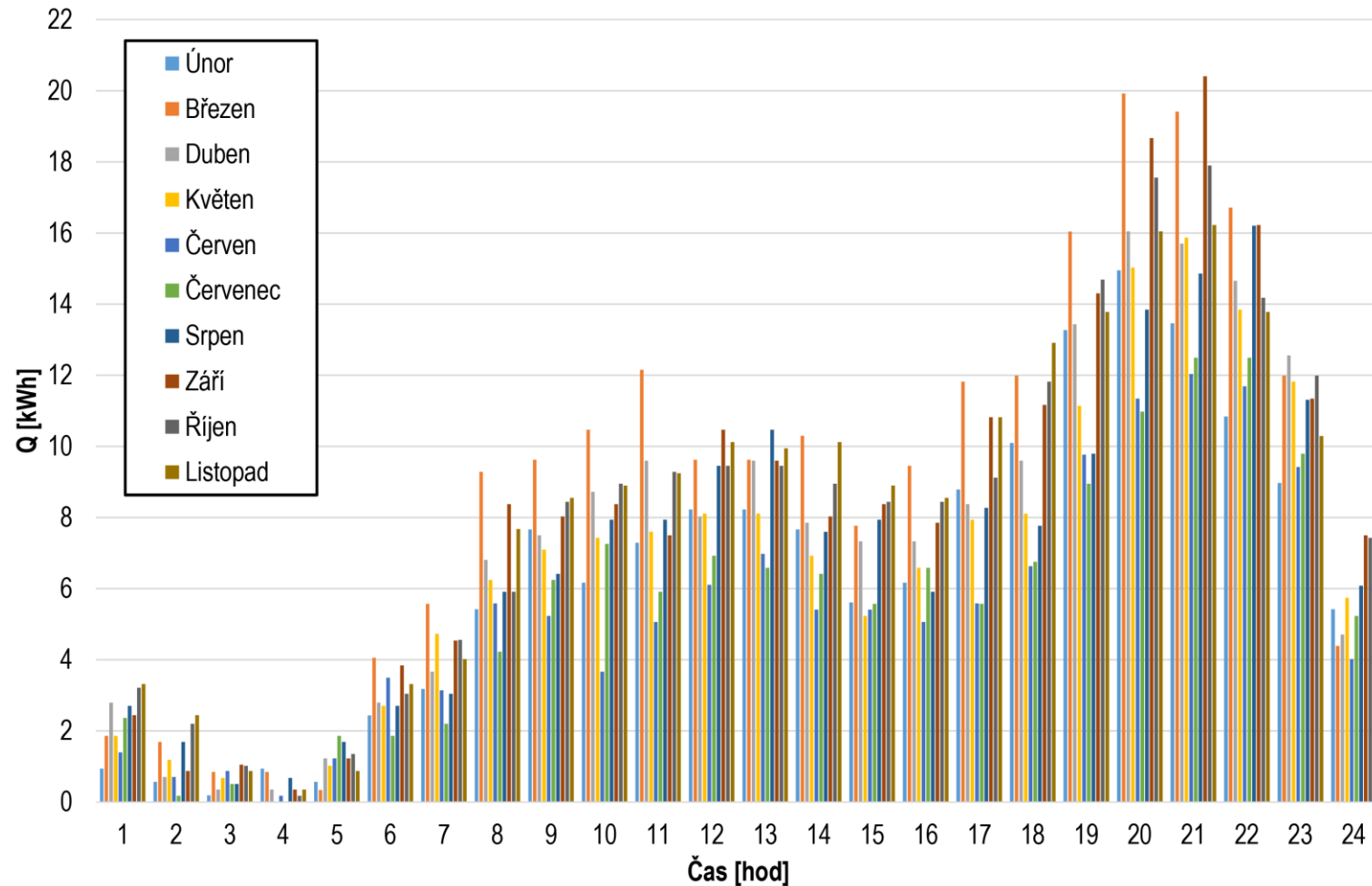
2. Způsob odběru teplé vody

Bilance odběrů TV v typického bytového domu během **roku**



2. Způsob odběru teplé vody

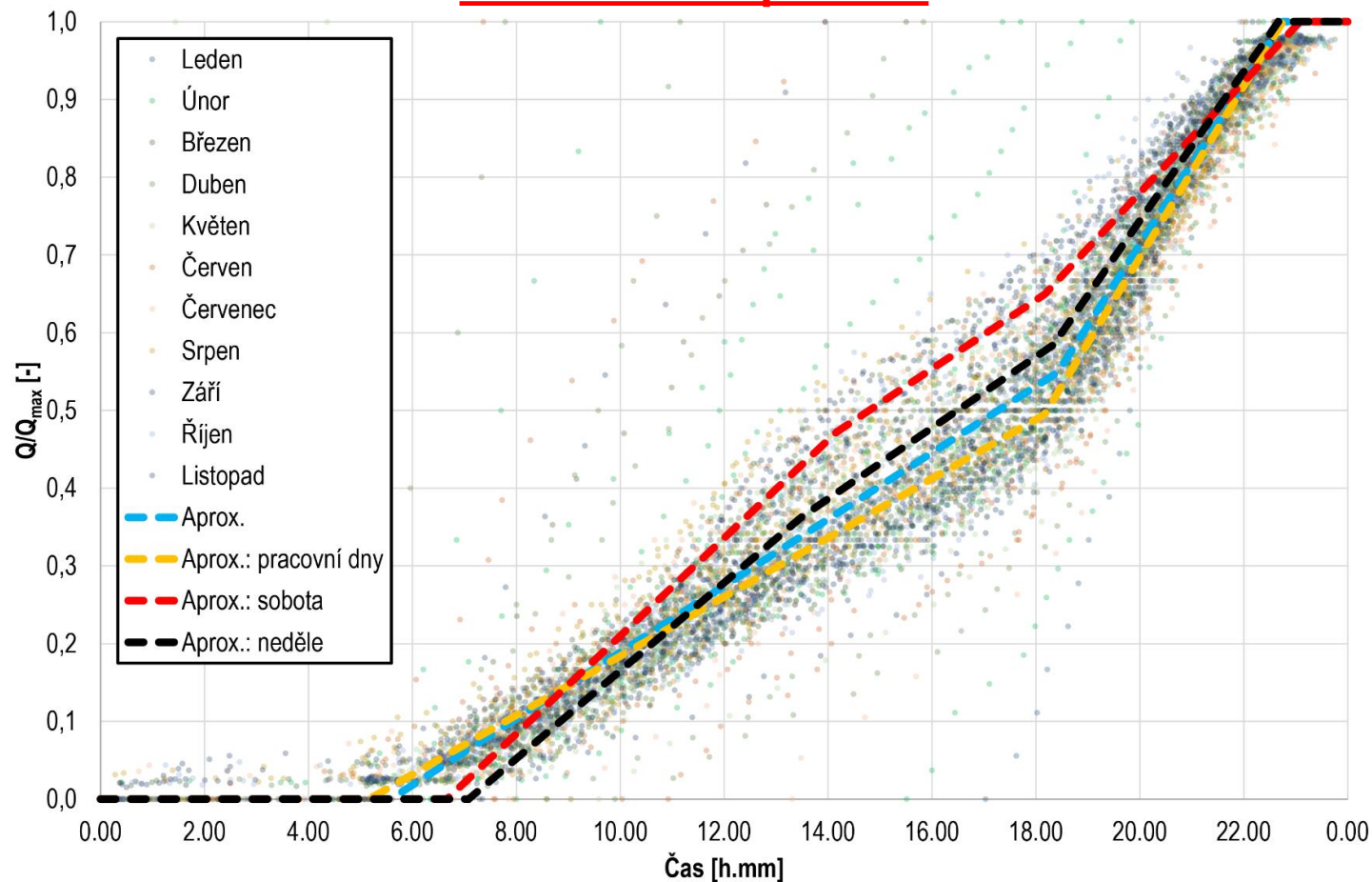
Bilance odběrů TV v typického bytového domu během dne























2. Způsob odběru teplé vody

Bilance odběrů TV v typického bytového domu během dne

Kumulativní průběh

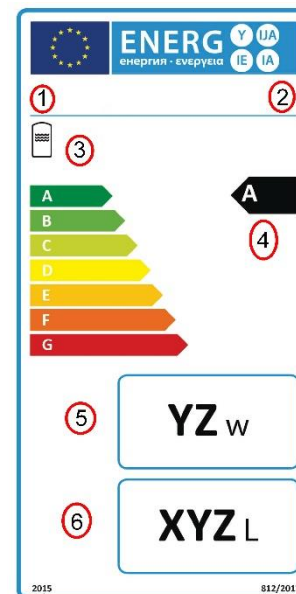


2. Způsob odběru teplé vody

Deklarovaný zátěžový profil	Piktogram	Typické použití
3XS	 35°C	Umyvadlo s 35°C vodou (např. výlevka, umyvadla na toaletách)
XXS	 40°C	Umyvadlo se 40°C vodou (např. umyvadla na toaletách)
XS		Sprcha s elektrickým průtokovým ohřivačem
S	  35°C	Sprcha a umyvadlo s 35°C vodou (např. ubytovny)
M	2x   55°C	Sprcha a dřez (umyvadlo) s 55°C vodou (např. hotely, penziony)
L	   55°C	Vana, sprcha a dřez s 55°C vodou (např. menší byty)
XL	3x    55°C	Vana, sprcha a dřez s 55°C vodou (např. větší byty, jednogenerační rodinné domy)
XXL	3x    55°C	Současné použití van a sprch (např. vícegenerační rodinné domy, apartmány)
3XL	8x   55°C	Krátkodobý špičkový odběr (např. sportovní areál)
4XL	16x   55°C	Krátkodobý špičkový odběr (např. průmyslový areál)

Methodology for the Assessment of the
Hot Water Comfort of Factory Made
Systems and Custom Built Systems
(University of Stuttgart)

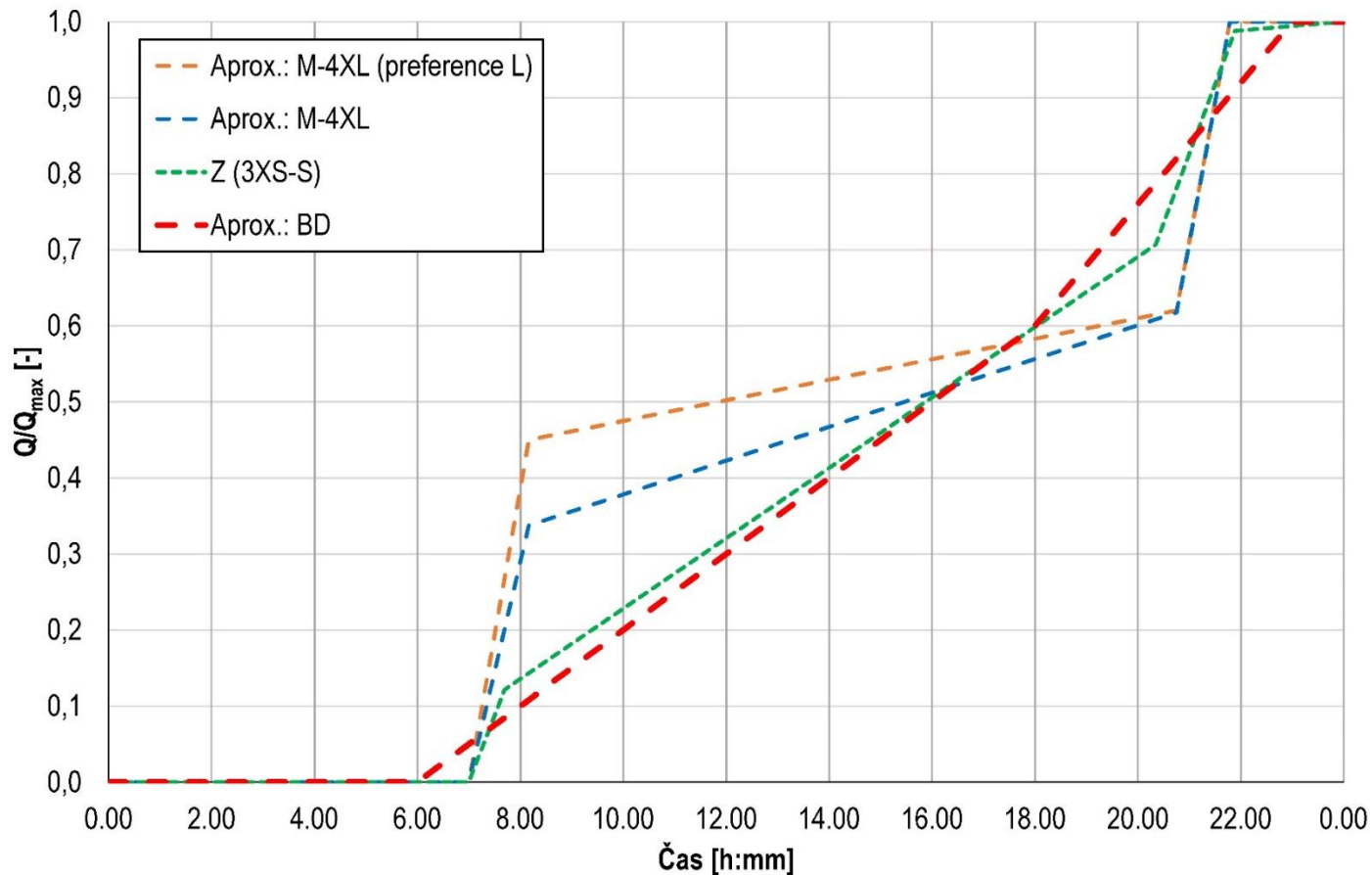
**Přímá vazba na EN 13 203-2,
Zátěžové profily odběru TV -
Ekodesign**



2. Způsob odběru teplé vody

Bilance odběrů TV v typického bytového domu během dne

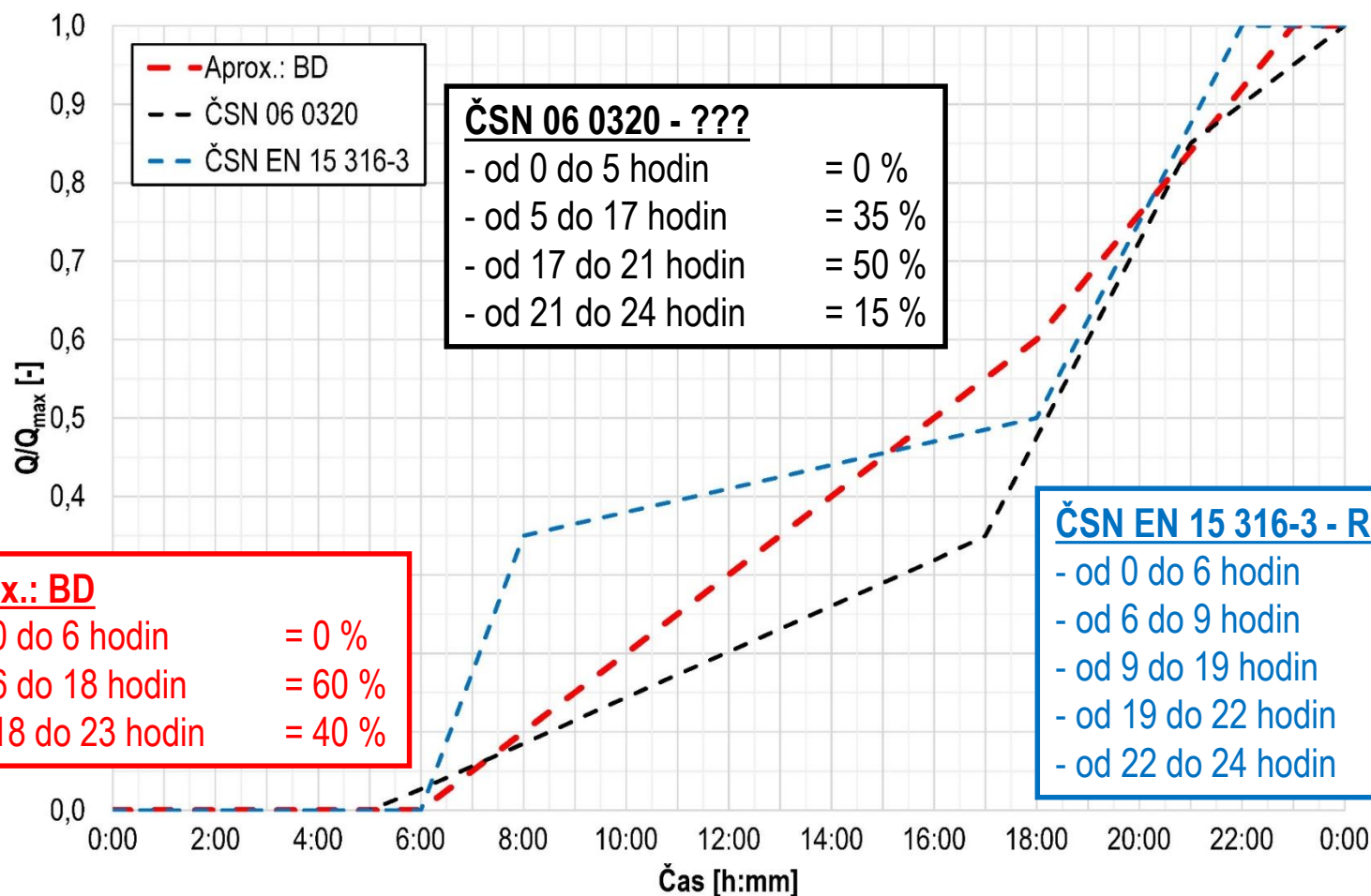
Kumulativní průběh - Realita vs Profily 3XS až 4XL



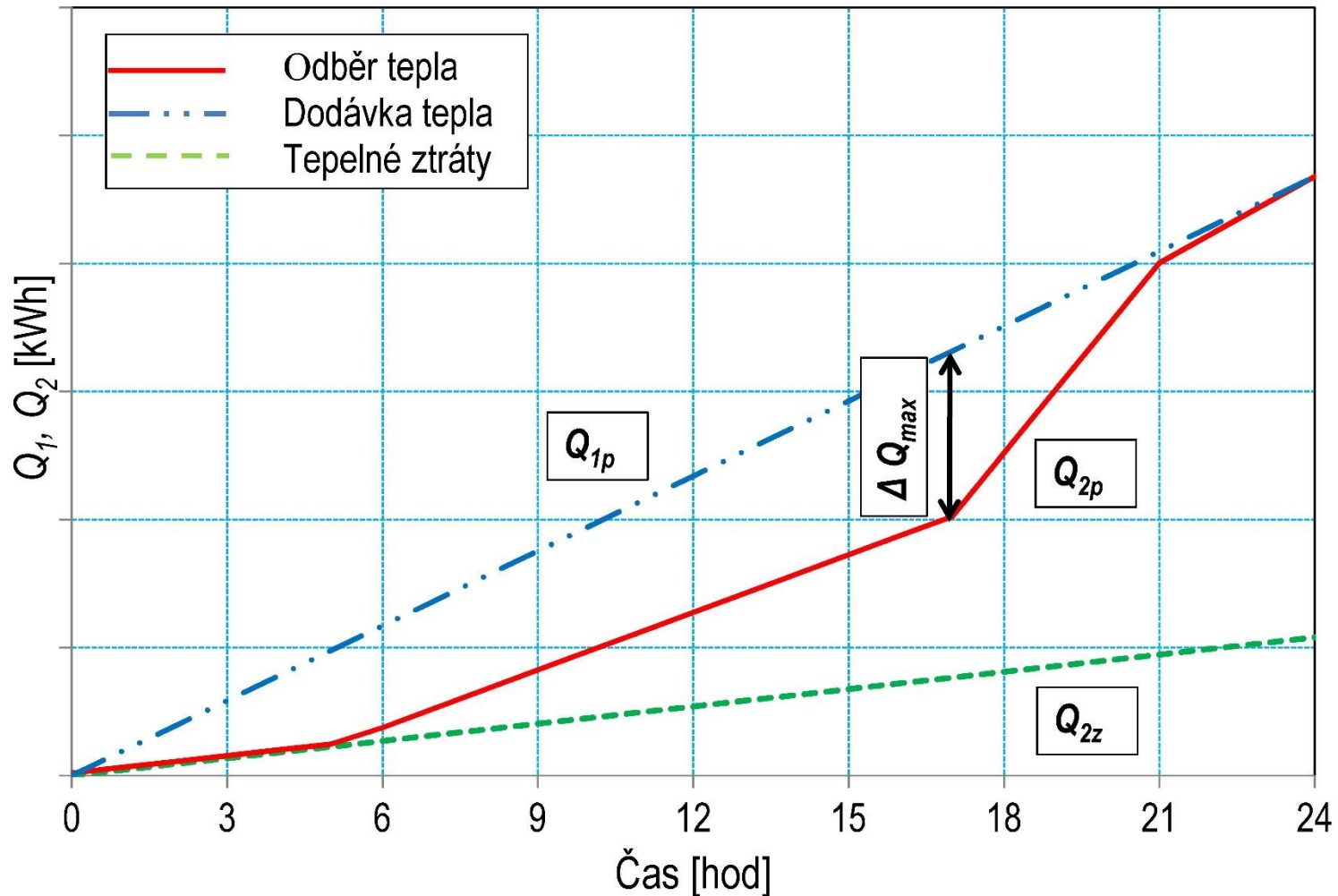
2. Způsob odběru teplé vody

Bilance odběrů TV během **dne**

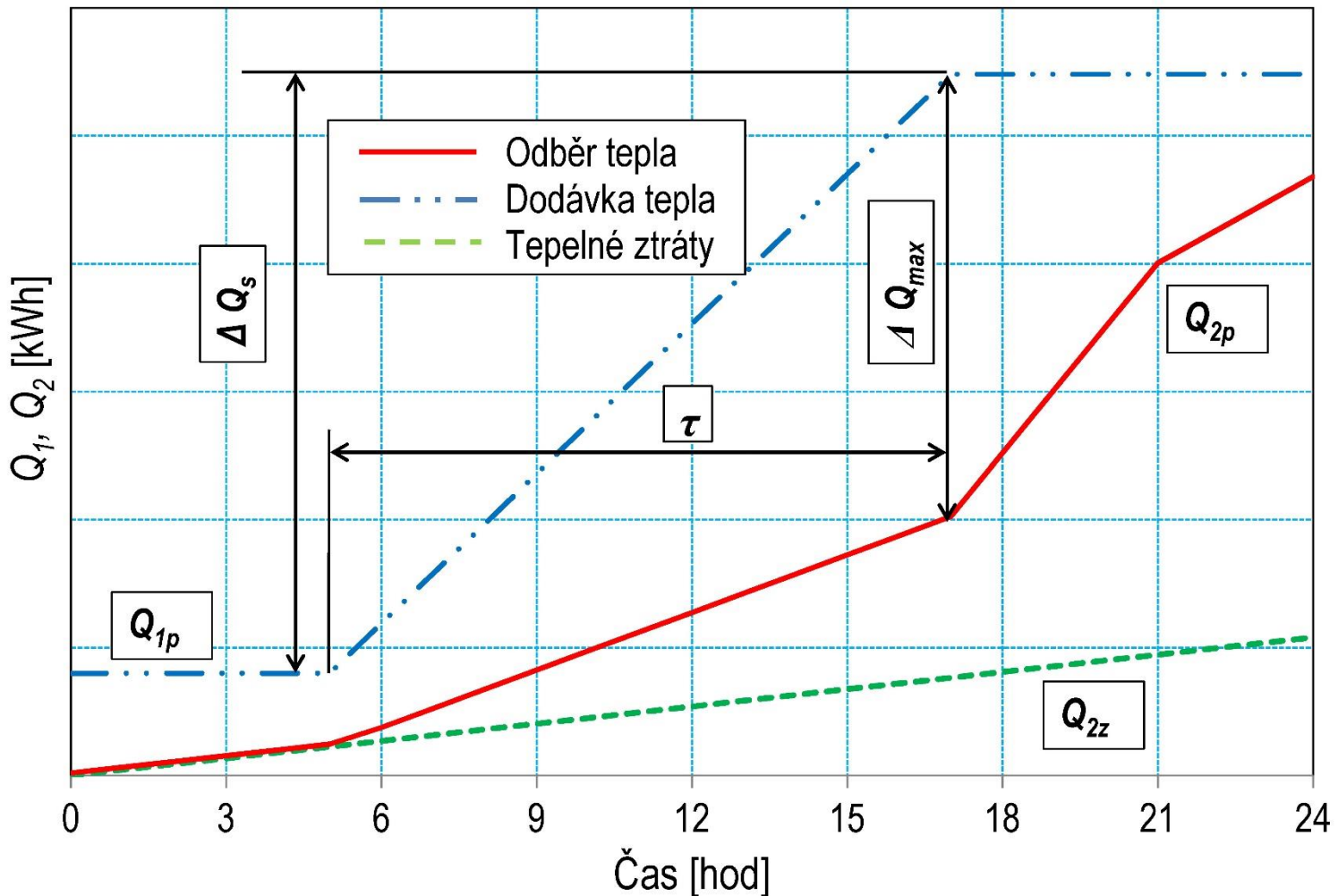
Kumulativní průběh - Realita vs ČSN 06 0320 vs ČSN EN 15 316-3



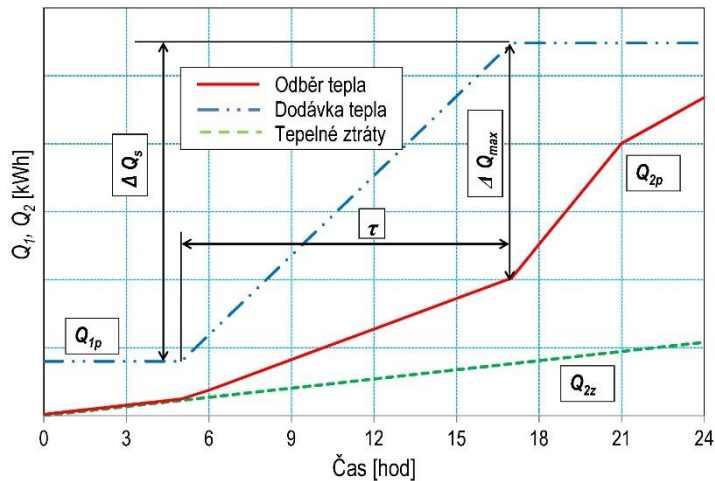
Nepřerušovaná dodávka tepla do systému TV



Časově omezená dodávka tepla do systému TV



A. Metoda křivek dodávky a odběru tepla



Velikost zásobníku TV – V_z [m³]

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{c^* \cdot (t_2 - t_1)}$$

!!! c - měrná tepelná kapacita !!!

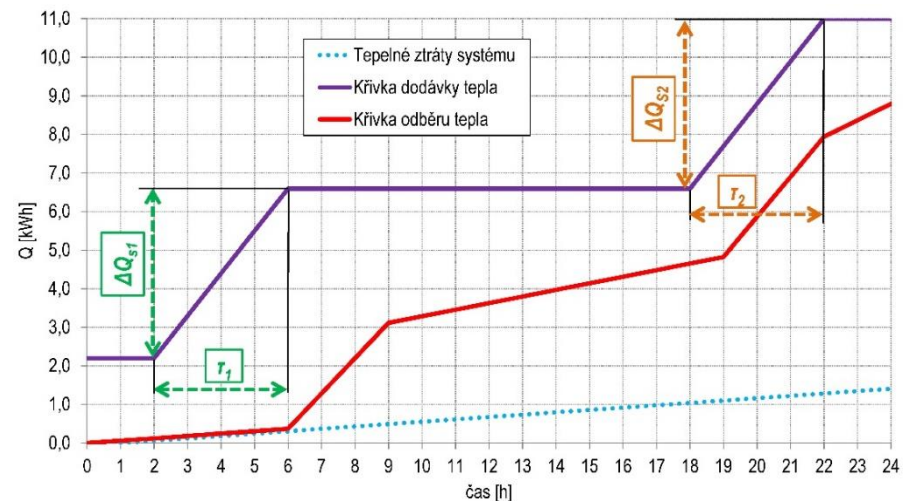
!!! $c = 4187 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ (VYT)

vs.

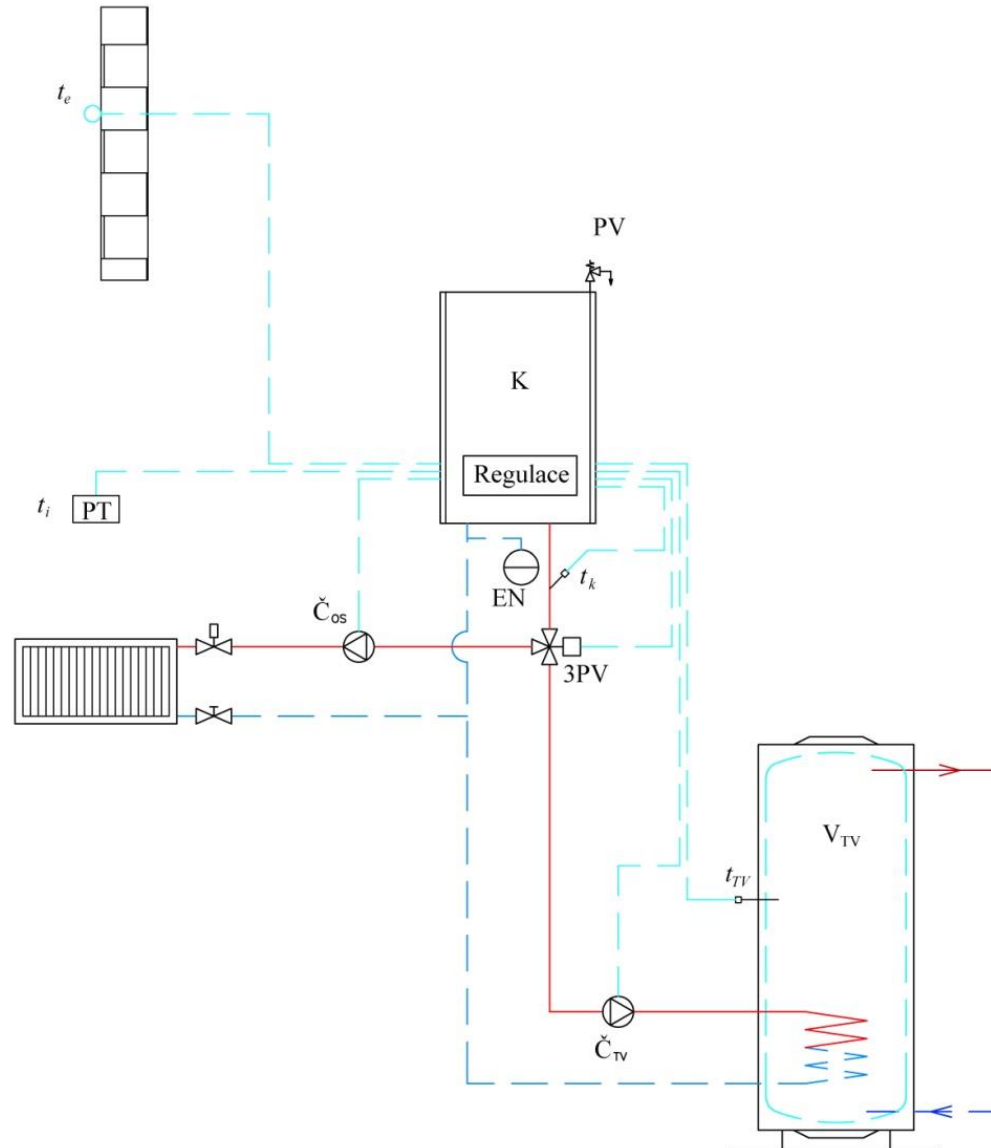
$c^* = 1,163 \text{ kWh/m}^3 \cdot \text{K}$ (TV) !!!

Tepelný výkon ohřivače TV – Q_{zdroj} [W]

$$Q_{\text{zdroj}} = \left(\frac{\Delta Q_{s,i}}{\tau_i} \right)_{\max}$$

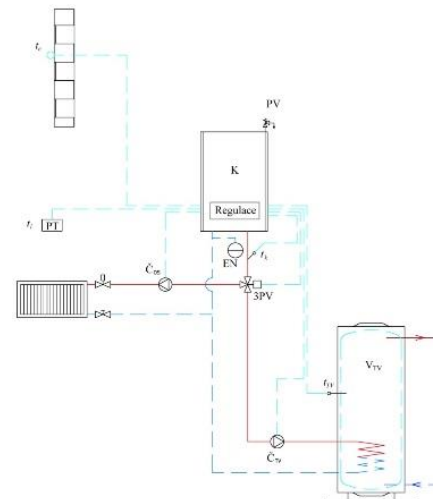


B. Přednostní příprava teplé vody



B. Přednostní příprava teplé vody

$$Q_k = \frac{V_{TV} \cdot y \cdot \rho \cdot c \cdot X_p}{\tau_a} \Rightarrow \tau_a = \frac{V_{TV} \cdot y \cdot \rho \cdot c \cdot X_p}{Q_k}$$



- Q_{TV} - tepelný výkon nutný k dohřevu TV [W],
 V_{TV} - objem zásobníku TV [m³],
 τ_a - doba ohřevu TV při teplotním rozdílu pro dohřev TV [s],
 ρ - hustota vody při střední teplotě zásobníku [kg/m³],
 c - měrná tepelná kapacita vody při střední teplotě zásobníku [J/kg·K],
 X_p - spínací difference pro dohřev TV (5 nebo 10 K) [K],
 y - korekční faktor odběru tepla ze zásobníku TV [-].

Zásobník TV	y [-]	
	$\tau_a < 20 \text{ minut}$	$\tau_a < 10 \text{ minut}$
Vertikální zásobník TV	0,94	0,89
Horizontální zásobník TV (do 400 l)	0,96	0,91
Horizontální zásobník TV (nad 400 l)	0,90	0,85

B. Přednostní příprava teplé vody

Jaký zásobník TV?

Počet odběrných míst např. rodinný dům:

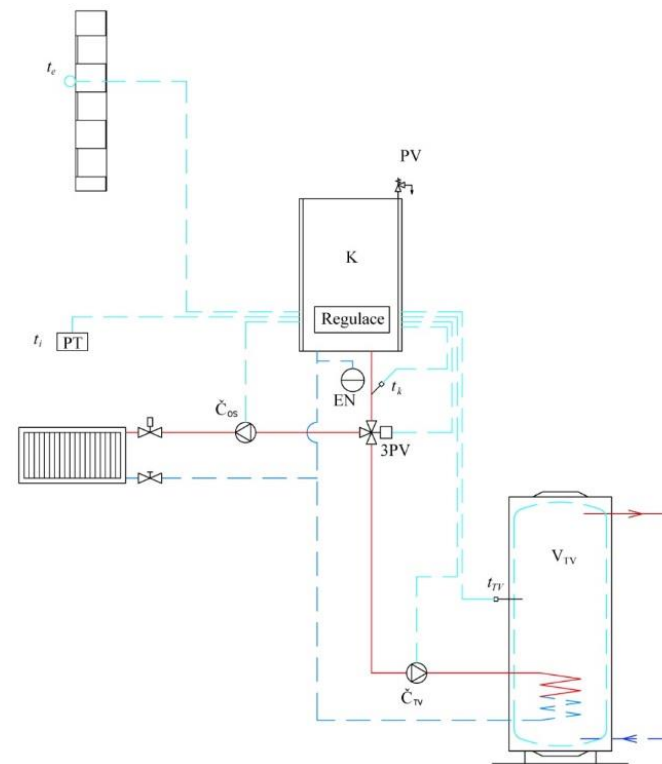
3 umyvadla – v reálu neuvažovat, odběr je příliš krátký

1 vana – OK \Rightarrow maximálně 6 [l/min]

1 sprcha – OK \Rightarrow maximálně 6 [l/min]

$V_{real} = 12 \text{ [l/min]} = \underline{720 \text{ [l/h]}} \Rightarrow \text{TRVALE !!!}$

Teplota vody **MIX \approx 38 až 43 °C**



Zásobník o objemu **65 l** (H65W)

18 kW \Rightarrow 438 l/h ($t_{TV} = 45 \text{ °C}$)

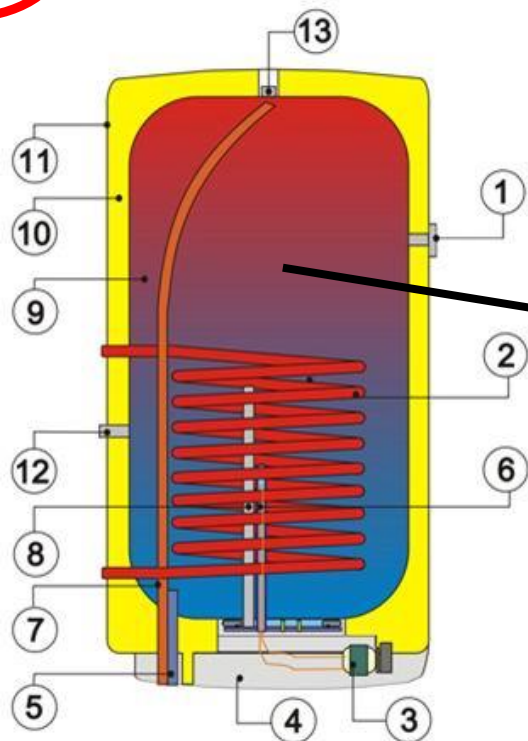
Zásobník o objemu **120 l** (S 120/5)

34 kW \Rightarrow 834 l/h ($t_{TV} = 45 \text{ °C}$)

B. Přednostní příprava teplé vody

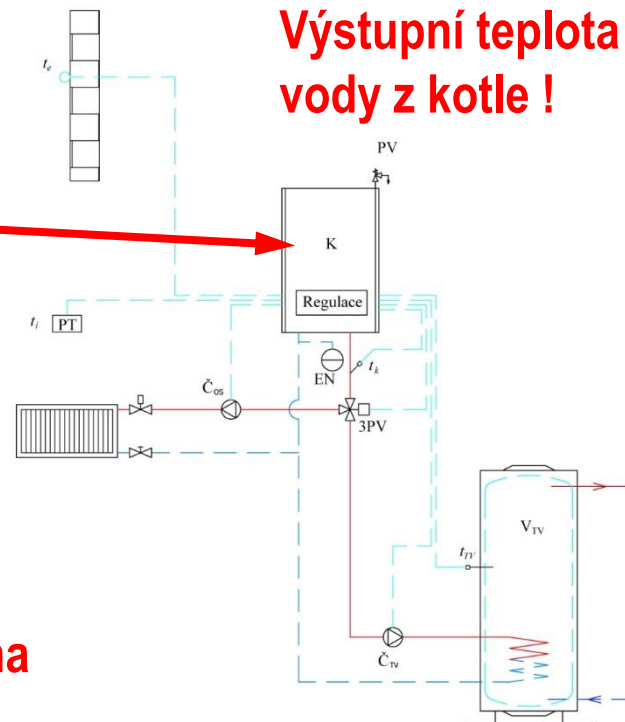
Jaký zásobník TV?

34 kW \Rightarrow 834 l/h ($t_{TV} = 45^\circ\text{C}$)



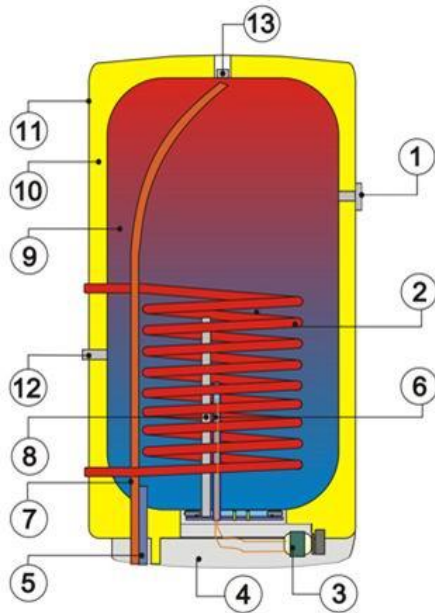
**Teplosměnná plocha
výměníku tepla !**

**Výstupní teplota
vody z kotle !**



$$N = \frac{\sum (n \cdot p \cdot \sum w_v)}{Q_N} = \frac{\sum (n \cdot p \cdot \sum w_v)}{(p \cdot w_v)_{nom}}$$

w_V - potřeba tepla odběrných míst [kWh].



$Q_N = 20,37 \text{ kWh}$

Počet místností r [-]	Koeficient obsazenosti p [-]	Počet místností r [-]	Koeficient obsazenosti p [-]
1	2,0	4,5	3,9
1,5	2,0	5	4,3
2	2,0	5,5	4,6
2,5	2,3	6	5,0
3	2,7	6,5	5,4
3,5	3,1	7	5,6
4	3,5		

C. „Jednotkový byt“ – DIN 4708

Vybavenost bytu:

a) normální vybavenost bytu

Prostor	Stávající vybavení	w_v [kWh]
Koupelna	Koupací vana (1600 mm x 700 mm) cca 140 litrů nebo Sprchová kabina se směšovací baterií a normální sprchou	Jako koupací vana (1600 mm x 700 mm) cca 140 litrů – podle A
	1 umyvadlo	Nezohledňuje se
Kuchyň	1 dřez pro kuchyň	Nezohledňuje se

A – potřeba tepla u různých odběrných míst DIN 4708

C. „Jednotkový byt“ – DIN 4708

Vybavenost bytu:

b) komfortní vybavenost bytu

Prostor	Stávající vybavení	w_v [kWh]
Koupelna	Koupací vana (druh dle A)	podle A
	Sprchová kabina (druh dle A)	podle A
	Umyvadlo	Nezohledňuje se
	Bidet	Nezohledňuje se
Kuchyň	Dřez pro kuchyň	Nezohledňuje se
Pokoje pro hosty	Koupací vana (druh dle A)	50 % w_v podle A
	Sprchová kabina (druh dle A)	100 % w_v podle A
	Umyvadlo	100 % w_v podle A*)
	Bidet	100 % w_v podle A

A – potřeba tepla u různých odběrných míst DIN 4708

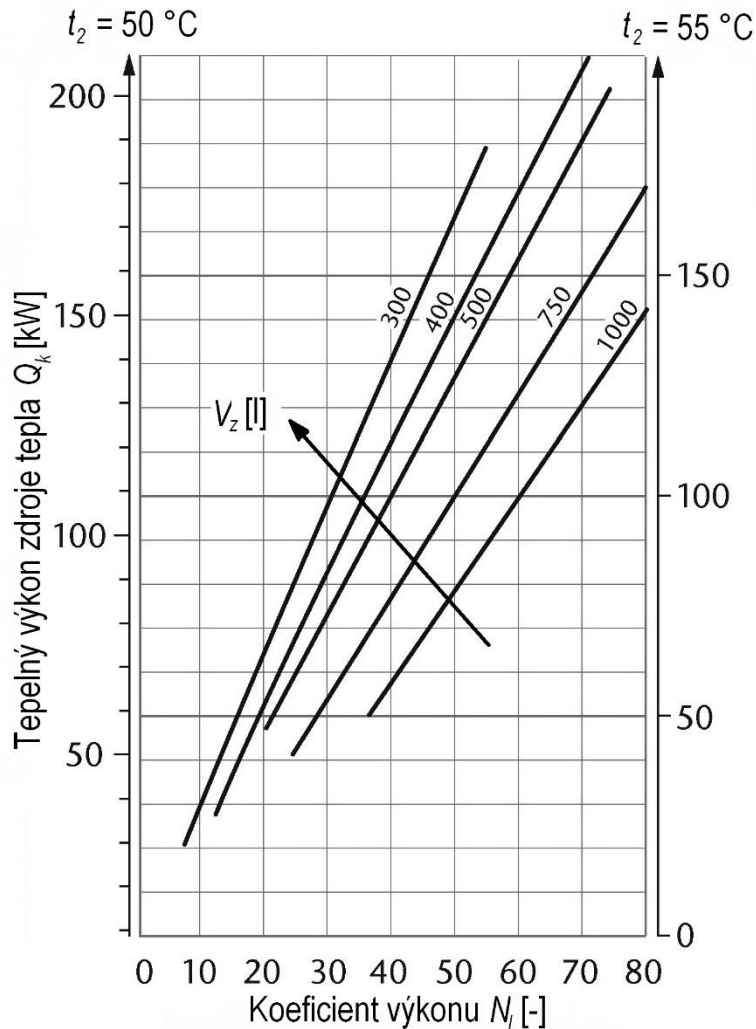
A* – pokud je u pokoje pro hosty osazena vana nebo sprchový kout, umyvadlo se do výpočtu neuvažuje

C. „Jednotkový byt“ – DIN 4708

Potřeba tepla různých odběrných míst dle DIN 4708 (tabulka A)

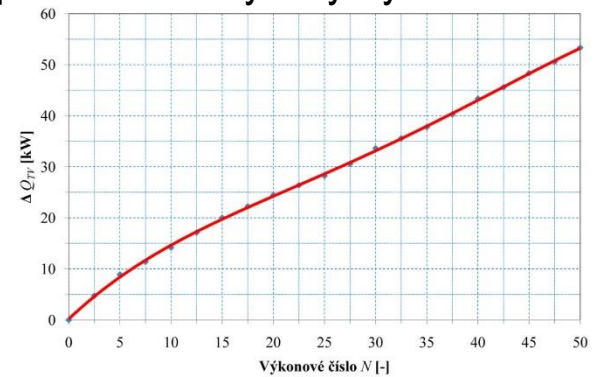
Odběrné místo	Odebírané množství $V [l]$	Potřeba tepla odběrného místa $w_v [kWh]$
Koupací vana (1600 mm x 700 mm)	140	5,82
Koupací vana (1600 mm x 700 mm)	160	6,51
Vana do malého prostoru a vana se stupínky	120	4,89
Velkoprostorová vana (1800 mm x 750 mm)	200	8,72
Sprchová kabina se směšovací baterií a úspornou sprchou	40	1,63
Sprchová kabina se směšovací baterií a normální sprchou	90	3,66
Sprchová kabina se směšovací baterií a luxusní sprchou	180	7,32
Umyvadlo	17	0,7
Bidet	20	0,81
Umyvadlo na ruce	9	0,35
Kuchyňský dřez	30	1,16

C. „Jednotkový byt“ – DIN 4708



Při výběru velikosti zásobníku TV je nutné
zohlednit:

1. Koeficient potřeby vybraného typu zásobníku TV (tj. $N_L \geq N$).
2. Tepelný výkon kotle musí být minimálně tak velký, jako je trvalý tepelný výkon Q_D (údaj výrobce zásobníku TV pro teplotní rozdíl při ohřevu 10/45 °C), potřebný k dosažení koeficientu potřeby zásobníku N_L .
3. Bude-li kotel uvažován jak pro otopnou soustavu tak i pro ohřev TV, je požadován zvýšený výkon kotle $Q_D = Q_{budovy} + \Delta Q_{TV}$



Příklad:

$$\sum w_v = [(5,82 + 1,63) + (1,63 + 0,7)] = 9,78 \text{ kWh}$$

Rodinný dům (5+1):

Koupelna A (1x vana, 1 x sprcha, 2 x umyvadlo)

Koupelna B (1 x sprcha, 1 x umyvadlo)

Kuchyně (1 x dřez)

$$N = \frac{\sum (n \cdot p \cdot \sum w_v)}{Q_N} = \frac{\sum (1 \cdot 4,3 \cdot \sum 12,4)}{20,37} = 2,06$$

Dům 5+1 - počet obytných místností $n_{místností} = 5$ (pozn. kuchyň a koupelny se do výpočtu nezahrnují)

Koeficient obsazenosti $p = 4,3$

Do výpočtu uvažujeme komfortní vybavenost domu (tzn. dům má větší množství jiných zařízení)

Koupelna A (1x vana, 1x sprcha) - hlavní koupelna

Koupelna B (vybavení pro hosty) (1x sprcha a 1x umyvadlo) – koupelna pro hosty

Kuchyňský dřez a umyvadla v hlavní koupelně se do výpočtu nezahrnují

Rodinný dům

Zdroj tepla na vytápění je využit pro přípravu TV – přednostní ohřev TV.

Samostatný zdroj pro přípravu TV – křivky odběru a dodávky tepla, DIN 4708.

Bytový dům

Doporučení k použití samostatného zdroje tepla pro přípravu TV.

DIN 4708 – pozor na přenosový tepelný výkon výměníku TV.

Křivky odběru a dodávky tepla – pozor na časové rozložení odběru a výkonu zdroje tepla.

Objekty s krátkými špičkovými odběry (sportovní areály, průmysl, obchody)

Návrh dle skutečného počtu odběrných míst a předpokládanou potřebou dávek TV.

Tabulkové hodnoty v normách ČSN 06 0320 a DIN 4708, dávají dobrou shodu.



DĚKUJI ZA POZORNOST

<http://utp.fs.cvut.cz>

Roman.Vavricka@fs.cvut.cz

