



FAKULTA
STROJNÍ
ČVUT V PRAZE



ÚSTAV
TECHNIKY
PROSTŘEDÍ

PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY – NAVO 4.0


Roman Vavříčka, Matěj Mazur

ČVUT v Praze, Fakulta strojní
Ústav techniky prostředí



1/30

Vstupní parametry výpočtu systému TV



ÚSTAV
TECHNIKY
PROSTŘEDÍ

1. Potřeba teplé vody [$\text{m}^3/\text{měrná jednotka} \cdot \text{perioda}$]
2. Způsob odběru teplé vody [$V_i = f(t)$]

Dále:

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

2/30

NAVO 4.0 – webová aplikace



Návrh zásobníku teplé vody

Domů

Metoda křivek odběru a dodávky tepla

Křivka dodávky tepla do systému přípravy TV je sestavena podle požadavků na provozní vlastnosti zdroje tepla. Křivka odběru pak reprezentuje časové potřeby dodávky TV v závislosti na počtu obyvatel.

Metoda DIN 4708

Návrh zdroje tepla a zásobníku pro přípravu TV s ohledem na tzv. "koeficient potřeby NL". Metoda předpokládá znalost projektu ZTI - část vnitřní vodovod.

Slouží pouze jako návod. Konečný návrh je na zodpovědnosti projektanta.

© Matěj Mazur 2018-2019
v1.0.0-extended

3/30

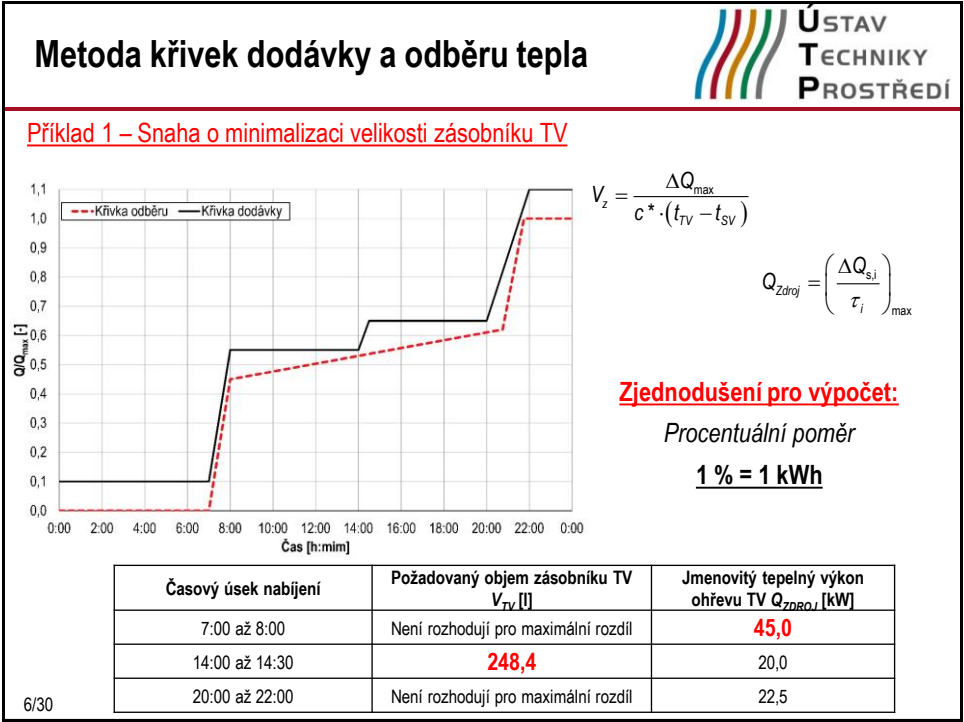
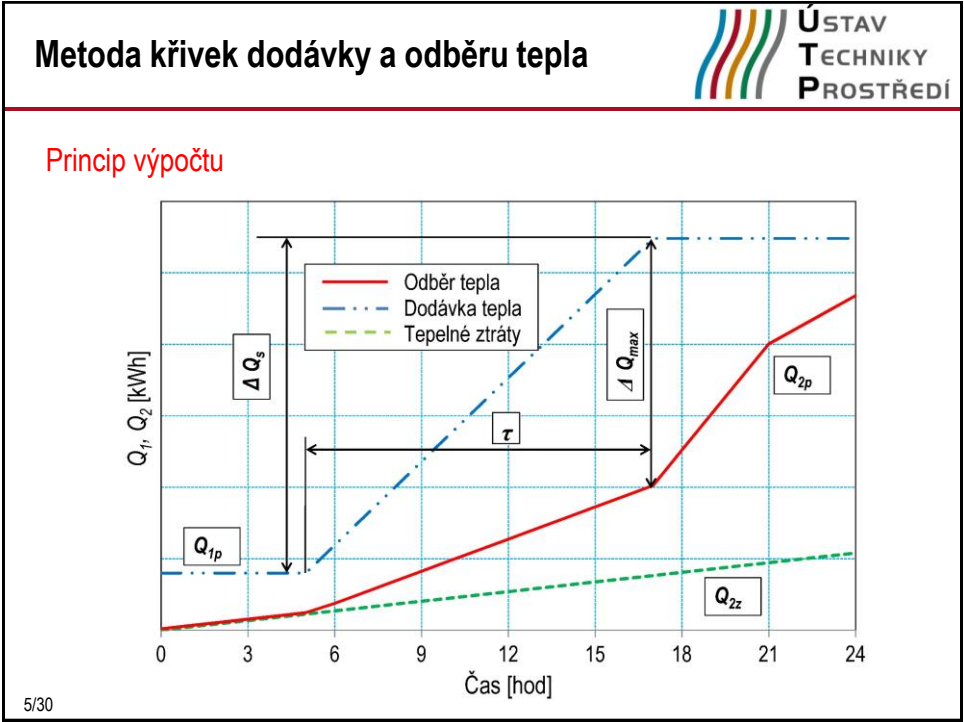
Energetická náročnost přípravy TV

Potřeba tepla dodaného ohřivačem TV

$$Q_{TV, celk} = Q_{TV, teor} + Q_{TV, ztráty} = (1 + z) \cdot Q_{TV, teor} = \frac{(1 + z) \cdot V_i \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{TV} - t_{SV})}{3600 \cdot 1000}$$

- $Q_{TV, celk}$ - teplo dodané ohřivačem TV [kWh/periodu],
- $Q_{TV, teor}$ - teplo pro ohřev vody [kWh/periodu],
- $Q_{TV, ztráty}$ - teplo ztracené při ohřevu a distribuci TV [kWh/periodu],
- z - poměrná ztráta tepla při ohřevu a distribuci TV [-],
- V_i - celková potřeba teplé vody [m³/periodu],
- ρ - hustota vody při střední teplotě zásobníku [kg/m³],
- c - měrná tepelná kapacita [J/kg·K],
- t_{SV} - teplota studené vody (obvykle 10 °C) [°C],
- t_{TV} - teplota teplé vody (obvykle 55 °C) [°C].

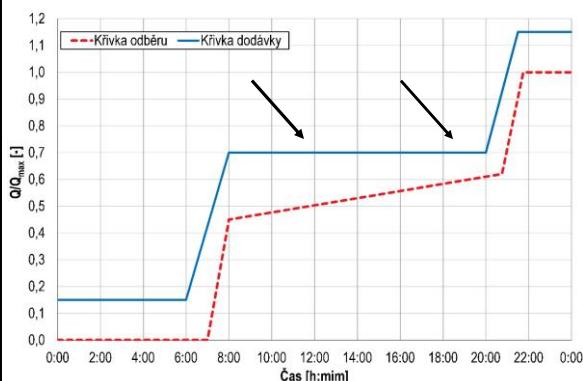
4/30



Metoda křivek dodávky a odběru tepla



Příklad 2 – Optimalizace křivky dodávky tepla s ohledem na provoz zdroje tepla



- 1) Možnost využití zdroje tepla i pro jinou technologii (VYT, VZT, atd.).

Zjednodušení pro výpočet:

Procentuální poměr

1 % = 1 kWh

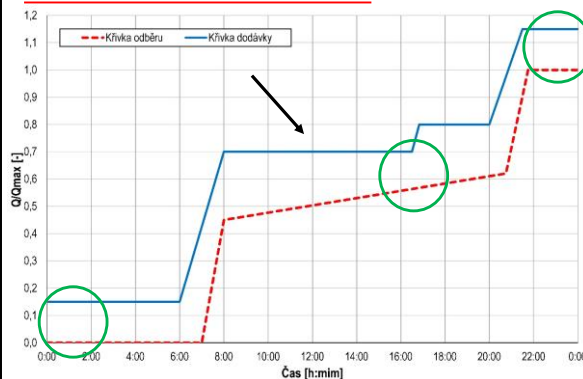
Časový úsek nabíjení	Požadovaný objem zásobníku TV V_{TV} [l]	Jmenovitý tepelný výkon ohřevu TV Q_{ZDROJ} [kW]
6:00 až 8:00	477,7	27,5
20:00 až 21:30	Není rozhodující pro maximální rozdíl	30,0

7/30

Metoda křivek dodávky a odběru tepla



Příklad 3 – Optimalizace křivky dodávky tepla s ohledem na provoz zdroje tepla a možnost nestandardních odběrů TV



- 1) Možnosti využití zdroje tepla i pro jinou technologii (VYT, VZT, atd.).

- 2) **15 % rezerva dodávky tepla nad křivkou odběru.**

Zjednodušení pro výpočet:

Procentuální poměr

1 % = 1 kWh

Časový úsek nabíjení	Požadovaný objem zásobníku TV V_{TV} [l]	Jmenovitý tepelný výkon ohřevu TV Q_{ZDROJ} [kW]
6:00 až 8:00	477,7	27,5
16:30 až 16:50	Není rozhodující pro maximální rozdíl	30,0
20:00 až 21:30	Není rozhodující pro maximální rozdíl	23,3

8/30

1. Potřeba teplé vody – NAVO 4.0

➤ Přizpůsobení křivky odběru dle aktuálního počtu osob (měrné jednotky)

- při zadání RD s více jak 10 osobami, křivka odběru přechází na BD,
- při zadání BD do 10 osob, křivka odběru je shodná jako u RD,
- při zadání BD od 10 do 49 osob, křivka odběru „vyhlazuje“ odběrové špičky,
- při zadání BD s více jak 50 osobami, křivka odběru přejde do „typického tvaru“,



Typ budovy	Měrná jednotka $j [-]$	Denní potřeba TV $V_j [m^3/j\text{-den}]$	Křivka odběru
Rodinný dům s centrálním ohřevem TV	Osoba	0,035	EN pro $n < 10$ ENBD pro $n < 50$ BD pro $n \geq 50$
Rodinný dům s ústředním ohřevem TV	Osoba	0,035	Viz předchozí řádek
Bytový dům s centrálním ohřevem TV	Osoba	0,035 pro $n < 50$ 0,032 pro $n < 150$ 0,03 pro $n < 300$ 0,028 pro $n \geq 300$	Viz předchozí řádek
Bytový dům s ústředním ohřevem TV	Osoba	Viz předchozí řádek	Viz předchozí řádek
Ubytovací zařízení s centrálním ohřevem TV	Lůžko	Viz předchozí řádek	Viz předchozí řádek
Ubytovací zařízení s ústředním ohřevem TV	Lůžko	Viz předchozí řádek	Viz předchozí řádek

9/30

1. Potřeba teplé vody – NAVO 4.0

➤ Restaurace, administrativní budova

- záleží na počtu vydávaných jídel, otevírací době, požadavku úklidu apod.

➤ Průmyslový areál, sportovní zařízení

- základní nastavení je pro tři špičkové odběry mezi 8:00 a 22:30,

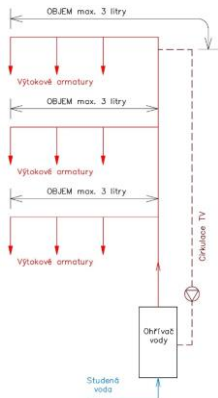


Typ budovy	Měrná jednotka $j [-]$	Denní potřeba TV $V_j [m^3/j\text{-den}]$	Křivka odběru
Restaurace s centrálním ohřevem TV	Jídlo	0,015	REAB
Restaurace s ústředním ohřevem TV	Jídlo	0,015	REAB
Administrativní budova s centrálním ohřevem TV	Osoba	0,005	REAB
Administrativní budova s ústředním ohřevem TV	Osoba	0,005	REAB
Sportovní zařízení s centrálním ohřevem TV	Instalovaná sprcha	0,100	SP
Sportovní zařízení s ústředním ohřevem TV	Instalovaná sprcha	0,100	SP
Průmyslový závod s centrálním ohřevem TV	Sprchová koupel	0,030	SP
Průmyslový závod s ústředním ohřevem TV	Sprchová koupel	0,030	SP

10/30

2. Potřeba tepla na přípravu TV – NAVO 4.0

Typ objektu	Poměrná ztráta z [%]
Rodinný dům s centrálním ohřevem TV	5
Rodinný dům s ústředním ohřevem TV	20
Bytový dům s centrálním ohřevem TV	0* – 20 – 40
Bytový dům s ústředním ohřevem TV	100
Ubytovací zařízení s centrálním ohřevem TV	20
Ubytovací zařízení s ústředním ohřevem TV	100
Restaurace s centrálním ohřevem TV	5
Restaurace s ústředním ohřevem TV	20
Administrativní budova s centrálním ohřevem TV	10
Administrativní budova s ústředním ohřevem TV	60
Sportovní zařízení s centrálním ohřevem TV	10
Sportovní zařízení s ústředním ohřevem TV	10
Průmyslový závod s centrálním ohřevem TV	20
Průmyslový závod s ústředním ohřevem TV	60



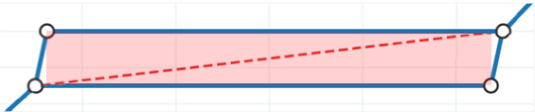
Bez cirkulace, S cirkulací, Dle skutečnosti

* f(průtokový ohřev)

11/30

3. Práce v aplikaci NAVO 4.0

1. Je možné aktivně upravovat křivky odběru a dodávky dle požadavků uživatele.



Případ chybně navržené křivky
dodávky ve vazbě na odběr TV.



12/30

3. Práce v aplikaci NAVO 4.0



2. V návrhu může existovat více variant křivek odběru nebo dodávek tepla.

ALE POUZE JEDNA MŮŽE BÝT AKTIVNÍ PRO DALŠÍ KROKY NÁVRHU !!!



3. Časový krok pro dodávku tepla je omezen na 15 minutové intervaly.

VTEŘINOVÉ ZMĚNY V PROVOZU ZDROJE TEPLA NEJSOU ZAHRNUTY !!!

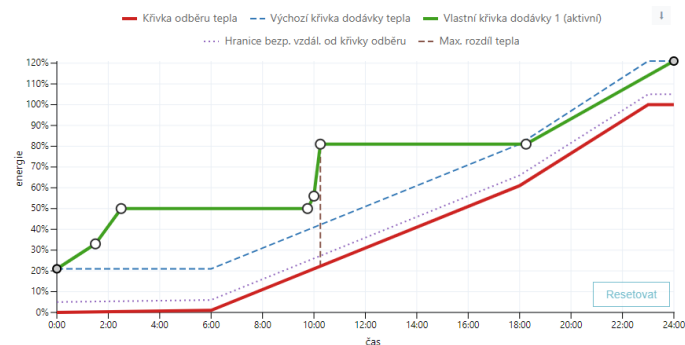
13/30

3. Práce v aplikaci NAVO 4.0



Hodnotu odsazení ve směru osy y je možné změnit pod grafem ve vstupním poli „Odsazení křivky dodávky od křivky odběru“. Minimální hodnota odsazení křivky je 5 % a maximální hodnota je 25 %.

Návrh křivky dodávky tepla



20 %

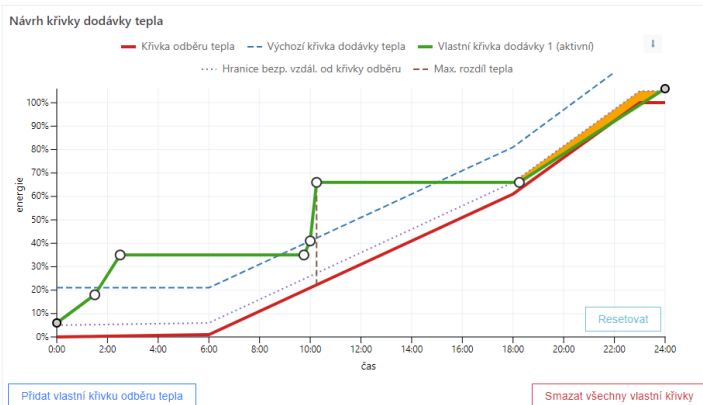
Přidat vlastní křivku odběru tepla

Smazat všechny vlastní křivky

14/30

3. Práce v aplikaci NAVO 4.0

Hodnotu odsazení ve směru osy y je možné změnit pod grafem ve vstupním poli „Odsazení křivky dodávky od křivky odběru“. Minimální hodnota odsazení křivky je 5 % a maximální hodnota je 25 %.



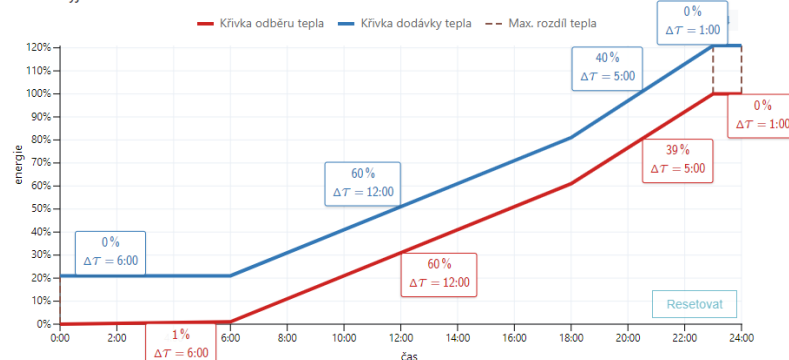
15/30

4. Práce v aplikaci NAVO 4.0

Shrnutí výsledků – CTRL+P

1. Textové shrnutí zadání a výsledku výpočtu
2. Grafické vyjádření uživatelem nastavených křivek

Grafické vyjádření



16/30

5. Práce v aplikaci NAVO 4.0



Výběr produktu – podmínky výběru:

1. Objem akumulace TV [l]
2. Objemový průtok TV bez akumulace (tj. z 10 °C na 45 °C) [l/h]
3. Výkon pro přípravu TV [kW]



Pokud technické **parametry** vybraného produktu **vyhovují**, je v tabulce v posledním řádku vše zvýrazněno **zeleně**, **když ne** tak **červeně**.

The screenshot shows the NAVO 4.0 application interface. At the top, there are tabs for 'Zadáni projektu', 'Klíčová data', 'Výstup', and 'Produkt'. Below these, the 'Produkt' tab is active, displaying the product 'Q7-50-NOOS/E'. The interface includes input fields for 'Výkon ohřevu' (5.0 kW), 'Objem akumulace' (100 l), and 'Prostředkový maximální objemový průtok TV bez akumulace' (155 l/h). A 'Kontrola podmínek' section shows calculated values for 'O [l]', 'V [l/h]', and 'P [kW]' for both 'Vypočtené hodnoty' and 'Hodnoty produktu'. Below this, there are buttons for 'Přijetí na základě technických parametrů', 'Vytisknout data z náčrtu', and 'Ověřit technický list (PDF)'. At the bottom, a table lists 'Další produkty společnosti Quantum a.s.' with columns for 'Akumulace', 'Jmenovitý', 'Typ ohřevu', 'O [l]', 'P [kW]', and 'V [l/h]'. The table contains several rows of product data, with some cells highlighted in green or red to indicate compliance with the selection criteria.

17/30

5. Práce v aplikaci NAVO 4.0



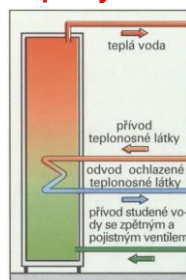
Co když mám vypočtený objem akumulace TV > 500 litrů a více?

Výběr produktu – podmínky výběru tzv. velkých zásobníků:

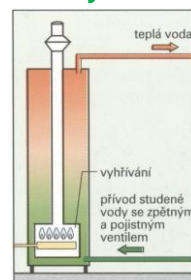
1. Objem akumulace TV [l] – NENÍ URČUJÍCÍ !!!
2. Objemový průtok TV bez akumulace (tj. z 10 °C na 45 °C) [l/h]
3. Výkon pro přípravu TV [kW]



Nepřímý ohřev



Přímý ohřev



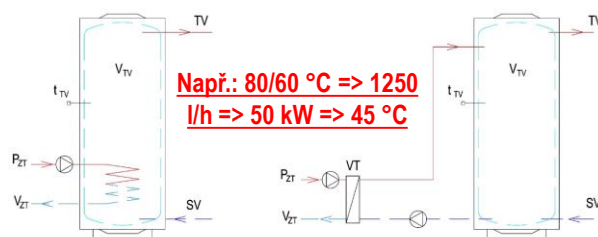
18/30

5. Práce v aplikaci NAVO 4.0

Co když mám vypočtený objem akumulace TV > 500 litrů a více?

Výběr produktu – podmínky výběru tzv. velkých zásobníků:

1. Objem akumulace TV [l] – NENÍ URČUJÍCÍ !!!
2. Objemový průtok TV bez akumulace (tj. z 10 °C na 45 °C) [l/h]
3. Výkon pro přípravu TV [kW]



SV - vstup studené vody, TV - výstup teplé vody, P_{ZT} - přívodní potrubí od zdroje tepla,
V_{ZT} - vratné potrubí ke zdroji tepla, V_{TV} - zásobník teplé vody, VT - externí výměník
tepla, t_{TV} - teplota zásobníku TV

19/30

5. Práce v aplikaci NAVO 4.0

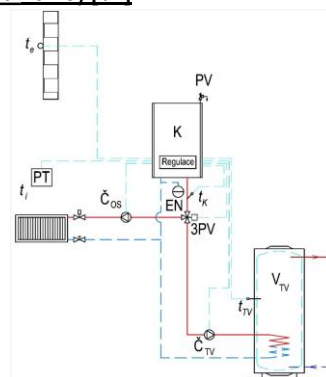
Co když mám vypočtený objem akumulace TV > 500 litrů a více?

Výběr produktu – podmínky výběru tzv. velkých zásobníků:

1. Objem akumulace TV [l] – NENÍ URČUJÍCÍ !!!
2. Objemový průtok TV bez akumulace (tj. z 10 °C na 45 °C) [l/h]
3. Výkon pro přípravu TV [kW]



$$Q_k = \frac{V_z \cdot y \cdot \rho \cdot c \cdot X_p}{T_a} \Rightarrow T_a = \frac{V_z \cdot y \cdot \rho \cdot c \cdot X_p}{Q_k}$$



20/30

4. Práce v aplikaci NAVO 4.0

POJĎME TO OTESTOVAT.

NAVRHĚNTE PROSÍM PŘÍKLADY.



21/30

5. Norma DIN 4708

- 1) Výběr zásobníku a ohřívače TV je určen podle koeficientu potřeby, který porovnává projektovanou budovu s tzv. jednotkovým bytem.
- 2) Nutná znalost koeficientu potřeby u jednotlivých produktů.

Typ místnosti	Povolená odběrná místa
Vedlejší koupelna	koupací vana, sprchová kabina, umyvadlo, bidet
Toaleta	umyvadlo, bidet
Kuchyně	kuchyňský dřez, umyvadlo

$$N = \frac{\sum (n \cdot p \cdot \sum Q_i)}{20,37}$$

22/30

5. Norma DIN 4708



- 1) Výběr zásobníku a ohřívače TV je určen podle koeficientu potřeby, který porovnává projektovanou budovu s tzv. jednotkovým bytem.
- 2) Nutná znalost koeficientu potřeby u jednotlivých produktů.

„Normální vybavenost“

Prostor	Stávající vybavení	Q_i [kWh]
Koupelna	Koupací vana (1600 mm x 700 mm) cca 140 l nebo sprchová kabina se směšovací baterií a normální sprchou	Jako koupací vana (1600 mm x 700 mm) cca 140 l
	1 umyvadlo	Nezohledňuje se
Kuchyň	1 kuchyňský dřez	Nezohledňuje se

23/30

5. Norma DIN 4708



- 1) Výběr zásobníku a ohřívače TV je určen podle koeficientu potřeby, který porovnává projektovanou budovu s tzv. jednotkovým bytem.
- 2) Nutná znalost koeficientu potřeby u jednotlivých produktů.

„Komfortní vybavenost“

Prostor	Stávající vybavení	Q_i [kWh]
Koupelna	Koupací vana	Podle odběrného místa
	Sprchová kabina	Podle odběrného místa
	Umyvadlo	Nezohledňuje se
	Bidet	Nezohledňuje se
Kuchyň	Kuchyňský dřez	Nezohledňuje se
„Pokoje pro hosty“	Koupací vana	50 % podle odběrného místa
	Sprchová kabina	100 % podle odběrného místa
	Umyvadlo	100 % podle odběrného místa
	Bidet	100 % podle odběrného místa

24/30

5. Norma DIN 4708



1) Výběr zásobníku a ohřívače TV je určen podle koeficientu potřeby, který porovnává projektovanou budovu s tzv. jednotkovým bytem.

2) Nutná znalost koeficientu potřeby u jednotlivých produktů.

Odběrné místo	V [l]	Q _i [kWh]
Koupací vana (1400 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

25/30

5. Norma DIN 4708



Video ukázka z navržené aplikace: návrh bytu dle DIN 4708

Byt A

Smazat byt

Označení bytu

Byt A

Množství

1

Koeficient obsazenosti

3,5

Použít výchozí hodnotu? ☒

Místnosti s odběrnými místy TV

Hlavní koupelna

Hlavní koupelna s koupací vanou v bytové jednotce

Množství 1

Upravit místnost

Kuchyně

Místnost s kuchyňským dřezem

Množství 1

26/30

Novinky v oblasti přípravy TV a VYT



- 1) Norma ČSN EN 12 831-3 nahradila ČSN EN 15316-1 s účinností od 1.1.2019.

ČSN EN 15316-3 – Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení potřeb energie a účinnosti soustavy ...

ČSN EN 12 831-3 – Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu ...

27/30

Novinky v oblasti přípravy TV a VYT



- 2) Norma ČSN EN ISO 52016-1 nahradila ČSN EN ISO 13790 s účinností od 1.4.2018.

ČSN EN ISO 52016-1 – Energetická náročnost budov – Energie potřebná pro vytápění a chlazení vnitřních prostor a citelné a latentní tepelné zatížení – Část 1: Postupy výpočtu (ENG !!!)

ČSN EN ISO 13790 – Energetická náročnost budov – Výpočet potřeby energie na vytápění a chlazení

28/30

ZÁVĚR



Cílem aplikace je poskytnout pomoc při výpočtech, nikoli nahradit projektanta !!!

29/30



**FAKULTA
STROJNÍ
ČVUT V PRAZE**



**ÚSTAV
TECHNIKY
PROSTŘEDÍ**



SPOLEČNOST PRO TECHNIKU PROSTŘEDÍ
ODBOŘNÁ SEKCE VYTÁPENÍ

ROMAN VAVŘICKÁ
A KOLEKTIV

PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY



SEŠIT PROJEKTANTA - PRACOVNÍ PODKLADY
STP - 2017

DĚKUJI ZA POZORNOST

<http://utp.fs.cvut.cz>
Roman.Vavricka@fs.cvut.cz








30/30