

Srovnání profesionální a *domácí* údržby prádla z hlediska spotřeb energií a vody a s tím souvisejících nákladů a emisí CO₂

Závěrečná zpráva

Objednatel: Asociace prádelen a čistíren
Purkyňova 648/125
612 00 Brno
IČ: 64326951
kontaktní osoba:
Monika Býmová, info@apac.cz

Zhotovitel: Vysoké učení technické v Brně
Fakulta strojního inženýrství
*NETME Centre – Centrum nových technologií pro strojírenství
& Ústav procesního inženýrství
Laboratoř energeticky náročných procesů*
Technická 2896/2
616 69 Brno
IČ: 00216305
kontaktní osoba:
doc. Ing. Vítězslav Máša, Ph.D., masa@fme.vutbr.cz

Zpracoval: Ing. Michal Touš, Ph.D.,
doc. Ing. Vítězslav Máša, Ph.D.

Vydáno: 05. 09. 2023 v Brně

Úvod

Studie má za cíl srovnat praní, sušení a žehlení v domácích podmínkách a v profesionální prádelně, a to z hlediska:

- Spotřeby energií
- Spotřeby vody
- Finančních nákladů
- Emisí CO₂

Následující text je řazen takto: kapitola metodika obsahuje detailní popis postupu při stanovování výše uvedených parametrů, kapitola výsledky obsahuje číselné výstupy a kapitola závěr shrnuje podstatné výsledky.

Metodika

Srovnání bylo provedeno za těchto okrajových podmínek:

- Hotelové prádlo
- V domácích podmínkách pouze spotřeba elektrické energie a vody
- V profesionální prádelně spotřeba zemního plynu (předpokládá se parní systém), elektrické energie a vody
- Do srovnání se nezahrnují osobní náklady, investiční náklady na technologie, časová náročnost procesu, náklady na prací chemii, logistika, opotřebení prádla ani složení produkovaných odpadních vod.

Do praní v domácích podmínkách se řadí také provozy jako například hotely. Tyto provozy mohou mít některé postupy a techniku blíže profesionální prádelně. Toto je zohledněno při vyhodnocování jednotlivých kroků údržby prádla. V následujícím textu je použito tohoto označení: PROFI (profesionální prádelny), HOME A (domácnosti), HOME B (hotely).

Předmětné parametry byly stanoveny pro sadu hotelového prádla. Složení jedné sady je uvedeno v tabulce. Předpokládá se praní 50 sad týdně.

zdroj: Bobák (2014)

<i>Položka</i>	<i>Hmotnost (kg)</i>	<i>Typ</i>
Polštář	0,18	Rovné
Přikrývka	0,81	Rovné
Prostěradlo	0,49	Rovné
Ručník	0,20	Froté
Osuška	0,49	Froté
Předložka	0,26	Froté
Celkem	2,44	-

Domácí podmínky

Na základě dat od výrobců, odborné literatury či experimentálních dat byly stanoveny spotřeby energie jednotlivých kroků údržby prádla a v případě praní také spotřeba vody.

Předpokládá se, že HOME A i HOME B používají stejné pračky. Spotřeba energie a vody pro domácí praní byla stanovena na základě rešerše běžných domácích praček na trhu a to následovně. Pračky energetické třídy A mají nejvyšší zastoupení na trhu (cca 40 % nabízených praček v e-shopech), proto se při vyhodnocení uvažuje tato energetická třída (do budoucna se jejich podíl bude pravděpodobně zvyšovat). U praček se sledovaly tyto parametry: spotřeba elektrické energie a spotřeba vody na prací cyklus. Dle nařízení evropské komise (Evropská komise 2019) tyto hodnoty představují „vážený průměr spotřeby energie pracího cyklu pračky pro domácnost nebo pračky se sušičkou pro domácnost v programu eco 40-60 při jmenovité prací kapacitě, polovině jmenovité prací kapacity a čtvrtině jmenovité prací kapacity, vyjádřený v kilowatthodinách na cyklus“, resp. „vážený průměr spotřeby vody pracího cyklu pračky pro domácnost nebo pračky se sušičkou pro domácnost v programu eco 40-60 při jmenovité prací kapacitě, polovině jmenovité prací kapacity a čtvrtině jmenovité prací kapacity, vyjádřený v litrech na cyklus“.

Je však nemožné přesně zjistit, kolik, kterých programů bylo do vážených průměrů zahrnuto a zpětně tak dopočítat skutečnou hodnotu pro program 60 °C ať už při plném či při polovičním plnění. Přitom právě hodnota pro poloviční plnění by byla vhodná, protože ze studie (Pakula a Stamminger 2015) bylo zjištěno, že běžně jsou pračky plněny na asi 55 % jmenovité kapacity. Tento údaj by tedy odpovídal variantě HOME A. U varianty HOME B se předpokládá důraz na využití plné kapacity pračky. U 7 praček třídy A se podařilo některé požadované hodnoty dohledat, konkrétně spotřebu el. energie pro program 60 °C pro plnou a poloviční dávku. Zjištěné hodnoty jsou víceméně ve shodě se studií (Stamminger a Schmitz, 2016). V případě vody data pro různé programy a dávky uvedena nejsou. Studie (Stamminger a Schmitz 2016) uvádí, že průměrná spotřeba pro program 60 °C je 7,5 l/kg při plné dávce a při poloviční roste v průměru na 11,9 l/kg. Je možné, že většina současných praček umí lépe hospodařit s vodou a pro poloviční naplnění redukuje spotřebu tak, že odpovídá spotřebě pro plnou vsázku. Spotřeba vody tedy může být v případě HOME A nadhodnocena. Nicméně při celkovém porovnání není spotřeba vody významný parametr ve srovnání se spotřebou energie. Výsledné měrné hodnoty jsou uvedeny v tabulce:

Měrné hodnoty pro praní (program 60 °C, dávka odpovídající polovině jmenovité kapacity):

<i>Parametr</i>	<i>Hodnota</i>
Měrná spotřeba el. energie – HOME A (kWh/kg)	0,20
Měrná spotřeba el. energie – HOME B (kWh/kg)	0,12
Měrná spotřeba vody – HOME A (l/kg)	11,9
Měrná spotřeba vody – HOME B (l/kg)	7,5

Pro stanovení hodnot pro sušení bylo vybráno 10 sušiček z energetické třídy A+++ a A++, které jsou nejprodávanější (dle vyhledávače e-shopu s elektronikou). V návaznosti na předchozí část bylo žádoucí nalézt parametry spotřeby elektrické energie pro plné (HOME B) a poloviční dávkování (HOME A). Výrobci udávají spotřebu energie pro obě varianty. Předpokladem je, že v případě HOME A jsou jak froté, tak rovné prádlo sušeny v sušičce, avšak v případě HOME B je zcela sušeno pouze froté prádlo a rovné prádlo je předsušeno na cca 30 % zbytkové vlhkosti a dále dosušeno na válcovém žehliči (viz následující část). Výsledné měrné hodnoty jsou uvedeny v tabulce:

Měrné hodnoty pro sušení:

<i>Parametr</i>	<i>Hodnota</i>
Měrná spotřeba el. energie – HOME A (kWh/kg)	0,21
Měrná spotřeba el. energie – HOME B rovné (kWh/kg)	0,08
Měrná spotřeba el. energie – HOME B froté (kWh/kg)	0,19

Rozdíl mezi HOME A a HOME B je také v případě žehlení. Předpokládá se, že u HOME A se využívá klasických žehliček, naproti tomu u HOME B válcových žehliček (podpořeno konzultací s prodejcem prádelenské techniky). Stanovení spotřeby HOME A bylo provedeno na základě experimentu (vyžehlení sady rovného prádla s měřením spotřeby elektrické energie žehličky). V případě HOME B bylo využito údajů značky PRIMUS. Výsledné měrné hodnoty jsou uvedeny v tabulce (pozn.: nízká spotřeba v případě HOME A je dána žehlením již suchého prádla).

Měrné hodnoty pro žehlení:

<i>Parametr</i>	<i>Hodnota</i>
Spotřeba el. energie – HOME A (kWh/kg)	0,04
Spotřeba el. energie – HOME B (kWh/kg)	0,28

Pro hodnocení nákladů bylo nutné stanovit cenové úrovně energie a vody. V případě vody se vychází z dat ČSU, kdy je cena v loňském roce povýšena o inflaci vodného a stočného v aktuálním roce (Český statistický úřad 2022 a 2023) a cena je stanovena na 114 Kč/m³. V případě elektrické energie se počítá pro HOME A cena dle srovnání cen pro rok 2023 na webu tzbinfo (tzbinfo 2023), sazba D02d, což odpovídá 8 Kč/kWh. Pro HOME B se předpokládá nižší cena z důvodu vyššího odběru, což by mohlo odpovídat nízkému tarifu v sazbě D25d s cenou 6 Kč/kWh. Dále byla na základě zdroje (Singh et al. 2012) stanovena spotřeba elektrické energie pro zpracování 1 m³ komunální čistírnou na 0,8 kWh/m³ (vzhledem k malému objemu odpadní vody je tento faktor zanedbatelný).

Pro hodnocení produkce CO₂ je nutné zohlednit v případě elektrické energie energetický mix ČR pro výrobu el. energie., což vede na emisní faktor 0,408 kg CO₂/kWh (Ministerstvo průmyslu a obchodu 2023). Pro plyn platí emisní faktor 0,18 kg CO₂/kWh (vlastní výpočet).

Profesionální prádelna

V případě profesionální prádelny byly měrné hodnoty stanoveny na základě odborných příspěvků (Bobák 2014 a Máša et al. 2013) a na základě dat z reálného provozu. Měrné hodnoty jsou uvedeny v tabulce:

<i>Parametr</i>	<i>Hodnota</i>
Praní – měrná spotřeba ZP (kWh/kg)	0,24
Praní – měrná spotřeba el. energie (kWh/kg)	0,04
Praní – měrná spotřeba vody (l/kg)	4,5
Sušení – měrná spotřeba ZP (kWh/kg)	0,43
Sušení – měrná spotřeba el. energie (kWh/kg)	0,06
Žehlení – měrná spotřeba ZP (kWh/kg)	0,33
Žehlení – měrná spotřeba el. energie (kWh/kg)	0,06

Co se týče cenových úrovní, tak cena plynu byla na základě informace z reálného prádelenského provozu stanovena na 2,2 Kč/kWh, cena elektrické energie na 4 Kč/kWh. Cena vodného a stočného je stejná jako v případě domácího praní, tedy 114 Kč/m³.

Vyhodnocení

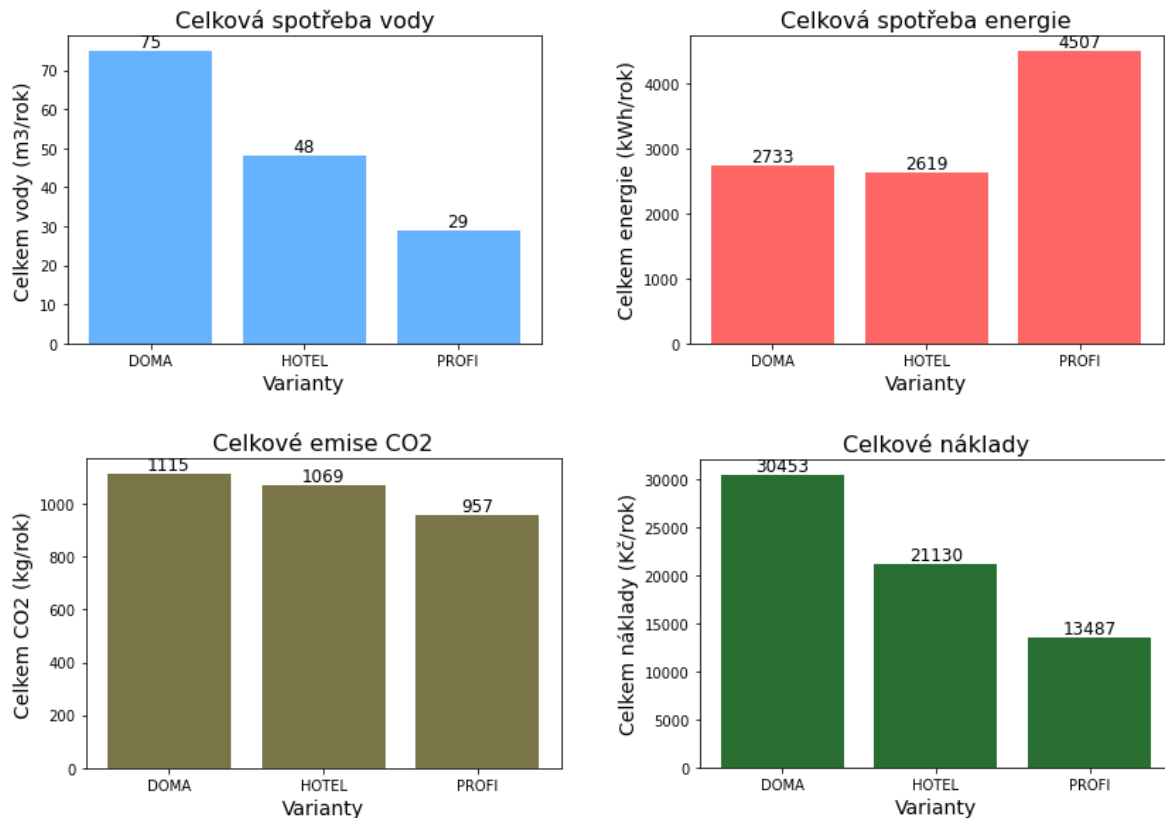
Na základě hodnot uvedených v předchozí kapitole byl proveden výpočet ročních spotřeb energií, spotřeb vody, nákladů a produkce CO₂ pro definovanou sadu prádla. Výsledky jsou uvedeny v tabulce a pro lepší přehled také v grafu:

Kompletní výsledky vyhodnocení:

<i>kritérium</i>	<i>HOME A</i>	<i>HOME B</i>	<i>PROFI</i>
Praní – spotřeba ZP (kWh/rok)	-	-	1517
Praní – spotřeba el. e. (kWh/rok)	1267	760	272
Praní – spotřeba energie (kWh/rok)	1267	760	1790
Praní – spotřeba vody (m ³ /rok)	75	48	29

Praní – emise CO ₂ (kg/rok)	517	310	384
Praní – náklady (Kč/rok)	18728	9976	7691
Sušení – spotřeba ZP (kWh/rok)	-	-	1065
Sušení – spotřeba el. e. (kWh/rok)	1330	779	136
Sušení – spotřeba energie (kWh/rok)	1330	779	1201
Sušení – emise CO ₂ (kg/rok)	543	318	247
Sušení – náklady (Kč/rok)	10641	4676	2895
Žehlení – spotřeba ZP (kWh/rok)	-	-	1285
Žehlení – spotřeba el. e. (kWh/rok)	136	1080	231
Žehlení – spotřeba energie (kWh/rok)	136	1080	1516
Žehlení – emise CO ₂ (kg/rok)	55	440	326
Žehlení – náklady (Kč/rok)	1084	6477	2901
Celkem vody (m³/rok)	75	48	29
Celkem energie (kWh/rok)	2733	2619	4507
Celkem CO₂ (kg/rok)	1115	1069	957
Celkem náklady (Kč/rok)	30453	21130	13487
Celkem vody (L/kg)	11,88	7,49	4,49
Celkem energie (kWh/kg)	0,43	0,41	0,71
Celkem CO₂ (kg/kg)	0,18	0,17	0,15
Celkem náklady (Kč/kg)	4,8	3,3	2,1
Celkem vody (L/sada)	28,99	18,27	10,96
Celkem energie (kWh/sada)	1,05	1,01	1,73
Celkem CO₂ (kg/sada)	0,43	0,41	0,37
Celkem náklady (Kč/sada)	11,71	8,13	5,19

Grafické znázornění ročních hodnot:



Závěr

Z výsledků vyplývá, že ačkoliv jsou **profesionální prádelny téměř dvakrát energeticky náročnější než domácí praní**, tak v ukazatelích finančních nákladů a emisí CO₂ jsou na tom lépe. V případě nákladů je to dáno výrazně nižšími cenami za energie, což vede **u profesionálních prádelen ke zhruba dvoutřetinovým až polovičním nákladům za údržbu prádla oproti domácím podmínkám**. V případě CO₂ tak významný rozdíl není, nicméně díky nižšímu emisnímu faktoru u zemního plynu, který je dominantním energetickým zdrojem **profesionálních prádelen, je produkce CO₂ o necelých 15 % nižší**. V případě **spotřeb vody má profesionální prádelna o 40 až 60 % nižší spotřebu ve srovnání s domácími podmínkami**. Je třeba poznamenat, že se jedná o čistě procesní srovnání údržby prádla. Například vysoká měrná spotřeba energie v profesionální prádelně je kompenzována výrazně nižšími časovými nároky na údržbu prádla než v případě domácí údržby. Zohlednění tohoto a dalších faktorů by pomohlo komplexnějšímu hodnocení.

Zdroje

BOBÁK, P. Snižování energetické náročnosti procesu profesní údržby prádla. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2014. 95 s. Vedoucí dizertační práce prof. Ing. Petr Stehlík, CSc., dr. h. c.

Evropská komise, NAŘÍZENÍ KOMISE V PŘENESENÉ PRAVOMOCI (EU) 2019/2014 ze dne 11. března 2019, kterým se doplňuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2017/1369, pokud jde o uvádění spotřeby energie na energetických štítcích praček pro domácnost a praček se sušičkou pro domácnost, a zrušuje nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) č. 1061/2010 a směrnice Komise 96/60/ES

PAKULA, Christiane a Rainer STAMMINGER. Energy and water savings potential in automatic laundry washing processes. *Energy Efficiency* [online]. 2015, **8**(2), 205-222 [cit. 2023-09-05]. ISSN 1570-646X. Dostupné z: doi:10.1007/s12053-014-9288-0

STAMMINGER, Rainer a Angelika SCHMITZ. Washing Machines in Europe – Detailed Assessment of Consumption and Performance. *Tenside Surfactants Detergents* [online]. 2016, 2016-01-20, 53(1), 70-86 [cit. 2023-09-05]. ISSN 2195-8564. Dostupné z: doi:10.3139/113.110412

Cena elektřiny 2023 - srovnání E.ON, PRE, ČEZ. tzbinfo [online]. Česká republika: 2023 [cit. 2023-08-23]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energii/14-ceny-elektřiny#D57d>

SINGH, Pratima, Cynthia CARLIELL-MARQUET a Arun KANSAL. Energy pattern analysis of a wastewater treatment plant. *Applied Water Science* [online]. 2012, **2**(3), 221-226 [cit. 2023-09-05]. ISSN 2190-5487. Dostupné z: doi:10.1007/s13201-012-0040-7

Ztráty vody se dlouhodobě daří snižovat. *Český statistický úřad* [online]. Česká republika: 2022 [cit. 2023-08-23]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/ztraty-vody-se-dlouhodobě-dari-snižovat>

Indexy spotřebitelských cen - inflace - červen 2023. *Český statistický úřad* [online]. Česká republika: 2023 [cit. 2023-08-23]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/cri/indexy-spotřebitelských-cen-inflace-cerven-2023>

MÁŠA, V.; BOBÁK, P.; STEHLÍK, P.; KUBA, P. Analysis of energy efficient and environmentally friendly technologies in professional laundry service. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 2013, roč. 15, č. 3, s. 445-457. ISSN: 1618- 954X

Emisní faktor CO₂ z výroby elektřiny za léta 2010–2022. *Ministerstvo průmyslu a obchodu* [online]. Česká republika: 2023 [cit. 2023-08-23]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/statistika/elektrina-a-teplo/emisni-faktor-co2-z-vyroby-elektřiny-za-leta-2010-2022--273197/>