PROJEKT REKUK

Školení pro kuchaře a šéfkuchaře velkých kuchyní v oblasti udržitelného stravování a správy kuchyní

Příručka o energiích

Odmítnutí odpovědnosti:

Podpora Evropské komise při tvorbě této publikace nepředstavuje souhlas s obsahem, který odráží pouze názory autorů, a Komise nemůže být považována za odpovědnou za jakékoliv využití informací obsažených v této publikaci.

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Autorská práva a vlastnictví:

Vedoucí projektu:

Ressourcen Management Agentur (RMA)

Argentinierstr. 48/2nd floor, 1040 Vienna, Austria, www.rma.at

Hans Daxbeck, Nathalia Kisliakova, Alexandra Weintraud, Irene Popp, Nadine Müller, Stefan Neumayer, Mara Gotschim

Projektoví partneři (v abecedním pořadí):

Associazione Italiana per l'Agricoltura Biologica (AIAB Liguria)

Via Caffaro1/16 - 16124 Genova, Italy, www.aiabliguria.it/

Alessandro Triantafyllidis, Giorgio Scavino, Francesca Coppola

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Branišovská 1645/31A, České Budějovice 2, 370 05 České Budějovice, Czech Republic, www.jcu.cz

Prof. Ing. Jan Moudrý CSc., Doc Ing. Jan Moudrý PhD.

Thüringer Ökoherz (TÖH)

Schlachthofstraße 8-10, 99423 Weimar, Germany, www.oekoherz.de

Sara Flügel, Franziska Galander

Obsah

1 Sběr energetických dat 5
1.1 Sběr dat na analýzu spotřeby energie 5
1.1.1 Délka měření 6
1.1.2 Místo měření 7
1.1.3 Výběr velkokuchyňských spotřebičů 8
1.1.4 Měřené parametry 9
1.1.5 Použité měřící přístroje 10
1.1.6 Kdo provádí měření 11
1.2 Výpočty k analýze spotřeby energie 13
1.2.1 Celková spotřeba energie 13
1.2.2 Spotřeba energie na jedno jídlo 13
1.2.3 Hodnota spotřeby energie 16
1.2.4 Příklad: porovnání celkového napájení velkokuchyňských spotřebičů se sklopnou pánví a myčkou 17
1.2.5 Přesnost výpočtů spotřeby energie a faktorů 18
2 Možná optimalizační opatření 23
2.1.1 Vyhýbání se energetickým špičkám 23
2.1.2 Organizační opatření 23
2.1.3 Šetření nákladů na elektřinu bez investic (příklady) 23
2.1.4 Analýza profilu skutečného zatížení 23
2.1.5 Uzavírání smluv o energiích 24
2.1.6 Řízení napájení 24
2.1.7 Rekuperace tepla 24
2.1.8 Kogenerace tepla a elektřiny 25
2.2 Zvláštní případ pásové myčky 25
2.3 Porovnání velkokuchyní z hlediska jejich energetické účinnosti podle referenčních hodnot 28
2.4 Spotřeba energie na jedno jídlo 30
2.5 Příklad kancelářské velkokuchyně 35
3 Příklady dobré praxe 38
3.1.1 Kuchyně HLUW Yspertal 38
3.1.2 Velkokuchyně františkánského kláštera v Münsteru Großküche des St.-Franziskus Stiftes in Münster: 38
3.2 Srovnání různých typů velkokuchyní 40
Přílohy 41

Příloha č. 1: Příklady možných parametrů v dotaznících a vysvětlivky 41
Příloha č. 2: Typické velkokuchyňské spotřebiče 44
Příloha č. 3: Praktické příklady energetické účinnosti v 6 velkokuchyních 46
4 Literatura 47

1 Sběr energetických dat

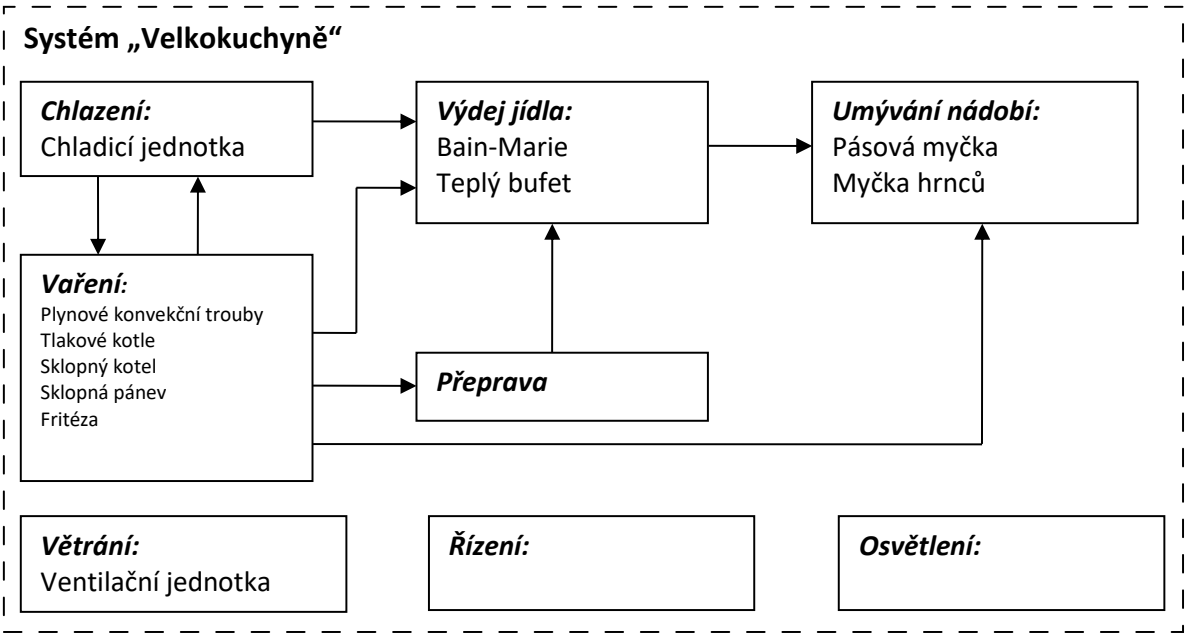
1.1 Sběr dat na analýzu spotřeby energie

Sběr energetických dat se nejlépe provádí ve dvou fázích: první část zahrnuje obecnou analýzu spotřeby energie a údaje o velkokapacitní kuchyni; druhá část souvisí se sběrem dat specifických pro jednotlivé energie. Cílem analýzy spotřeby energií je určit celkovou spotřebu energie, a rovněž strukturu spotřeby energie a energetickou účinnost. Za tímto účelem se ke sběru dat dobře hodí dotazníky. Jeden na údaje o spotřebě (celkové a z jednotlivých oblastí kuchyně) a rovněž údaje dodavatele a náklady používaného nosiče energie. Zde dochází i ke sběru obecných údajů o kuchyni, tedy provozní režim, počet výrobních dní za rok, průměr připravených jídel týdně. Druhý dotazník by měl být specifičtější a měl by umožnit získat data o spotřebě energie za každý spotřebič velkokapacitní kuchyně, který se používá při přípravě jídla. U každého kuchyňského spotřebiče by měl být uvedený jeho název, používaný nosič energie a naměřená spotřeba energie. Pokud se spotřeba neměří v kuchyni, měla by být získána následující data: výrobce, typ, číslo, jmenovitý výkon, doba provozu a účinnost.

Ve většině případů nebudou velkokapacitní kuchyně schopné dodat podrobné energetické údaje, tudíž dalším krokem ve sběru dat bude získání dat na místě. Sběr dat na místě může znamenat např. zajištění součinnosti kuchyně při získávání údajů o velkokuchyňských spotřebičích nebo měření vybraných velkokuchyňských spotřebičů. Pokud má kuchyň vlastní techniky, je vhodné je využít. Měření jednotlivých spotřebičů velkokapacitní kuchyně je možné pouze, pokud mají vlastní pojistku. Pokud je několik zařízení nebo spotřebičů zapojených do společné pojistky, je možné změřit pouze spotřebu elektřiny této skupiny zařízení, ale nikoli spotřebu jednotlivých přístrojů. V tomto případě by měly být kromě změřených dat zaznamenány také údaje o uživateli a jednotlivých zařízeních (čili označení zařízení, výrobce, typ, číslo, jmenovitý výkon, doba provozu). Pomocí těchto dat je pak možné odhadnout spotřebu elektřiny.

POPIS METODY MĚŘENÍ:

- Výběr velkokuchyňských spotřebičů, které budou analyzovány
- Přizpůsobení měření přípravě jídel
- Vymezení schématu pojistek
- Zaznamenání údajů o zařízeních (čili název, výrobce, typ, jmenovitý výkon, doba provozu)
- Vlastní měření
- Zaznamenání toho, jaké jídlo je připravováno pomocí jakých spotřebičů a odpovídající doby přípravy

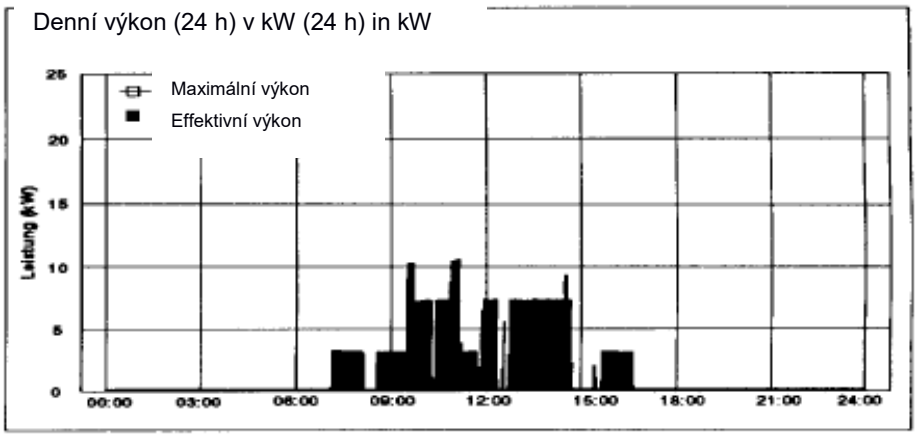


Obrázek 11-1: Zjednodušené schematické znázornění systému a procesů velkokuchyně se spotřebiči, které mohou spotřebovávat nejvíce energie

1.1.1 Délka měření

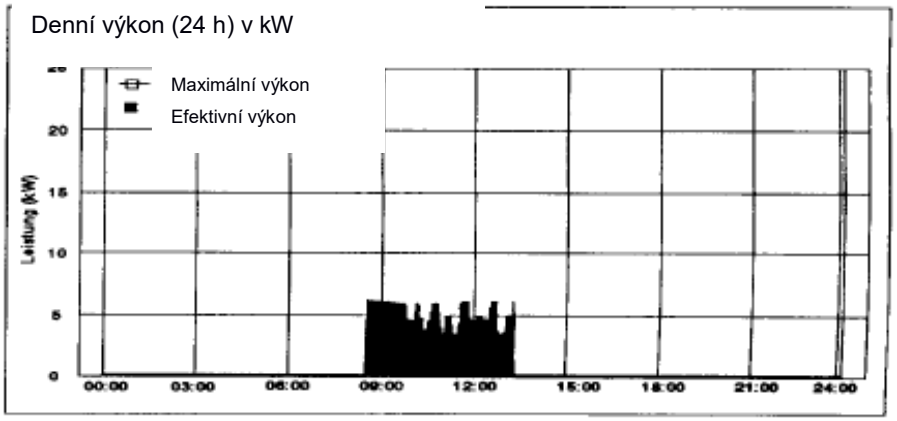
Délka měření by měla být stanovena individuálně pro jednotlivá velká zařízení. Závisí na výkonové křivce daného zařízení. Pokud je možné získat reprezentativní vzorek během hodiny měření, samozřejmě není nutné měřit delší dobu. U mnoha přístrojů však měření v délce jedné hodiny bude příliš krátké. Obecně se doporučuje zaznamenávat provoz všech zařízení během 24 hodin. Je třeba poznamenat, že výkonnostní křivky některých zařízení nejsou známé a je tedy nutné je stanovit pomocí testování. I v případě spotřebičů stejného typu se výkonnostní křivky v jedné velkokuchyni často liší z důvodu rozdílných provozních časů nebo režimů.

Obrázek 11-2 níže ukazuje denní výkon sklopné pánve. Výkonnostní profil ukazuje relativně velké fluktuace v průběhu dne. Je proto nutné měřit spotřebu elektřiny během celého dne, abychom dostali jasný výsledek. Důležité je rovněž vědět, kolik dní je kuchyně v provozu a reflektovat tuto informaci ve výpočtu roční spotřeby.



Obrázek 11-2: Denní výkon sklopné pánve typu Salvis KPBN90 ("Möglichkeiten von Großküchen zur Reduktion ihrer CO2 Emissionen (Maßnahmen, Rahmenbedingungen und Grenzen) - Sustainable Kitchen (Projekt SUKI)"

Obrázek 11-3 níže znázorňuje denní výkon vodní lázně Bain-Marie. Denní výkon je relativně rovnoměrně rozložený v průběhu dne. Kratší doba měření je tedy odůvodněná.



Obrázek 11-3: Denní výkon vodní lázně Bain-Marie typ Weibel AG Chur 40165 ("Möglichkeiten von Großküchen zur Reduktion ihrer CO2 Emissionen (Maßnahmen, Rahmenbedingungen und Grenzen) - Sustainable Kitchen (Projekt SUKI)"

Ideálně by měření mělo být prováděno několik dní, abychom získali reprezentativní hodnoty. Pokud je to možné, lze uskutečnit vícedenní program měření, který je nejlepší možností z hlediska spolehlivosti dat, ale nikoli z hlediska hospodárnosti dotčených zařízení.

1.1.2 Místo měření

Měření se provádí u pojistkové skříňky dané kuchyně. Důležité je zajistit, aby měření nenarušovalo výrobní procesy ve velkokuchyni a aby byla zajištěna bezpečnost práce. Je

proto vhodné před měřením pečlivě prohlédnout místo měření, abychom měření optimálně prostorově rozvrhli.

1.1.3 Výběr velkokuchyňských spotřebičů

Jak je uvedeno výše, výběr velkokuchyňských spotřebičů k měření je založen na jmenovitém výkonu a době provozu. Předpoklad je následující: zařízení s vysokým jmenovitým výkonem spotřebovávají také relativně velké množství elektřiny; totéž platí pro zařízení s relativně dlouhou životností. Pravděpodobně zde lze najít šetřící potenciál. Výhodou výběru zařízení tímto způsobem je, že jmenovitý výkon všech zařízení lze snadno určit. Proto program měření začíná u zařízení s nejvyšším jmenovitým výkonem a končí těmi s nízkým jmenovitým výkonem. Pokud není možné provést měření každého jednotlivého zařízení, jsou už změřena alespoň velká zařízení. Pokud je alespoň 70 % celkové spotřeby energie pokryto měřenými zařízeními, jde o dobrý základ pro další výpočty.

Brémský energetický ústav při Brémské univerzitě v Německu [Kleinhempel, 2004] sestavil seznam velkých domácích spotřebičů pro komunitní stravovací zařízení a jejich spotřebu energie. Seznam ukazuje, že následující zařízení spotřebovávají relativně velké množství energie (řazeno podle oblastí):

- Kuchyně: sklopná pánev, salamander, grilovací plech, fritéza, vařič na těstoviny.
- Větrání: konvekční odsavače, digestoře
- Umývání: košové myčky, pásové myčky.
- Výdej jídla: Bain-Marie

Podrobný přehled velkokuchyňských spotřebičů a zařízení je uveden v příloze č. 2 této příručky. Červeně zvýrazněné spotřebiče klasifikuje [Kleinhempel, 2004] jako relativně energeticky účinné.

To je částečně v souladu s velkokuchyňskými spotřebiči, které mají vysoký jmenovitý výkon. V sestupném pořadí jde o: zametací stroj, kombinovaný parní hrnec, tlakový hrnec, sklopné kotle, sklopnou pánev a fritézu.
Velkou spotřebu mají často také sektory chlazení a větrání, přestože jmenovitý výkon těchto zařízení je relativně nízký. Důvodem je skutečnost, že tato zařízení jsou často neustále v provozu.

Pro účely měření vybereme v každé oblasti zařízení s pravděpodobně největší spotřebou elektřiny a zaznamenáme jeho výkonnostní profil. Účelem těchto údajů je podat přehled

stávající spotřeby jednotlivých oblastí. Navíc se zaznamenává celková spotřeba elektřiny, takže získáme údaj o celkové spotřebě elektřiny ve velkokuchyni.

Dále je důležité změřit spotřebu elektřiny určitých podobných spotřebičů v různých velkokuchyních, aby bylo možné udělat srovnání. Na obrázku 11-1 je velkokuchyně schematicky znázorněna jako systém, který zahrnuje osm procesů. U každého procesu jsou uvedeny příklady spotřebičů, které spotřebovávají velké množství elektřiny. Na základě zkušeností by měření mělo být prováděno v oblastech vaření, chlazení, oplachování a větrání.

1.1.4 Měřené parametry

Měření slouží ke sběru dat o spotřebě elektřiny. Oproti pouhému měření spotřeby energie v kWh jako v případě měřiče energie časové zaznamenávání výkonu (nebo skutečného výkonu) poskytuje údaje, na základě kterých je možné určit jak spotřebu elektřiny, tak výkonnostní křivku. Výkonnostní křivka ukazuje různě vysokou spotřebu velkokuchyňských spotřebičů během jejich používání; vrcholu je často dosaženo krátce po zapnutí přístroje a výkonnostní křivka se v průběhu provozu vyrovnává.

Ve velkokuchyních se často používá třífázový střídavý proud (nebo střídavý proud). Výkon je třeba měřit během všech tří fází, přičemž se objevují tři různé hodnoty výkonu: skutečný výkon (P ve Wattech), zdánlivý výkon (S ve VA) a jalový výkon (Q ve VAr). Pro účely měření je ovšem relevantní pouze činný výkon.

Určení časového intervalu, ve kterém má být zaznamenáván výkon, závisí na jedné straně na technických možnostech měřícího přístroje, a na druhé straně na tom, jaké hodnoty přináší věrohodný výsledek. Extrémně malý časový interval (cca jeden záznam za vteřinu) poskytuje obrovské množství údajů a není proto vhodné ho v takovém případě použít. Příliš dlouhý časový interval (cca jeden záznam za hodinu) naopak nezaznamená dostatečným způsobem špičkové výkony.

Měřící nástroj PCE-UT 232 například dokáže zaznamenat maximálně 99 naměřených hodnot. Při měření v délce 8 hodin je možné výkon zaznamenávat každých 5 minut. Měříme-li spotřebu během 24 hodin, musíme intervaly měřícího přístroje náležitě přizpůsobit. V tomto případě může být vhodné buď sehnat jiný přístroj, nebo někoho pověřit sběrem dat každých osm hodin.

Původní data se zaznamenávají ve formě jednoduché tabulky. Údaje obsahují alespoň čas, odpovídající výkon, název měřeného zařízení (název, výrobce, typ, jmenovitý výkon) a metadata o samotném měření (jména osob/y, které měření prováděly, místo, datum, čas).

1.1.5 Použité měřící přístroje

Na trhu jsou k dostání různé třífázové elektroměry střídavého proudu. Při výběru měřícího přístroje je třeba vzít v úvahu následující aspekty: rozsah měření, způsob zapojení, datalogger, typ přenosu dat a také cenu. Na obrázku níže je uvedeno srovnání dvou možných přístrojů. Jde o třífázové měřiče střídavého proudu, které jsou dostupné na trhu a popsané na základě výše uvedených kritérií. Měřiče výkonu jsou seřazeny vzestupně podle ceny. Obrázek 11-4 ukazuje dvě možné varianty.

Přístroj	Typ	Výrobce	Vhodnost rozsahu měření	Vhodnost připojení	Datalogger	Cena (€)
PCE-UT 232	Měřič výkonu	PCE Group	✓		×	349,-
PX 120	Wattmetr	Metrix	×	✓	✓	412,-
PCE 360 (TES3600)	Měřič výkonu	PCE Group	✓	✓	✓	1250,-
PCE 380	Analyzátor sítě	PCE Group	✓	✓	✓	1800,-
C.A. 8332B C.A. 8334B	Analyzátor sítě	Chauvin Arnoux	✓	✓	✓	1990,- 2950,-
Mavowatt 30, 40, 70	Analyzátor sítě	Gossen Metrawatt	✓		✓	n.a
Multilog	Analyzátor sítě	KBR	✓	✓	✓	n.a.

Tabulka 1: Srovnání třífázových elektroměrů střídavého proudu dostupných na trhu ("Möglichkeiten von Großküchen zur Reduktion ihrer CO2 Emissionen (Maßnahmen, Rahmenbedingungen und Grenzen) - Sustainable Kitchen (Projekt SUKI)"

1.1.6 Kdo provádí měření

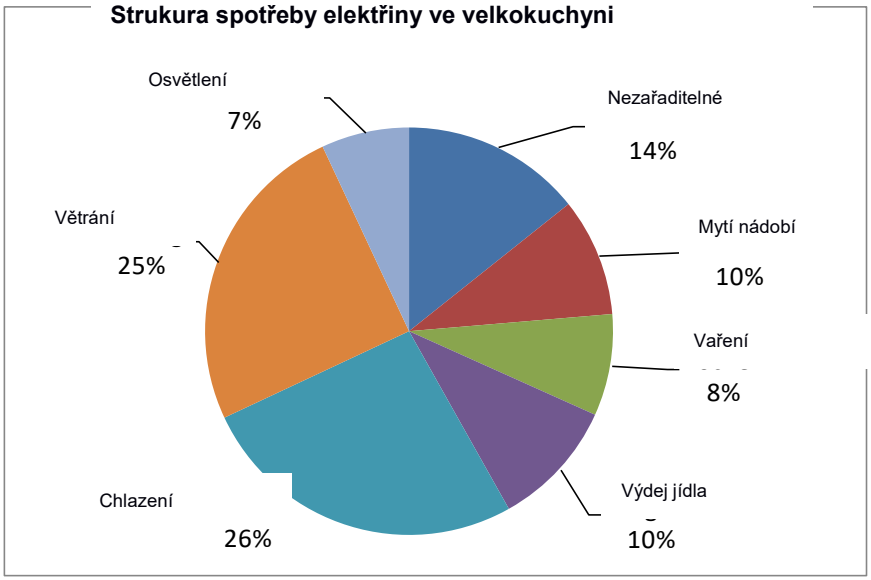
Měření může provádět pouze profesionální elektrikář. Větší provozy často elektrikáře zaměstnávají. Elektrikář zná interní elektrický systém a je zodpovědný za fungování elektroinstalací. K zajištění hladkého průběhu měření je vhodné napojit měřící přístroj k pojistkové skříni. Úkolem elektrikáře je zapojit a odpojit měřící přístroj, odečíst naměřené hodnoty. Vyhodnocení dat může provést zaměstnanec kuchyně nebo externí komisaři.

Obrázek 11-4 Vlevo: PCE 360 (TES3600), cena 1250€, vpravo: PCE-UT 232, cena 349€ ("Möglichkeiten von Großküchen zur Reduktion ihrer CO2 Emissionen (Maßnahmen, Rahmenbedingungen und Grenzen) - Sustainable Kitchen (Projekt SUKI)"

1.2 Výpočty k analýze spotřeby energie

1.2.1 Celková spotřeba energie

Dotazník “Spotřeba energie” zaznamenává údaje o spotřebě energie daného nosiče energie. Abychom mohli vypočítat celkovou spotřebu energie a usnadnili srovnání, je nutný převod do běžných jednotek. Vhodné jsou kilowatthodiny (kWh). Spotřebu energie u primárních zdrojů, jako nafta a plyn, je možné vypočítat pomocí výhřevnosti dodané energie. Pro odvozené zdroje energie jako elektřina a dálkové vytápění je možné použít specifický konverzní faktor v závislosti na jednotce. Elektřina je například často uváděna v kWh nebo MWh. Po převodu spotřeby každého nosiče energie na kWh je možné určit celkovou spotřebu energie prostým součtem.



Obrázek 11-5: Průměrná spotřeba elektřiny v 6 rakouských velkokuchyních ("Möglichkeiten von Großküchen zur Reduktion ihrer CO2 Emissionen (Maßnahmen, Rahmenbedingungen und Grenzen) - Sustainable Kitchen (Projekt SUKI)"

Stejně jako v případě spotřeby energie je těžké najít / formulovat obecné pokyny pro strukturu spotřeby elektřiny ve velkokuchyni z důvodu různosti proměnných. Proto dále uvádíme několik vybraných praktických příkladů.

1.2.2 Spotřeba energie na jedno jídlo

Z důvodu různosti používaných kuchyňských spotřebičů, rozdílných typů jednotlivých kuchyní, vařících systémů, provozních režimů personálu, zvyklostí apod. neexistují jednoznačná data o spotřebě energie ve velkokuchyních. Proto i pokud jsou k dispozici absolutní hodnoty spotřeby energie, nejsou přímo srovnatelné. Vhled do spotřeby energie a

výkonnosti poskytuje spotřeba energie na jedno jídlo, se kterou pracuje literatura. Například: Kleinhempel (2004) uvádí směrnici pro velkokuchyně, se spotřebou energie na jedno jídlo podle Rohatsche[1] v rozmezí 0,7 až 0,8 kWh na jedno jídlo. Dřívější průzkum energetické účinnosti velkokuchyní financovaný EU uvádí následující vzorec k získání „rozhodně dobrého statistického ukazatele" energetické účinnosti:

$$\text{Referenční hodnota spotřeby energie} = 105 \times \text{NR}^{-0,63}$$

Vzorec 11-1: Referenční hodnota celkové spotřeby energie (kWh / jídlo; NR = počet jídel vyrobených za den)

Na základě referenční hodnoty a Rohatschovy směrné hodnoty je možné určit spotřebu energie a účinnost, jak ukazují příklady v následující tabulce (Tabulka 11-2).

Parametr	**Hodnoty**				
Počet jídel za den	100	500	1000	1500	2000
Referenční hodnota (kWh/jídlo)	5,77	2,09	1,35	1,05	0,87
Roční spotřeba energie (kWh/rok)**	210612	382033	493722	573635	638063
Roční spotřeba energie (kWh/rok)***	27375	136875	273750	410625	547500

* Předpoklad: 365 provozních dní

** Spotřeba energie podle referenční hodnoty

*** Spotřeba energie podle Rohatschovy směrné hodnoty

Tabulka 11-2: Spotřeba energie ve velkokuchyních podle Rohatschovy směrné hodnoty a referenční hodnoty.

Samozřejmě je jasné, že žádná z těchto referenčních hodnot nedokáže dokonale odrážet praxi. Následující grafika znázorňuje celkem šest praktických příkladů ze Slovenské republiky[2], Německa[2], Švýcarska[3] a Nizozemska[4] (srov. Obrázek 11-6 a přílohu č. 3). Diagram ukazuje strukturální podhodnocení spotřeby energie o 19,5 % - 38 % u referenční hodnoty a 34 % - 78 % u Rohatschovy směrné hodnoty.

---

1 Rohatsch, M., Lemme, F., Neumann, P., Wagner, F., 2002. *Großküchen Planung – Entwurf - Einrichtungen*. Verlag Bauwesen. Berlin.

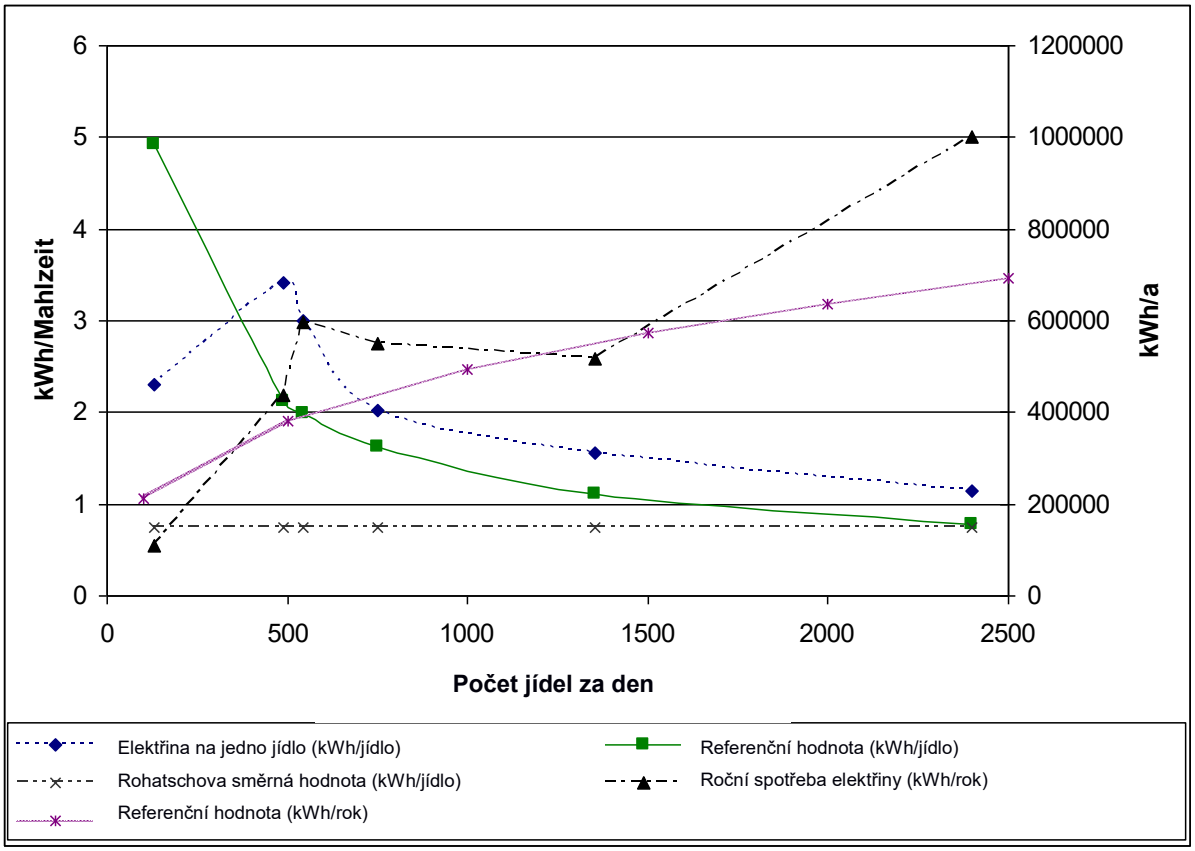
2 Zdroj:

3 Zdroj: Horbaty, R., Renggli, U., 1992. Energieverbrauch in gewerbliche Küchen. Ravel, Bundesamt für Konjekturfragen.

4 Zdroj: SenterNovem, 2005. *Energie Innovatie Scan UMC Radboud - Kansen voor de Keuken*.

Dostupné údaje nebyly dostačující na důkladný test vzorce/směrné hodnoty.

Je třeba poznamenat, že energetická účinnost se zdá být ovlivňována poměrem velikosti velkokuchyní, tj. čím vyšší počet jídel za den, tím vyšší energetická účinnost.



Obrázek 11-6: Spotřeba elektřiny, spotřeba elektřiny na jedno jídlo a referenční hodnota na 6 praktických příkladech

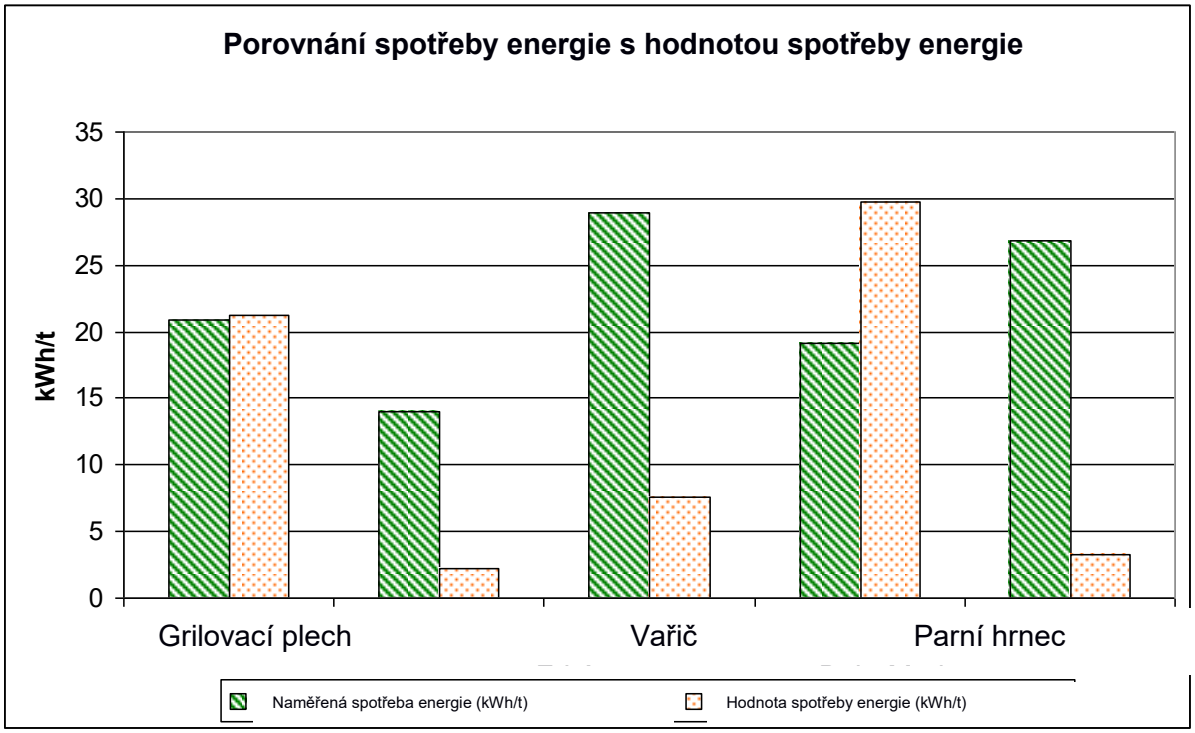
1.2.3 Hodnota spotřeby energie

Není-li k dispozici přesná spotřeba energie na jeden velkokuchyňský spotřebič a není-li možné provést měření, je třeba spotřebu odhadnout, abychom získali představu o energetické účinnosti spotřebiče. Účelem použité metody je reflektovat spotřebu energie ve vztahu k používání nebo vlastní spotřebě energie. Možnou metodou vyhodnocení spotřeby energie v případech, kdy nelze provést měření, je průměrná hodnota spotřeby energie (kWh/d) jmenovitého výkonu (kW), provozní doby (h/den) a účinnosti (%) (Vzorec 11-2).

$$(průměrná)\,hodnota\ spotřeby\ energie = \frac{jmenovitý\ výkon \times doba\ provozu}{24} \times faktor\ účinnosti$$

Vzorec 11-2: Hodnota spotřeby energie

Výhoda této metody spočívá v tom, že potřebné proměnné lze relativně snadno získat, např. pomocí dotazníků. Nevýhodou je neznámá odchylka vlastní spotřeby energie při odpojení. V tomto kontextu Kleinhempel poznamenává, že energetickou účinnost je možné určit pouze přesným měřením spotřeby energie. Nepředvídatelnost hodnoty spotřeby energie vztahující se k vlastní spotřebě ukazuje obrázek 11-6, který porovnává data měření 5 velkokuchyňských spotřebičů {Perincioli, 1992 #2620} s vypočítanou hodnotou spotřeby energie.



Obrázek 11-7: Porovnání hodnoty spotřeby energie a spotřeby energie

Obrázek 11-7 ukazuje odchylku mezi spotřebou energie a hodnotou spotřeby energie; ve 4 z 5 případů je odchylka významná - mezi 55 % a 85 %.

- Maximální hodnota v kW je uvedená u každého spotřebiče.
  - Maximální hodnota v kW je naznačena jmenovitým výkonem. Srovnání údajů výrobce a naměřených dat vzorové kuchyně ukazuje soulad jmenovité hodnoty s naměřeným maximem kW (srov. Tabulka 11-3).
  - Pásové myčky nádobí jsou také zvláštním případem, protože mohou být sestaveny z různých modulů za účelem co největšího pokrytí specifických potřeb velkokuchyní.

Ve většině případů je zaznamenána doba provozu.

S výjimkou oblasti mytí nádobí (oplachování) je u každé oblasti (čili kuchyně, výdej jídla, mytí nádobí) uveden celkový nepřetržitý provoz v kW. Nepřetržitý provoz je uvedený odděleně pro každé oplachovací zařízení (myčku).

Spotřebič	**Údaje z kuchyně (max. kW)**	**Údaje výrobce (příkon kW)**
Plynová konvekční trouba Rational CPC202	63	62
Plynová konvekční trouba Rational CPC201	37,3	37
Plynová konvekční trouba Rational CPC61	10	10
Sklopná pánev Therma FET100E	15,2	18,2/15,2
Lednice Angelo Po	0,5	0,5

Tabulka 11-3: Srovnání údajů z kuchyně (max. kW) a údajů výrobce (příkon)

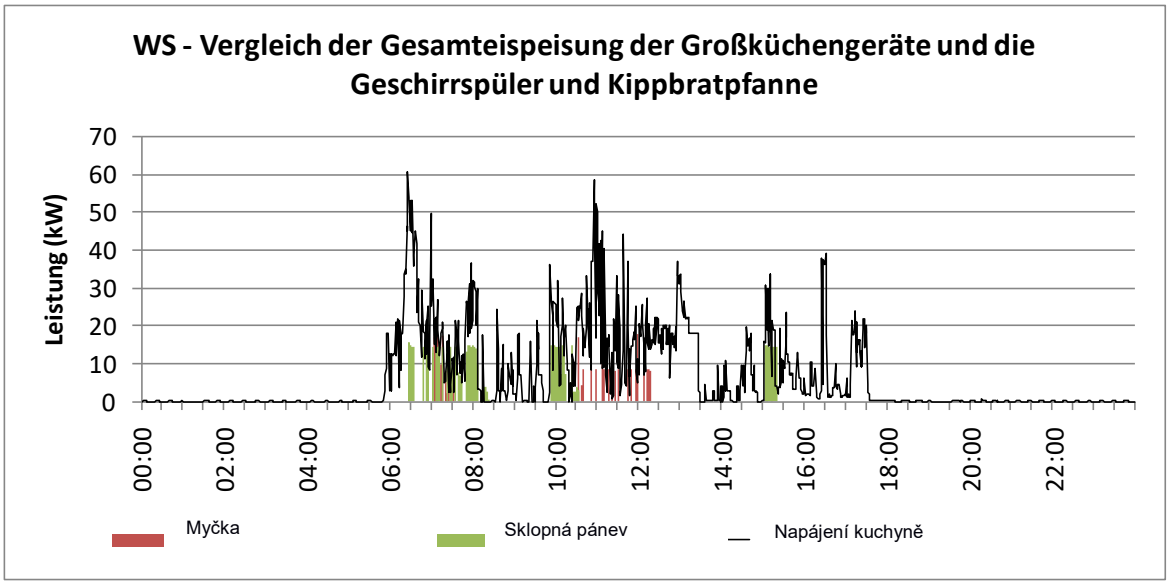
1.2.4 Příklad: porovnání celkového napájení velkokuchyňských spotřebičů se sklopnou pánví a myčkou

Spotřebič	**Jmenovitý výkon (kW)**	**Doba provozu (h/d)**	**Max. spotřeba elektřiny (kWh)**	**Naměřená spotřeba elektřiny (kWh)**
Napájení: kuchyně UV	-	-	-	31

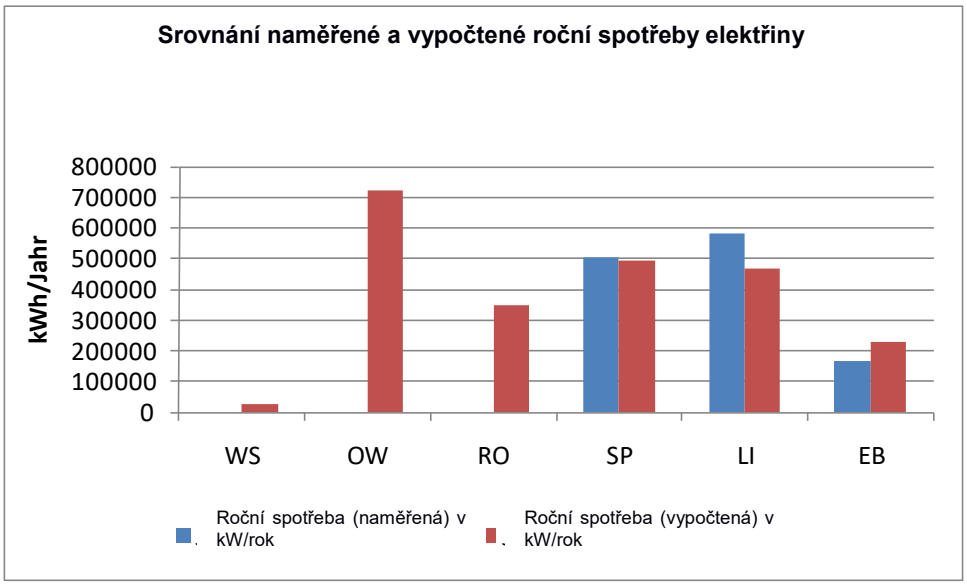
Spotřebič	Jmenovitý výkon (kW)	Doba provozu (h/d)	Max. spotřeba elektřiny (kWh)	Naměřená spotřeba elektřiny (kWh)
Napájení: kuchyně (velkokuchyňské spotřebiče)	-	-	-	153
Chlazení	-	24	-	40
Větrání (kuchyň & jídelna)	-	-	-	53
Myčka	13,6	3	40,8	6
Sklopná pánev	14,7	1,5	22	18
			CELKEM	**301**

Tabulka 11-4: Měřené velkokuchyňské spotřebiče a oblasti velkokuchyně ve školní ubytovně

Dva spotřebiče (sklopná pánev a myčka) jsou měřeny napájením velkokuchyňských spotřebičů/elektrických rozvodných desek v kuchyni. Obrázek 11-7 porovnává křivku zatížení obou zařízení s celkovým napájením. Tyto dva spotřebiče společně tvoří 8 % denní spotřeby velkokuchyňských spotřebičů, přičemž sklopná pánev spotřebovává přibližně 6 % a myčka přibližně 2 %. Spotřeba energie je rozdělena do těchto oblastí na základě jmenovitého výkonu a doby provozu obou kuchyní.



Obrázek 11-8 Srovnání celkového napájení velkokuchyňských spotřebičů ve školní ubytovně s pánví a myčkou Přesnost výpočtů spotřeby energie a faktorů



Obrázek 11-9 Srovnání naměřených a vypočtených ročních hodnot proudu

U třech ze 6 velkokuchyní nebyla zaznamenána celková roční spotřeba elektřiny, proto je odhadnuta pomocí stejné metody. Odhady průměrné spotřeby elektřiny těchto tří kuchyní a z nich vyplývající odchylky představují průměr 20 %. Předpokládá se, že tato odchylka je řádově stejná ve všech velkokuchyních (Obrázek 11-9).

Vhodnou možnost odhadu nabízí faktor vypočítaný ve vzorci 11-3. Tento faktor je odvozený z předchozích měření podobných spotřebičů a zhruba odpovídá poměru maximální skutečně využívané spotřeby elektřiny.

$$\text{Faktor} = \frac{\text{naměřená spotřeba elektřiny}}{\text{maximální spotřeba elektřiny}}$$

Vzorec 11-3 Faktor skutečné spotřeby elektřiny

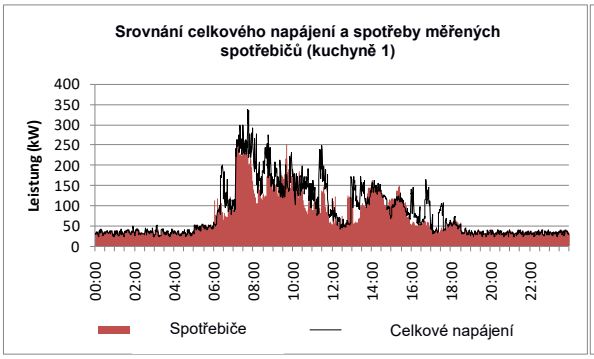
Celková roční spotřeba elektřiny je rozdělena do kategorií, aby bylo možné identifikovat oblasti klíčového významu. Výpočet spotřeby elektřiny v každé kategorii je založen na měření spotřeby elektřiny nebo na údajích o spotřebičích. Dále je celková spotřeba elektřiny graficky porovnávána se spotřebou elektřiny velkých kuchyňských spotřebičů. Čísla (na obrázcích 11-10, 11-11), v jejichž rozsahu se součet měřených velkokuchyňských spotřebičů blíží celkovému napájení tedy představují ukázku přesnosti odhadu struktury spotřeby elektřiny. Na obrázku 11-10 křivka zatížení velmi dobře odpovídá křivce celkového napájení. To znamená, že příslušné spotřebiče byly identifikovány a struktura spotřeby elektřiny byla popsána s vysokou přesností. Jedním z důvodů vysoké přesnosti je používání páry v

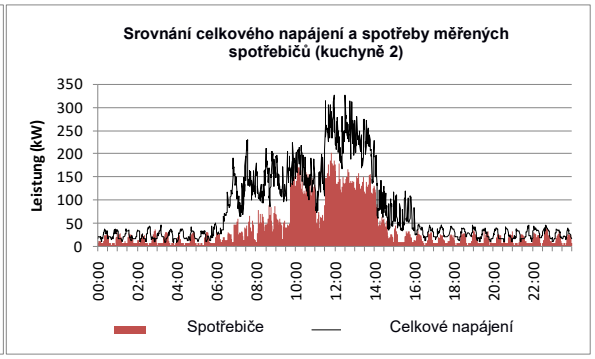
procesech vaření a umývání v této kuchyni. Z tohoto důvodu byla naměřena nižší variabilita spotřeby proudu.

V kuchyni znázorněné na obrázku 11-11 je u kuchyňských procesů využívána elektřina. Obrázek ukazuje, že tato měření nedokážou tak dobře vysvětlit celkovou spotřebu elektřiny, protože je v kuchyňských procesech využíváno více spotřebičů a jejich spotřebu nebylo možné jednotlivě změřit. Měření bylo provedeno pouze u jednoho z několika přístrojů stejného typu.

V tomto případě se odchylka částečně vysvětluje použitou metodou, což ale lze zohlednit ve výpočtu roční spotřeby. Na obrázku 11-12 jsou například přidány (a zeleně zvýrazněny) výše uvedené spotřebiče

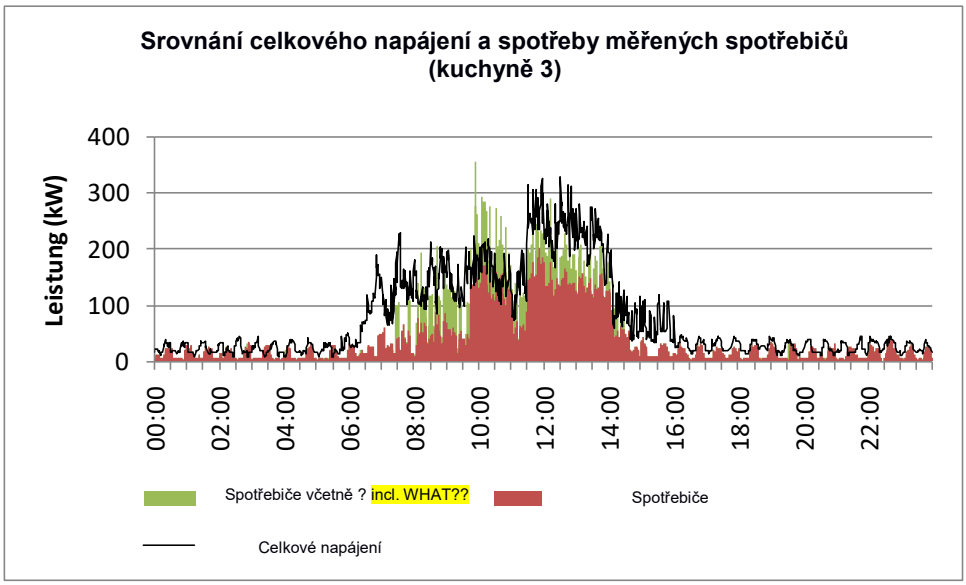
Tyto spotřebiče pokrývají v podstatě 70–80 % denní spotřeby elektřiny, a poskytují tedy dobrý výchozí bod pro výpočet roční spotřeby elektřiny.





Obrázek 11-10 Porovnání celkového napájení s velkokuchyňskými spotřebiči v nemocniční kuchyni (kuchyně 1) (vlevo)

Obrázek 11-11 Porovnání celkového napájení s velkokuchyňskými spotřebiči v nemocniční kuchyni (kuchyně 2) (vpravo)

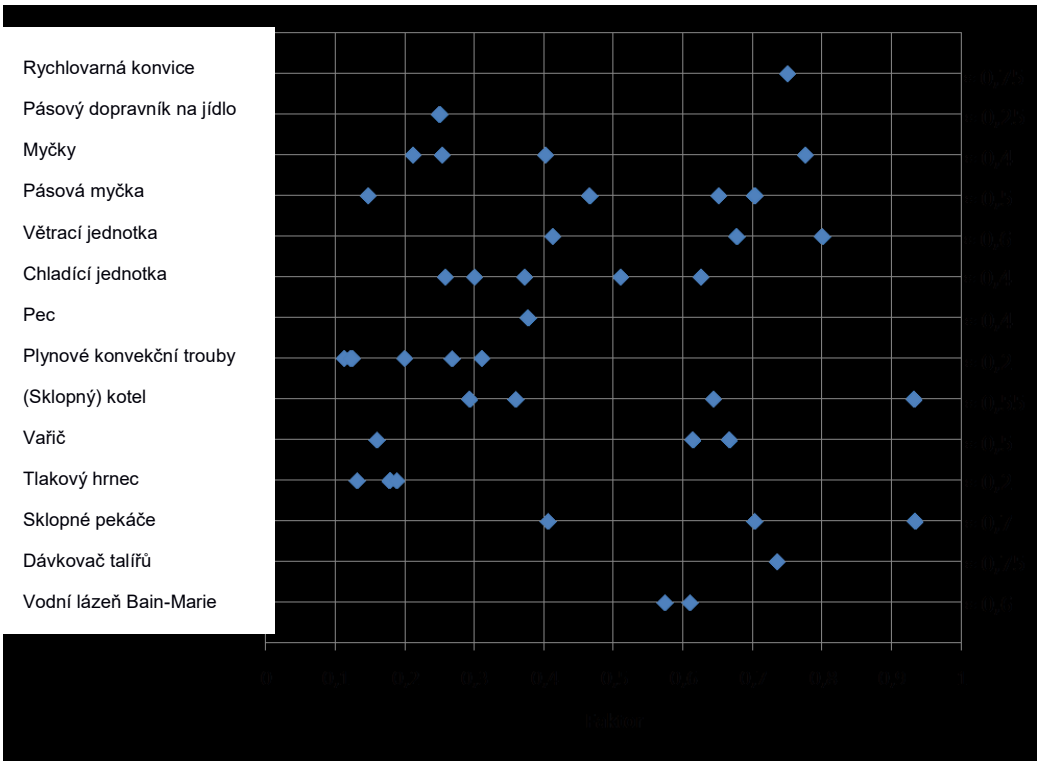


Obrázek 11-12 Porovnání celkového napájení s velkokuchyňskými spotřebiči v nemocniční kuchyni (kuchyně 3), včetně spotřebičů stejného typu (které ale nebyly měřeny)

$$\text{Faktor} = \frac{\text{naměřená spotřeba energie}}{\text{změřená doba provozu} \times \text{jmenovitý výkon}}$$

Vzorec 11-4 Faktor představuje měření poměru mezi maximální a skutečnou spotřebou energie

Při výpočtu roční spotřeby elektřiny lze uvažovat i o neměřených kuchyních. Odhady jsou vypočítány na základě maximální spotřeby energie (jmenovitý výkon x doba provozu) a faktorech určených podle měření. Faktor 11-4) představuje úpravu jmenovitého výkonu, která slouží k přibližnému určení skutečné spotřeby elektřiny. Obrázek 11-13 ukazuje vypočtené faktory u každé kuchyně; vpravo jsou uvedeny průměrné hodnoty. Důležité aspekty jako výroba, stáří, stupeň provozu a používání nebyly brány v úvahu z důvodu značně namáhavého zjišťování, které by v tom případě bylo nutné. Výsledky nejsou jednoznačné, rozdíly mezi vypočtenými faktory jsou u některých typů zařízení velké, u jiných jsou si hodnoty blízké. Nicméně stanovené faktory zhruba ukazují směr skutečné spotřeby energie a pomáhají přesněji vypočítat roční spotřebu elektřiny.



Obrázek 11-13 Faktory měřených spotřebičů

Obrázek 11-13 ukazuje, že faktory jednotlivých zařízení nejsou jasně seskupeny. Například u pěti měřených plynových konvekčních trub je rozptyl od 0,1 do 0,32. Čím více se hodnota faktoru blíží 1, tím více energie daná zařízení spotřebovávají.

Možná vysvětlení odchylek:

- Parametry použití a užívání nebyly zaznamenány
- Sběr dat z jednoho provozního cyklu je příliš krátký
- Počet měřených zařízení je příliš malý
- Velké rozdíly v době provozu.

2 Možná optimalizační opatření

2.1.1 Vyhýbání se energetickým špičkám

V případě tarifu elektřiny s měřením poptávky má roční nebo měsíční špičkový proud významný podíl na nákladech na elektřinu. Ve vyúčtování je uveden jako cena elektřiny v €/kW.

Dodavatel elektřiny používá dálkový odečet, kterým naměří 1/4 průměrných hodnot a vypočítá spotřebu v kWh a také špičku v kW v závislosti na tarifu. Je důležité vyhnout se zbytečným elektrickým špičkám používáním více velkých spotřebičů zároveň, např. myček, sušiček a praček. Tím se sníží špičkové napájení a tím i náklady na elektřinu.

2.1.2 Organizační opatření

Spotřebu elektřiny je možné snížit pomocí čistě organizačních opatření. Je možné stanovit dobu provozu některých velkokuchyňských spotřebičů a zabránit tak zapínání více spotřebičů, které spotřebovávají hodně energie, zároveň.

2.1.3 Šetření nákladů na elektřinu bez investic (příklady)

- Vypnutím spotřebičů během přestávek nebo tehdy, když nejsou potřeba.
- Vytvořením pracovních skupin z různých oblastí za účelem koordinování spotřeby energie a činností v rámci kuchyně.
- Podporováním návrhů úspory energie pocházejícím od zaměstnanců za účelem posílení jejich spoluodpovědnosti za spotřebu energie v oblasti, ve které pracují.

2.1.4 Analýza profilu skutečného zatížení

V případě smluv o dodávkách elektřiny závislých na výkonu a ceně je užitečné mít analýzu profilu skutečného zatížení. Ten by měl být aktualizován, pokud lze očekávat významnou změnu ve struktuře spotřeby (například změny ve výrobě). Je vhodné zaznamenávat denní, týdenní a v případě potřeby I měsíční cykly zatížení v průběhu normálních výrobních cyklů. Ve většině případů tuto službu nabízí dodavatel energie zdarma nebo za malý poplatek.

Analýza profilu skutečného zatížení umožňuje identifikovat krátkodobé špičky elektrické energie podle velikosti a času. Znázorňuje také spotřebu elektřiny mimo dobu provozu (základní zatížení), což je možné využít I pro zjištění elektrických zatížení, která by mohla být automaticky vypnuta.

Pokud má být výběrové řízení připraveno samotným kuchyňským personálem, mělo by být bráno v potaz to, že uchazeči mohou být velcí dodavatelé, většina poskytovatelů obecních služeb i noví dodavatelé.

2.1.5 Uzavírání smluv o energiích

Smlouvy o energiích nebo přesněji smlouvy o úspoře energií, jsou smluvní dohodou o zajištění předfinancování opatření k úspoře energie. Uzavření smlouvy probíhá mezi uživatelem energie, např. výrobní společností, a poskytovatelem energetických služeb. Spektrum úkolů těchto smluv zahrnuje plánování a výstavbu systémů výroby a distribuce energie, měřících a kontrolních systémů, financování a provoz instalací a také dodávání a účtování koncových hotových produktů (teplo, chlad, elektřina, stlačený vzduch).
Poskytovatel energetických služeb činí investice a úspory se vyplatí uživateli energie po ukončení smlouvy.
Uzavírání smluv o energiích je obzvláště vhodné, pokud uživateli energie chybí know-how a finanční prostředky na výnosné investice.

2.1.6 Řízení napájení

Automatický systém řízení napájení nebo systém vypínání elektrické sítě zajišťuje, že daná spotřeba je přesně udržována během měřeného období – zpravidla 15 minut – a v žádném případě není překročena. Pomocí optimalizačního počítače je možné zabránit negativním vlivům na provozní sekvenci. Za tímto účelem jsou zařízení, která jsou trvale v provozu, vypnuta a opět zapnuta při špičkovém zatížení.
Za tímto účelem je třeba mít k dispozici spotřební zařízení, jejichž použití je možné přesunout z doby špičkového zatížení na dobu s nižší spotřebou elektřiny.
Organizace napájení nemá vliv na spotřebu energie, ale slouží ke snížení nákladů.

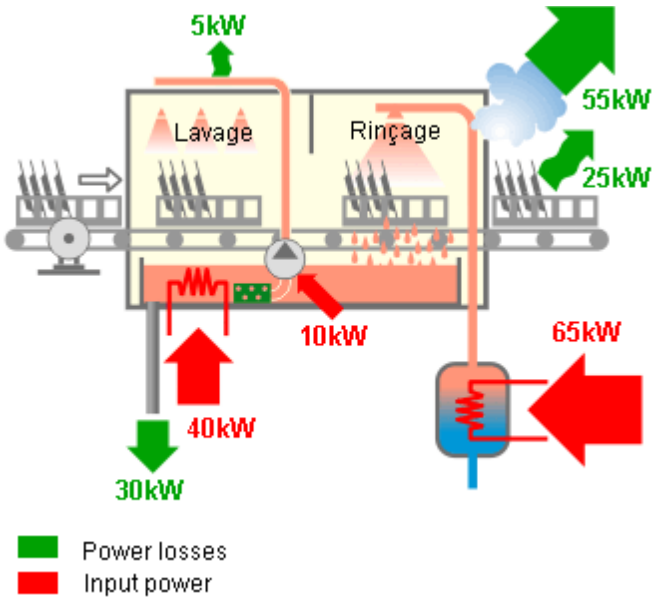
2.1.7 Rekuperace tepla

Při každé přeměně energie (např. z elektřiny na teplo) vznikají ztráty ve formě odpadního tepla. Toto odpadní teplo ale představuje potenciál, který je možné využít k úspoře energie. Nezbytnou dodávku primární energie je možné snížit pomocí inteligentního propojení procesů.
Rekuperace tepla je možná v mnoha oblastech, např. v systémech chlazení a větrání.

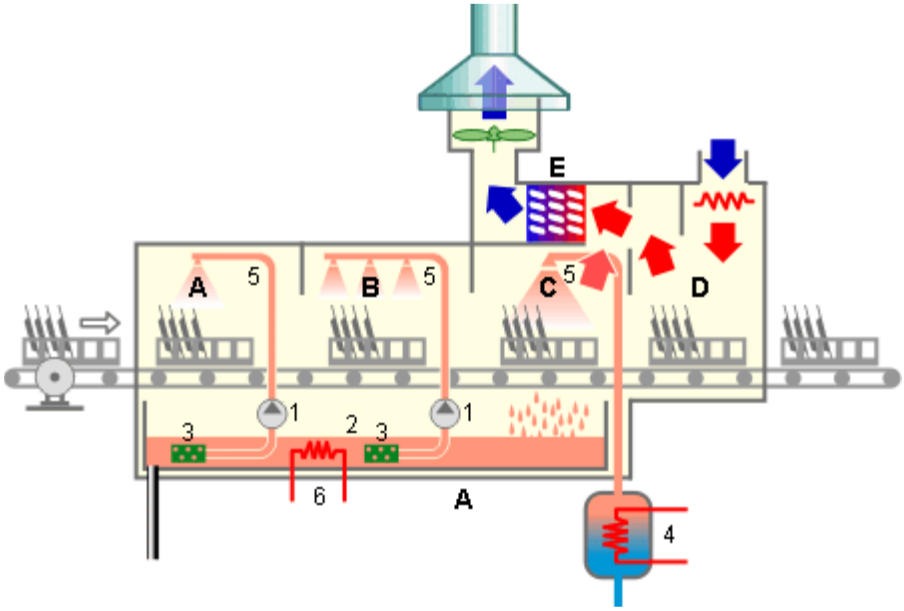
2.1.8 Kogenerace tepla a elektřiny

Princip kogenerace tepla a elektřiny je založen na současném vytváření a používání elektřiny a tepla. Tato technologie umožňuje efektivnější použití paliva oproti oddělenému generování. Ačkoli je tato technologie populárnější v oblastech vytápění, větrání, klimatizování a chlazení (HVACR) budov, nabízí výhody i pro velkokuchyně.

2.2 Zvláštní případ pásové myčky



Obrázek 12-14 Potenciály úspory energie a rekuperace v pásových myčkách, příklad č. 1 [AIR-IX Consulting Engineers et al., 2002].



Obrázek 12-15 Potenciály úspory energie a rekuperace v pásových myčkách, příklad č. 2 [AIR-IX Consulting Engineers et al., 2002].

Jelikož je pásová myčka energeticky nejintenzivnějším spotřebičem s nejvyšším potenciálem optimalizace ve většině velkokuchyní, uvádíme zde příklady optimalizace spotřeby energie. Při používání myčky je důležité, aby byly do provozu uváděny pouze plně naplněné myčky.

Obrázek 12-14 ukazuje, jak se voda použitá na předmytí použila na hlavní mytí a veškeré předmývání znovu využívá vodu. Tím se šetří voda i energie.
Obrázek 12-15 ukazuje, jak se odpadní teplo z odváděného vzduchu používá na předehřátí vody na mytí nádobí. Systém rekuperace tepla tohoto typu také produkuje méně páry, což vede k lepšímu prostředí v kuchyni.
V pásových myčkách se ztrácí významný podíl vstupní energie. Proto je vhodné použít spotřebič s možnostmi návratu energie. I prostá izolace může vést k velkým úsporám energie stávajících zařízení, protože snižuje ztráty tepla a vyžaduje tak méně dohřívání.
Ruční předmytí se doporučuje v případech velmi znečištěného nádobí, abychom se vyhnuli několika cyklům oplachování. K tomu postačuje voda o teplotě 35 °C [HKI Industrieverband Haus- Heiz- und Küchentechnik e.V., 2016].
Pokud je zařízení vybaveno ekonomickým režimem, je možné v tomto režimu snížit spotřebu energie až o 30 % v závislosti na výrobci, přičemž tento režim by se měl používat kdykoli je to možné.
Jelikož je nádobí sterilizováno horkem, což vyžaduje významné množství energie, je vhodné omezit sterilizaci na nezbytnou míru.
Také by se mělo uvážit, zda pásová myčka někdy neběží zbytečně, jelikož tento proces vyžaduje největší podíl energie. Například není účelné spouštět pásovou myčku po snídani, aby se umylo nádobí, které bude potřeba až následující ráno, a tudíž je možné ho umýt společně s další várkou nádobí.

2.3 Porovnání velkokuchyní z hlediska jejich energetické účinnosti podle referenčních hodnot

V sektorech komunitního stravování a gastronomie jsou k dispozici různé energetické indikátory spotřeby energie velkokuchyní.

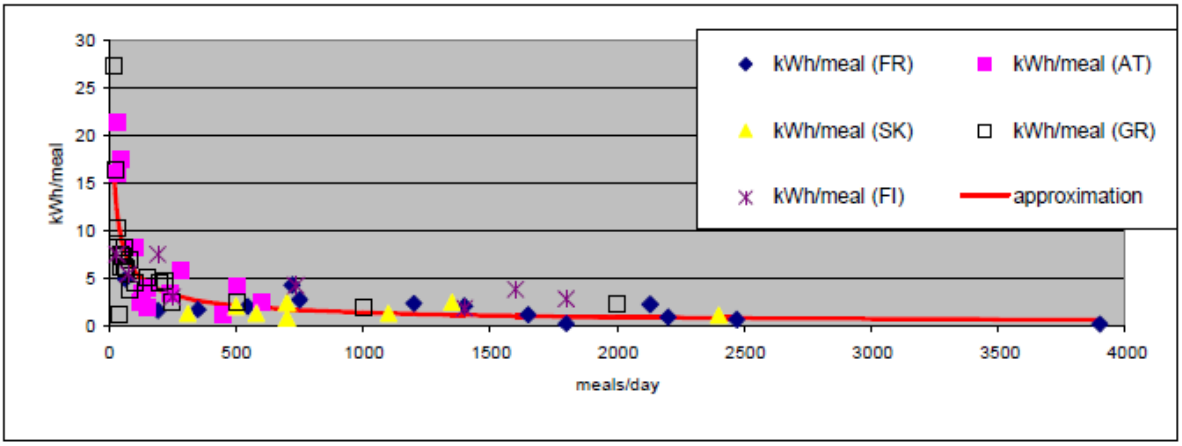
Prezident ENAK (Energetic Requirements List for Equipment for Catering and Lodging) U. Jenny stanovuje průměr 4 kWh na jedno jídlo [Jenny, 2008]. Studie energetické účinnosti ve velkokuchyních financovaná EU předkládá statistický indikátor založený na studii 50 až 60 kuchyní vyrábějících až 4 000 pokrmů denně v 5 zemích EU (Francie, Slovensko Finsko, Rakousko a Řecko) [AIR-IX Consulting Engineers et al., 2002]. Termín NR značí počet pokrmů vyrobených za den.

$$\text{Referenční hodnota (Spotřeba energie na jedno jídlo)} = 105 \times \mathrm{NR}^{-0,63}$$

Vzorec 12-5: Referenční hodnota spotřeby energie na jedno jídlo, zdroj: [AIR-IX Consulting Engineers et al., 2002]

Obrázek 12- ukazuje, že referenční hodnota spotřeby energie na jedno jídlo dobře odpovídá 60 velkokuchyním z 5 zemí EU, odchylky jsou odůvodnitelné. Závěrem lze říci, že porovnání spotřeby energie na jedno jídlo mezi různými velkokuchyněmi neposkytuje dostatek informací k tomu, identifikovat a reprezentovat energetickou účinnost a oblasti s možným potenciálem úspory.

Velkokuchyně se značně liší, pokud uvažujeme o různých kategoriích. Na úrovni kategorií mohou být procesy popsány podrobněji, díky čemuž jsou rozdíly mezi velkokuchyněmi dobře viditelné a výsledky lze adekvátně interpretovat. V následující kapitole jsou stručně popsány energetické charakteristiky každé kategorie, aby bylo možné identifikovat příslušné oblasti.

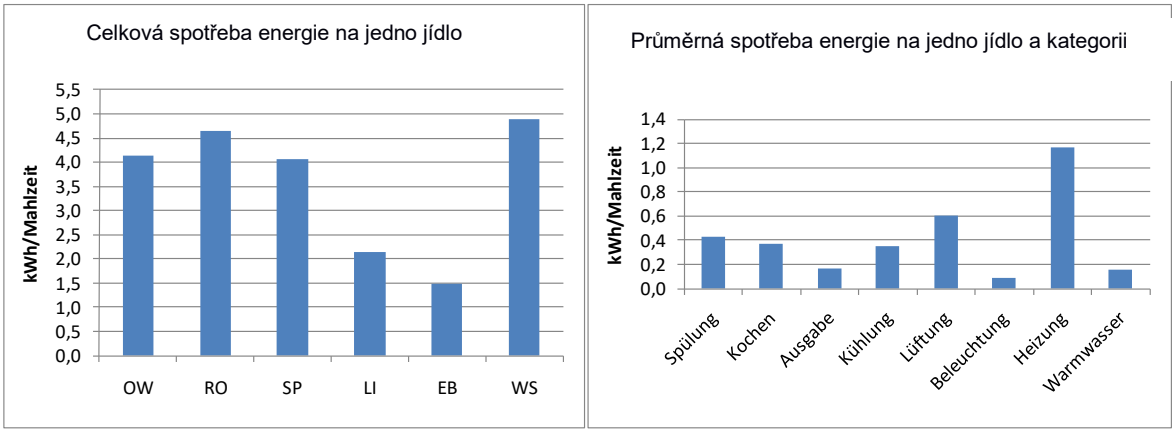


Obrázek 12-16: Porovnání energetické účinnosti velkokuchyní ze studie v 5 zemích EU a také referenční hodnoty, zdroj: [AIR-IX Consulting Engineers et al., 2002]

2.4 Spotřeba energie na jedno jídlo

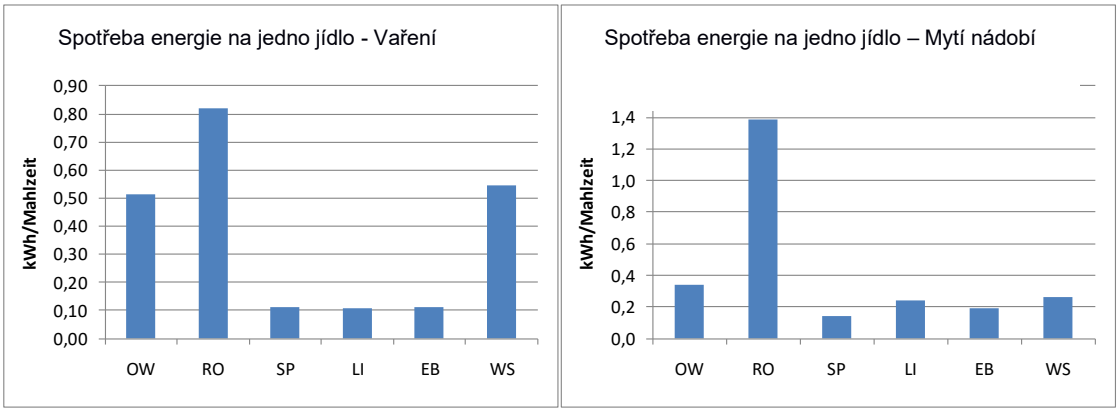
Možností, jak porovnat spotřebu energie velkokuchyní, je ohodnotit spotřebu energie na základě spotřeby energie na jedno jídlo. Tento ukazatel podává přehled energetické účinnosti velkokuchyní a umožňuje srovnání mezi velkokuchyněmi bez ohledu na absolutní spotřebu energie a počet vyrobených jídel. Obrázek 12-17 ukazuje hodnoty ukazatele v 6 rakouských velkokuchyních. Ukazatel byl určen pro celkovou spotřebu energie (elektřina, plyn, dálkové vytápění) rakouských velkokuchyní a v průměru činil cca 3,5 kWh na jedno jídlo. V průměru je spotřeba energie na jedno jídlo 4 kWh [Jenny, 2008]. U 2 z kancelářských velkokuchyní byla při porovnání zjištěna relativně nízká hodnota.

Obrázek 12-18 ukazuje průměrné hodnoty energetického ukazatele určeného pro dané kategorie, za účelem identifikace těch z nich, které jsou významné z energetického úhlu pohledu. Lze jasně vidět, že vytápění místnosti je zdaleka nejintenzivnější energetickou kategorií ve velkokuchyních. Důvodem je skutečnost, že do výpočtu byly zahrnuty jídelny, což vedlo k významnému zvýšení spotřeby energie velkokuchyní. Dalšími významnými kategoriemi jsou větrání, mytí nádobí, vaření a chlazení. Toto konstatování by mělo být bráno jako vodítko, protože jednotlivé kategorie jsou individuální v každé kuchyni (srov. obrázky 12-19 až 12-26). Tato čísla ukazují spotřebu energie na počet jídel, oblast a kuchyň u 6 velkokuchyní zkoumaných v roce 2012.



Obrázek 12-17: Spotřeba energie na jedno jídlo a velkokuchyni (vlevo) QUELLE?

Obrázek 12-18: Průměrná spotřeba energie na jedno jídlo a kategorii (vpravo



Obrázek 12-19: Průměrná spotřeba energie na jedno jídlo – kategorie "Vaření" (vlevo)

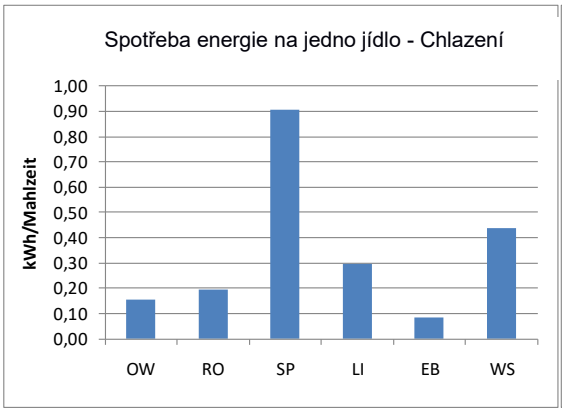
Obrázek 12-20: Průměrná spotřeba energie na jedno jídlo – kategorie "Mytí nádobí" (vpravo)

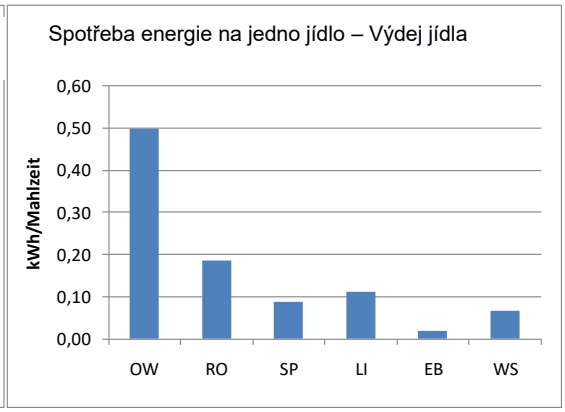
V kategorii Vaření (Obrázek 12-19) byly zjištěny značné rozdíly ve spotřebě energie. První oblasti spektra spotřeby energie jsou na jedné straně kuchyně RO se spotřebou přibližně 0,8 kWh na jedno jídlo, stejně jako kuchyně OW a WS se spotřebou mezi 0,5 a 0,55 kWh na jedno jídlo. Rozdíl mezi těmito kuchyněmi je v tom, že zdrojem energie kuchyňských spotřebičů v kuchyních RO a OW je pára. Také je třeba poznamenat, že spotřeba elektřiny v kategorii Vaření je v dalších kuchyních podhodnocena, protože nebylo z technických důvodů možné brát v úvahu všechny elektrické spotřebiče.

Tím se ale ještě nevysvětluje relativně vysoká spotřeba elektřiny u procesů vaření v kuchyni WS. Kuchyně WS vyrábí průměrně 3 jídla denně vč. teplého jídla. Z metodologického

hlediska bylo rozhodnuto uvažovat ve výpočtu energetické charakteristiky pouze o teplých jídlech, protože ta vykazují největší spotřebu energie. To znamená, že kuchyně WS je udržována v provozu relativně dlouho ve vztahu k počtu denně vyrobených jídel což má za následek negativní vliv na energetickou charakteristiku.

Jak ukazuje obrázek 12-20, kuchyně RO je výjimkou v kategorii Mytí nádobí, jelikož její energetický ukazatel je přibližně 0,2 kWh na jedno jídlo. Největší podíl na spotřebě energie má dálkové vytápění (0,86 kWh na jedno jídlo) na provoz pásové myčky (0,42 kWh na jedno jídlo). Ačkoli systémy mytí nádobí v kuchyních RO a OW jsou podobné z hlediska nosiče energie (oba jsou napájeny párou a elektřinou), pásová myčka RO spotřebovává výrazně více energie na jedno jídlo. Důvodem je počet vyrobených jídel, který je v kuchyni RO čtyřikrát větší. To zvyšuje spotřebu energie na mytí nádobí na jedno jídlo. Také by to ukazovalo na možný potenciál úspory, která by v této oblasti mohla být provedena. Také by se mělo ověřit, zda je pásová myčka adekvátně nastavená, zda je možná rekuperace tepla nebo zda a v jakém rozsahu by ji bylo možné efektivněji využívat (posun při mytí).





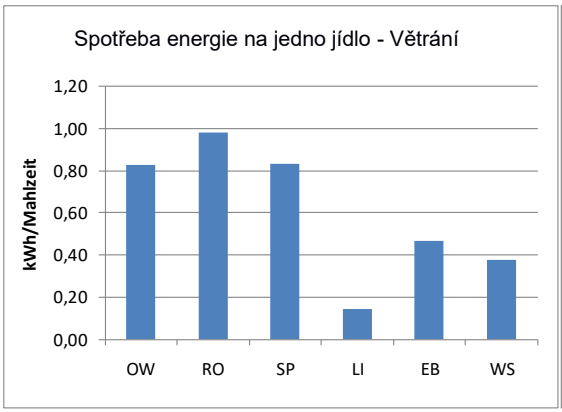
Obrázek 12-21 Spotřeba energie na jedno jídlo – kategorie Chlazení (vlevo)
Obrázek 12-22 Spotřeba energie na jedno jídlo – kategorie Výdej jídla (vpravo)

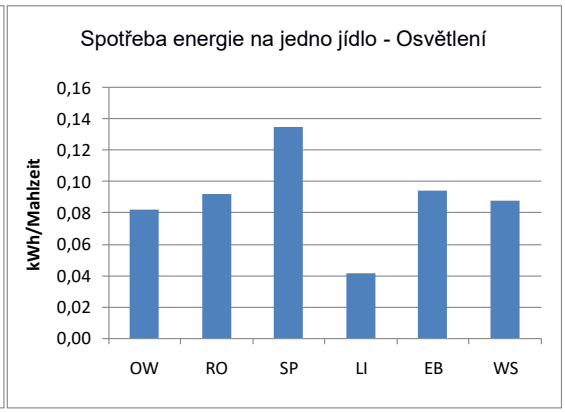
Obrázek 12-21 ukazuje průměrnou spotřebu energie na jedno jídlo v kategorii Chlazení – jde přibližně o 0,35 kWh. Kuchyně SP má nadprůměrnou spotřebu energie na chlazení. Částečně to lze vysvětlit spotřebou energie na chlazení místnosti, která byla v této kategorii připočtena. Chladící jednotka chladící a mrazící jednotky spotřebovává přibližně 0,65 kWh na jedno jídlo, chlazení prostoru spotřebovává přibližně 0,65 kWh na jedno jídlo. Jedním z důvodů vysokých energetických požadavků na chlazení prostoru je relativně velký prostor jídelen.

U kuchyní RO, LI, EB a WS nebyla zaznamenána spotřeba energie na chlazení místnosti a spotřeba tedy zahrnuje pouze spotřebu energie chladících jednotek jejich chladících a mrazících jednotek. Spotřeba energie na chlazení kuchyně WS je s 0,44 kWh na jedno jídlo relativně vysoká. Výkonnostní křivka chlazení WS). nenaznačuje velké ztráty chladu, důvodem hodnoty energetického ukazatele je relativně malý počet teplých jídel, která se v kuchyni WS denně vyrábějí.

Na obrázku 12-22 je znázorněna spotřeba energie na jedno jídlo v kategorii výdeje. Průměrná spotřeba energie na jedno jídlo je přibližně 0,15 kWh, přičemž kuchyně EB má nižší spotřebu energie ve srovnání s kuchyněmi RO a OW, jejichž spotřeba energie je relativně vysoká. V kuchyni OW se energie spotřebovává na 80 jídelních vozíků, které se denně používají k výdeji jídla. Jelikož se celý komplex staveb skládá z velkého počtu pavilonů, jídlo musí být přepravováno na relativně velké vzdálenosti.

V kuchyni RO se k výdeji jídla používá elektřina. Dopravník jídla vyžaduje přibližně polovinu spotřeby elektřiny, čímž se vysvětluje vyšší spotřeba proudu ve srovnání s ostatními kuchyněmi. Relativně nízkou spotřebu proudu v kuchyni EB lze vysvětlit malým počtem výstupních zařízení (12 kusů).



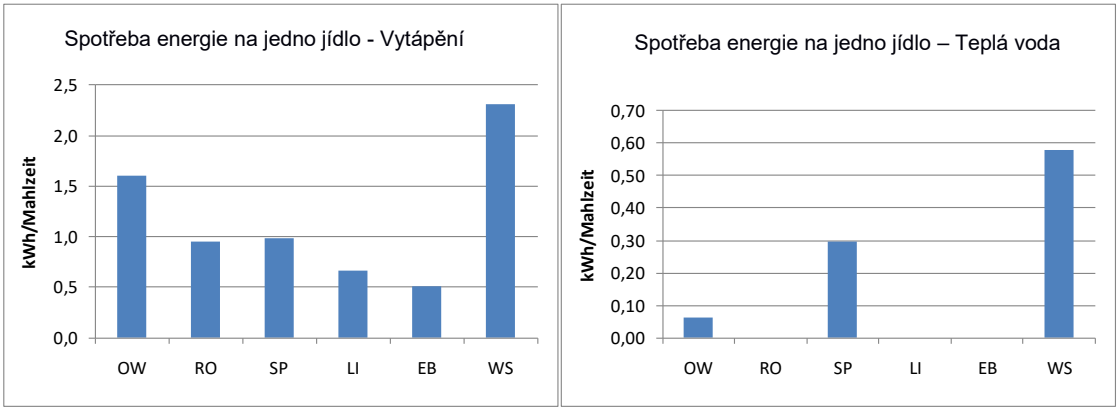


Obrázek 12-23 Spotřeba energie na jedno jídlo – kategorie Větrání (vlevo)
Obrázek 12-24 Spotřeba energie na jedno jídlo – kategorie Osvětlení (vpravo)

Jak ukazuje obrázek 12-23, kategorie Větrání vyžaduje průměrnou spotřebu energie přibližně 0,61 kWh na jedno jídlo. Existují významné rozdíly mezi kuchyněmi. Kuchyně OW, RO a SP vykazují relativně vysokou spotřebu energie. Ventilace kuchyně OW a RO má

konzistentně vysokou úroveň výkonu a provozní dobu (obrázek 12-23). Spotřeba energie na větrání v kuchyni SP byla zaznamenána v průzkumech dat a nebylo tedy nutné ji měřit. Spotřeba energie byla zaznamenána v celé budově (kuchyně a jídelny) a ukazuje se jako relativně vysoká. Relativně nízkou spotřebu energie na větrání v kuchyni LI nicméně nelze vysvětlit pomocí zaznamenaných údajů.

Obrázek 12-24 ukazuje, že kategorie Osvětlení s průměrem přibližně 0,09 kWh spotřebovává ve srovnání s ostatními kategoriemi málo energie na jedno jídlo. Kuchyně SP potřebuje nadprůměrné množství energie na osvětlení ve výši okolo 0,13 kWh. Důvodem jsou relativně velké jídelny.



Obrázek 12-25 Spotřeba energie na jedno jídlo – kategorie Vytápění (vlevo)
Obrázek 12-26 Spotřeba energie na jedno jídlo – kategorie Teplá voda (vpravo)

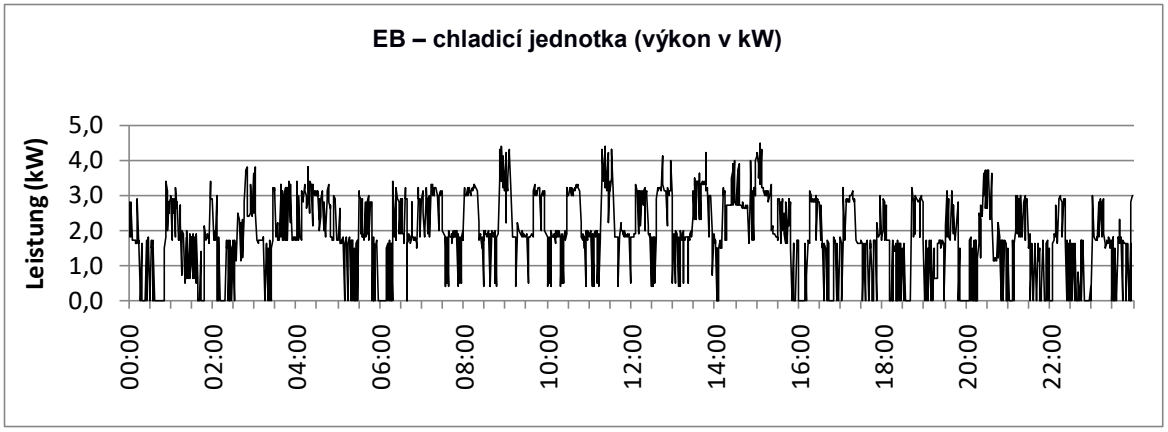
Kategorie Vytápění je ve zkoumaných velkých kuchyních energeticky intenzivní oblastí. Obrázek 12-25 ukazuje, že kuchyně WS spotřebovává přibližně 2,32 kWh na jedno jídlo na vytápění kuchyně a přilehlé jídelny. Tato hodnota je o 1,15 kWh vyšší než průměrná energetická náročnost zkoumaných velkokuchyní.

V kategorii Teplá voda jsou údaje nekompletní.

1.1 Příklad kancelářské velkokuchyně

Spotřebič	Jmenovitý výkon (kW)	Provozní doba (h/d)	Max. spotřeba elektřiny (kWh)	Naměřená spotřeba elektřiny (kWh)
Vstup (napájení) 1 (kuchyňské spotřebiče)	-	-	-	415
Vstup (napájení) 2 (osvětlení)	-	-	-	67
Pásová myčka	43	2,5	107,5	84
Myčka hrnců	34	5,5	187	52
Větrání	-	-	-	332
Chlazení	-	24	-	44
			CELKEM	**858**

Tabulka 12-5 Naměřená spotřeba elektřiny kuchyňských spotřebičů a oblastí kancelářské velkokuchyně

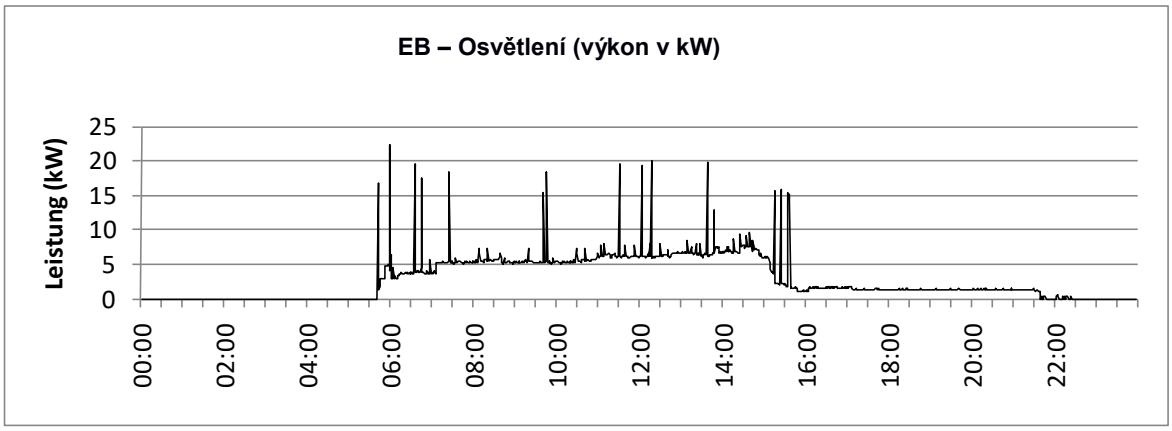


Obrázek 12-27 Křivka zatížení chladící jednotky v kancelářské velkokuchyni EB

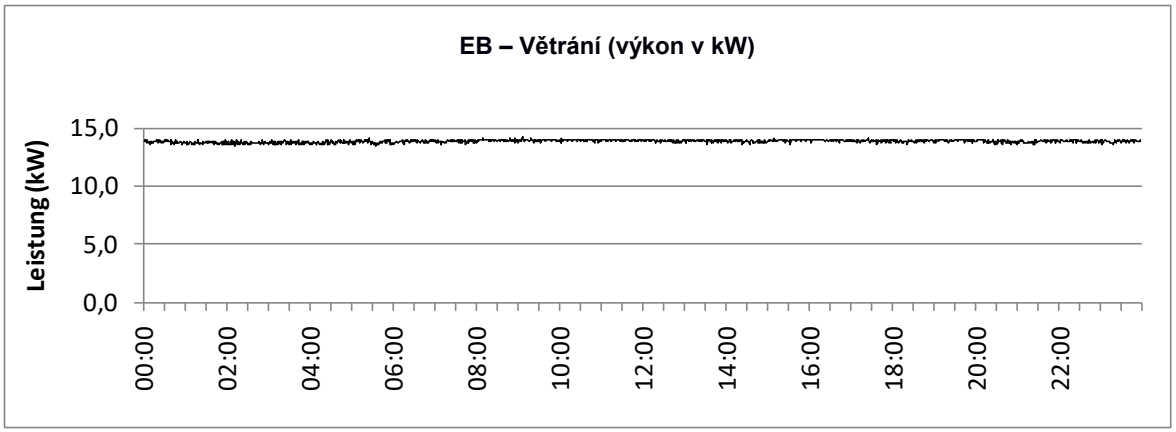
Obrázek 12-27 ukazuje křivku zatížení chladící jednotky. V tomto příkladu kuchyně nemá vlastní chlazení, proto nebylo možné změřit spotřebu.

Obrázek 12-28 ukazuje křivku zatížení v kategorii Osvětlení. Znázorňuje rozdíl mezi spotřebou elektřiny v době provozu a mimo provoz. V době, kdy spotřebiče nejsou v provozu (čili od 18:00 do 6:00) je průměrná spotřeba přibližně o 16 % nižší než denní průměr. Lze předpokládat že noční spotřeba elektřiny chladící jednotky představuje i spotřebu proudu

mimo pracovní dny. Zvýšení spotřeby proudu během pracovních dní lze vysvětlit ztrátami chladu, které jsou důsledkem činností v kuchyni (např. otevírání dveří, skladování zboží s vyšší teplotou apod.)

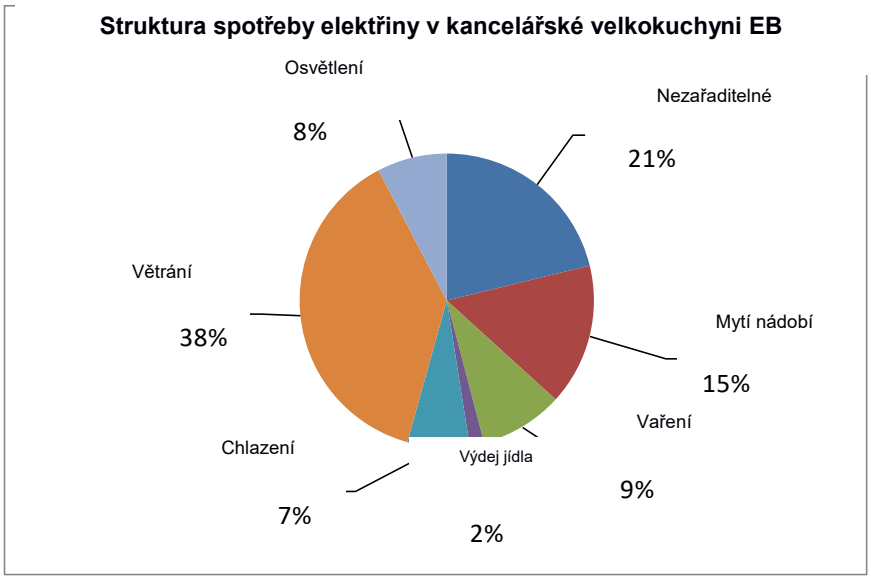


Obrázek 12-28 Křivka zatížení u kategorie Osvětlení v kancelářské velkokuchyni EB



Obrázek 12-29 Křivka zatížení u kategorie Větrání v kancelářské velkokuchyni EB

Větrání je z hlediska spotřeby energie významnou kategorií. Obrázek 12-29 ukazuje denní křivku zatížení u větrání v kuchyni EB a jídelně. Měření ukazuje, že větrání je v provozu 24 hodin denně na stejné úrovni proudu přibližně 14 kW. To je poměrně neobvyklé, protože výkon se většinou přizpůsobuje činnostem kuchyně. Nastavení větrání se tedy musí zkontrolovat a přizpůsobit skutečným požadavkům, aby se využil potenciál úspory. Pokud bude možné přizpůsobit úroveň výkonu potřebám kuchyně, lze očekávat snížení spotřeby elektřiny na polovinu.



Obrázek 12-30 Struktura spotřeby elektřiny v kancelářské velkokuchyni EB

Druhou nejdůležitější oblastí kancelářské velkokuchyně po kategorii Větrání s 38 % je kategorie Mytí nádobí (15 % celkové roční spotřeby elektřiny). Dalších 8 % denní spotřeby elektřiny představuje kategorie Osvětlení a 9 % vaření. Překvapivá je kategorie Chlazení, která je s podílem 7 % roční spotřeby elektřiny daleko pod průměrem ve srovnání s ostatními velkokuchyněmi.

3 Příklady dobré praxe

3.1.1 Kuchyně HLUW Yspertal

Tuto kuchyni provozuje samostatně osm zaměstnanců a denně obslouží přibližně 300 osob.
Před instalací systému rekuperace tepla byla zčásti stále velmi horká odpadní voda z kuchyně odváděna přímo do kanalizace přes odlučovač tuků.
Po instalaci systému Rainotec je nyní odpadní voda využívána na předehřátí čerstvé vody, kterou se poté plní horkovodní kotle.
Kotle jsou v zimě vytápěny místním vytápěním a v létě elektřinou.
Systém pracuje na principu protiproudu. Hrubé nečistoty odtékají přímo do kanalizace přes samočistící filtrační systém.
Elektronický kontrolní systém umožňuje přítok do horkovodních kotlů pouze předehřáté vodě.

Výsledky a údaje o projektu:
Úspora energie 18 400 kWh ročně (úspora elektřiny a místního vytápění)
Úspora nákladů 1 840 EUR ročně
Snížení nákladů na energie o 5,2 %
Investice 12 088 EUR
Návratnost investice 6,5 roku
Realizace v roce 2009

3.1.2 Velkokuchyně františkánského kláštera v Münsteru Großküche

Ve velkokuchyni františkánského kláštera v Münsteru byl instalován nový kontrolní systém od firmy ErgoPower GmbH, který využívá optické a teplotní senzory, které zajišťují, že ventilační systém se spustí pouze tehdy, když je to nutné. Poptávka po elektřině klesla o více než 70 %, po teple téměř o 60 %.
Klimatizační systémy používané ve velkokuchyních na klimatizaci a odstranění znečišťujících látek jsou velmi energeticky náročné z důvodu transportu vzduchu, který při stlačení vyžaduje významné množství energie. Optimalizací poptávky po hnací energii větráku lze zvýšit energetickou účinnost.

V praxi se se ventilační systémy po skončení procesu vaření nezastavují, takže pracují naplno až do konce pracovní doby.

Dodávka a odvádění vzduchu v kuchyňských větracích systémech je regulováno podle potřeby automatickými kontrolními prvky. Teplotní a optické senzory zaznamenávají vyšší vypařování vody nebo generování tepla.

Výsledky a údaje o projektu:

Instalace: 2 ventilační systémy od firmy ErgoPower GmbH

Náklady investice: 18 000 EUR

Doba amortizace: 2 roky

Proudění vzduchu (kuchyňské větrání): 10 000 m^3 / h

Motor přívodu vzduchu: 3,7 kW

Motor odvodu vzduchu: 6 kW

Proudění vzduchu (větrání technické místnosti): 4 500 m^3 / h

Vzdušný motor přívodu elektřiny: 3 kW

Motor odvodu elektřiny: 2,2 kW

Energetická náročnost větracích otvorů - elektřina: 43 000 kWh/rok

Energetická náročnost větracích otvorů - vytápění: 10 000 kWh/rok

Náročnost elektřiny: 10 000 kWh/rok

Náročnost vytápění: 4 200 kWh/rok.

3.2 Srovnání různých typů velkokuchyní

Typ velkokuchyně	Kuchyně s čerstvým a smíšeným jídlem (Cook & Serve)	Teplá jídla (Cook & Hold)	Cook & Chill	Cook & Freeze
Charakteristika	Jídlo se připravuje jen krátce před spotřebou Poměrné zpracování čerstvého neupraveného jídla a polotovarů Jídlo se servíruje na místě	Jídlo se připravuje v den spotřeby ve vzdálené centrální kuchyni s čerstvým nebo smíšeným jídlem Jídlo se zákazníkovi doručí z centrální kuchyně Způsoby doručení: jednotlivé porce nebo nádoby na více porcí	Jídlo se připravuje 3-5 dní před spotřebou v kuchyni na místě nebo ve vzdálené centrální kuchyni (s čerstvým nebo smíšeným jídlem) Připravené jídlo se ihned po vyrobení zchladí na 3°C. a skladuje se při této teplotě V den spotřeby se jídlo naporcuje za studena a ohřeje se na místě spotřeby Způsoby doručení (v případě centrální kuchyně): jednotlivé porce nebo nádoby na více porcí	Jídlo se připravuje až 9 měsíců před spotřebou na místě nebo ve vzdálené centrální kuchyni (s čerstvým nebo smíšeným jídlem) Připravené jídlo se ihned po vyrobení zchladí na -18 °C a skladuje se při této teplotě Jídlo se před zmrazením naporcuje V den spotřeby se jídlo rozmrazí Způsoby doručení (v případě centrální kuchyně): jednotlivé porce nebo nádoby na více porcí

Přílohy

Příloha č. 1: Příklady možných parametrů v dotaznících a vysvětlivky

	Parametr	Účel
Dotazník Spotřeba energie ve velkokuchyni	Dodavatel datové energie na jeden nosič energie	Energetický mix a údaje specifické pro daný druh energie
	Celková spotřeba energie na jeden nosič energie	Referenční hodnota a výpočet ukazatelů energetické účinnosti
	Spotřeba energie na jednu oblast	Znázornění struktury spotřeby energie a určení hlavních spotřebitelů energie
	Náklady	Stanovení potenciálních finančních úspor
	Typ kuchyně (tj. čerstvá kuchyně, Cook & Chill)	Srovnání různých provozních režimů a určení energetické účinnosti
	Počet výrobních dní v roce	Výpočet ukazatelů energetické účinnosti
	Průměr vyrobených pokrmů	Výpočet ukazatelů energetické účinnosti
	Celkem	
	Snídaně	
	Oběd	
	Večeře	
	Oběd formou studeného bufetu	
	Večere formou studeného bufetu	
	Přeprava	Stanovení vlivu přepravy na spotřebu energie a konečně na emise CO_2
	Uvnitř společnosti/kuchyně	
	Počet jídelních vozíků	
	Počet přepravovaných teplých jídel	
	Počet přepravovaných studených jídel	
	Mimo společnost / kuchyni	
	Přepravní prostředky	
	Kilometry přepravy	
	Počet jídelních vozíků	
	Počet přepravovaných teplých jídel	
	Počet přepravovaných studených	

	jídel	
Spotřeba energie	Naměřená spotřeba energie na jeden spotřebič	Představení přesné struktury spotřeby energie a určení spotřebičů, které spotřebovávají velké množství energie
	Údaje výrobce o každém spotřebiči	Odhad spotřeby energie každého spotřebiče
	Výrobce	
	Typ	
	Nosič energie (např. elektřina, plyn, nafta)	
	Počet	
	Jmenovitý výkon	
	Doba provozu	
	Účinnost	
	Tvrzená vysoká spotřeba energie	Subjektivní ukazatel (znalosti personálu kuchyně a vlivy na skutečnou spotřebu energie)
Údaje specifické pro daný druh energie	Údaje specifické pro daný druh energie	Výpočet emisí CO2
	Národní energetický mix / specifický energetický mix	Podíl primárních zdrojů energie na výrobě odvozených nosičů energie (např. elektřina, dálkové vytápění)
	Průměrný faktor uhlíkových emisí (CEF) / Specifický CEF	Faktor uhlíkových emisí pro výpočet množství uhlíku na jednotku energie
	Průměrný ε / specifický ε	Poměr oxidovaného uhlíku pro výpočet emisí CO2
	Průměrný H_u / specifický H_u	Konverzní faktor energie v hmotnosti podle energie dodané v joulech
	Průměrný stupeň účinnosti konverzní technologie / specifický poměr účinnosti konverzní technologie	Stanovení účinnosti konverzní technologie
	Průměrný konverzní vstup / specifický konverzní vstup	Stanovení účinnosti konverzní technologie a extrapolace pro výpočet emisí CO2
	Průměrný konverzní výkon / specifický konverzní výkon	Stanovení účinnosti konverzní technologie a extrapolace pro výpočet emisí CO2
	Průměrné ztráty při dopravě / specifické ztráty při dopravě	Výpočet emisí CO2
	Průměrná spotřeba sektoru energie	Výpočet emisí CO2

	/ specifická spotřeba sektoru energie	

Příloha č. 2: Typické velkokuchyňské spotřebiče

S připojeným výkonem a hodnotami spotřeby energie – formulář Kleinhempel {2004}

Spotřebič	Typ	Příkon (kW)		Hodnoty spotřeby energie (kWh/d)	
Trouba	Elektrická	5	21	1,05	4,4
Trouba	Indukční	10	20	0,8	1,6
Trouba	Plynová	8,5	37	1,9	8,4
Konvektomat	Elektrický	10	63	1,04	6,6
Konvektomat	Plynový	9	120	1,07	14,3
Kotel	Elektrický	9	32	1,6	5,7
Kotel (elektrický vařič)	Elektrický	11	24	1,4	2,9
Kotel (elektrický tlakový vařič)	Elektrický	16	54		
Kotel	Plynový	21	58	5,25	14,5
Kotel (plynový vařič)		10	21	1,6	3,5
Kotel (plynový tlakový vařič)		21	58		
Kotel na expresní vaření					
Tlakový parní hrnec					
Sklopná pánev	Elektrická	7,2	16	3	6,6
Sklopná pánev	Plynová	8	20	4	10
Salamander	Elektrický	2	4,5		
Mikrovlnka	Elektrická				
Plech na smažení/grilování	Elektrický	3,5	15	2,2	9,4
Plech na smažení/grilování	Plynový	4	12	3,3	10
Konvekční trouba		2,5	6		
Trouba na pizzu	Elektrická	3,2	24		
Fritovací pánev	Elektrická	3,3	26	1,65	13
Fritovací pánev	Plynová	5,8	26	3,6	16,3
Ledovač		0,2	1,1		
Řezač		0,5	2		
Loupače (brambor a zeleniny)		0,37	3		
Mixéry a hnětače			0,37		
Kráječe			0,2		

Spotřebič	Typ	Příkon (kW)		Hodnoty spotřeby energie (kWh/d)	
Kávovary		2	4		
Univerzální kuchyňský robot		0,55	3,2		
Vařič na těstoviny	Elektrický	5,5	7,5		
Vařič na těstoviny	Plynový	13	26		
Lednice		0,3	0,4	1,6	4,1
Mrazák		0,4	1,6		
Chladírna			3,5		
Konvekční digestoře			0,24		
Odsávací digestoře			0,5		
Indukční digestoře			0,7		
Kondenzační digestoře			1,1		
Košová myčka		3,3	21		
Myčka s předními dveřmi					
Průchozí myčka					
Pásová myčka			150		
Bain-Marie	Elektrická	2	4,6	0,5	1,15
Bain-Marie	Plynová		4,7		1,3
Tepelná skříň		0,4	2,2		
Dávkovač talířů		0,9	2		
Chladič nápojů					
Salátový bufet		0,2	0,3		
Chladící skříň		0,2	1,6		
Přepravní vozík pro udržení teploty		2,9	4,3		

Příloha č. 3: Praktické příklady energetické účinnosti v 6 velkokuchyních

	Kuchyně					
	Pečovatelský dům (CH)	**Nemocnice (SK)**	**Nemocnice (CH)**	**Nemocnice (NL)**	**Společnost (SK)**	**Nemocnice (DE)**
Počet jídel ročně	47085	127890	197830	273750	331730	876000
Počet dní v roce, kdy se vaří	365	261	365	365	245	365
Počet jídel denně	129	490	542	750	1354	2400
Skutečná spotřeba energie	109000	437000	597000	551667	517400	1000000
Skutečná spotřeba energie na jedno jídlo	2,3	3,41	3	2,02	1,56	1,14
Spotřeba energie na jedno jídlo podle referenční hodnoty	4,91	2,12	1,99	1,62	1,12	0,78
Spotřeba energie podle referenční hodnoty	231420	271145	393606	443869	370727	682591
Spotřeba energie: Faktor “skutečné”/referenční hodnoty	0,5	1,6	1,5	1,2	1,4	1,5
Spotřeba energie podle Rohatschovy směrné hodnoty	35314	95918	148373	205313	248798	657000
Spotřeba energie: Faktor „skutečné”/Rohatschovy směrné hodnoty	3,1	4,6	4,0	2,7	2,1	1,5
Spotřeba energie na jedno jídlo podle Rohatschovy směrné hodnoty	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75

4 Literatura

AIR-IX Consulting Engineers; Energy Centre Bratislava; Institute of Accelerating Systems and Applications - National and kapodestrian University of Athens; Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie; Österreichischer Energiekonsumenten Verband (2002) Energy Concept Advisor.

HKI Industrieverband Haus- Heiz- und Küchentechnik e.V. (2016) Klima schützen und Kosten senken | Ein Leitfaden zur Energieeffizienz in Großküchen. Eine Brancheninformation des HKI Industrieverbandes Haus-, Heiz- und Küchentechnik e.V. . Frankfurt am Main (Deutschland)

Jenny, U. (2008) Energieeffizienz und der Einfluss auf die Planung. ZAGG - Symposium.

Kleinhempel, A.-K. (2004) Energieeffiziente Haushaltgroßgeräte für Gemeinschaftsverpflegungseinrichtungen. Bremer Energie Institut, Universität Bremen. Bremen, Deutschland.