

ENERGETICKÁ NÁROČNOST GASTROPROVOZŮ A MOŽNOSTI ÚSPOR

Autoři: Ing. Jakub Wiesner
Ing. Richard Poul

Zpracování studie: 6-12/2016

Dílo bylo zpracováno za finanční podpory Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných a druhotných zdrojů energie pro rok 2016 – Program Efekt

Obsah

1	Úvod	5
1.1	Hlavní cíle projektu	5
1.2	Pro koho je projekt přínosný	5
2	Metodika	6
2.1	Výběr provozoven	6
2.2	Měřicí technika	6
3	Základní pojmy a definice	8
3.1	Gastroprovoz	8
3.2	Energetická náročnost	8
4	Zjištěné skutečnosti a naměřené hodnoty v gastroprovozech	11
4.1	Provozovna č. 1 – jídelna pro administrativní centrum	12
4.2	Provozovna č. 2 – jídelna pro administrativní centrum	22
4.3	Provozovna č. 3 – jídelna pro administrativní budovu	28
4.4	Provozovna č. 4 – školní jídelna	28
4.5	Celkové vyhodnocení	31
4.6	Měření jednotlivých spotřebičů	32
5	Možnosti úspor	34
5.1	Optimalizace plateb za spotřebu elektrické energie	34
5.2	Náhrada elektrické energie	36
5.3	Nastavení provozních procesů	37
5.4	Větrání	37
5.5	Myčky	39
5.6	Výběr a koordinace energetických zdrojů	41
6	Závěr	42
6.1	Energetická náročnost	42
6.2	Možnosti úspor	43
6.3	Doporučení pro další výzkum	43

7	Přílohy.....	44
7.1	TNI 73 0331	44
7.2	ČSN EN 15251	45
7.3	ČSN EN 15193	45
7.4	ČSN EN ISO 13790.....	46
7.5	Provozovna 1	47
7.6	Provozovna 2	54

Seznam obrázků:

Obrázek 1:	Řídící jednotka Fibaro HC2	7
Obrázek 2:	Trojfázový měřič elektrické energie Fibaro HEM3.....	7
Obrázek 3:	Miniaturní počítač Rapsberry Pi 1B+	7
Obrázek 4:	Příklad instalace měřiče HEM3 v rozvaděči.....	8
Obrázek 5:	Provozovna 1 – denní průběh ostatní spotřeby.....	14
Obrázek 6:	Provozovna 1 – denní průběh spotřeby chladicích a mrazicích boxů	15
Obrázek 7:	Provozovna 1 – denní průběh spotřeby elektrického boileru.....	16
Obrázek 8:	Provozovna 1 – denní průběh celkové spotřeby.....	18
Obrázek 9:	Provozovna 1 – normalizovaný denní průběh celkové spotřeby elektřiny pro účely hodnocení energetické náročnosti.....	18
Obrázek 10:	Provozovna 1 – rozložení celkové spotřeby energie.....	21
Obrázek 11:	Provozovna 2 - Časový průběh spotřeby elektřiny – rozvaděč CRS1	24
Obrázek 12:	Provozovna 2 - Normalizovaný průběh spotřeby elektřiny - pracovní den	24
Obrázek 13:	Provozovna 2 – rozložení celkové spotřeby energie.....	28
Obrázek 14:	Vstupní údaje pro příklad optimalizace plateb za elektřinu	36
Obrázek 15:	Cashflow v průběhu 10 let pro 3 varianty myček	41

Seznam tabulek:

Tabulka 1:	Měrných tepelných zisků v gastroprovozech z různých zdrojů	9
Tabulka 2:	Provozovna 1 – ostatní spotřeba	13
Tabulka 3:	Provozovna 1 – spotřeba chladicích a mrazicích boxů	14
Tabulka 4:	Provozovna 1 – spotřeba elektrického boileru.....	15
Tabulka 5:	Provozovna 1 – celková spotřeba elektřiny	16

Tabulka 6: Provozovna 1 – přehled měřených spotřeb	18
Tabulka 7: Provozovna 1 - Historická data energetických spotřeb a vody.....	19
Tabulka 8: Provozovna 1 – výsledné hodnoty	21
Tabulka 9: Měřená spotřeba elektřiny - provozovna 2	22
Tabulka 10: Časový průběh spotřeby elektřiny na rozvaděči CRS1.....	23
Tabulka 11: Provozovna 2 - Historická data energetických spotřeb a vody.....	25
Tabulka 12: Provozovna 2 – výsledné hodnoty	27
Tabulka 13: Provozovna 3 – výsledné hodnoty	28
Tabulka 14: Provozovna 4 - Historická data energetických spotřeb a vody.....	30
Tabulka 15: Provozovna 4 – výsledné hodnoty	30
Tabulka 16: Souhrnné výsledky pro všechny provozovny.....	31
Tabulka 17: Výsledky měření jednotlivých spotřebičů.....	32
Tabulka 17: Roční platba za elektrickou energii v závislosti na distribuční sazbě.....	36
Tabulka 18: Roční platba za elektrickou energii v závislosti na velikosti jističe	36
Tabulka 18: Automatická regulace	38
Tabulka 19: Provozní režim a spotřeba vody myčky	40
Tabulka 20: Úspora provozních nákladů při použití rekuperace díky snížení množství větracího vzduchu o 1250 m ³ /h	40
Tabulka 21: Porovnání investičních toků.....	40
Tabulka 22: TNI 73 0331 – Příloha B – parametry využití	44
Tabulka 23: TNI 73 0331 – Příloha B – parametry pro vnitřní tepelné zisky	44
Tabulka 24: TNI 73 0331 – Příloha B – parametry pro osvětlení zóny	45
Tabulka 25: ČSN EN 15193 – Příloha F – směrné hodnoty a kritéria pro návrh osvětlení	45
Tabulka 26: ČSN EN ISO 13790 – Tabulka G. 11 – Tepelný tok od spotřebičů	46
Tabulka 27: ČSN EN ISO 13790 – Tabulka G. 12 – Příklad obvyklých vstupních údajů souvisejících s obsazeností.....	46

1 Úvod

Po implementaci evropské směrnice EPBD II (2010/31/EU) do české legislativy lze zaznamenat snahu o snižování energetické náročnosti nových i stávajících budov. Zatímco u rodinných domů se pozornost zaměřuje zejména na snižování potřeby tepla na vytápění, u větších budov, jako jsou např. administrativní celky, tento přístup samotný postrádá na významu. Energetickou spotřebu těchto budov totiž z větší části tvoří spotřeba elektrických spotřebičů a technického vybavení. Pro stanovení jejich energetické náročnosti je tedy potřebné se dívat na budovy jako celek včetně všech významných spotřebičů energie.

Na celkové spotřebě energie se mohou významně podílet i gastroprovozy (kuchyně a jídelny, kuchyňské spotřebiče a jejich zajištění parametrů vnitřního prostředí). Přesnější údaje o energetické náročnosti gastroprovozů v současné době však v České Republice neexistují. Jejich energetickou náročnost nelze tedy ani přibližně odhadnout, natož pak stanovit možnosti energetických úspor.

1.1 Hlavní cíle projektu

Cílem tohoto projektu je zmapovat energetickou náročnost gastroprovozů v rámci větších administrativních, případně školních budov a vyhodnotit možnosti úspor energií.

1.2 Pro koho je projekt přínosný

Majitelé a provozovatelé gastroprovozů

Výsledky studie jsou pro tuto skupinu využitelné zejména při porovnání spotřeby energií a případných kroků vedoucích ke snížení energetické náročnosti provozu jako jsou energetický audit, revize technologických zařízení, nastavení provozních procesů, pořízení úspornějších spotřebičů aj.

Energetičtí specialisté

Zejména číselné výstupy studie mohou tvořit pro energetické specialisty jisté orientační body pro vyhodnocování energetické náročnosti budov s gastroprovozy a pro vyhodnocování úsporných opatření v rámci energetických auditů a posudků.

Projektanti TZB

Díky této studii mohou projektanti TZB získat základního přehled o problematice energetické náročnosti gastroprovozů a dále tyto poznatky využít k projektování gastroprovozů s ohledem na jejich energetickou náročnost včetně nastavení provozních procesů, výběru energeticky úsporných zařízení a technologií a možností nakládání s energiemi.

2 Metodika

Energetická náročnost gastroprovozů je velmi závislá na vnitřních tepelných ziscích, které vznikají provozem gastro zařízení. Účelem této studie je na základě měření zjistit reálné spotřeby energií gastro zařízení.

2.1 Výběr provozoven

Prvním krokem bylo zajištění provozoven, ve kterých bude měření probíhat. Výběr provozoven byl omezen na provozy jídelnového typu s výdejem pouze v době obědu, tj. jídelna pro administrativní centrum nebo školní jídelna.

Dalším krokem bylo oslovení provozovatelů nebo majitelů provozoven a zajištění souhlasu s měřením. Při výběru provozoven jsme se setkávali se zamítavým postojem k měření. Důvodem byla např. ochrana údajů před zveřejněním.

Posledním krokem byla analýza technické proveditelnosti instalace měření. Zde se ukázalo, že značná část provozoven není pro účely měření vhodná. Nejčastějšími důvody byla absence podružných měření, technická nemožnost umístění měřičů energie do rozvaděče nebo umístění rozvaděče na nevhodném místě.

Z oslovených provozoven jsme získali souhlas s měřením od 3 provozoven s vhodnými technickými podmínkami.

Měření probíhalo ve dvou středně velkých jídelnách pro administrativní centrum s denním počtem uvařených jídel 400 – 500 (provozovny 1 a 2) a ve školní jídelně s kapacitou 370 jídel denně (provozovna 5). Ve školní jídelně byly měřeny pouze samostatné spotřebiče. Měření celkové spotřeby nebylo technicky možné.

Ve studii jsou také zahrnuty dvě provozovny, ve kterých nebylo provedeno měření, ale od provozovatele byly přímo získány údaje o spotřebách energií a vody. Těmito provozovnami jsou velká jídelna pro administrativní s kapacitou 2000 jídel denně a školní jídelna s kapacitou 200 jídel denně.

2.2 Měřicí technika

Na rozdíl od měření jednofázových spotřebičů připojených přes elektrickou zásuvku, je většina větších gastro spotřebičů připojených k elektrické síti trojfázově nebo jednofázově napřímo kabely. Mezi rozvaděčem a zařízením tedy neexistuje žádné místo s přístupem k elektrickým vodičům, kde by se spotřeba elektřiny dala měřit. Umístění měřiče elektrické spotřeby je tedy možné pouze v elektrickém rozvaděči.

Pro účely tohoto projektu jsou na měřicí techniku kladeny následující požadavky:

- Měření přímo v elektrickém rozvaděči
- Trojfázové měření spotřeby elektřiny
- Záznam naměřených údajů
- Přístup k naměřeným údajům přes webové rozhraní

Na základě výše uvedených požadavků byl vybrán systém „chytré domácnosti“ Fibaro, který splňoval všechny požadavky. Systém má navíc výhodu libovolné rozšiřitelnosti o další měřicí zařízení a použitelnosti pro různé aplikace.

Systém se skládá z řídicí jednotky HC2 a bezdrátových trojfázových měřičů odběru elektrické energie HEM3. Vzhledem k tomu, že řídicí jednotka nedisponuje možností přímého exportu naměřených dat, byl pro tento účel použit miniaturní počítač Raspberry Pi 1B+ včetně vlastního programu pro export dat a SD karty pro záznam dat.



Obrázek 1: Řídicí jednotka Fibaro HC2



Obrázek 3: Miniaturní počítač Raspberry Pi 1B+



Obrázek 2: Trojfázový měřič elektrické energie Fibaro HEM3



Obrázek 4: Příklad instalace měřiče HEM3 v rozvaděči

3 Základní pojmy a definice

3.1 Gastroprovoz

Pro účely této studie je za gastroprovoz považován prostor, ve kterém se nachází:

- Kuchyň (varna)
- Výdej a konzumace jídla (jídelna, kantýna, restaurace)
- Zázemí (skladování, přípravný, pomocné místnosti atd.)

3.2 Energetická náročnost

Energetická náročnost budov se dle zákona č. 78/2013 Sb. vyhodnocuje na základě ukazatelů energetické náročnosti budovy, kterými jsou:

- a) Celková primární energie za rok
- b) Neobnovitelná primární energie za rok
- c) Celková dodaná energie za rok
- d) Dílčí dodané energie pro technické systémy vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení za rok
- e) Průměrný součinitel prostupu tepla
- f) Součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici
- g) Účinnost technických systémů

Z výše uvedených ukazatelů energetické náročnosti budovy dle platné legislativy lze vypožorovat, že energetická náročnost budovy se hodnotí pouze v rámci systémů upravujících vnitřní prostředí budovy (vytápění, chlazení, větrání, úprava vlhkosti, příprava teplé vody a osvětlení). Zvýšený důraz je pak kladen na energetickou náročnost vytápění budovy viz body e) a f). Do hodnocení energetické náročnosti se dle této metodiky nezahrnuje ostatní spotřeba.

Při výpočtu energetické náročnosti se ale často můžeme setkat se situací, kdy ostatní spotřeba tvoří z celkové spotřeby energie v budově desítky procent (administrativní budovy až 30 %, průmyslové objekty až 90 % atd.). S vysokou ostatní spotřebou jsou navíc spojeny extrémně vysoké vnitřní tepelné zisky, které zcela zásadně ovlivňují energetickou náročnost (bilanci) daného provozu.

Ostatní spotřeba

Ostatní spotřebou je v rámci studie myšlena energetická spotřeba zařízení, která neslouží k úpravě vnitřního prostředí budovy. Obecně jde o běžné vybavení příslušného provozu, např. kancelářská technika v kancelářích. V případě gastroprovozů se jedná o zařízení kuchyní a jídelen sloužící k přípravě jídel.

Tepelné zisky

Ve své praxi energetických specialistů se při hodnocení energetické náročnosti často setkáváme s problémem zadání vnitřních zisků, které by odpovídaly reálnému provozu. Zatímco hodnoty tepelných zisků pro obytné budovy jsou více či méně vždy podobné a dají se vcelku jednoduše vypočítat nebo stanovit dle směrných hodnot uvedených např. v TNI 73 0331, u větších celků jako jsou administrativní budovy, ubytovací a školská zařízení, průmyslové prostory aj., je situace obtížnější. I když např. TNI 73 0331 uvádí směrné hodnoty i pro tyto typy budov a provozů, hodnoty tepelných zisků zde uvedené se často zcela odlišují od reálných. Níže uvedená Tabulka 1 uvádí hodnoty měrných tepelných zisků v gastroprovozech z různých zdrojů. V tabulce lze vidět, že se měrné hodnoty tepelných zisků z vybavení liší o řády. Jejich použitelnost je tedy velmi diskutabilní.

Tabulka 1: Měrných tepelných zisků v gastroprovozech z různých zdrojů

	Obsazenost m^2/os	Měrné tepelné zisky od osob W/m^2	Měrné tepelné zisky z vybavení W/m^2
TNI 730331			
Budovy pro vzdělávání – jídelny, kantýny	1	2	2
Zdravotnická zařízení – přípravný jídel, jídelny	10	15	150
Ubytovací zařízení – Hotely a restaurace – restaurace, stravovací provozy	2	50	2

Ubytovací zařízení – Hotely a restaurace – přípravný jídel	10	10	200
ČSN EN 15251			
Restaurace	1,5		
ČSN EN ISO 13790			
budovy pro stravování			3
Restaurace	5	20	

Vytápění

Spotřeba energie na vytápění gastroprovozů se v určitých případech může na celkové spotřebě podílet pouze z velmi malé části díky značným tepelným ziskům, které prostory ohřívají.

Měrná spotřeba energie na vytápění bude pro kuchyně a jídelny odlišná. Lze očekávat, že v kuchyních bude razantně nižší díky vyšším tepelným ziskům a nižší vnitřní teplotou pro vytápění.

Chlazení

V gastroprovozech je potřeba chladu rozdělena do následujících kategorií:

- Chlazení vnitřních prostorů – většinou vzduchotechnickou jednotkou
- Chlazení chladicích a mrazicích boxů – většinou samostatnými klimatizačními jednotkami

Potřeba chlazení vnitřních prostor je závislá zejména na vnitřních tepelných ziscích, tepelné ztrátě prostupem a větráním a dále na požadované vnitřní teplotě v režimu chlazení.

Potřeba chlazení chladicích a mrazicích boxů je na druhé straně na vnějších vlivech prakticky nezávislá a závisí pouze na množství chlazených / mražených potravin a velikosti boxu.

Příprava TV

Potřeba teplé vody v gastroprovozech není zanedbatelná a hledání úspor v této oblasti je opodstatněné. Úspory můžou probíhat ve třech úrovních:

- efektivní příprava teplé vody energeticky úspornějším zdrojem
- využití odpadního tepla pro přehřev TV
- spotřebiče snižující potřebu vodu, např. úsporné baterie, perlátory, úsporné myčky atd.

Větrání

Spotřeba energie na větrání se primárně odvíjí od množství přiváděného / odváděného vzduchu a účinnosti ventilátorů a lze stanovit výpočetní metodou. Použití měrných hodnot dle platné legislativy je možné.

Osvětlení

Spotřeba energie na osvětlení se primárně odvíjí od instalovaného příkonu osvětlovací soustavy a lze stanovit výpočetní metodou. Použití měrných hodnot dle platné legislativy je možné.

Úprava vlhkosti

Pro účely této studie zanedbáno.

Druhy energie

Nejčastěji používané druhy energie v gastroprovozech jsou elektřina ze sítě a případně zemní plyn. Dále se může vyskytnout centrální zásobování teplem pro vytápění a přípravu TV. S ostatními druhy energií jako jsou např. obnovitelné zdroje, uhlí atd. jsme se nesetkali.

4 Zjištěné skutečnosti a naměřené hodnoty v gastroprovozech

Celková energetická náročnost se dá rozdělit do dílčích skupin viz kapitola 3.2 tj.:

- Vytápění
- Chlazení
- **Příprava TV**
- Větrání
- Osvětlení
- **Ostatní spotřeba**

Studie se zaměřuje zejména na vyhodnocení energetické náročnosti dílčích skupin ostatní spotřeba a příprava TV. V případě dostupnosti dat je uvedena energetická náročnost i v jiných dílčích skupinách.

Pro vyhodnocení ostatní spotřeby je potřeba znát spotřebu elektrické energie, případně zemního plynu. Tyto údaje lze získat buď na základě podkladů provozovatele anebo prostřednictvím měření. V rámci studie jsou použity obě metody, měření je pak provedeno pouze pro spotřebu elektrické energie.

Měrná hodnota

V běžné praxi se pro výpočet energetické náročnosti jednotlivých provozů používají měrné hodnoty vztažené na 1 m². Tento postup ale není v případě gastroprovozů příliš vhodný, protože spíše než velikost užitné plochy ovlivňuje energetickou náročnost gastroprovozu kromě jiného např. počet uvařených jídel. Abychom mohli jednotlivé provozy porovnávat mezi sebou, zvolili jsme jako měrnou hodnotu 1 uvařené jídlo. Veškeré výsledky ve studii jsou tedy vztaženy na 1 uvařené jídlo.

Variabilní a stálá spotřeba energií

Celková spotřeba energie se skládá z variabilní a stálé složky. Zatímco variabilní složka je tvořena přímou spotřebou energie pro uvaření jídla, je stálá složka nezávislá na provozu kuchyně a zahrnuje spotřebu stále běžících spotřebičů bez ohledu na to, jestli se vaří nebo ne. V rámci studie není proveden bližší rozbor rozdělení těchto složek. Pro zjednodušení zahrnujeme do výsledků pouze celkové hodnoty.

4.1 Provozovna č. 1 – jídelna pro administrativní centrum

Označení provozovny	1
Popis provozovny	Kuchyně s jídelnou a kombinovaným výdejem
Objekt	Administrativní budova
Umístění provozovny	Jídelna 1NP, kuchyně 1NP a 1PP
Typ kuchyně	Mezinárodní
Provoz	Po-Pá
Výdej obědů	11:00 - 15:30
Průměrný počet uvařených jídel/den	472

Výsledky měření

V této provozovně bylo provedeno **měření spotřeby elektřiny** v následujících bodech:

1. Ostatní spotřeba elektřiny – kuchyňské spotřebiče + osvětlení
2. Spotřeba chladicích a mrazicích boxů
3. Spotřeba elektrického boileru pro přípravu TV

Měření je provedeno systémem Fibaro viz kapitola 2.2 a čítačem pulzů elektroměrů. Fotodokumentaci měření lze nalézt v příloze 7.5. V obou případech je měření provedeno s minutovým krokem. Interval je dále pro snazší zpracování převeden do desetiminutového a hodinového kroku.

Měření bylo provedeno pro jeden týden včetně víkendu **21. 11. – 27. 11. 2016**.

Vzhledem k značnému objemu dat jsou ve studii uvedena pouze data v hodinovém kroku.

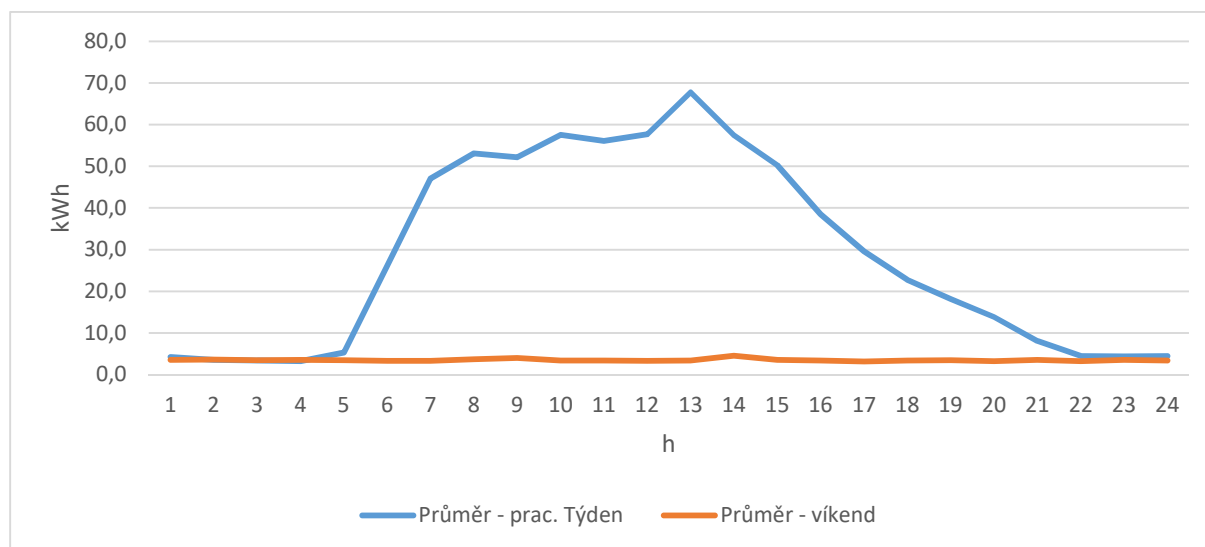
Seznam všech kuchyňských spotřebičů je uveden v příloze.

Ostatní spotřeba

Tabulka níže znázorňuje denní spotřebu elektřiny, ve které je zahrnut provoz kuchyňských spotřebičů a osvětlení. Z grafu je pak vidět průměrný průběh spotřeby v pracovním a víkendovém dnu. Z výsledků lze velmi dobře vyčíst rozložení spotřeby od začátku pracovní doby tj. 5:00 – 6:00 h do cca 21:00 h se špičkou kolem 13:00. Mimo pracovní dobu a také o víkendech je spotřeba konstantní, ale nenulová.

Tabulka 2: Provozovna 1 – ostatní spotřeba

hodina	Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek kWh	Pátek	Průměr	Sobota
1	2,3	7,5	2,2	1,7	1,3	3,0	2,4
2	2,1	3,9	1,6	2,2	2,6	2,5	2,2
3	2,5	1,3	1,5	2,6	2,6	2,1	2,6
4	2,0	2,4	1,7	2,3	2,3	2,1	0,4
5	4,7	4,9	3,9	4,0	4,2	4,3	2,5
6	32,6	11,9	22,8	36,8	18,8	24,5	2,4
7	49,2	45,4	46,3	38,6	42,4	44,4	2,5
8	49,6	52,1	53,6	51,4	42,2	49,8	3,0
9	46,3	52,8	54,9	44,0	45,7	48,7	2,5
10	57,1	45,8	57,5	54,7	55,4	54,1	2,3
11	56,5	52,9	45,1	63,9	42,5	52,2	2,5
12	54,5	59,9	49,2	52,0	48,1	52,7	2,4
13	61,4	72,5	58,4	62,8	57,3	62,5	2,1
14	51,6	59,0	48,8	51,7	51,2	52,5	1,9
15	46,8	48,8	43,8	44,1	43,0	45,3	8,0
16	38,7	33,3	31,7	31,0	33,2	33,6	5,4
17	29,1	25,3	22,8	23,2	26,2	25,3	0,9
18	21,6	22,0	17,2	23,3	14,8	19,8	0,9
19	18,2	14,2	15,0	17,4	14,7	15,9	2,7
20	16,0	10,5	8,9	12,4	14,2	12,4	-0,4
21	10,5	5,8	4,8	6,6	8,4	7,2	1,4
22	7,6	2,1	2,1	3,0	2,7	3,5	0,4
23	7,1	2,1	2,1	2,4	2,6	3,3	1,3
24	7,4	3,1	2,1	1,3	2,8	3,3	2,6
celkem	675,5	639,3	598,0	633,1	579,1	625,0	55,0



Obrázek 5: Provozovna 1 – denní průběh ostatní spotřeby

Spotřeba chladicích a mrazicích boxů

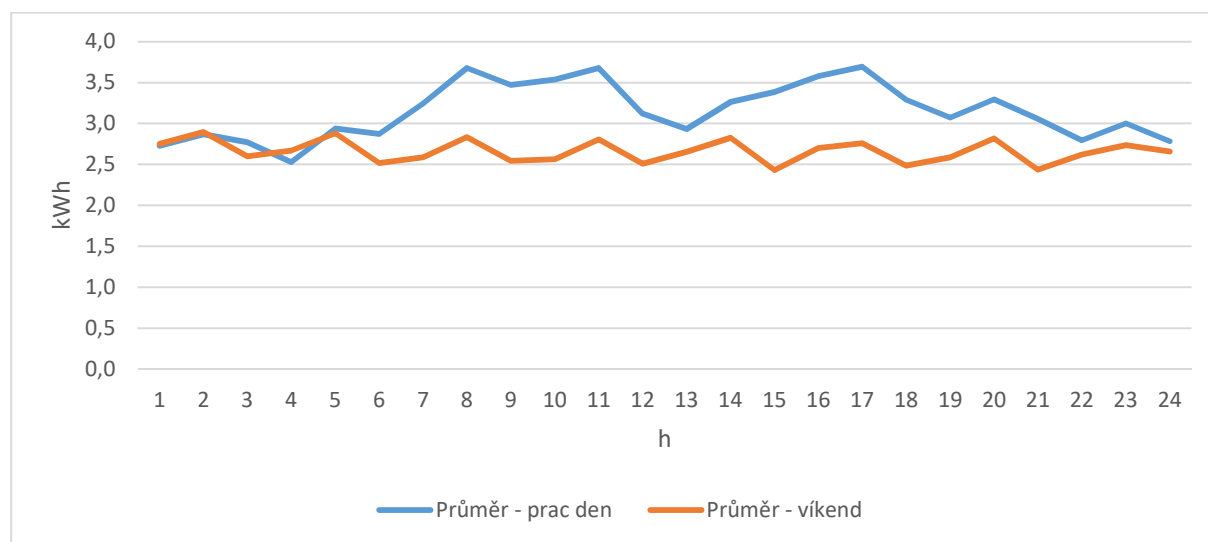
Tabulka 3 znázorňuje denní spotřebu elektřiny pro provoz chladicích a mrazicích boxů (místností). Z grafu je také vidět průměrný průběh spotřeby v pracovním a víkendovém dnu. Výsledky ukazují, že spotřeba boxů je takřka konstantní s mírnými zvýšeními v pracovní dny mezi 8:00 – 11:00 a 14:00 – 17:00. To je dáno pravděpodobně zvýšenými přístupy do boxů a tím pádem zvýšenými ztrátami.

Kapacitu boxů a jejich příkon se bohužel nepodařilo zjistit.

Tabulka 3: Provozovna 1 – spotřeba chladicích a mrazicích boxů

hodina	Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek	Pátek	Průměr	Sobota	Neděle
	kWh							
1	2,6	2,7	2,7	2,9	2,8	2,7	2,8	2,7
2	2,7	2,8	2,8	2,9	3,1	2,9	3,0	2,8
3	2,8	2,8	2,8	2,7	2,8	2,8	2,7	2,5
4	2,5	2,6	2,5	2,5	2,6	2,5	2,7	2,6
5	2,8	2,8	2,9	3,2	3,0	2,9	3,0	2,8
6	3,0	2,8	2,9	2,9	2,8	2,9	2,6	2,5
7	3,2	3,4	3,5	3,2	2,9	3,2	2,6	2,6
8	4,0	3,7	3,5	3,8	3,3	3,7	2,9	2,7
9	3,5	3,6	3,4	3,6	3,2	3,5	2,6	2,5
10	3,5	3,5	4,3	3,5	2,9	3,5	2,5	2,7
11	3,5	3,8	4,1	3,7	3,3	3,7	2,9	2,7
12	2,9	3,5	3,4	2,9	2,9	3,1	2,6	2,5
13	2,7	3,1	3,2	3,0	2,7	2,9	2,6	2,7
14	3,0	3,5	3,4	3,4	3,0	3,3	2,9	2,8
15	3,8	3,4	3,3	3,5	2,9	3,4	2,4	2,4
16	3,8	3,4	3,9	3,3	3,5	3,6	2,7	2,7

17	3,4	4,2	3,9	3,4	3,6	3,7	2,8	2,8
18	3,1	3,6	3,3	3,3	3,2	3,3	2,6	2,4
19	2,8	3,3	3,2	3,1	3,0	3,1	2,6	2,6
20	3,0	3,4	3,3	3,4	3,4	3,3	2,9	2,7
21	3,0	3,4	2,8	3,1	2,9	3,1	2,5	2,4
22	2,6	2,7	2,7	2,9	3,1	2,8	2,6	2,6
23	2,9	2,9	3,0	3,0	3,2	3,0	2,7	2,8
24	2,8	2,8	2,7	2,9	2,8	2,8	2,6	2,8
celkem	73,6	77,7	77,5	75,9	73,2	75,6	64,7	63,0



Obrázek 6: Provozovna 1 – denní průběh spotřeby chladicích a mrazicích boxů

Spotřeba elektrického boileru pro přípravu TV

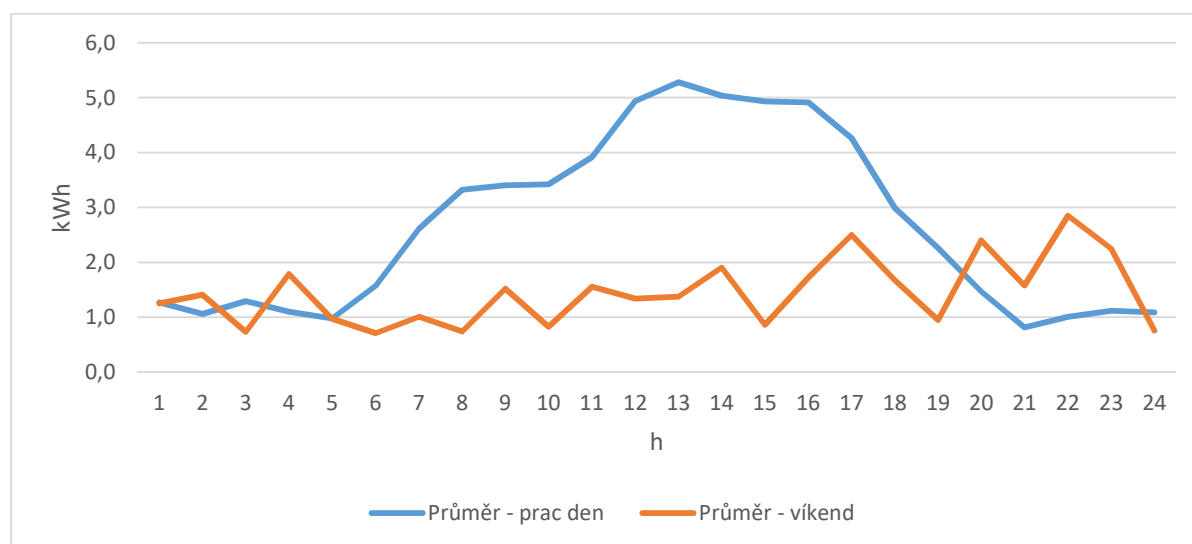
Pro přípravu TV je použit elektrický boiler o objemu 1000l s maximálním výkonem 18kW.

V rámci měření byla také samostatně měřena spotřeba elektrické energie pro přípravu TV. Výsledky uvedené v následující tabulce a grafu ukazují nárůst spotřeby během pracovní doby a to zejména po 13:00, kdy je teplá voda využívána na umytí znečištěného nádobí.

Tabulka 4: Provozovna 1 – spotřeba elektrického boileru

hodina	Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek	Pátek	Průměr	Sobota	Neděle
kWh								
1	1,2	0,6	1,1	1,4	2,1	1,3	1,2	1,3
2	1,1	0,7	1,6	1,1	0,9	1,1	1,4	1,5
3	0,7	2,0	1,8	0,9	1,1	1,3	0,8	0,6
4	1,2	1,0	1,4	0,8	1,0	1,1	3,1	0,5
5	0,5	0,7	1,3	1,3	1,2	1,0	0,9	1,0
6	1,1	1,0	1,7	2,6	1,5	1,6	0,9	0,5
7	2,1	2,1	2,9	3,4	2,6	2,6	0,9	1,1
8	3,3	3,3	3,0	3,0	4,0	3,3	0,7	0,8

9	3,5	2,9	3,4	4,3	3,0	3,4	1,5	1,6
10	4,1	3,1	2,4	4,2	3,2	3,4	1,1	0,6
11	4,4	2,0	3,4	5,0	4,9	3,9	0,9	2,2
12	4,5	4,1	4,7	5,7	5,6	4,9	0,9	1,8
13	5,4	5,7	5,7	5,5	4,2	5,3	1,3	1,5
14	5,1	5,0	5,6	5,2	4,2	5,0	2,6	1,2
15	5,6	3,8	5,3	5,4	4,5	4,9	0,8	1,0
16	6,8	4,6	5,3	4,9	2,9	4,9	2,4	1,0
17	5,1	4,9	5,3	2,8	3,3	4,3	2,3	2,7
18	3,0	4,3	3,2	2,9	1,4	3,0	2,4	0,9
19	3,5	2,4	2,0	1,7	1,7	2,3	0,8	1,1
20	1,8	1,6	1,4	1,2	1,4	1,5	3,6	1,2
21	1,0	0,6	0,8	0,7	0,9	0,8	2,2	1,0
22	0,9	1,3	1,3	0,6	0,9	1,0	2,9	2,9
23	1,2	1,3	1,1	1,1	0,9	1,1	2,2	2,2
24	1,1	0,4	1,0	2,2	0,8	1,1	0,8	0,8
celkem	68,4	59,4	66,5	67,8	58,1	64,0	38,5	30,9



Obrázek 7: Provozovna 1 – denní průběh spotřeby elektrického boileru

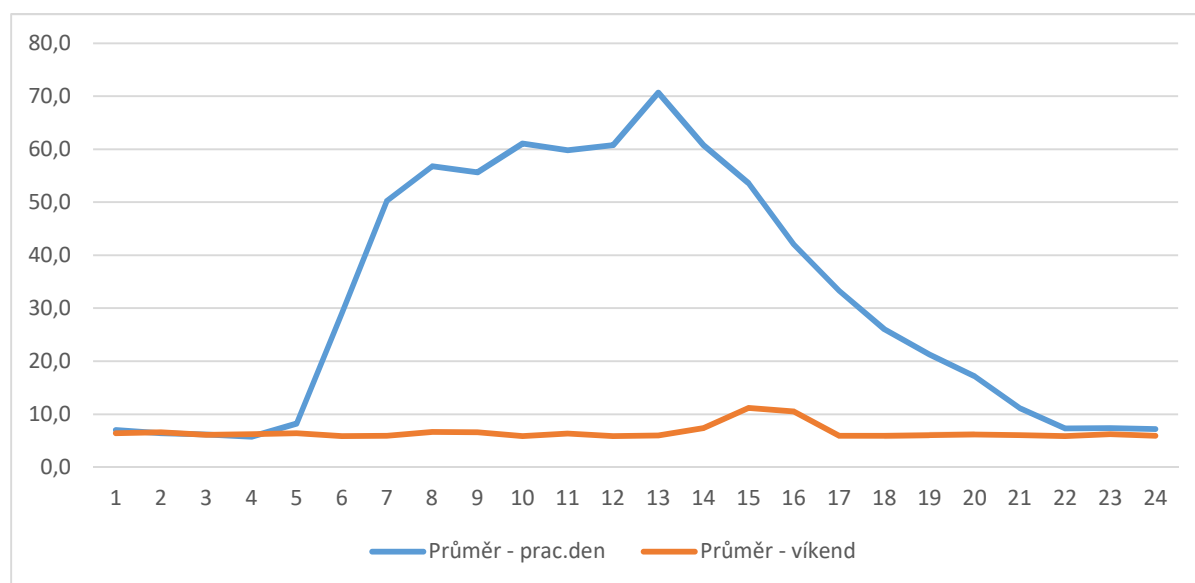
Celková spotřeba elektřiny

Předchozí výsledky jsou sumarizovány v následujících tabulce a grafech. Ve výsledcích jsou zahrnuty:

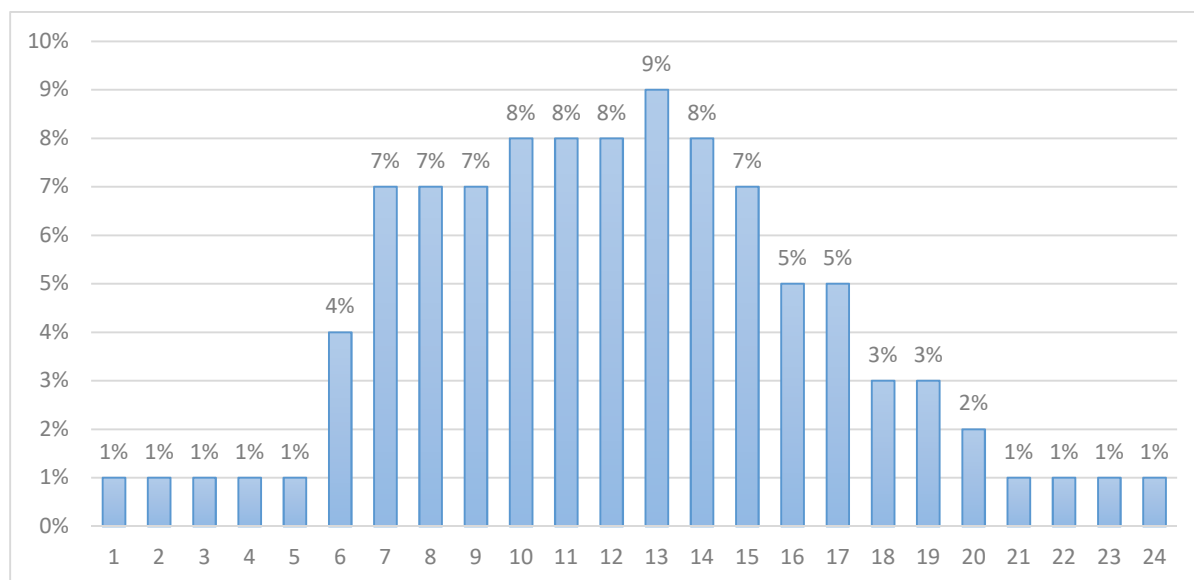
- Spotřeba gastro zařízení
- Spotřeba pro přípravu TV
- Spotřeba chladicích a mrazicích boxů
- Osvětlení

Tabulka 5: Provozovna 1 – celková spotřeba elektřiny

hodina	Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek	Pátek	Průměr	Sobota	Neděle
kWh								
1	6,1	10,8	5,9	6,0	6,2	7,0	6,4	6,3
2	5,9	7,3	6,0	6,2	6,6	6,4	6,6	6,5
3	6,0	6,0	6,2	6,2	6,4	6,2	6,1	5,8
4	5,7	6,0	5,6	5,6	6,0	5,8	6,3	3,5
5	8,0	8,4	8,0	8,4	8,4	8,2	6,4	6,3
6	36,7	15,6	27,3	42,2	23,1	29,0	5,9	5,4
7	54,6	50,9	52,6	45,3	47,9	50,2	5,9	6,2
8	57,0	59,1	60,1	58,2	49,5	56,8	6,6	6,6
9	53,3	59,3	61,7	51,9	51,9	55,6	6,6	6,6
10	64,7	52,4	64,3	62,4	61,5	61,1	5,8	5,5
11	64,4	58,7	52,6	72,6	50,6	59,8	6,3	7,3
12	62,0	67,5	57,3	60,6	56,6	60,8	5,9	6,6
13	69,5	81,2	67,2	71,2	64,2	70,7	6,0	6,2
14	59,8	67,5	57,8	60,2	58,4	60,8	7,4	5,9
15	56,2	56,0	52,4	53,0	50,4	53,6	11,2	11,3
16	49,2	41,3	40,9	39,2	39,6	42,1	10,5	9,0
17	37,6	34,3	31,9	29,3	33,1	33,3	5,9	6,4
18	27,7	30,0	23,7	29,5	19,4	26,0	5,9	4,2
19	24,6	19,8	20,1	22,2	19,5	21,2	6,0	6,4
20	20,7	15,5	13,6	16,9	18,9	17,1	6,1	3,6
21	14,6	9,9	8,4	10,4	12,3	11,1	6,0	4,7
22	11,0	6,1	6,1	6,4	6,7	7,3	5,9	5,8
23	11,1	6,3	6,3	6,5	6,7	7,4	6,2	6,3
24	11,3	6,3	5,8	6,3	6,3	7,2	5,9	6,1
celkem	818	776	742	777	710	765	158	149
počet jídel	627	624	650	619	537	611		



Obrázek 8: Provozovna 1 – denní průběh celkové spotřeby



Obrázek 9: Provozovna 1 – normalizovaný denní průběh celkové spotřeby elektřiny pro účely hodnocení energetické náročnosti

Z výsledků jsou patrné zejména denní průběhy spotřeby elektřiny pro průměrný pracovní a víkendový den. Denní průběh je pak hodinově normalizován do sloupcovém grafu, kde jsou hodnoty upraveny na celá procenta. Tento graf je použitelný při hodnocení energetické náročnosti gastroprovozů v hodinovém kroku.

V tabulce níže jsou uvedeny výsledky jednotlivých měřených skupin a celkové výsledky vztahované na 1 uvažené jídlo. **V měřeném období 21. – 27. 11. 2016 byla na základě měření celková spotřeba elektrické energie pro provoz kuchyňských zařízení, osvětlení, přípravu TV a chlazení chladicích a mrazicích boxů 1,35 kWh/jídlo.**

Tabulka 6: Provozovna 1 – přehled měřených spotřeb

	pracovní týden kWh	víkend kWh	celý týden kWh	měrná spotřeba kWh/jídlo
Ostatní spotřeba + osvětlení	3125	110	3235	1,06
Boiler	320	69	389	0,13
Chladicí a mrazicí boxy	378	128	506	0,17
CELKEM	3823	307	4130	1,35

Vyhodnocení historických dat

Od provozovatele byly k dispozici měsíční údaje o energetických spotřebách, spotřebách vody a počtu uvařených jídel za rok 2015 a první polovinu roku 2016. Na základě těchto dat, která jsou přehledně uvedena v tabulce níže, bylo provedeno vyhodnocení spotřeb vztahených na 1 uvařené jídlo. Jednotky jsou pro lepší srovnání změněny v kategorii teplo a plyn na kWh a v kategorii voda jsou místo m³ použity litry.

Tabulka 7: Provozovna 1 - Historická data energetických spotřeb a vody

2015	VZT kWh	chlazení kWh	pronajaté prostory kWh	Chlazení chlad. boxů kWh	teplo GJ	voda m3	Plyn m3	počet jídel	počet prac. dní
leden	10 751	510	19 210	28	112	82	537	9836	21
únor	12 371	480	18 390	0	112	82	605	8859	20
březen	12 164	715	21 014	56	88	91	666	10508	22
duben	11 450	2 266	20 268	1 000	67	89	683	10085	22
květen	12 136	11 384	20 815	4 278	25	86	639	9466	20
červen	11 669	21 400	21 164	8 501	8	65	659	10475	22
červenec	14 538	35 773	20 666	18 335	1	126	689	9698	23
srpen	13 688	37 391	20 645	19 002	0	84	712	7482	16
září	13 010	25 176	22 463	5 223	19	100	723	10048	22
říjen	12 924	19 002	22 069	695	76	103	724	9696	22
listopad	13 322	20 207	21 705	250	92	98	435	9270	21
prosinec	13 490	14 942	21 924	333	114	103	623	8081	19
CELKEM	151 513	189 246	250 330	57 699	713	1 108	7 694	113 504	250
na 1 jídlo	0,11	0,14	2,21	0,51	1,745 kWh/jídlo	9,76 l/jídlo	0,72 kWh/jídlo	454 jídel/den	

2016	VZT kWh	chlazení kWh	pronajaté prostory kWh	Chlazení chlad. boxů kWh	teplo GJ	voda m3	Plyn m3	počet jídel	počet prac. dní
leden	15 636	14 718	20 175	167	133	94	681	9150	21
únor	15 660	18 314	20 221	139	108	92	613	9831	21
březen	16 936	17 369	21 227	250	99	98	667	10321	23
duben	13 601	18 095	20 101	361	57	100	723	10871	21
květen	15 656	25 145	24 382	2 834	24	180	809	11543	22
červen	13 826	32 039	22 839	11 418	5	105	765	10955	22
								62671	130
červenec	Data nejsou k dispozici							7996	21
srpen								11221	23
září								10718	22
říjen								11288	21
listopad								11635	22
prosinec								7707	13
CELKEM	91 316	125 680	128 944	15 168	426	669	4 258	123 236	252
na 1 jídlo	0,12	0,17	2,06	0,24	1,888 kWh/jídlo	10,67 l/jídlo	0,72 kWh/jídlo	489 jídel/den	

Klíč k tabulce:

VZT	spotřeba elektřiny na větrání
Chlazení	spotřeba elektřiny na chlazení
Pronajaté prostory	spotřeba na osvětlení a ostatní spotřeba elektřiny v pronajatých prostorách
Chlazení chlad. boxů	spotřeba elektřiny na chlazení chladicích a mrazicích boxů
Teplo	spotřeba tepla na vytápění (CZT)
Voda	spotřeba studené vody
Plyn	spotřeba plynu na přípravu jídel

Shrnutí

V provozovně 1 bylo provedeno týdenní měření spotřeby elektřiny s minutovým krokem, ze kterého je zjištěna spotřeba elektřiny s časovým průběhem.

Dále je na základě údajů provozovatele provedeno vyhodnocení spotřeby energií a vody.

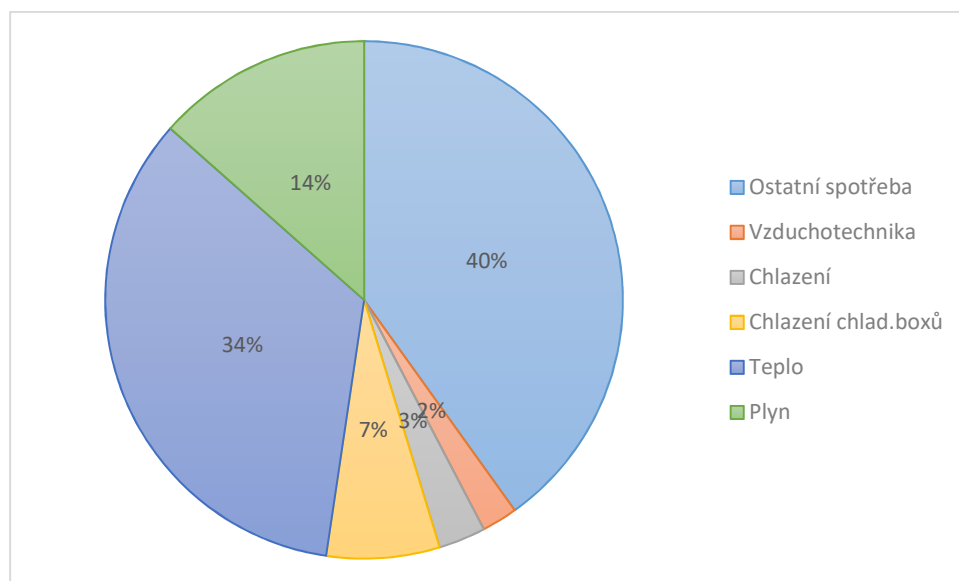
Výsledné hodnoty vztažené na 1 uvařené jídlo jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 8: Provozovna 1 – výsledné hodnoty

zdroj dat	Ostatní spotřeba	VZT	Chlazení	Chlazení chlad. boxů kWh/jídlo	TUV	Teplo	plyn	Voda l/jídlo
fakturovaná spotřeba 2015	2,21	0,11	0,14	0,51	-	1,75	0,72	9,76
fakturovaná spotřeba 2016	2,06	0,12	0,17	0,24	-	1,89	0,72	10,67
průměr	2,13	0,12	0,16	0,38		1,82	0,72	10,22
měření 21. - 27. 11. 2016	1,06			0,17	0,13			

Z výsledků vyplývá, že změřená ostatní spotřeba elektřiny 1,35 kWh/ jídlo (včetně chlazení boxů a přípravy TV) je menší než spotřeba získaná z údajů provozovatele 2,51 kWh/ jídlo. Rozdíl je pravděpodobně způsoben odlišným intervalem hodnocení týden vs. rok a vlivem metodiky zahrnutí stálé a variabilní složky spotřeby.

Z výsledků na základě fakturovaných spotřeb znázorněných v grafu je vidět, že ostatní spotřeba elektřiny, ve které je zahrnut provoz gastro zařízení a osvětlení tvoří z celkové spotřeby energií největší díl, tj. 40%.



Obrázek 10: Provozovna 1 – rozložení celkové spotřeby energie

4.2 Provozovna č. 2 – jídelna pro administrativní centrum

Označení provozovny	2
Popis provozovny	Kuchyně s jídelnou a výdejem
Objekt	Administrativní budova
Umístění provozovny	Jídelna a kuchyně 1PP
Typ kuchyně	Česká
Provoz	Po-Pá
Výdej obědů	10:30 - 15:30
Průměrný počet uvařených jídel/den	393
Užitná plocha	Jídelna m ² , kuchyně m ²

Výsledky měření

V tomto provozu bylo měřeno:

1. Celková spotřeba elektřiny

Měření je provedeno čítačem pulzů elektroměrů. Fotodokumentaci měření lze nalézt v příloze 7.6. Měření je provedeno s minutovým krokem. Interval je dále pro snazší zpracování převeden do desetiminutového a hodinového kroku.

Měření bylo provedeno pro jeden týden včetně víkendu 19. – 25. 12. 2016.

Vzhledem k značnému objemu dat jsou ve studii uvedena pouze data v hodinovém kroku.

V následujících tabulkách je uvedena měřená spotřeba elektřiny (Tabulka 9) a hodinový průběh spotřeby elektřiny (Tabulka 10), který je zobrazen i graficky.

V měřené spotřebě elektřiny jsou zahrnuty:

- Gastro zařízení
- Osvětlení

Seznam všech spotřebičů je uveden v příloze.

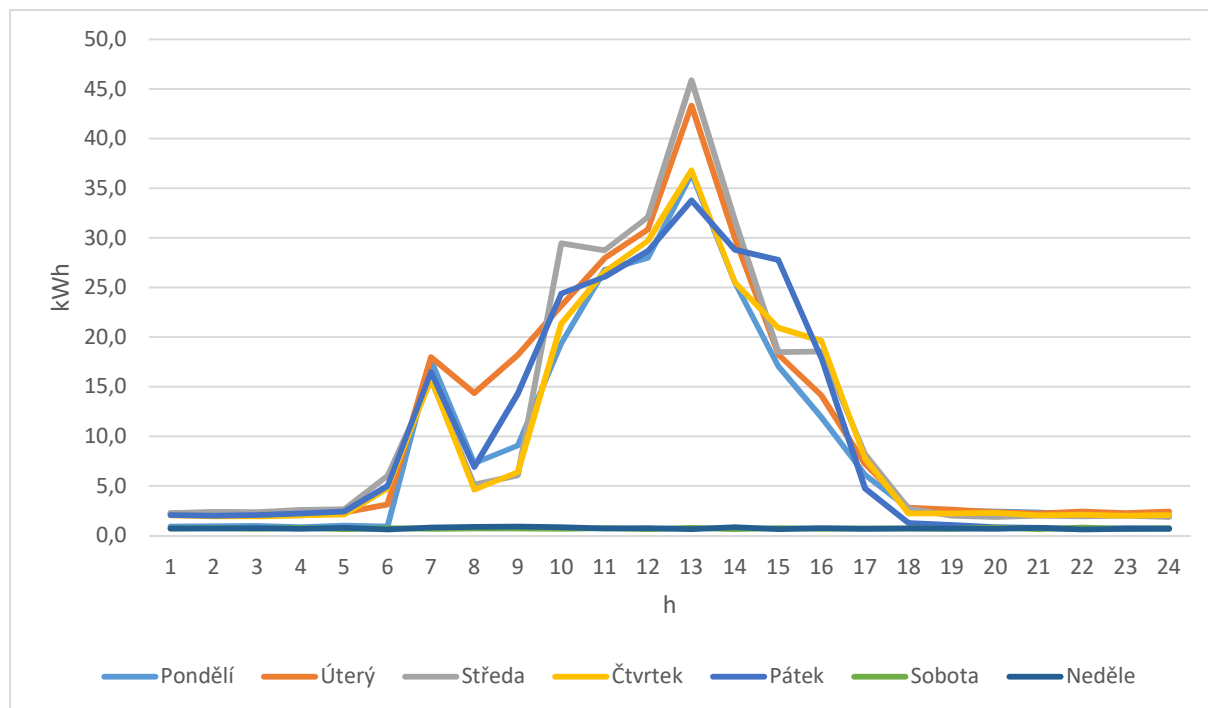
Tabulka 9: Měřená spotřeba elektřiny - provozovna 2

Elektroměr	Rozvaděč	Odečet 1 (16. 12. 2016)	Odečet 2 (26. 12. 2016)	Spotřeba elektřiny 16. – 26. 12. 2016	Spotřeba elektřiny 19. – 25. 12. 2016
FA3.1	CRS1	9143,43	9183,13	1588 kWh	1308 kWh
FA3.2	CRS2	12619,55	12676,82	2291 kWh	1887 kWh
CELKEM					3195 kWh
Počet jídel					2535
					1,27 kWh/jídlo

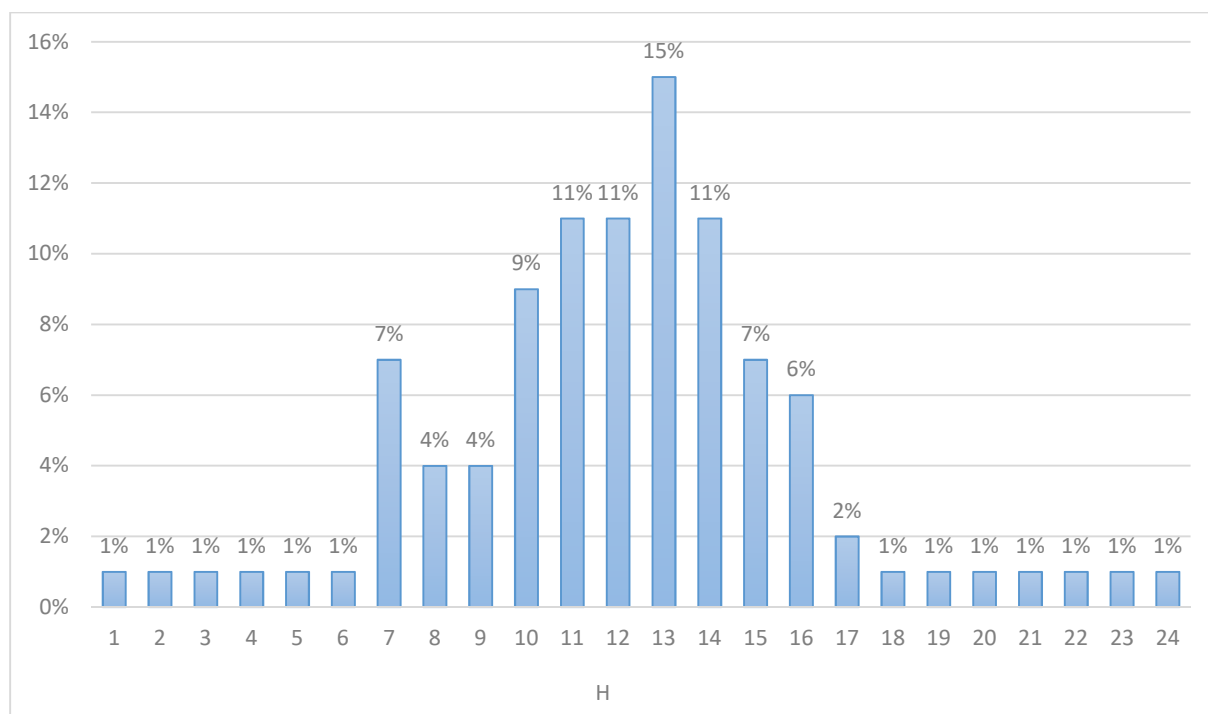
V tabulce výše jsou uvedeny celkové spotřeby elektřiny získané měřením a odečty elektroměrů vztažené na 1 uvažené jídlo. **V měřeném období 19. – 25. 12. 2016 byla celková spotřeba elektrické energie pro provoz kuchyňských zařízení a osvětlení 1,27 kWh/jídlo.**

Tabulka 10: Časový průběh spotřeby elektřiny na rozvaděči CRS1

hodina	Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek kWh	Pátek	Průměr	Sobota	Neděle
1	0,9	2,3	2,3	2,0	2,1	1,9	0,7	0,7
2	0,9	2,2	2,4	2,0	2,0	1,9	0,8	0,7
3	1,0	2,2	2,4	1,9	2,1	1,9	0,7	0,8
4	0,8	2,2	2,6	2,0	2,2	2,0	0,8	0,7
5	1,0	2,3	2,7	2,1	2,4	2,1	0,6	0,8
6	0,9	3,1	6,0	4,8	5,0	4,0	0,8	0,6
7	17,6	18,0	15,7	15,8	16,5	16,7	0,7	0,8
8	7,3	14,4	5,1	4,6	6,9	7,7	0,7	0,9
9	9,1	18,2	6,1	6,4	14,3	10,8	0,7	0,9
10	19,4	23,2	29,4	21,4	24,4	23,5	0,7	0,8
11	26,7	27,9	28,8	26,6	26,1	27,2	0,7	0,7
12	28,0	30,8	32,1	29,7	28,7	29,9	0,6	0,8
13	36,4	43,3	45,9	36,8	33,8	39,2	0,8	0,6
14	25,5	30,0	31,8	25,5	28,8	28,3	0,7	0,8
15	17,1	18,2	18,5	20,9	27,8	20,5	0,8	0,6
16	11,9	14,1	18,6	19,6	17,9	16,4	0,7	0,8
17	6,1	7,2	8,2	7,8	4,7	6,8	0,7	0,7
18	2,8	2,8	2,7	2,2	1,3	2,4	0,7	0,7
19	2,5	2,6	2,0	2,2	1,1	2,1	0,7	0,7
20	2,4	2,4	1,9	2,3	0,9	2,0	0,8	0,7
21	2,3	2,2	2,0	2,0	0,8	1,9	0,7	0,8
22	2,1	2,4	2,0	2,1	0,7	1,8	0,8	0,6
23	2,2	2,3	2,0	2,0	0,8	1,8	0,7	0,7
24	2,0	2,4	1,9	2,1	0,7	1,8	0,7	0,7



Obrázek 11: Provozovna 2 - Časový průběh spotřeby elektřiny – rozvaděč CRS1



Obrázek 12: Provozovna 2 - Normalizovaný průběh spotřeby elektřiny - pracovní den

Výsledky znázorňují podobně jako u provozovny 1 denní průběh spotřeby elektřiny pro všechny dny v měřeném týdnu a také normalizovaný denní průběh spotřeby v pracovní den pro účely energetického hodnocení. Průběh se oproti průběhu v provozovně 1 liší poklesem spotřeby mezi 8:00 – 9:00 a také výraznější špičkou kolem 13:00.

Vyhodnocení historických dat

Od provozovatele byly k dispozici měsíční údaje o energetických spotřebách, spotřebách vody a počtu uvařených jídel za rok 2015 a první polovinu roku 2016. Na základě těchto dat, která jsou přehledně uvedena v tabulce níže, bylo provedeno vyhodnocení spotřeb vztažených na 1 uvařené jídlo. Jednotky jsou pro lepší srovnání změněny v kategorii teplo a plyn na kWh a v kategorii voda jsou místo m³ použity litry.

Tabulka 11: Provozovna 2 - Historická data energetických spotřeb a vody

2015	VZT kWh	VZT odtahy kWh	pronajaté prostory 1 kWh	pronajaté prostory 2 kWh	vlastní chlazení kWh	teplo+TUV GJ	voda m3	plyn m3	počet jídel	počet prac. dní
leden	3 224	1 270	4 278	7 606	0	9	120	810	6935	21
únor	2 992	1 066	4 178	6 796	0	10	124	748	7462	20
březen	3 246	1 312	4 910	7 791	0	8	141	912	8370	22
duben	3 084	1 605	4 854	7 609	244	4	142	826	8419	22
květen	2 766	1 947	4 605	7 230	531	1	124	737	7702	20
červen	2 684	2 222	5 133	7 418	1 028	1	132	829	9367	22
červenec	2 883	3 191	5 440	8 272	1 792	0	138	767	8822	23
srpen	2 595	2 916	5 607	7 736	1 589	0	126	700	8507	21
září	2 846	2 302	5 642	7 550	361	1	138	826	8757	21
říjen	3 221	1 484	5 802	7 018	0	4	121	649	8883	22
listopad	2 992	1 307	5 230	6 712	6	5	112	644	8189	21
prosinec	3 157	1 329	5 013	6 340	0	6	105	587	7014	19
CELKEM		31 588	60 690	88 078	5 550	50	1 522	9 035	98 427	254
na 1 jídlo		0,32	1,51		0,06	0,140	15,47	0,97	388 jídel/den	
						kWh/jídlo	l/jídlo	kWh/jídlo		

2016	VZT kWh	VZT odtahy kWh	pronajaté prostory 1 kWh	pronajaté prostory 2 kWh	vlastní chlazení kWh	teplo+TUV GJ	voda m3	plyn m3	počet jídel	počet prac. dní
------	------------	-------------------	-----------------------------	-----------------------------	-------------------------	-----------------	------------	------------	-------------	-----------------

leden	3 193	1 191	5 366	5 942	22	12	104	532	8222	21
únor	2 808	1 097	5 194	5 765	197	10	98	491	8481	21
březen	3 105	1 269	5 702	6 374	150	10	106	521	8491	23
duben	2 781	1 402	5 370	6 440	231	4	101	562	8860	21
květen	2 719	2 135	5 470	7 114	870	2	105	597	8040	22
červen	2 656	2 864	5 772	7 079	1 556	0	110	550	9380	22
									51474	130
červenec	Data nejsou k dispozici								8012	21
srpen									8612	23
září									8010	22
říjen									9019	21
listopad									9313	22
prosinec									7593	17
CELKEM	14 916	32 874	38 714	3 025	38	624	3 253		102 033	256
na 1 jídlo	0,29	1,39		0,06	0,205	12,13	0,67		399 jídel/den	
					kWh/jídlo	l/jídlo	kWh/jídlo			

Klíč k tabulce:

VZT a VZT odtahy

Pronajaté prostory 1 a 2

Vlastní chlazení

Teplo + TUV

Voda

Plyn

spotřeba elektřiny na větrání včetně odtahových ventilátorů

spotřeba na osvětlení a ostatní spotřeba elektřiny v pronajatých prostorách

spotřeba elektřiny na chlazení

spotřeba tepla na vytápění a přípravu TV (CZT)

spotřeba studené vody

spotřeba plynu na přípravu jídel

Shrnutí

V provozovně 2 bylo provedeno týdenní měření celkové spotřeby elektřiny s minutovým krokem včetně odečtu elektroměrů, ze kterých je zjištěna spotřeba elektřiny s časovým průběhem.

Dále je na základě údajů provozovatele provedeno vyhodnocení spotřeby energií a vody.

Výsledné hodnoty vztažené na 1 uvařené jídlo jsou uvedeny v následující tabulce.

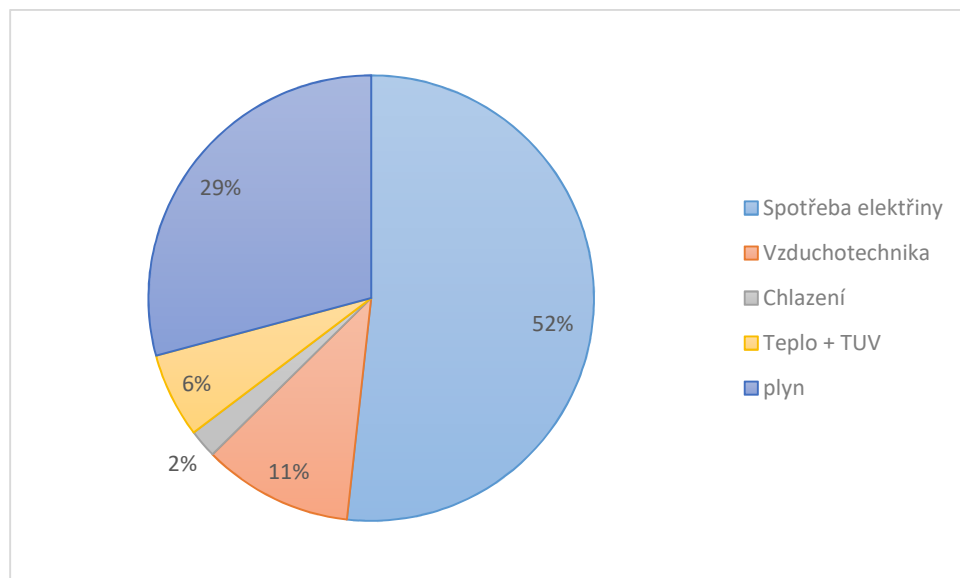
Tabulka 12: Provozovna 2 – výsledné hodnoty

zdroj dat	Spotřeba elektřiny	VZT	Chlazení kWh/jídlo	Teplo + TUV	plyn	Voda l/jídlo
fakturovaná spotřeba 2015	1,51	0,32	0,06	0,14	0,97	15,47
fakturovaná spotřeba 2016	1,39	0,29	0,06	0,21	0,67	12,13
průměr	1,45	0,31	0,06	0,17	0,82	13,80
měření 19. - 25. 12 2016	1,27					

Z uvedených výsledků (Tabulka 12) vyplývá, že měřená spotřeba elektřiny 1,27 kWh/jídlo je menší než spotřeba získaná z údajů provozovatele 1,45 kWh/jídlo. Rozdíl je pravděpodobně způsoben odlišným intervalem hodnocení týden vs. rok a vlivem metodiky zahrnutí stálé a variabilní složky spotřeby. Je však značně menší než v případě provozovny 1. Vzhledem k tomu, že původcem těchto rozdílů může být velké množství jevů včetně těžko zjištěných, jako jsou např. nepřesné elektroměry, je hledání příčiny těchto rozdílů nad rámec studie.

Z výsledků znázorněných v grafu je vidět, že ostatní spotřeba elektřiny, ve které zahrnut provoz gastro zařízení a osvětlení tvoří z celkové spotřeby energií největší díl, tj. 52%.

Z výsledků dále vyplývá poměrně nízká spotřeba energie pro vytápění provozovny, která je daná jejím umístěním v prvním podzemním patře budovy.



Obrázek 13: Provozovna 2 – rozložení celkové spotřeby energie

4.3 Provozovna č. 3 – jídelna pro administrativní budovu

Označení provozovny	3
Popis provozovny	Kuchyně s jídelnou a kombinovaným výdejem
Objekt	Administrativní budova
Umístění provozovny	Jídelna a kuchyně 1PP
Typ kuchyně	Mezinárodní
Provoz	Po-Pá
Průměrný počet uvařených jídel/den	2000

V provozovně 3 nebylo provedeno měření, nicméně jsou od provozovatele přímo známy roční spotřeby elektřiny a vody vztažené na 1 jídlo. Měrná spotřeba elektřiny je v případě jídelny s kapacitou 2000 jídel denně 1,37 kWh/jídlo.

Tabulka 13: Provozovna 3 – výsledné hodnoty

zdroj dat	Spotřeba elektřiny kWh/ jídlo	Vzduchotechnika	Chlazení	Voda	Teplá voda l/ jídlo
Údaje provozovatele	1,37	N/A	N/A	14,37	4,61

4.4 Provozovna č. 4 – školní jídelna

Označení provozovny	4
Popis provozovny	Školní jídelna
Objekt	ZŠ
Umístění provozovny	Jídelna a kuchyně 1NP
Typ kuchyně	Česká

Provoz	Po-Pá
Výdej obědů	11:45 - 14:00
Průměrný počet uvařených jídel/den	187

V této provozovně podobně jako u provozovny 3 nebylo provedeno měření. Od provozovatele byly k dispozici údaje o energetických spotřebách, spotřebě vody a počtu uvařených jídel za období leden – listopad 2016, které jsou uvedena v tabulce 14.

V energetických spotřebách je zahrnut provoz následujících spotřebičů:

Elektřina:

- pánév
- gastro vozík
- talířovač
- vitrína
- lednice
- mrazák
- kotel
- myčka
- trouby
- robot
- rýžovač
- mixér
- zeleninový robot
- škrabka
- **světla**
- **vzduchotechnika**

Plyn

- sporák
- konvektomat
- kotel

Příprava TV je v provozovně zajišťována plynovým boilerem, není však kvůli odlišnému vyúčtování v údajích zahrnuta.

Tabulka 14: Provozovna 4 - Historická data energetických spotřeb a vody

Měsíc	Plyn m ³	Elektřina kWh	Voda studená m ³	Voda teplá m ³	počet jídel
Leden	170	696	8	14	3953
Únor	172	809	10	15	3831
Březen 15	66	311	3	5	
březen	55	331	5	5	2978
Duben 15	57	376	4	7	
duben	89	447	6	8	4260
Květen 15	59	391	9	7	
květen	62	461	7	8	4337
Červen 15	49	469	6	8	
červen	13	163	3	4	3448
Červenec 15	0	7	0	0	
červenec	0	24	0	0	0
Srpen 15	0	65	1	0	
srpen	3	57	3	2	0
Září 15	36	341	5	6	
září	75	451	7	8	4520
Říjen 15	79	431	7	9	
říjen	36	258	3	4	3765
Listopad 15	109	398	5	8	
listopad	108	440	6	8	4910
CELKEM	1238	6926	98	126	36002

Na základě poskytnutých údajů byly vypočteny měrné hodnoty spotřeby plynu, elektřiny a vody uvedené v tabulce níže.

Tabulka 15: Provozovna 4 – výsledné hodnoty

zdroj dat	Spotřeba elektřiny	Vzduchotechnika Chlazení kWh/jídlo	Teplo + TUV	Plyn	Voda	Teplá voda l/jídlo
Údaje provozovatele	0,19	N/A	N/A	0,36	6,22	3,50

Shrnutí

Měrná spotřeba elektřiny pro provozovnu 4 je 0,19 kWh/jídlo včetně osvětlení a vzduchotechniky. V porovnání s předchozími provozovnami je měrná spotřeba elektřiny velmi nízká. Takový výsledek může způsobit celá řada jevů, jako jsou např.:

- nižší váha připravovaných jídel ve školních zařízeních

- používání polotovarů
- odlišná technologie přípravy
- využívání jiných typů zařízení
- méně zařízení pro udržování teploty (teplé vany, chladič a mrazicí místnosti atd.)
- jiná skladba jídel

Pro adekvátní vyhodnocení by bylo potřeba získat přesnější údaje a údaje pro větší množství provozoven.

4.5 Celkové vyhodnocení

V následující tabulce jsou shrnuty výsledky ze všech provozoven. Naměřené hodnoty nejsou do porovnání zahrnuty. Tyto hodnoty jsou odlišné od údajů poskytnutých provozovateli z důvodů uvedených u jednotlivých provozoven. Porovnatelnými hodnotami jsou pouze hodnoty získané ve stejném období. Pro účely studie jsou uvažovány roční průměry z roků 2015 nebo 2016.

Tabulka 16: Souhrnné výsledky pro všechny provozovny

Číslo provozu	1	2	3	4
Počet jídel/den	472	393	2000	187
Ostatní spotřeba elektřina	2,51	1,45	1,37	0,19
Větrání	0,12	0,31	-	-
Chlazení kWh/jídlo	0,16	0,06	-	-
Příprava TV	-	0,17	-	-
Vytápění	1,82	-	-	-
Spotřeba plynu	0,72	0,82	-	0,36
Voda l/ jídlo	10,22	13,80	14,37	6,22
Teplá voda	-	-	4,61	3,50

Na základě provedených měření a vyhodnocení poskytnutých údajů lze pro hodnocené provozovny vyvodit následující závěry:

- Ve školní jídelně je daleko menší spotřeba energií a vody než v jídelnách pro administrativní budovy.
- **Pro určení směrných hodnot pro výpočet energetické náročnosti gastroprovozů by bylo potřeba získat data z většího počtu provozoven.**
- I když je většina gastro zařízení na elektřinu, není spotřeba plynu zanedbatelná.
- Spotřeba vody je pro provozy 1 – 3 průměrně 12,8 l/jídlo.

Spotřeba elektřiny se ve vybraných provozovnách pohybuje od 0,19 do 2,78 kWh/jídlo tj. přibližně mezi 0,6 a 8,35 Kč/jídlo (předpoklad: 1kWh elektřiny = 3 Kč).

Spotřeba plynu se ve vybraných provozovnách pohybuje od 0,36 do 0,82 kWh/jídlo tj. přibližně mezi 0,43 a 0,98 Kč/jídlo (předpoklad: 1kWh elektřiny = 1,2 Kč).

Spotřeba vody se ve vybraných provozovnách pohybuje od 6,22 do 14,37 l/jídlo tj. přibližně mezi 0,5 a 1,16 Kč/jídlo (předpoklad: 1m³ vody = 81 Kč).

Ve vybraných provozovnách se celková cena energií a vody přepočtená na 1 uvařené jídlo orientačně pohybuje od 1,52 Kč/jídlo do 10,03 Kč/jídlo, tj. průměrně 6,1 Kč/jídlo. Tyto přepočítané hodnoty jsou uvedeny pro ilustraci, protože cena energonositelů je v každé provozovně jiná.

4.6 Měření jednotlivých spotřebičů

V rámci měření byly také provedeny měření spotřeby energie trojfázových zařízení s nejvyššími příkony, u kterých je možná úspora energie. Jedná se o myčky a konvektomaty. Měření bylo provedeno v provozovně 1 a v provozovně 5 (školní jídelna s denní kapacitou 370 jídel) pomocí měřicího zařízení viz kapitola 2.2 a s minutovým krokem. Pro účely studie jsou výsledky pro konkrétní spotřebiče převedeny na 1 uvařené jídlo.

Průběh spotřeby energie není u tohoto měření vyobrazen, protože spotřeba měřených zařízení nevykazovala žádný specifický průběh. Oba typy zařízení se spínaly v intervalech a základě aktuální potřeby.

V tabulce níže je uveden přehled měřených zařízení s uvedeným výkonem a spotřebou energie na 1 uvařené jídlo.

Tabulka 17: Výsledky měření jednotlivých spotřebičů

Typ zařízení	Příkon zařízení	Spotřeba	Spotřeba	Spotřeba	Spotřeba	Spotřeba
		Fáze 1	Fáze 2	Fáze 3	Celkem	
		kWh	kWh	kWh	kWh	kWh/jídlo
Provozovna 1						
Konvektomat 1	18	12,34	11,55	11,95	35,84	0,012
Konvektomat 2	36	56,21	56,21	56,21	168,63	0,055
Konvektomat 3	18	17,00	17,00	17,00	51,00	0,017
Myčka 1	15	35,36	14,67	25,02	75,05	0,025

Myčka 2	42	36,49	36,01	36,25	108,75	0,036
CELKEM						0,145
Provozovna 2						
Konvektomat malý	24,3	-	-	-	-	0,029
Konvektomat velký	37	-	-	-	-	0,033
Myčka	12	-	-	-	-	0,033
CELKEM						0,095

Z naměřených údajů lze vyčíst průměrné hodnoty spotřebované energie pro jednotlivé přístroje. Zatímco údaje pro **myčky** jsou velmi podobné s průměrnou spotřebou **0,031 kWh/jídlo**, hodnoty pro **konvektomaty** se pohybují v rozmezí od 0,012 do 0,055 kWh/jídlo s průměrnou hodnotou **0,029 kWh/jídlo**.

5 Možnosti úspor

Za úspory lze obecně považovat snížení spotřeby energie, snížení provozních nákladů, snížení emisí atd. Cílem zde uvedených opatření je zejména snižování provozních nákladů. Opatření nemusí vést ke snížení spotřeby energií. Za úsporu je tedy dále považováno pouze snížení provozních nákladů. Pro vyhodnocení úspory jsou použity prostá návratnost nebo roční úspora.

Níže uvedené možnosti úspor jsou spíše beznákladového nebo nízkonákladového charakteru, případně se jedná o doporučení pro návrh gastroprovozů nebo výběr spotřebičů.

Všechny uvedené možnosti úspor lze realizovat u stávajících i nových provozů.

K některým z uvedených možností úspor jsou uvedeny výpočty úspory. S ohledem na značné odlišnosti provozů je však nutné tyto výpočty uvažovat pouze jako orientační a při vyhodnocování úspor postupovat vždy individuálně.

5.1 Optimalizace plateb za spotřebu elektrické energie

Výše plateb za elektrickou energii se neodvíjí pouze od spotřebovaného množství, ale kromě jiného závisí i na stálých platbách za zajišťování distribuce. Zatímco možnosti úspor v dalších podkapitolách se zaměřují na snižování spotřebované energie, tato podkapitola se zaměřuje na optimalizaci stálých plateb, které mohou tvořit jednotky i desítky procent z celkové ceny za elektřinu.

Stále platby za zajišťování distribuce závisí na rezervovaném elektrickém příkonu, který se v závislosti na typu odběru charakterizuje jako:

Maloodběratel

Rozhodující je **velikost hlavního jističe** před elektroměrem. Dle jeho velikosti se platí měsíční paušály.

Velkoodběratel

Rozhodující je **velikost 1/4 hodinového maxima**. Velkoodběratelé mají průběhové měření, které naměřené hodnoty vyhodnocují každých 15 minut. Při určení 1/4 hodinového maxima se vyhodnocuje odebraná energie za 15 minut a z této energie se vypočítá průměrný el. příkon (a který je roven právě 1/4 hodinovému maximu).

Optimální nastavení rezervovaného příkonu (kapacity) může platby za elektrickou energii značně snížit. Toto opatření lze však realizovat pouze, pokud má provozovna vlastní fakturační elektroměr a může tak velikost rezervovaného příkonu ovlivnit. V případě, že je provozovna součástí většího celku, jako jsou administrativní budovy, a platby za elektrickou energii se rozúčtovávají na základě

podružných měření, případně pronajaté plochy nebo jiného klíče, je velmi obtížné až nemožné ovlivnit velikost rezervovaného příkonu a tak i případnou úsporu. V tomto případě je pak možné dosáhnout úspory pouze individuální dohodou s majitelem (správcem) nebo provozovatelem objektu, např. jsou-li platby za elektřinu vyšší než by byly v případě samostatného fakturačního elektroměru.

Pro optimální nastavení rezervovaného příkonu je potřeba provést měření průběhu spotřeby elektřiny. V případě maloodběratelů lze dle výsledků měření snížit velikost hlavního jističe, a tím i stálé platby za elektřinu. V případě velkoodběratelů lze snížit smluvní hodnotu rezervované kapacity.

Měření průběhu spotřeby elektřiny je potřeba provést v delším časovém období ideálně v obdobích s nejvyšším odběrem jako jsou léto (chlazení) a zima (případné vytápění). Měření a vyhodnocení doporučujeme provést odbornou firmou.

Příklad: Provozovna č. 1 – Optimalizace plateb za elektřinu – maloodběř

V následujícím modelovém příkladu jsou pro stejné vstupní parametry vyhodnoceny roční platby za elektrickou energii v závislosti na distribuční sazbě a velikosti hlavního jističe. Pro tento příklad jsou použity údaje z provozovny 1:

- Roční spotřeba elektrické energie = 300 000 kWh
- Velikost hlavního jističe = 3 x 160 A

Další vstupní údaje jsou zvolené dle obrázku níže.

Zadání vstupních údajů

Zadané údaje jsou platné. Pomocí záložek v záhlaví se nyní přepněte na požadované informace.

Období:	2017 ▾
Typ odběru:	Podnikatelský maloodběř ▾
Odebíráte na území:	Praha (Oblast PRE Distribuce) ▾
Máte přidělenou sazbu za distribuci:	C01d ▾
Máte nainstalovaný jistič:	nad 3x125 A do 3x160 A včetně ▾
Vaše roční spotřeba elektřiny ve vysokém tarifu:	300000 [kWh]
Váš dodavatel elektrické energie:	Pražská energetika, a.s. ▾
Váš produkt:	AKTIV+ FAVORIT 2 leden ▾

Obrázek 14: Vstupní údaje pro příklad optimalizace plateb za elektřinu

Na základě výše uvedených příkladů je vypočtena roční platba za elektřinu v závislosti na distribuční sazbě a dále na velikosti jističe v distribuční sazbě C03d. Výsledky jsou shrnuty v tabulkách níže.

Tabulka 18: Roční platba za elektrickou energii v závislosti na distribuční sazbě

Distribuční sazba	Roční platba za elektřinu (Kč bez DPH)	Úspora (Kč/rok)
C01d	1 394 684 Kč	-
C02d	1 199 564 Kč	195 120 Kč
C03d	922 295 Kč	472 389 Kč

Tabulka 19: Roční platba za elektrickou energii v závislosti na velikosti jističe

Velikost jističe	Roční platba za elektřinu (Kč bez DPH)	Úspora (Kč/rok)
3 x 125 – 3 x 160 A	922 295 Kč	-
3 x 100 – 3 x 125 A	878 974 Kč	43 321 Kč
3 x 80 – 3 x 100 A	848 017 Kč	74 278 Kč

Nevýhodně zvolená distribuční sazba může platbu za elektrickou energii značně zvýšit. Provozovatelům doporučujeme si distribuční sazbu prověřit a případně změnit na nejvýhodnější možnost. Použitá distribuční sazba je vždy uvedena na faktuře. Pro přiznání některých distribučních sazeb je nutné splnit určité podmínky - viz příslušná cenová vyhláška ERU.

Zajímavé úspory lze dosáhnout snížením velikosti jističe takřka bez investice. Je potřeba pouze zajistit měření reálného odběru, na jehož základě je případně možno velikost jističe snížit.

5.2 Náhrada elektrické energie

Změna elektrického energetického zdroje, např. pro ohřev TV, za ohřev plynem nebo tepelným čerpadlem vede téměř vždy k dosažení úspory, obzvláště pokud je jiný zdroj již v provozu zaveden. Úspora spočívá buď v levnější energii (plyn vs. elektřina, i když má plyn horší účinnost předávky tepla) anebo v lepší účinnosti zařízení (tepelné čerpadlo vs. elektrický ohřev).

Příklad: Provozovna č. 1 – Příprava TV plynem místo elektřinou

Jako příklad úspory je uvedena záměna přípravy TV elektřinou za ohřev plynem, který je v provozovně již zaveden.

Pro tento výpočet jsou uvažovány následující ceny elektřiny a plynu. Elektřina: 3 Kč/kWh, plyn: 1,2 Kč/kWh. Všechny ceny jsou uvedeny bez DPH.

Z měření v této provozovně vyplývá, že spotřeba energie na přípravu TV je 0,13 kWh/jídlo. Při ročním počtu uvařených jídel 123 236 je roční spotřeba energie na přípravu TV 16 021 kWh. Roční úspora je při výše uvedených cenách energií a při snížení účinnosti o 10% cca 26 915 Kč/rok.

5.3 Nastavení provozních procesů

Provozní procesy doporučujeme nastavit podle obecných zásad při hledání úspor, jako jsou např.:

- Zajistit chod zařízení pouze v provozních hodinách
- Přepínání zařízení do stand-by režimů
- Průběžný monitoring a vyhodnocování nastavení provozních procesů
- Instalace podružných měření spotřeby energií

5.4 Větrání

Automatická regulace množství přírodního vzduchu

Příklad: Školní jídelna pro multifunkční školní objekt (není součástí vyhodnocení energetické náročnosti)

Mechanické větrání je dle dostupné dokumentace navrženo na přírodní množství vzduchu 6000 m³/h pro kuchyni a 1500 m³/h pro zázemí. Předpokládaný provoz větrání je pak po celou pracovní dobu v kuchyni tj. 8h denně. Přírodní vzduch musí být ohříván nebo chlazen a zároveň je spotřebována elektrická energie na provoz ventilátorů vzduchotechnické jednotky.

Jako úsporné opatření lze instalovat **automatickou regulaci** množství přírodního vzduchu, kdy je vyhodnocována teplota nad varnou plochou, teplota v místnosti a relativní vlhkost vzduchu a množství přírodního vzduchu je regulováno v závislosti na požadovaných hodnotách těchto veličin. Instalací tohoto druhu regulace lze snížit množství přírodního vzduchu ve varně o cca 1/3 (zdroj: Atrea). Množství větracího vzduchu ve varně a zázemí lze tedy snížit na: $\frac{2}{3} * 6000 + 1500 = 5500$ m³/h.

Tabulka 20: Automatická regulace

	Energetická náročnost			Cena energie	
	Větrání kuchyně 7500m ³ /h	Větrání kuchyně 6250m ³ /h	Rozdíl energetických toků	Cena za jednotku energie	Rozdíl ročních plateb
	kWh/rok	kWh/rok	kWh/rok	Kč/kWh	Kč/rok
Vytápění	54165	49674	-4491	1,15	-5164,7
Chlazení	9276	11056	1780	3,78	6728,4
Ventilátory	12635	9423	-3212	3,78	-12141
CELKEM					-10578

Investiční náklady systému automatické regulace (zdroj: Atrea)	40 000 - 80 000	Kč
Prostá návratnost investice	3,8 - 7,6	let

Použití rekuperačních výměníků s co nejvyšší účinností

Samozřejmostí by mělo být použití rekuperačních výměníků ve vzduchotechnické jednotce. Ztráta větráním může být u gastro provozů značná a je tedy vhodné použít výměníky s co nejvyšší účinností. Níže je uveden modelový příklad úspory při použití výměníku s účinností vyšší o 10%.

Modelový příklad:

Výpočet je proveden pro modelový gastro provoz s množstvím přívodního vzduchu 10 000 m³/h, 8h provozem od pondělí do pátku dle metodiky viz <http://www.tzb-info.cz/2988-tepelna-ztrata-vetranim-a-zpetne-ziskavani-tepla>.

Potřeba tepla na pokrytí ztráty větráním bez rekuperačního výměníku:

$$Q_T = V_{p\text{pcz}} \frac{d}{7} D = \frac{10000}{3600} 1,2 \cdot 1010 \cdot 8 \frac{5}{7} 3000 = 57,7 \text{ MWh/rok}$$

Potřeba tepla na pokrytí ztráty větráním s rekuperačním výměníkem s účinností 50%:

$$Q_{T,ZZT} = 1,05 \cdot (1 - n) Q_T = 1,05 \cdot (1 - 0,5) \cdot 57,7 = 30,3 \text{ MWh/rok}$$

Potřeba tepla na pokrytí ztráty větráním s rekuperačním výměníkem s účinností 60%:

$$Q_{T,ZZT} = 1,05 \cdot (1 - n) Q_T = 1,05 \cdot (1 - 0,6) \cdot 57,7 = 24,2 \text{ MWh/rok}$$

Q_T	potřeba tepla na pokrytí ztráty větráním
V_p	objem čerstvého vzduchu
ρ	hustota vzduchu
C	tepelná kapacita vzduchu
z	počet provozních hodin
d	počet pracovních dní v týdnu
D	počet denostupňů
$Q_{T,ZZT}$	potřeba tepla na pokrytí ztráty větráním s rekuperačním výměníkem

Z výpočtů vyplývá, že při použití rekuperačního výměníku s účinností vyšší o 10% je dosaženo úspory 6,1 MWh/rok, což činí v případě vytápění plynem 6710 Kč/rok (1kWh = 1,1 Kč) a při vytápění elektřinou 17080 Kč/rok (1kWh = 2,8 Kč).

5.5 Myčky

Průchozí myčky spotřebovávají v rámci gastro provozu značné množství energie a vody. Energetické úspory lze dosáhnout použitím myčky s rekuperací tepla z odpadních par nebo přívodem levněji předeřáté vody oproti elektrotopnému ohřívání přímo v zařízení. Použitím myčky s menší spotřebou vody na mycí cyklus lze navíc dosáhnout i úspory množství vody.

Příklad: Školní jídelna pro multifunkční školní objekt (není součástí vyhodnocení energetické náročnosti)

Varianta 1: Myčka s elektrickým ohřevem mycí vody

Všechna voda potřebná pro mytí nádobí je ohřívána z cca 10°C na potřebnou teplotu tj. 85°C pomocí elektrického ohřevu integrovaného v myčce. Množství potřebného větracího vzduchu pro tuto variantu myčky je dle projektové dokumentace 1870 m³/h.

Varianta 2: Myčka s elektrickým ohřevem mycí vody a rekuperací

Myčka s rekuperací tepla z odpadních par je schopna předeřát přívodní vodu z 10°C na cca 35°C. Tím je dosažena úspora na ohřevu vody. Zároveň lze snížit potřebné množství větracího vzduchu, protože teplota a vlhkost odpadních par jsou díky rekuperaci sníženy na 30°C a 55%. Množství větracího vzduchu lze na základě zkušeností zpracovatele studie z předchozích projektů snížit o cca 2/3. Tím lze dosáhnout nezanedbatelné úspory na provozu ventilátorů a dohřevu přívodního vzduchu.

Varianta 3: Myčka s předeřevem mycí vody plynovým kotlem

Další možností, jak lze dosáhnout úspory, je předeřev přívodní vody externím zdrojem tepla, který ohřívá vodu podstatně levněji než samotná myčka. V případě tohoto projektu lze myčky dodávat levněji předeřátou vodu na cca 50°C plynovým kotlem bez nutnosti navýšení investice.

Tabulka 21: Provozní režim a spotřeba vody myčky

Požadovaný hodinový výkon myčky	51	košů/h
Spotřeba vody		
Spotřeba vody na mycí cyklus (myčky Electrolux)	2	l/cyklus
Délka mycího cyklu (program 2)	8	min
Délka mycí směny	3	h/den
Denní spotřeba vody	180	l/den
Spotřeba vody v hodnoceném období (194 školních dní)	34,92	m ³ /rok

Tabulka 22: Úspora provozních nákladů při použití rekuperace díky snížení množství větracího vzduchu o 1250 m³/h

	Energetická náročnost			Cena energie	
	Větrání kuchyně 7500 m ³ /h	Větrání kuchyně 6250 m ³ /h	Rozdíl energetických toků	Cena za jednotku energie	Rozdíl ročních plateb
	kWh/rok	kWh/rok	kWh/rok	Kč/kWh	Kč/rok
Vytápění	54165	49674	-4491	1,15	-5165
Chlazení	9276	10512	1236	3,78	4672
Ventilátory	12635	10628	-2007	3,78	-7586
CELKEM					-8079

Tabulka 23: Porovnání investičních toků

		Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3
Teplota přívodní vody (t0)	°C	10	10	10
Teplota vody po předeřevu (t1)	°C	-	35	50
Teplota mycí vody (t2)	°C	85	85	85
Roční spotřeba vody	m ³ /rok	34,92	34,92	34,92
Spotřeba elektřiny pro ohřev mycí vody	kWh/rok	3042	2028	1420
Roční platba za elektrickou energii	Kč/rok	11500	7667	5367

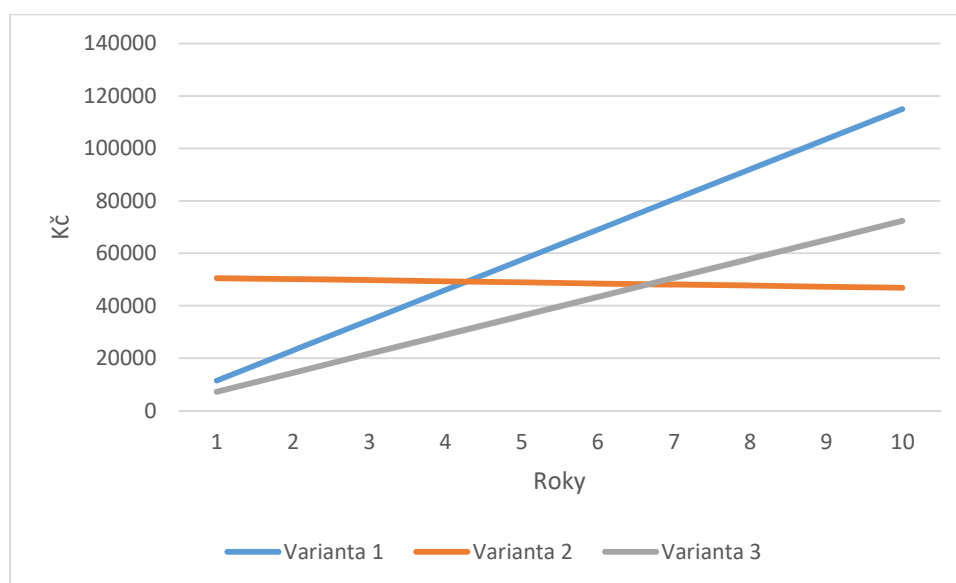
Spotřeba plynu pro předeřev	kWh/rok	-	-	1623
Roční platba za plyn	Kč/rok	-	-	1866

Celková roční platba za energii	Kč/rok	11500	7667	7233
--	---------------	--------------	-------------	-------------

Rozdíl plateb za energii při použití rekuperace	Kč/rok	-	- 8079	-
--	---------------	---	--------	---

Investiční vícenáklady	Kč	-	51000	-
Investiční a provozní náklady za 10 let	Kč	115003	46878	72328
Prostá návratnost	Roky	-	4,3	Nelze stanovit

Z porovnání vyplývá, že obě úsporné varianty tj. myčka s rekuperací odpadního tepla a myčka s předeřevem plynovým kotlem jsou výhodné. Ideální systém by byl systém s kombinací těchto opatření.



Obrázek 15: Cashflow v průběhu 10 let pro 3 varianty myček

5.6 Výběr a koordinace energetických zdrojů

Výběrem vhodných energetických zdrojů a jejich koordinací lze dosáhnout značné úspory. Vzhledem k značným odlišnostem provozů je potřeba každý případ posoudit individuálně výpočtem.

Obecně lze doporučit:

- Snížení počtu a typů zdrojů (např. použití multisplitových chladicích jednotek, použití reverzibilních tepelných čerpadel pro výrobu tepla i chladu, totožný zdroj pro vytápění a přípravu TV)
- Využití odpadního tepla (chladu) z chladicích jednotek pro předeřev zásobníku TV
- U spotřebičů s elektrickým ohřevem vody její předeřev úspornějším zdrojem tepla

6 Závěr

6.1 Energetická náročnost

Ve vybraných provozovnách byla energetická náročnost stanovena na základě historických spotřeb energií získaných od provozovatelů. V první a druhé provozovně byly spotřeby pro vybraný týden také měřeny. Z měřených dat byla získána jak spotřeba elektrické energie, tak denní průběh spotřeby.

Z výsledků bylo zjištěno, že mezi měřeními a vypočteným hodnotami jsou velké rozdíly. Velké rozdíly jsou také mezi jednotlivými provozovnami. Rozdíl je pravděpodobně způsoben odlišným intervalem hodnocení týden vs. rok a vlivem metodiky zahrnutí stálé a variabilní složky spotřeby. Rozdíly mezi provozovnami mohou být způsobeny širokou škálou jevů, jako jsou např.:

- Rozdílná váha připravovaných jídel
- Ne/používání polotovarů
- Odlišná technologie přípravy
- Využívání jiných typů zařízení
- Rozdílné množství zařízení pro udržování teploty (teplé vany, chladicí a mrazicí místnosti atd.)
- jiná skladba jídel atd.

Pro adekvátní porovnání provozoven jsou zahrnuty pouze údaje získané od provozovatele za delší časové období, typicky 1 rok.

Číslo provozu	1	2	3	4
Počet jídel/den	472	393	2000	187
Ostatní spotřeba elektřiny	2,51	1,45	1,37	0,19
Větrání	0,12	0,31	-	-
Chlazení kWh/jídlo	0,16	0,06	-	-
Příprava TV	-	0,17	-	-
Vytápění	1,82	-	-	-
Spotřeba plynu	0,72	0,82	-	0,36
Voda	10,22	13,80	14,37	6,22
Teplá voda l/ jídlo	-	-	4,61	3,50

Z provedeného rozboru spotřeb energií dále vyplývá, že mezi provozovnami neexistuje žádná přímá úměra, na základě které by se daly stanovit směrné hodnoty pro výpočet. Pro tento účel by bylo potřeba analyzovat data z většího počtu provozoven s podobnými provozny.

Pro účely energetického hodnocení gastroprovozů jsme použili jako měrnou veličinu jedno uvažené jídlo. Z našeho pohledu to odpovídá pro porovnání energetické spotřeby gastroprovozů mnohem lépe než měrná veličina m^2 , která je používána v současně platné legislativě.

Výsledky dále ukazují, že spotřeba elektřiny gastro zařízení tvoří z celkové spotřeby značnou část cca 40 – 52 %. Kromě toho není zanedbatelná ani spotřeba plynu 14 – 29% z celkové spotřeby energie.

Ve vybraných provozovnách se celková cena energií a vody přepočtená na 1 uvažené jídlo orientačně pohybuje od 1,52 Kč/jídlo do 10,03 Kč/jídlo, tj. průměrně 6,1 Kč/jídlo. V absolutních hodnotách se jedná od 71 461 Kč/rok až 2 658 081 Kč/rok. V případě teoretické úspory 5% změnou provozních procesů by se jednalo o částku 3 573 Kč/rok až 132 904 Kč/rok. Tyto orientační hodnoty závisí samozřejmě na ceně energonositelů.

Provedené měření trojfázových spotřebičů s největšími příkony tj. konvektomatů a myček ukazuje, že spotřebu těchto zařízení je potřebné vždy měřit ve všech třech fázích, neboť tyto jsou zatížené nerovnoměrně.

6.2 Možnosti úspor

Potenciál úspor v gastro provozech není v celkovém měřítku gastroprovozu zvlášť velký. Přesto lze najít některá zajímavá úsporná opatření hlavně v nastavení optimálního provozních procesů viz kapitola 5.

V případě plánovaných provozoven lze úspory najít již během projekční fáze správným výběrem energetických zdrojů a jejich vzájemnou koordinací (např. předehřev vody pro myčku nádobí úspornějším zdrojem jako je plynový kotel). Další úspory lze dosáhnout použitím zařízení s rekuperací tepla např. myčky.

Úspory u stávajících a nových provozů se nachází zejména v optimálním nastavení provozu jako je optimalizace plateb za elektřinu, náhrada elektrické energie a snížení množství větracího vzduchu.

6.3 Doporučení pro další výzkum

V rámci dalšího výzkumu doporučujeme navázat na tuto studii a provést analýzu spotřeb gastro provozů pro řádově vyšší počet provozoven, která by mohla sloužit pro stanovení směrných hodnot pro výpočet energetické náročnosti gastro provozů.

Dále doporučujeme podrobněji analyzovat faktory ovlivňující spotřebu energií, jako jsou rozdělení na stálou a variabilní spotřebu a použité druhy energií.

Jako měrnou jednotku doporučujeme používat 1 uvažené jídlo.

7 Přílohy

7.1 TNI 73 0331

Technická normalizační informace TNI 73 0331 z dubna 2013 uvádí v příloze B parametry typického užívání budovy. Mezi nimi jsou uvedeny i vybrané hodnoty pro zóny s gastroprovozem. Tyto zóny jsou následující:

- v podkapitole B. 5 Budovy pro vzdělávání
 - Budovy pro vzdělávání – jídelny, kantýny
- v podkapitole B. 6 Zdravotnická zařízení
 - Zdravotnická zařízení – přípravný jídel, jídelny
- v podkapitole B. 7 Ubytovací zařízení – Hotely a restaurace
 - Ubytovací zařízení – Hotely a restaurace – restaurace, stravovací provozy
 - Ubytovací zařízení – Hotely a restaurace – přípravný jídel

Tabulka 24: TNI 73 0331 – Příloha B – parametry využití

Typ zóny	Počátek provozu zóny	Konec provozu zóny	Provozní doba užívání zóny	Roční užívání budovy – počet provozních dní	Obsazenost
	hodina	hodina	h/den	den/rok	m ² /os
Budovy pro vzdělávání – jídelny, kantýny	7	18	11	257	1
Zdravotnická zařízení – přípravný jídel, jídelny	6	19	13	365	10
Ubytovací zařízení – Hotely a restaurace – stravovací provozy	10	24	14	317	2
Ubytovací zařízení – Hotely a restaurace – přípravný jídel	10	24	14	317	10

Tabulka 25: TNI 73 0331 – Příloha B – parametry pro vnitřní tepelné zisky

Typ zóny	Měrné tepelné zisky od osob	Časový podíl přítomnosti osob	Měrné tepelné zisky z vybavení	Časový podíl doby provozu
	W/m ²	-	W/m ²	-
Budovy pro vzdělávání – jídelny, kantýny	2	0,2	2	0,2
Zdravotnická zařízení – přípravný jídel, jídelny	15	0,4	150	0,25
Ubytovací zařízení – Hotely a restaurace – stravovací provozy	50	0,25	2	0,4
Ubytovací zařízení – Hotely a restaurace – přípravný jídel	10	0,4	200	0,25

Tabulka 26: TNI 73 0331 – Příloha B – parametry pro osvětlení zóny

Typ zóny	Doba využití denního světla za rok	Doba využití bez denního světla za rok	Osvětlenost	Korekční činitel plošného využití	Korekční činitel přítomnosti osob	Index místnosti	Činitel částečného zatížení
	h	h	Lx	-	-	-	-
Budovy pro vzdělávání – jídelny, kantýny	2250	300	75	0,92	1	1,5	1
Zdravotnická zařízení – přípravný jídel, jídelny	1250	1250	300	0,96	0	1,5	1
Ubytovací zařízení – Hotely a restaurace – stravovací provozy	3188	1250	200	1	0	2,5	1
Ubytovací zařízení – Hotely a restaurace – přípravný jídel	1250	1250	300	0,92	0	1,5	1

7.2 ČSN EN 15251

ČSN EN 15251 uvádí v tabulce B. 2 podlahovou plochu na osobu pro restaurace, která je 1,5 m²/os.

7.3 ČSN EN 15193

Příloha F v ČSN EN 15193 uvádí směrné hodnoty a kritéria pro návrh osvětlení v restauracích.

Tabulka 27: ČSN EN 15193 – Příloha F – směrné hodnoty a kritéria pro návrh osvětlení

	Kvalitativní třída	Instalovaný dodávaný příkon energie pro osvětlení	Doba využití denního světla za rok	Doba využití bez denního světla za rok	Mezní hodnota osvětlení bez cte LENI ruční	Mezní hodnota osvětlení s cte LENI ruční
		W/m²	h	h	kWh/m².rok	kWh/m².rok
Restaurace	*	10	1250	1250	29,6	27,1
	**	25	1250	1250	67,1	60,8
	***	35	1250	1250	92,1	83,3

Cte = ovládací systém pro konstantní osvětlenost

7.4 ČSN EN ISO 13790

Dle ČSN EN ISO 13790 lze použít v případě neexistence národních hodnot orientační hodnoty z tabulky G. 11 – Tepelný tok od spotřebičů a obvyklé vstupní údaje související s obsazeností dle tabulky G. 12.

Tabulka 28: ČSN EN ISO 13790 – Tabulka G. 11 – Tepelný tok od spotřebičů

	Produkce tepla spotřebiči během doby provozu	Časový podíl provozu	Průměrný tepelný zisk od spotřebičů
	W/m ²	-	W/m ²
Stravování*	10	0,25	3

*celkové hodnoty podle využití budovy

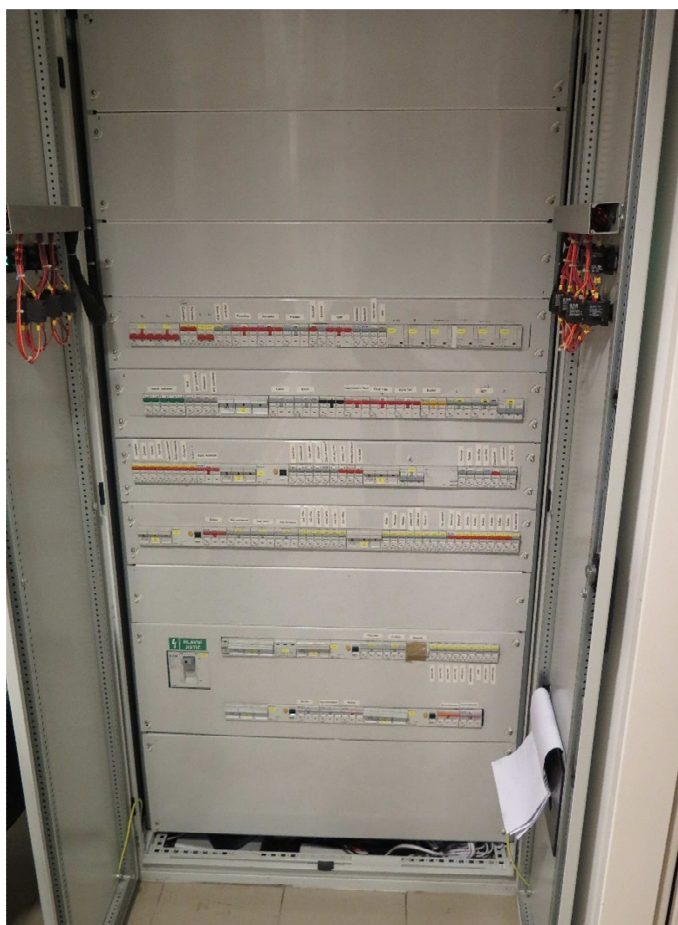
Tabulka 29: ČSN EN ISO 13790 – Tabulka G. 12 – Příklad obvyklých vstupních údajů souvisejících s obsazeností

Vstupní údaje	Restaurace	Jednotka
Vnitřní požadovaná teplota v zimě	20	°C
Vnitřní požadovaná teplota v létě	26	°C
Obsazenost	5	m ² /osobu
Průměrný tepelný tok na osobu	100	W/osobu
Metabolický zisk na klimatizovanou podlahovou plochu*	20	W/m ²
Doba přítomnosti na den (měsíční průměr)	3	h
Roční spotřeba elektrické energie na klimatizovanou podlahovou plochu	30	kWh/m ²
Část spotřeby el. energie v rámci klimatizované části budovy	0,7	-
Přívod venkovního vzduchu na klimatizovanou podlahovou plochu	1,2	m ³ /(h.m ²)
Přívod venkovního vzduchu na osobu	6	m ³ /(h.osobu)
Potřeba tepla na přípravu TV na klimatizovanou podlahovou plochu	60	kWh/m ²

*Plocha vypočtená z vnějších rozměrů

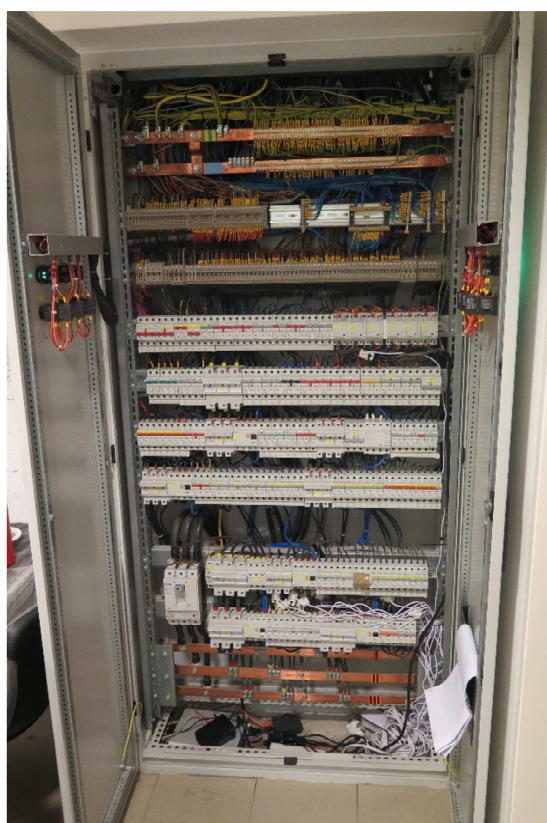
7.5 Provozovna 1

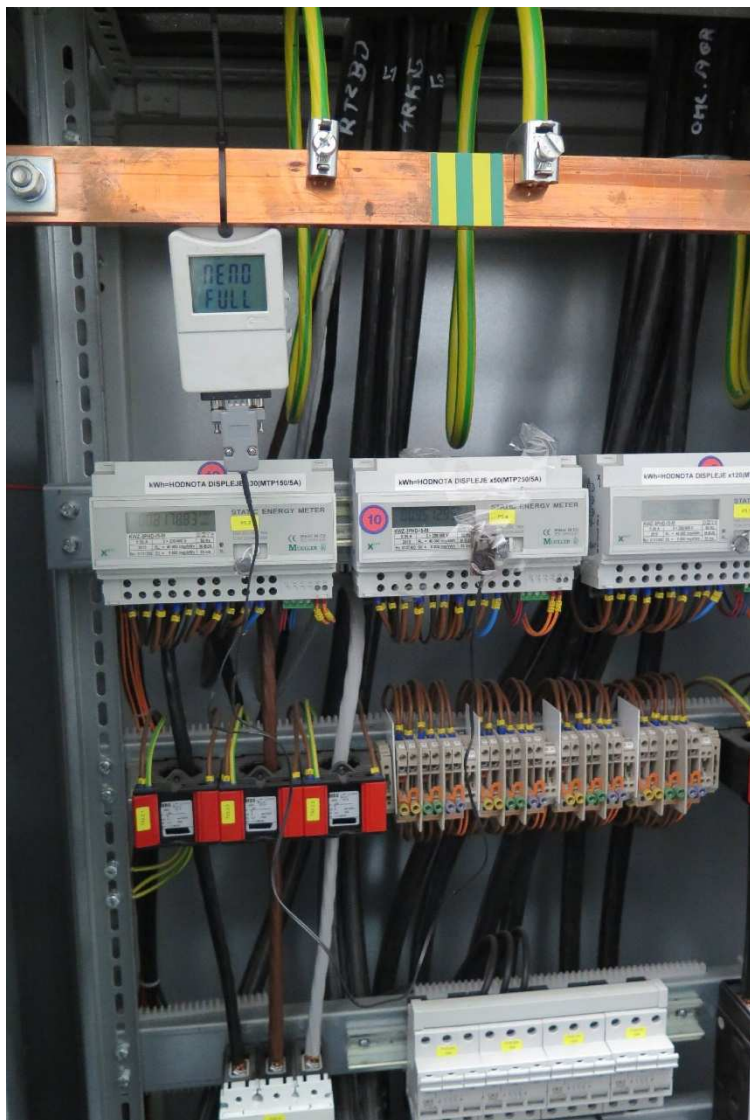
Fotodokumentace měření











Seznam spotřebičů

Rozvaděč 4RK - 130 kW		kW	počet fází
WL 1	mycí stroj	42	3
WL 2	myčka černého nádobí	15	3
WL 3	konvektomat 20	36	3
WL 4	konvektomat 10	18	3
WL 5	zásuvky přípravný	5,2	3
WL 6	zásuvky varna	10,3	3
WL 7	zásuvky chodba a přípravná	3	1
WL 8	zásuvky přípravná	3	1
WL 9	zásuvky varna	3,4	1
WL 10	zásuvky varna	3,4	1
WL 11	zásuvky termo skříň	3,5	1
WL 12	zásuvky termo skříň	3,1	1
WL 13	zásuvky varna	3,5	1
WL 14	zásuvky indukční plotna	3,5	1
WL 15	zásuvky nářezák univ. Stroj	3,1	1
WL 16	vývod gril	4,5	3
WL 17	vývod vyhřívaná vitrýna	4,5	3
WL 18	zásuvka kávovar	6	3
WL 19	zásuvky výdej	3	1
WL 20	zásuvky na talíře	3	1
WL 21	vývod vodní lázeň	2,5	1
WL 22	vývod vodní lázeň	2,5	1
WL 23	zásuvky zásobník na talíře	3	1
WL 24	zásuvky polévka, post-mix	2,2	1
WL 25	zásuvky pokladna	3	1
WL 26	zásuvky pokladna	3	1
WL 27	zásuvky chlazené vany	3	1
WL 28	zásuvky chlazená vitrína	3	1
WL 29	zásuvky chladicí stůl	2	1
WL 30	chladicí box rozvaděč	-	1
WL 31	chladicí box rozvaděč	-	1
WL 32	vývod zapalovač plynu	-	1
WL 33	vývod zapalovač plynu	-	1
WL 34	digestoře	-	1
WL 35	svítidla zázemí	-	1
WL 36	svítidla kuchyně	-	1
WL 37	svítidla kuchyně	-	1
WL 38	svítidla restaurace	-	1
WL 39	svítidla restaurace	-	1
WL 40	svítidla restaurace	-	1
WL 41	zásuvky šéfkuchař	-	1
WL 42	žaluzie restaurace	-	1
WL 43	žaluzie restaurace	-	1

WL 44	žaluzie restaurace	-	1
WL 45	Fan-coil restaurace	-	1
WL 46	Fan-coil restaurace	-	1
WL 47	-		
WL 48	konvektory restaurace 1	-	1
WL 49	konvektory restaurace 2	-	1
WL 50	zásuvky zázemí	-	1
WL 51	zásuvky změkčovač	-	1
WL 52	zásuvky úklidové zázemí	-	1
WL 53	zásuvky šatny	-	1
WL 54	zásuvky úklidové kuchyň	-	1
WL 55	zásuvky úklidové restaurace	-	1
WL 56	světla šatny	-	1
WL 57	-		
WL 58	-		
WL 59	chladicí agregát	3,5	3
WL 60	chladicí agregát	3,5	3
WL 61	chladicí agregát	3,5	3
WL 62	chladicí agregát	3,5	3
WL 63	chladicí agregát	3,5	3
WL 64	chladicí agregát	3,5	3
WL 65	Lapol	-	3
WL 66	Výtah	-	3
WL 67	Ohřev vody	-	3
WL 68	TUV 1 záložní	-	3
WL 69	TUV 2 záložní	-	3
WL 70	dveřní clona	-	3
WL 71	VZT přívodní ventilátor	-	3
WL 72	VZT cirkulační čerpadlo	-	3
WL 73	čerpadlo	-	3
WL 74	čerpadlo	-	3
WL 75	vývod sporák	7	3
WL 76	čerpadlo	-	3
WL 77	čerpadlo	-	3
WL 78	čerpadlo	-	1
WL 79	čerpadlo	-	1
WL 80	čerpadlo	-	1
WL 81	čerpadlo	-	1
WL 82	rozvaděč MaR	-	1

7.6 Provozovna 2

Seznam spotřebičů

Rozvaděč CRS1 - 105 kW		kW	počet fází
S1-101	myčka průchozí	35	3
S1-102	dvojfritéza	20	3
S1-103	smažící plotna	6	3
S1-104	wok	5	3
S1-105	chladicí regály	3	1
S1-106	zásobník na talíře	1,6	1
S1-107	podstolové lednice a mrazák	1,6	1
S1-108	vodní lázeň	0,8	1
S1-109	zásobník na talíře	1,6	1
S1-110	vyhřívána skříň	1,6	1
S1-111	vyhřívána skříň	1,6	1
S1-112	zásobník na talíře	2,1	1
S1-113	změkčovač vody	0,8	1
S1-114	kancelář šéfkuchaře	1,6	1
S1-115	úklidové zásuvky, chlazení odpadků	-	1
S1-116	výdejní stůl	3	1
S1-117	zásobník na talíře	1,6	1
S1-118	výdejní stůl	3	1
S1-119	výdejní stůl	3	1
S1-120	zásobník na talíře	1,6	1
S1-121	neutrální stůl post - mix	2,4	1
S1-122	pokladna	-	1
S1-123	výdejní stůl	6	3
S1-124	salátový bufet	0,8	1
S1-125	post-mix	2,4	1
S1-126	pokladna	-	1
S1-127	digestoř	0,2	1
S1-128	venkovní zásuvky	1,6	1
S1-129	bezdotykové baterie	1	1
S1-130	TUV	-	1
S1-131	TUV	-	1
S1-132	úklidové zásuvky	-	1
S1-133	dvorní vpusť	-	1
S1-134	čerpadlo jímky	-	1
S1-135	svítidla zázemí	-	1

Rozvaděč CRS2 - 105 kW		kW	počet fází
S2-201	konvektomat	19	3
S2-202	konvektomat	19	3
S2-203	universální stroj	1	3

S2-204	podstolová chladnička, zásuvky	-	1
S2-205	plynové spotřebiče	1,4	1
S2-206	podstolová chladnička, zásuvka	-	1
S2-207	šoker, zásuvka	1,7	1
S2-208	digestoře, světla	1	1
S2-209	provozní nádobí	-	1
S2-210	přípravná masa	-	1
S2-211	přípravná těsta, hrubá přípravná zeleniny	-	1
S2-212	studená kuchyně, zásuvky	-	1
S2-213	studená kuchyně, lednička	-	1
S2-214	spojovací chodba, ledničky a mrazničky	2,4	1
S2-215	spojovací chodba, vyhřívaná skříň	1,6	1
S2-216	spojovací chodba, vyhřívaná skříň	1,6	1
S2-217	spojovací chodba, vyhřívaná skříň	1,6	1
S2-218	Ledničky u skladníka	2	1
S2-219	váha a úklidovky	-	1
S2-220	počítač skladníka	-	1
S2-221	chodba, vyhřívaná skříň	1,6	1
S2-222	chodba, vyhřívaná skříň	1,6	1
S2-223	chodba, vyhřívaná skříň	1,6	1
S2-224	chladicí box	0,8	1
S2-225	mrazicí a chladicí box	1,2	1
S2-226	šatna ženy zásuvky	-	1
S2-227	šatna mužů zásuvky	-	1
S2-228	šatny TUV	-	1
S2-229	bezdotykové baterie	1,2	1
S2-230	svítidla šatny	-	1
S2-231	svítidla kuchyně	-	1
S2-232	svítidla chodba	-	1
S2-240	chladicí agregát 1	-	1
S2-241	chladicí agregát 2	-	1
S2-242	chladicí agregát 3	-	1
S2-243	chladicí agregát 4 - rezerva	-	1
S2-244	chladicí agregát 5 - rezerva	-	1
S2-245	mrazák, chladicí box	-	3