

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA TEORETICKÉ ELEKTROTECHNIKY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Energetická účinnost přístrojů spotřební elektrotechniky

**vedoucí práce: Ing. Petr Preuss, CSc.
autor: Pavel Šmolík**

2012

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavel ŠMOLÍK**
Osobní číslo: **E09B0197P**
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Komerční elektrotechnika**
Název tématu: **Energetická účinnost přístrojů spotřební elektrotechniky**
Zadávací katedra: **Katedra technologií a měření**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte přehled příslušných platných norem.
2. Popište kategorizaci přístrojů spotřební elektrotechniky.
3. Proveďte vlastní ověřovací měření tepelné účinnosti varných desek různých principů za srovnatelných podmínek.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah pracovní zprávy: 20 - 30 stran


Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

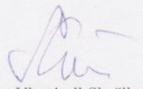
Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petr Preuss, CSc.**
Katedra teoretické elektrotechniky

Datum zadání bakalářské práce: **17. října 2011**
Termín odevzdání bakalářské práce: **3. června 2012**


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Doc. Ing. Vlastimil Škočil, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 17. října 2011

Anotace

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na přístroje spotřební elektrotechniky, na normy určené pro spotřební elektrotechniku a energetickou účinnost přístrojů spotřební elektrotechniky.

Klíčová slova

norma, spotřební elektrotechnika, ohřev vody, příkon, energetická účinnost, mikrovlnná trouba, rychlovarná konvice, indukční vařič, sklokeramická varná deska, ponorný vařič, měrná tepelná kapacita, spotřeba energie, kilowatt hodina

Abstract

The bachelor theses presents consumer electronics devices, norms for consumer electronics and energy efficiency of consumer electronics devices.

Key words

norm, consumer electronics, water heating, power, energy efficiency, microwave oven, kettle, induction cooker, ceramic cooker plate, immersion heater, specific heat capacity, energy consumption, kilowatt hour

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

V Plzni dne 7.6.2012

Pavel Šmolík

.....

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Petru Preussovi, CSc. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Obsah

OBSAH.....	8
ÚVOD.....	9
SEZNAM SYMBOLŮ.....	10
1 NORMY PRO PŘÍSTROJE SPOTŘEBNÍ ELEKTROTECHNIKY	11
1.1 ÚVOD NORMY	11
1.2 ROZSAH PLATNOSTI NORMY	11
1.3 VŠEOBECNÝ POŽADAVEK NA PŘÍSTROJE	12
1.4 PŘÍKLADY DALŠÍCH POŽADAVKŮ NA ELEKTRICKÉ SPOTŘEBIČE	12
1.5 OSTATNÍ NORMY VĚNOVANÉ ELEKTRICKÝM SPOTŘEBIČŮM	16
2 KATEGORIZACE PŘÍSTROJŮ SPOTŘEBNÍ ELEKTROTECHNIKY	16
2.1 ELEKTRICKÝ SPOTŘEBIČ	16
2.2 DĚLENÍ SPOTŘEBNÍ ELEKTROTECHNIKY	16
2.3 SPOTŘEBIČE PRO ELEKTRICKÝ OHŘEV	17
2.3.1 <i>Mikrovlnná trouba</i>	17
2.3.2 <i>Rychlovarná konvice</i>	20
2.3.3 <i>Indukční vařič</i>	22
2.3.4 <i>Sklokeramická varná deska</i>	24
2.3.5 <i>Var kapaliny</i>	24
2.3.6 <i>Vliv atmosférického tlaku na bod varu</i>	25
2.3.7 <i>Měrná tepelná kapacita</i>	25
3 MĚŘENÍ TEPELNÉ ÚČINNOSTI VARNÝCH DESEK RŮZNÝCH PRINCIPŮ	26
3.1 ENERGETICKÁ ÚČINNOST	26
3.2 POSTUP MĚŘENÍ.....	27
3.3 NAMĚŘENÉ HODNOTY.....	27
3.4 VYPOČÍTANÉ HODNOTY	28
3.5 GRAFY	29
3.6 POUŽITÉ PŘÍSTROJE	30
ZÁVĚR.....	32
POUŽITÁ LITERATURA	33

Úvod

Předkládaná práce je zaměřena na přístroje spotřební elektrotechniky, na normy určené pro spotřební elektrotechniku a energetickou účinnost přístrojů spotřební elektrotechniky.

Text je rozdělen do tří částí. První část se zabývá přehledem příslušných norem určených pro spotřební elektrotechniku. Druhá část popisuje kategorie, do kterých se spotřební elektrotechnika dělí a zaměřuje se především na vysvětlení principů funkce přístrojů spotřební elektrotechniky určených k elektrickému ohřevu. Třetí část popisuje průběh a výsledky ověřovacího měření zaměřeného na měření tepelné účinnosti varných desek různých principů za srovnatelných podmínek.

Seznam symbolů

η [-].....	Účinnost
P [W].....	Výkon
P_1 [W].....	Příkon
ρ [$\text{kg}\cdot\text{m}^3$].....	Hustota
V [m^3].....	Objem
m [kg].....	Hmotnost
c [$\text{J}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$].....	Měrná tepelná kapacita
ΔT [$^{\circ}\text{C}$].....	Teplota

1 Normy pro přístroje spotřební elektrotechniky

Přístroji spotřební elektrotechniky se zabývá norma: ČSN EN 60335-1 ed. 2 Elektrické spotřebiče pro domácnost a podobné účely - Bezpečnost - Část 1: Všeobecné požadavky

1.1 Úvod normy

Při návrhu této mezinárodní normy se předpokládalo, že realizace jejího nařízení je svěřena příslušným kvalifikovaným a zkušeným osobám.

Tato norma respektuje mezinárodně uznávanou úroveň ochrany před úrazem elektrickým proudem, mechanickým a tepelným nebezpečím, nebezpečím požáru a záření u spotřebičů, které jsou v činnosti jako při normálním používání, a bere přitom v úvahu návod výrobce. Zabývá se také abnormálními situacemi, které se dají očekávat v praxi.

Tato norma je skupinová norma vztahující se na bezpečnost spotřebičů a má přednost před názvoslovnými normami zahrnujícími stejný předmět.

Spotřebič, který vyhovuje textu této normy, nemusí být považován za vyhovující bezpečnostním principům této normy, pokud se při zkouškách zjistí, že má jiné vlastnosti, které zhoršují úroveň bezpečnosti zahrnuté v těchto požadavcích.

Spotřebič z odlišných materiálů nebo s odlišnými typy konstrukce, než jsou materiály a konstrukce uvedené v požadavcích této normy, může být zkoušen podle těchto požadavků, a pokud se zjistí, že je s nimi v podstatě ve shodě, považuje se za vyhovující této normě.

Touto normou je zajištěna podstata požadavků Směrnice o nízkém napětí 73/23/EEC. Důležité bezpečnostní požadavky následujících směrnic, které by mohly platit pro spotřebiče pro domácnost a podobné účely, se musí vzít také v úvahu:

- 98/37/EC - Směrnice o strojních zařízeních;
- 89/106/EEC - Směrnice o konstrukci výrobku;
- 97/23/EC - Směrnice o tlakovém zařízení.

1.2 Rozsah platnosti normy

Tato mezinárodní norma se vztahuje na bezpečnost elektrických spotřebičů pro domácnost a podobné účely, jejichž jmenovité napětí nepřesahuje 250V u jednofázových spotřebičů a 480V u ostatních spotřebičů.

Tato norma platí pro spotřebiče, které nejsou určeny pro používání v normálních domácnostech, ale které se přesto mohou stát zdrojem nebezpečí pro osoby, jako jsou např.

spotřebiče určené pro používání neznačnými osobami v obchodech, ve spotřebním průmyslu a v zemědělství.

V možné míře pojednává tato norma o běžných nebezpečích představovaných spotřebiči, se kterými se setkávají všechny osoby v domácnosti a blízkém okolí. Nebere však všeobecně v úvahu:

- používání spotřebičů malými dětmi nebo nesvéprávními osobami bez dozoru;
- hru malých dětí se spotřebičem.

Upozorňuje se na skutečnost, že:

- pro spotřebiče určené pro používání ve vozidlech nebo na palubách lodí či letadel mohou být nutné doplňující požadavky;
- pro spotřebiče určené pro používání v tropických zemích mohou být nutné zvláštní požadavky;
- v mnoha zemích jsou předepsány doplňující požadavky národními zdravotními úřady, úřady zodpovědnými za ochranu bezpečnosti práce, vodohospodářskými a podobnými úřady.

1.3 Všeobecný požadavek na přístroje

Spotřebiče musí být konstruovány tak, aby při normálním používání fungovaly tak bezpečně, aby nevyvolaly žádné nebezpečí pro osoby nebo okolí, a to dokonce i při nedbalém zacházení, které se může vyskytnout při normální používání.

1.4 Příklady dalších požadavků na elektrické spotřebiče

- **Třídění**

Spotřebič musí být v jedné z následujících tříd vzhledem k ochraně před úrazem elektrickým proudem. Splnění požadavku se kontroluje prohlídkou a příslušnými zkouškami.

Třídy ochrany I, II, III

Třída ochrany 0.	<i>Spotřebiče nemají pracovní izolaci a naše norma jejich užití zakazuje.</i>
Třída ochrany I.	<i>Spotřebiče mají pracovní izolaci a jsou opatřeny ochrannou svorkou nebo ochranným kontaktem. Patří sem: Pračka, sporák, žehlička, počítač, ...</i>
Třída ochrany II.	<i>Spotřebiče mají dvojitou nebo zesílenou izolaci a nemají (nesmějí mít) ochrannou svorku. Mají celý povrch buď z izolantu nebo mohou mít některé části kovové, avšak vždy oddělené zesílenou izolací. Patří sem: Holicí strojek, fén, vrtačka, bruska, ...</i>

Třída ochrany III.	<i>Spotřebiče se připojují k nízkému napětí, tedy k sítím SELV a PELV. Patří sem: nízkonapěťové žárovky, nízkonapěťová elektrická zařízení v zahradnictví, lékařství, zemědělství, ...</i>
---------------------------	--

Spotřebiče musí mít příslušný stupeň ochrany proti škodlivému vniknutí vody. Splnění požadavku se kontroluje prohlídkou a příslušnými zkouškami.

Číslo	Krátký popis	Definice
0	<i>Nechráněné</i>	<i>Žádná ochrana není.</i>
1	<i>Chráněné proti kapající vodě</i>	<i>Svisle padající kapky nesmí mít škodlivý účinek.</i>
2	<i>Chráněné proti kapající vodě při naklonění 15°</i>	<i>Svisle padající voda nesmí mít škodlivý účinek, když je kryt nakloněný v úhlu do 15° od své styčné polohy.</i>
3	<i>Chráněné proti rozprášené vodě</i>	<i>Voda padající v rozprášené formě u úhlu až do 60° od svislé osy nesmí mít škodlivý účinek.</i>
4	<i>Chráněné proti stříkající vodě</i>	<i>Voda stříkající na kryt ze všech směrů nesmí mít škodlivý účinek.</i>
5	<i>Chráněné proti proudu vody</i>	<i>Voda stříkající z hadice na kryt ze všech směrů nesmí mít škodlivý účinek.</i>
6	<i>Chráněné proti vlnobití</i>	<i>Voda z rozbouřeného moře nebo voda vrhaná silnými proudy nesmí vniknout do krytu ve škodlivém množství.</i>
7	<i>Chráněné proti účinkům ponoření do vody</i>	<i>Při ponoření krytu do vody v určených podmínkách tlaku a času nesmí vniknout voda ve škodlivém množství.</i>
8	<i>Chráněné při ponoření</i>	<i>Zařízení je vhodné na trvalé ponoření do vody v podmínkách, které určuje výrobce. <i>Poznámka: Běžně to znamená, že zařízení je hermeticky utěsněné. Pro některé typy zařízení to však může znamenat, že voda může vnikat, ale jen tak, že nemá škodlivé účinky.</i></i>

- **Značení a návody**

Na spotřebičích musí být uvedeno:

- jmenovité napětí nebo jmenovitý rozsah napětí ve voltech;
- značka pro druh proudu, pokud není uveden jmenovitý kmitočet;
- jmenovitý příkon ve wattech nebo jmenovitý proud v ampérech;
- jméno, obchodní nebo identifikační značka výrobce nebo odpovědného prodejce;
- údaj modelu nebo typu;
- číslo IP podle stupně ochrany proti škodlivému vniknutí vody jiné než IPX0

Značení jmenovitého napětí nebo jmenovitého rozsahu napětí u spotřebičů určených pro připojení k síti musí zahrnovat:

- 230 V u jednofázových spotřebičů

- 400V u vícefázových spotřebičů

- **Příkon a proud**

Pokud má spotřebič vyznačen jmenovitý příkon, nesmí se příkon při normální činnosti lišit od jmenovitého příkonu více, než je uvedeno v tabulce. Odchylka pro elektromechanické spotřebiče platí pro kombinované spotřebiče, pokud je příkon motorů větší než 50 % jmenovitého příkonu.

Typ spotřebiče	Jmenovitý příkon (W)	Odchylka
Všechny spotřebiče	≤ 25	+20 %
Tepelné spotřebiče a kombinované spotřebiče	> 25 a ≤ 200	± 10 %
	> 200	+5% nebo 20 W (podle toho, co je větší) -10%
Elektromechanické spotřebiče	> 25 a ≤ 300	+20%
	> 300	+15 % nebo 60 W (podle toho, co je větší)

Pokud je na spotřebiči vyznačen jmenovitý proud, nesmí se proud při normální pracovní teplotě lišit od jmenovitého proudu více než o příslušnou odchylku uvedenou v tabulce. Odchylka pro elektromechanické spotřebiče platí pro kombinované spotřebiče, pokud je proud motorů větší než 50 % jmenovitého proudu.

Typ spotřebiče	Jmenovitý proud (A)	Odchylka
Všechny spotřebiče	$\leq 0,2$	+20 %
Tepelné spotřebiče a kombinované spotřebiče	> 2 a $\leq 1,0$	± 10 %
	$> 1,0$	+5% nebo 0,10 A (podle toho, co je větší) -10%
Elektromechanické spotřebiče	$> 0,2$ a $\leq 1,5$	+20%
	$> 1,5$	+15 % nebo 0,30 A (podle toho, co je větší)

- **Ochrana transformátorů a přidružených obvodů**

Spotřebiče obsahující obvody napájené z transformátoru musí být konstruovány tak, aby v případě zkratu, k němuž může dojít při normálním používání, se transformátory nebo přidružené obvody nadměrně nezahřívaly.

- **Abnormální činnost**

Spotřebiče musí být, pokud je to proveditelné, konstruovány tak, aby se odstranilo nebezpečí v důsledku abnormální činnosti nebo nepečlivé obsluhy, vzniku požáru, mechanického poškození snižujícího bezpečnost nebo ochranu před úrazem elektrickým proudem.

Elektronické obvody musí být navrženy a použity tak, aby nezpůsobily v případě selhání, že se spotřebič stane nebezpečným z hlediska úrazu elektrickým proudem, nebezpečím požáru, mechanickým nebezpečím nebo nebezpečným selháním funkce.

- **Mechanická pevnost**

Spotřebiče musí mít dostatečnou mechanickou pevnost a musí být konstruovány tak, aby odolávaly takovému hrubému zacházení, které můžeme očekávat při normálním používání.

Zkouška probíhá tak, že se spotřebič pevně podloží a působí se třemi rázy na každý bod krytu, kde se předpokládá, že je kryt slabý, rázovou energií $0,5 \text{ J} \pm 0,04 \text{ J}$.

- **Odolnost proti teplu a hoření**

Vnější části z nekovového materiálu, část z izolačního materiálu přidružující živé části včetně spojů a část z termoplastu zajišťující přídatnou nebo zesílenou izolaci musí být dostatečně odolné vůči teplu, pokud by jejich poškození mohlo způsobit, že by spotřebič nevyhověl požadavkům této normy.

Zkouška se provádí při teplotě $40 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ plus maximální oteplení, které musí být nejméně:

$75 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ pro vnější části

$125 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ pro části přidružující živé části

- **Odolnost proti korozi**

Železné části, jejichž koroze by mohla způsobit, že by spotřebič nevyhověl podle této normy, musí být dostatečně chráněny proti korozi.

- **Záření a toxicita**

Spotřebiče nesmějí vydávat škodlivé záření nebo představovat toxické či podobné nebezpečí.

1.5 Ostatní normy věnované elektrickým spotřebičům

Dále se přístroji spotřební elektrotechniky zabývá norma ČSN EN 60335 2 ed.2 Elektrické spotřebiče pro domácnost a podobné účely - Bezpečnost - Část 2, která se již zaměřuje na zvláštní požadavky jednotlivých spotřebičů.

Například: ČSN EN 60335 2-5 ed.2 Elektrické spotřebiče pro domácnost a podobné účely - Bezpečnost - Část 2-5: Zvláštní požadavky na myčky nádobí

Osobní počítače a podobné přístroje zahrnuje norma ČSN EN 60950-23 Zařízení informační technologie - Bezpečnost - Část 1: Všeobecné požadavky

Audio, video a podobné elektronické přístroje zahrnuje norma ČSN EN 60065 Zvukové, obrazové a podobné elektronické přístroje - Požadavky na bezpečnost

2 Kategorizace přístrojů spotřební elektrotechniky

2.1 Elektrický spotřebič

Elektrický spotřebič je zjednodušeně řečeno elektrotechnická součástka, která mění elektrickou energii na jinou formu energie. V širším významu je elektrický spotřebič kompletní zařízení využívající elektrickou energii.

Nejdůležitějšími parametry elektrických spotřebičů jsou elektrický proud, elektrické napětí a elektrický příkon, který určuje, kolik energie spotřebič spotřebuje za jednotku času.

V zásadě se přístroje spotřební elektrotechniky dají rozdělit podle toho, na jaký druh energie přeměňují dodanou elektrickou energii.

Rozdělení:

- Přeměna elektrické energie na tepelnou, např. rychlovarná konvice, žehlička, elektrická trouba
- Přeměna elektrické energie na mechanickou, např. kuchyňský robot, vysavač
- Přeměna elektrické energie na zářivou energii (některý z druhů elektromagnetického záření), např. televize, zářivka, mikrovlnná trouba
- Přeměna elektrické energie na zvuk, např. reproduktor, rádio
- Zvláštní skupinu tvoří elektronické spotřebiče, které přímo nemění elektrickou energii na jiný druh energie, ale zpracovávají elektrické signály od vstupního zařízení do výstupního, např. počítač, mobilní telefon

Spotřební elektrotechniku můžeme dále rozdělit do jednotlivých kategorií.

2.2 Dělení spotřební elektrotechniky

- *Spotřební elektronika*

LED televizory, LCD televizory, plazmové televizory, autorádia, diktafony, televizní set top boxy, DVD přehrávače, DVD rekordéry, Hifi domácí kina, Hifi systémy, kamery, MP3, MP4 přehrávače, GPS navigace, rádia, radiobudíky, digitální fotoaparáty, kalkulačky

- **Malé spotřebiče**

rychlovarné konvice, indukční vařiče, vysavače, žehličky, kávovary, fritézy, fěny, holící stroky, grily, kuchyňské roboty, mixéry

- **Velké spotřebiče**

pračky, sušičky, ledničky, mrazáky, myčky nádobí, elektrické sporáky, mikrovlnné trouby, digestoře, sklokeramické desky

- **Počítače a kancelářské vybavení**

notebooky, stolní počítače, LCD monitory, USB flash disky, tiskárny, multifunkční zařízení, scenery, klávesnice, myši, reproduktory

2.3 Spotřebiče pro elektrický ohřev

Dále bych se v této práci chtěl zaměřit konkrétně na přístroje spotřební elektrotechniky určené pro elektrický ohřev a princip jejich funkce:

- **mikrovlnná trouba**
- **rychlovarná konvice, ponorný vařič**
- **indukční vařič**
- **sklokeramická varná deska**

2.3.1 Mikrovlnná trouba

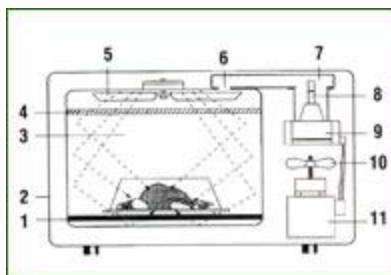
Patent na využití mikrovln, s nimiž pracovaly během druhé světové války britské radary, získal roku 1946 Američan Percy Spencer (1894–1970). První mikrovlnné trouby, s vodou chlazeným magnetronem začala vyrábět firma Raytheon Company v USA roku 1950. Trouby byly velké jako "šatník" a byly vyráběny pro restaurace.[2]

Využití mikrovlnného ohřevu v domácnostech vyžadovalo vývoj menších vzduchem chlazených magnetronů. To se podařilo společnosti Siemens v Evropě roku 1966. Rychlému nástupu do domácností bránily mýty o škodlivých účincích mikrovln na lidský organismus – zejména na sterilitu a možnost oslepnutí. Po dlouholetém testování nakonec nebyla prokázána jakákoliv závadnost mikrovln a testy prokázaly naprostou neškodnost mikrovln, které jsou bezpečně uzavřeny v zrcadlové pasti rezonátorů mikrovlnných trub. Model mikrovlnné trouby Sharp R-10 se skleněným okénkem se stal po roce 1970 módním hitem v Japonsku a o pět let později i v USA. Spotřebič původně určený na rychlý ohřev jídla či rozmrazení jídla se časem

obohatit i o další způsoby ohřevu např. grilem, horkým vzduchem, parou. A tak se mikrovlnná trouba zaměnila na multifunkční zařízení k univerzálnímu vaření.[2].

Tepelná úprava pokrmu se v mikrovlnné troubě provádí elektromagnetickým zářením s frekvencí, která je obvykle 2,45 GHz, což znamená s vlnovou délkou 12,24 centimetrů. Když toto mikrovlnné záření projde pokrmem je schopno rozkmitat částice, zejména molekuly vody, stejně jako při klasických způsobech šíření tepla. Přitom vlny pronikají dovnitř pokrmu, kde dochází k relativně rychlému ohřevu.[8]

Mikrovlnné záření je generováno pomocí magnetronu a poté vyzařováno do ohřívacího prostoru. Zahřívací prostor je tvořen kovovým povrchem, ze kterého záření nemůže proniknout ven mimo mikrovlnnou troubu. Dvířka trouby jsou pokryta kovovou mřížkou, ve které jsou otvory mnohem menší než vlnová délka mikrovlnného záření, tím představuje pro mikrovlny skoro stejnou překážku jako celistvý kov. Prostor, ve kterém dochází k ohřevu, má rozměry odpovídající celistvým násobkům poloviny vlnové délky použitého záření, takže dochází ke vzniku stojatého vlnění. Proto v kmitnách vlnění dochází k neúčinnějšímu ohřevu.[8]

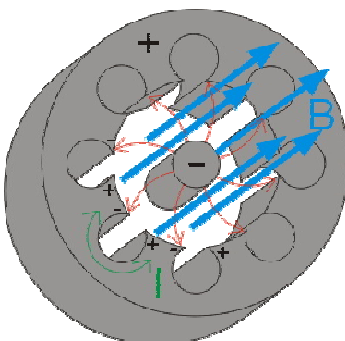


Obr.2.1 Uspořádání monofunkční mikrovlnné trouby: 1 dveře, 2 skříňka, 3 vnitřní komora, 4 strop, 5 vrtulkový víříč, 6 vstup mikrovln, 7 vlnovod, 8 vyzařovací anténa, 9 magnetron, 10 ventilátor, 11 transformátor vvn (převzato z [2])

Jako zdroj velmi krátkých elektromagnetických vln se používají speciální druhy elektronek, které se nazývají magnetrony. Základ magnetronu tvoří velmi silný feritový permanentní magnet, který má tvar prstence. Tento magnetický prstenec obklopuje vakuovou trubici s rezonančními komorami. Uvnitř vakuové trubice se nachází kovový váleček, který slouží jako katoda, obklopený kovovým blokem sloužícím jako anoda s členitou strukturou, která vytváří sudý počet komor neboli štěrbin. K horní části trubice vede od anody kovový pásek, sloužící jako anténa. Trubice ještě obsahuje hliníková chladicí žebra.[8]

Princip funkce magnetronu je poměrně složitý, ale zjednodušeně se dá popsat takto: váleček, který tvoří katodu, je zahříván elektrickým proudem. Díky tomu se z magnetronu uvolňují elektrony, které jsou urychlovány připojeným elektrickým polem směrem k anodě. Feritové magnety v trubici vytvářejí magnetické pole, jehož indukční čáry jsou kolmé k dráze

elektronů, a tím ovlivňují jejich pohyb. Elektronů, které se v magnetickém poli pohybují, se nepohybují přímočaře od středu k obvodu, ale stáčí se směrem doleva. Elektronů tak nedopadnou doprostřed nejbližšího kovového segmentu, ale na jeho levou část.[9]



Obr. 2.2 Kovový váleček magnetronu (převzato z [9])

Jednotlivé komory uvnitř anodového bloku se začnou chovat jako miniaturní oscilační LC obvody. Štěrba mezi okraji komory se chová jako kapacitor, zbytek vodivé komory, který propojuje okraje štěrby, se chová jako induktor. Elektronů nabijí jeden okraj komory neboli desku kondenzátoru, takže tok začne okamžitě procházet cívku kolem komory na druhý okraj komory.[9]

Průchodem tohoto proudu se vytvoří slabé magnetické pole. Toto magnetické pole v druhé polovině cyklu indukuje opačný proud komorou. V komorách, stejně jako v oscilačním obvodu, tak vzniká střídavý proud o vysoké frekvenci, která je 2,45 GHz. Tento vysokofrekvenční proud vyvolá elektromagnetické vlnění, které je dále vysíláno anténou do prostoru trouby. Vyzařování mikrovln způsobuje vybíjení oscilačních obvodů, které proto musí být neustále nabíjeny elektronů z katody.[9]

Magnetrony jsou v současné době nahrazovány invertory. Zatímco magnetrony pracují s kontinuálním výkonem jen při nastavení plného výkonu, při nastavení nižších stupňů výkonu pracují impulzně, se střídavým zapínáním a vypínáním. Invertory umožňují plynulou regulaci výkonu a při stejném výkonu jsou rozměrově menší, což se využilo ke zvětšení ohřívací komory.[2]

Materiály vhodné pro výrobu nádobí do mikrovlnných trub jsou sklo, porcelán, keramika, papír a plasty, protože propouštějí mikrovlny téměř beze ztrát. Naopak nevhodné jsou kovové materiály, protože kov mikrovlny odráží. Vnitřek mikrovlnné trouby je z proto lesklého kovu, který mikrovlny rozvíří v ohřívacím prostoru. Zato potraviny čím více obsahují vody, tím více vlny pohlcují a molekuly potravin, které jsou výrazně polarizovány,

se jejich působením rozkmitají. Na ohřev mají kromě vody kladný vliv také tuky a cukry, které rovněž výrazně pohlcují vlny.[2]

Aby paprsky pronikaly do každého místa ohřivaného nebo tepelně zpracovávaného pokrmu rovnoměrně ze všech stran co nejintenzivněji, používá se nejčastěji otočný skleněný talíř. U některých typů mikrovlnných trub napomáhají rozptylu vln vrtulkové víříče.[2]

Mikrovlnný ohřev je rychlejší, protože se teplo uvolňuje uvnitř potravin, takže nehrozí jejich připálení či přilepení ke dnu či ke stěnám nádoby. Příprava pokrmů se obejde převážně bez tuků, proto je zdravější. Výkon u různých typů mikrovlnných trub se pohybuje od 800 až do 1100W, můžeme jej nastavit otočným knoflíkem až se sedmi stupni, objem ohřívací komory se pohybuje mezi 15 až 30 litry.[2]

V současné době jsou populární mikrovlnné trouby s grilem umístěným na horním víku komory, mikrovlny se do nich přivádějí z boku. Dražší multifunkční mikrovlnné trouby, přidávají k mikrovlnám a grilu horkovzdušný ohřev, nejnovější modely zvládnou i nejjednodušší vaření v páře při 100°C. Nejvyšší účinnost mají mikrovlnné trouby s dvojitým nebo trojitým zdrojem vlnění, z nichž vlny vstupují do komory s fázovým posunem. Účinnost ohřevu se tak zvýšila z původních 20% až na 60%.[2]

Dražší kvalitní mikrovlnné trouby disponují množstvím tzv. pokročilých funkcí. Některé mikrovlnky vaří, ohřívají a rozmrazují podle receptů vložených do paměti, vložený pokrm zváží a podle toho nastavují výkon a dobu ohřevu. Japonský SHARP zahajuje výrobu tzv. internetových mikrovlnek, které umožní uživateli stahovat si nejrůznější programy přípravy pokrmů do paměti.[2]

2.3.2 Rychlovarná konvice

Rychlovarná konvice se řadí mezi spotřebiče určené pro ohřev vody až do bodu varu. V posledních letech nahradila topnou spirálu, která se vkládala do nádoby s vodou a poté se zapojila do zásuvky.

Každá rychlovarná konvice obsahuje topné těleso, které přeměňuje elektrickou energii na energii tepelnou, jež je dále předávána vodě. Obvyklým tvarem tohoto tělesa je spirála, u novějších typů konvic je topné těleso umístěno do dna. Proud protékající spirálou a přívodními vodiči je stejný, ale odpor spirály je větší než odpor přívodních vodičů, aby se zahřívala hlavně topná spirála a ne přívodní vodiče. Vodič je od tepelné spirály vodivě nikoliv však tepelně izolován. Spirála je vodivě spojena s ochranným vodičem, a to pro případ, že by došlo k porušení izolace a fáze by se dostala na spirálu. Konvice se do elektrické sítě zapojí

pomocí zásuvky, k zapínání a vypínání slouží přepínač. Po uzavření obvodu začnou topným tělesem proudit volné elektrony, které se srážejí s atomy topného tělesa. Při srážce odevzdávají volné elektrony atomům část své kinetické energie. Kinetická energie se přemění na teplo, které je následně předáváno vodě v konvici.[4] [7]

Rychlovarná konvice ohřívá vodu s velmi vysokou účinností, u některých typů až 90%. Princip ohřevu vody: voda je špatným vodičem tepla, tzn. špatně přenáší vnitřní energii vody vedením tepla. Lepší způsobem vedení tepla je prouděním neboli konvencí. Vedení tepla prouděním se výrazně uplatňuje u plynů a kapalin. Ohřátá teplejší voda v tíhovém poli se pohybuje samovolně zezdola nahoru. V místě, kde se voda zahřívá, zvětšují vrstvy vody svůj objem, hustota vody se na tomto místě zmenšuje, vrstva se stává lehčí a v tíhovém poli ji vztlaková vlna vynese směrem nahoru. Na její místo se shora tlačí chladnější voda.[3] [4]

Nedílnou součástí rychlovarné konvice je bimetalový spínač, který po dosažení bodu varu odpojí topné těleso od zdroje elektrické energie. Bimetalový spínač zároveň slouží jako bezpečnostní pojistka a ochrana proti požáru, protože zamezuje provozu bez vody, k čemuž by mohlo dojít, pokud by se odpařila veškerá voda z konvice. Moderní konvice obvykle obsahují tyto spínače dva.[4]

První bimetalový spínač pracuje na principu, že nad vodou vzniká pára, která proniká směrem do dutiny, kde se nachází bimetalový pásek. Voda se za běžných podmínek vypařuje i při nižších teplotách než je bod varu, ale až při varu má sytá pára dostatek energie, kterou předá pásku. Poté, co se pára dostane k pásku, se tak ochladí a zkondukuje, bimetalový pásek se ohřeje a prohne se. Prohnutí způsobí odtlačení vypínače, který pak pákou zatlačí kolíček, který rozpojí obvod. Bimetalový plech má speciální tvar, nestačí, aby se jednoduše prohýbal, při zahřívání se plíšek napíná a poté dojde k rychlému přeskoku do opačné polohy.[7]

Druhý bimetal je v konvici pro případ, že bychom zapomněli do konvice nalít vodu (nebo jí nalili málo) a zapnuli. Konvice by se nemohla vypnout a mohlo by dojít k požáru. Druhý bimetalový pásek je umístěn za spirálou, který při nadměrném zahřátí spirály rozpojí obvod. Aby se teplo mezi spirálou a páskem lépe přenášelo, je pásek potřen silikonovou pastou. Konvice obsahuje ještě další jištění pro případ, že by se spirála uvolnila. Spirála stlačuje kolík, který drží pružinu, v případě uvolnění spirály není pružina stlačena a kontakty se rozpojí.[7]

Hlavní výhodou rychlovarné konvice je rychlost a bezpečnost provozu. Její nevýhodou je však vysoký, byť krátkodobý, odběr proudu (při napětí 230V je odběr mezi 6-11 A). Příkon rychlovarných konvic se pohybuje od 1500W do 2500W.[7]

2.3.3 Indukční vaříč

Indukční vaříč je elektrotechnické zařízení, které pracuje na principu elektromagnetické indukce.

Varná zóna neboli plotýnka vaříče se skládá z cívky, která se napájí střídavým elektrickým proudem. Materiál použitý na cívku bývá měď, která dobře vede elektrický proud a nedochází v ní k velkým ztrátám. Magnetické pole působí na elektricky vodivé dno nádoby, tím vznikají vířivé proudy, které se díky elektrickému odporu nádoby přeměňují na teplo. Ohřátá nádoba poté ohřeje i obsah nádoby. [5]

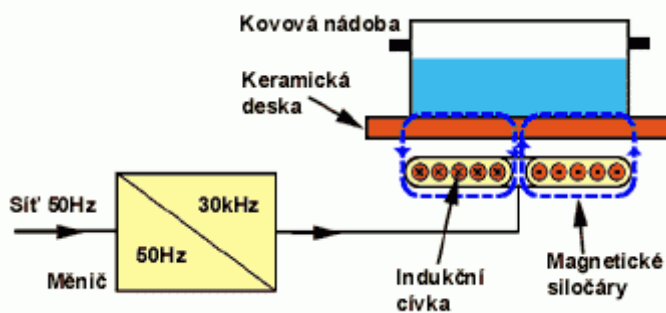
Cívka, která generuje indukční tok, se skládá z mnoha závitů, naopak dno hrnce je vlastně jediný zkratovaný závit. Tato soustava funguje jako transformátor, který snižuje napětí a zvyšuje proud procházející hrncem. Přenos energie z cívky do elektricky vodivé nádoby a vznik tepla je vlastně jevem, který je u transformátorů nežádoucí. [5]

Indukční vaříče jsou navrženy pro nádoby z feromagnetického materiálu. Feromagnetické materiály jsou např. železo, kobalt, nikl. Ale mohou fungovat i s jakýmkoliv elektricky vodivými a i nemagnetickými materiály jak např. měď nebo hliník. Železo a ostatní feromagnetické materiály mají ale vyšší permeabilitu. Permeabilita je fyzikální veličina, která vyjadřuje schopnost materiálu se zmagnetovat. Vysoká permeabilita materiálu nádoby, v kombinaci s frekvencí, kterou jsou napájeny cívky, umožňují nastavit hloubku vniku magnetického pole do dna nádoby. Nastává zde jev zvaný skin efekt. Skin efekt je děj, při kterém dochází k vytlačování elektrického proudu k povrchu vodiče. V nádobě z feromagnetického materiálu se pak uzavírají vířivé proudy a díky vysokému elektrickému odporu železa zahřívá materiál dno hrnce. Z toho vyplývá, že indukční vaříč nemůže fungovat s elektricky nevodivým nádobím, jako je například sklo, keramika nebo plasty. [5] [3]

Výhodou indukčních vaříčů je rychlejší a efektivnější ohřev než mají běžné elektrické sporáky a umožňují přesnou regulaci výkonu plotýnky, stejně jako klasické plynové sporáky. Povrch vaříče je vyroben z materiálu se špatnou tepelnou vodivostí. Na rozdíl od klasických sporáků se ohřívá přímo nádoba. Nejvyšší teplotu má při indukčním ohřevu obvykle nádoba, nikoliv plotýnka, jako u klasických elektrických nebo plynových ohřevů. [5]

Pokud vodičem prochází střídavý proud, indukuje se v dalším blízkém vodiči pomocí elektromagnetického pole elektrické napětí. Pokud tento vodič nahradíme vodivou plochou (dnem hrnce), bude v této ploše vznikat napětí, které v uzavřeném obvodu začne tvořit vířivé proudy. Vířivé proudy zahřívají dno hrnce. [6]

Jak již bylo řečeno, indukční vaříč se skládá ze sklokeramické desky, pod kterou jsou zabudovány cívky, které napájí měnič napětím s frekvencí 25 - 35kHz. Nastavením výkonu přibližně 200 - 2000W se v elektromagnetické indukční cívce, umístěné pod keramickou deskou, na kterou se položí nádoba, vytvoří silné magnetické pole. Magnetické proudy procházející dnem kovové nádoby, způsobí vznik vířivých magnetických proudů uvnitř dna hrnce. Magnetické proudy zahřejí dno hrnce, které posléze zahřeje obsah nádoby.[6]



Obr. 2.1 Princip indukčního ohřevu: (převzato z [6])

Mezi hlavní výhody indukčního ohřevu patří velmi vysoká účinnost ohřevu. Elektronika uvnitř přístroje spotřebuje maximálně 6 % energie a ztráty v indukční cívce a dalších prvcích dosahuje maximálně 4 %. To znamená, že přibližně 90 % elektrické energie je přeměněno na teplo na dně hrnce. Vaření v indukčním vaříči je rychlejší při menší spotřebě elektrické energie.[6]

Nevýhodou indukčního ohřevu je potřeba použít speciální nádobí z vodivého a zmagnetizovatelného materiálu. Vhodné materiály pro nádoby jsou smaltované plechy, litiny a oceli. Naopak nevhodné nemagnetické materiály jsou například skla a keramiky, u kterých k ohřevu nedojde.[6]

Zabezpečení vaříče: Pokud by se voda v hrnci vypařila nebo by nádoba byla odstraněna, mohlo by dojít k přehřátí. Indukční cívka se sama vypne. Totéž udělá i v případě, že na varné ploše leží nějaký cizí předmět. To se stane díky tomu, že teplo je generováno indukovaným elektrickým proudem. Pokud se tedy voda z hrnce vypaří, pak se taková událost projeví změnou proudu a napětí na cívce vaříče. Je tak možné realizovat funkce jako udržování teploty varu nebo automatické vypnutí při odstranění nádoby. Pokud položíme na vaříč hliníkové, nerezové, skleněné nebo teflonové nádobí, ohříváč se nezapne.[6] [5]

2.3.4 Sklokeramická varná deska

Sklokeramická deska využívá jako zdroj tepla odporovou topnou spirálu. Díky tomu, že sklokeramika není elektricky vodivá, může být topná spirála přímo pod ní bez jakékoliv přídavné izolace. U sklokeramické desky dochází nejen k ohřevu vlastním průchodem tepla, ale také k ohřevu infračerveným zářením. Vzhledem k dobré tepelné vodivosti sklokeramiky ve vertikálním směru je tak dosaženo vyšší účinnosti přenosu tepla než například u plynových sporáků. Hladký povrch sklokeramické desky zajišťuje dobrý kontakt mezi varnou plochou a nádobou. Výhodou sklokeramické varné desky je rychlý přenos tepla. Naopak nevýhodou je pomalá regulace ohřevu a vysoká teplota varného místa.[11]



Obr. 2.4 Nákres sklokeramické varné zóny (převzato z [11])

2.3.5 Var kapaliny

Var je vypařování z celého objemu. Uvnitř kapaliny se vytváří bubliny, které se nafukováním zvětšují a stoupají k hladině.[10]

Teplota varu je teplota při které dochází k varu a závisí na tlaku vzduchu a druhu kapaliny.[10]

Rozdíl mezi vypařováním a varem: vypařování i var je změna skupenství z kapalného na plynné. K vypařování dochází při každé teplotě, kapalina se vypařuje z povrchu. Rychlost vypařování je závislá na teplotě: čím vyšší teplota, tím rychleji se kapalina vypařuje. Když kapalina dosáhne bodu varu, začne se pára uvolňovat z celého objemu, tzn. ne jen z povrchu, ale i uvnitř kapaliny.[10]

2.3.6 Vliv atmosférického tlaku na bod varu

Při normálním tlaku je teplota, při které dochází k varu, 100°C. Když má voda nižší teplotu, bubliny vody nepřetlačí tlak působící shora. Atmosférický tlak vlastně bubliny zmáčkne. Pokud zvýšíme teplotu, zvýší se i tlak bublin, které po dosažení 100°C přetlačí atmosférický tlak a začnou stoupat směrem vzhůru a začnou se přeměňovat na páru.[10]

Pokud je tlak vzduchu na hladinu menší, tak i tlak uvnitř bublin je třeba menší, aby se dostaly na povrch. Z toho vyplývá, že i bod varu je v tomto případě nižší, protože tlak uvnitř bublin závisí na teplotě. Opačný případ nastává, když je tlak na hladinu větší než normální atmosférický tlak. Bubliny, které se vytvářejí, pak potřebují větší tlak, aby se mohly dostat na hladinu. Je tedy potřeba vyšší teploty k tomu, aby se zvýšil tlak bublin. Voda se tedy v tomto případě vaří při vyšší teplotě. Tento jev se například využívá v tlakovém hrnci. Kde v hrnci uměle vytváříme vyšší tlak, var proto nastává při vyšší teplotě. Vyšší teplota je výhodná protože jídlo se uvaří mnohem rychleji.[10]

2.3.7 Měrná tepelná kapacita

Měrná tepelná kapacita je charakteristická veličina pro každou danou látku. Vyjadřuje množství tepla potřebného k ohřátí 1 kg látky o 1 °C. Měrná tepelná kapacita pevných a kapalných látek se mění s teplotou. V tabulkách proto najdeme hodnoty měrné tepelné kapacity při konkrétní hodnotě teploty. U plynů nezávisí měrná tepelná kapacita pouze na teplotě, ale také na tlaku a podmínkách, za kterých se teplo plynu předává.[10]

Měrná tepelná kapacita se s klesající teplotou zmenšuje a při teplotách blízkých 0 K má velmi malou hodnotu. Nejvyšší měrné tepelné kapacity dosahuje voda (4180 J K⁻¹ kg⁻¹). Měrná tepelná kapacita kovů je nízká (železo 452 J K⁻¹ kg⁻¹), to usnadňuje jejich tepelné zpracování.[10]

Značka měrné tepelné kapacity: c

Jednotky: J·K⁻¹ Kg⁻¹

Výpočet měrné tepelné kapacity: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$

Kde Q je teplo potřebné k ohřátí tělesa o hmotnosti m o teplotu ΔT a kde $\Delta T = T_2 - T_1$ kde T_1 je počáteční teplota látky a T_2 konečná teplota látky a c je měrná tepelná kapacita látky.

- **Přehled měrné tepelné kapacity pro jednotlivé materiály**

Látka	Měrná tepelná kapacita [J·K ⁻¹ Kg ⁻¹]
voda	4180

vzduch (0°)	1003
etanol	2460
led	2090
olej	2000
absolutně suché dřevo	1450
železo	450
měď	383
zinek	385
hliník	896
platina	133
olovo	129
kyslík	917
cín	227
křemík	703
zlato	129
stříbro	235

3 Měření tepelné účinnosti varných desek různých principů

3.1 Energetická účinnost

Účinnost je fyzikální veličina, která udává poměr mezi výkonem (práce vykonaná strojem) a příkonem (energie dodaná stroji) při vykonávání práce. Energie, kterou dodáváme stroji je vždy větší než práce strojem vykonaná, jinak by šlo o tzv. perpetuum mobile. Práce, kterou stroj vykoná je menší, protože ve stroji dochází ke ztrátám, tzn. přeměně energie na jiné neúčinné druhy práce (např. tření). Z toho vyplývá, že účinnost je vždy menší než 100%.

Značka účinnosti je η .

Jednotka: účinnost je bezrozměrná veličina, příp. v %.

Výpočet účinnosti: $\eta = \frac{P}{P_1}$

kde P je výkon, P_1 je příkon

Místo hodnot výkonu a příkonu můžeme dosadit celkovou práci, kterou stroj vykonal a celkovou energii dodanou stroji.

3.2 Postup měření

Ohřívám vodu o objemu 1 l a o teplotě 16 °C na teplotu 80 °C pomocí spotřebičů - mikrovlnná trouba, rychlovarná konvice, ponorný vaříč, sklokeramická varná deska, indukční vaříč a plynový sporák. Pro ponorný vaříč, sklokeramickou desku a plynový sporák jsem použil vždy stejný hrnec z nerezové oceli a pro mikrovlnnou troubu jsem použil skleněnou nádobu a pro indukční vaříč jsem použil speciální hrnec se zesíleným dnem. Odečet teploty jsem prováděl pomocí digitálního teploměru. Odečet hodnot odebírané energie jsem u mikrovlnné trouby, rychlovarné konvice, ponorného vaříče, sklokeramické desky a indukčního vaříče prováděl z elektroměru a u plynového sporáku z plynoměru. Změřil jsem i jednotlivé časy ohřevu do teploty 80 °C. Toto měření jsem provedl u každého spotřebiče celkem třikrát.

3.3 Naměřené hodnoty

- *Měření číslo 1*

Spotřebič	Spotřeba [kWh]	Doba ohřevu [s]
Mikrovlnná trouba	0,19	575
Indukční vaříč	0,08	200
Sklokeramická varná deska	0,13	372
Rychlovarná konvice	0,09	147
Ponorný vaříč	0,09	675

Spotřebič	Spotřeba [m ³]	Doba ohřevu [s]
Plynový sporák	0,0169	452

- *Měření číslo 2*

Spotřebič	Spotřeba [kWh]	Doba ohřevu [s]
Mikrovlnná trouba	0,18	570
Indukční vaříč	0,085	205
Sklokeramická varná deska	0,14	371
Rychlovarná konvice	0,08	145
Ponorný vaříč	0,1	693

Spotřebič	Spotřeba [m ³]	Doba ohřevu [s]
Plynový sporák	0,0165	431

- **Měření číslo 3**

Spotřebič	Spotřeba [kWh]	Doba ohřevu [s]
Mikrovlnná trouba	0,185	572
Indukční vařič	0,09	204
Sklokeramická varná deska	0,15	385
Rychlovarná konvice	0,09	138
Ponorný vařič	0,095	687

Spotřebič	Spotřeba [m ³]	Doba ohřevu [s]
Plynový sporák	0,0168	445

3.4 Vypočítané hodnoty

- **přepočítání m³ na kWh**

- platí, že $1 \text{ m}^3 \approx 10,55 \text{ kWh}$

vypočítané hodnoty odběru plynu v kWh:

Měření číslo 1: $0,0169 \text{ m}^3 = 0,178 \text{ kWh}$

Měření číslo 2: $0,0165 \text{ m}^3 = 0,174 \text{ kWh}$

Měření číslo 3: $0,0168 \text{ m}^3 = 0,177 \text{ kWh}$

- **výpočet ohřevu vody s teoreticky 100% účinností**

Kalorie(cal) je množství energie, které dokáže zvýšit teplotu 1 g vody o 1 °C. to znamená, že 1 kcal dokáže zvýšit teplotu 1 kg vody o 1 °C. Výpočet hmotnosti vody: $m = \rho \cdot V = 1000 \cdot 0,001 = 1 \text{ kg}$, kde $\rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ je hustota vody a V je objem vody $1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3 = 0,001 \text{ m}^3$. Počáteční teplota byla 16 °C, zvýšení teploty bylo na 80 °C, rozdíl $80 - 16 = 64 \text{ °C}$, tzn. 64 kcal. Jelikož měrná tepelná kapacita vody je $4185 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ a platí, že $1 \text{ kcal} \approx 4,185 \text{ kJ}$, pak tedy $64 \text{ kcal} \approx 267,8 \text{ kJ}$. Nyní již zbývá pouze převést kJ na kWh.

Víme, že $1 \text{ kJ} \approx 0,2778 \text{ kWh}$, tzn. $267,8 \text{ kJ} \approx 267,8 \cdot 0,2778 \text{ kWh} = 0,0744 \text{ kWh}$.

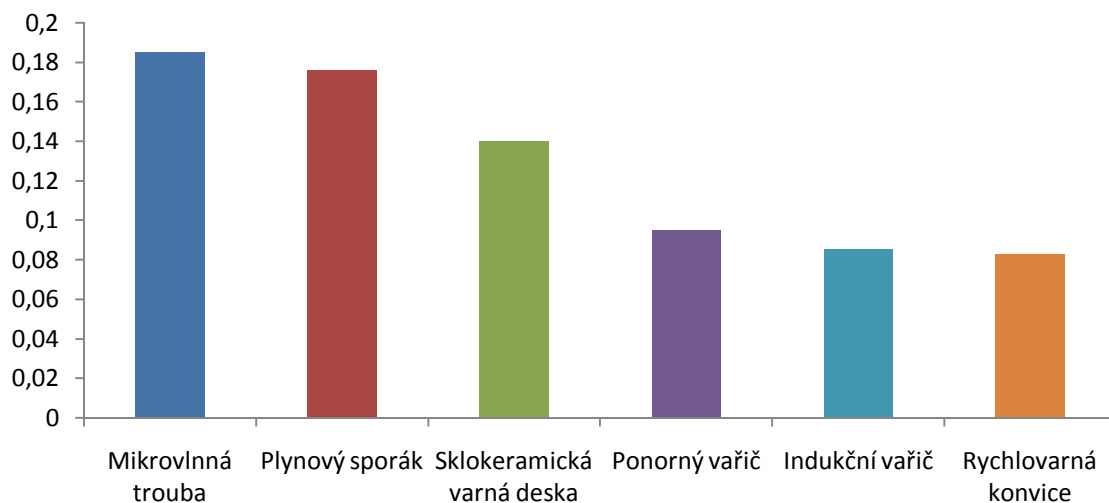
- **průměrné hodnoty naměřených hodnot a vypočítaná účinnost**

Spotřebič	Spotřeba [kWh]	Doba ohřevu [s]	Účinnost [%]
Mikrovlnná trouba	0,185	572	40
Indukční vařič	0,085	203	85
Sklokeramická varná deska	0,14	376	53
Rychlovarná konvice	0,083	143	90
Ponorný vařič	0,095	685	78
Plynový sporák	0,176	443	42

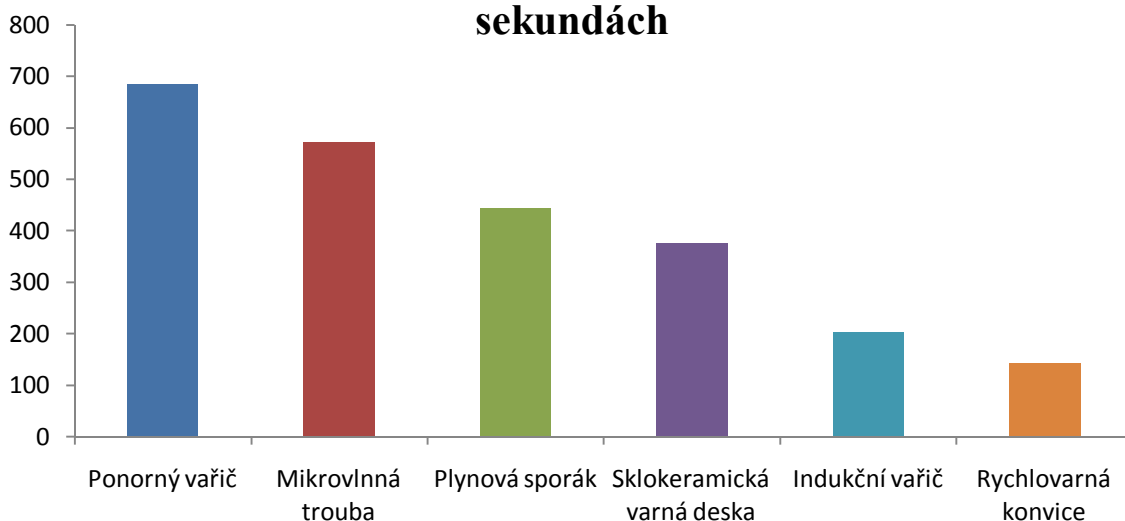
Výpočet účinnosti jsem provedl tak, že jsem teoretickou hodnotu ohřevu 1 l vody z 16°C na 80°C se 100% účinností vydělil hodnotou naměřené spotřeby. Příklad výpočtu $\eta = \frac{0,0744}{0,083} = 0,9$ neboli 90%.

3.5 grafy

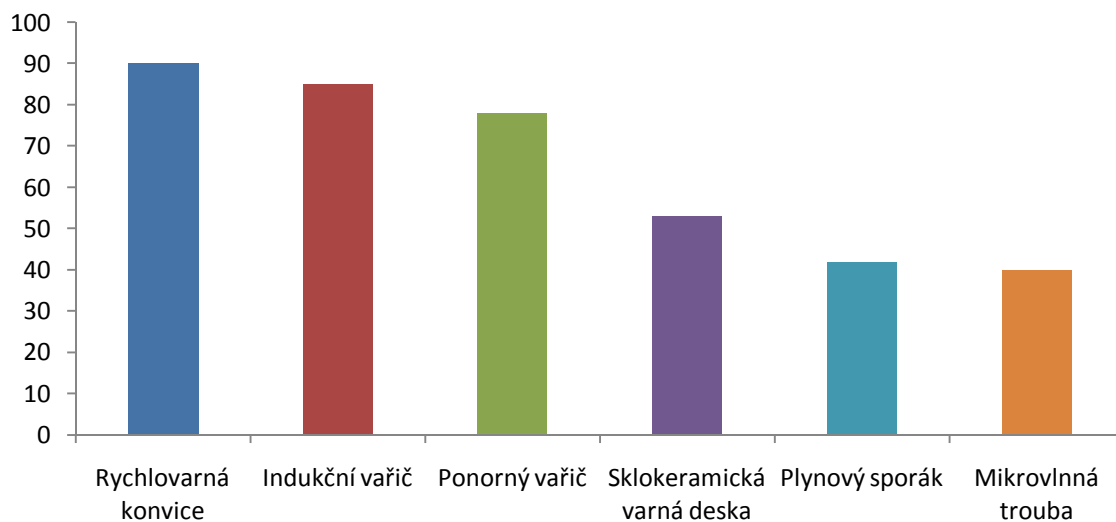
Spotřeba jednotlivých spotřebičů v kWh



Doba ohřevu jednotlivých spotřebičů v sekundách



Porovnání účinností jednotlivých spotřebičů



3.6 Použité přístroje

- *Rychlovarná konvice Philips HD 4680 s příkonem 2400 W*



Obr. 3.1 Rychlovarná konvice

- *Mikrovlnná trouba Gallet FMOM 201W s příkonem 1250 W a mikrovlnným výkonem 800 W*



Obr. 3.2 Mikrovlnná trouba

- **Indukční vaříč Platinum KN-1802B s příkonem 400 -1800 W**



Obr. 3.3 Indukční vaříč

- **Plynový sporák Indesit multiforno**



Obr. 3.4 Plynový sporák

- **Ponorný vaříč s příkonem 500 W**



Obr. 3.5 Ponorný vaříč

- **Sklokeramická varná deska Whirlpool AKM 901 s příkonem střední plotýnky 1700W**



Obr. 3.6 Sklokeramická varná deska

Závěr

Přístroje spotřební elektrotechniky se zabývají normy: ČSN EN 60335-1 ed. 2 Elektrické spotřebiče pro domácnost a podobné účely - Bezpečnost - Část 1: Všeobecné požadavky, ČSN EN 60335 2 ed.2 Elektrické spotřebiče pro domácnost a podobné účely - Bezpečnost - Část 2, která se již zaměřuje na zvláštní požadavky jednotlivých spotřebičů, ČSN EN 60950-23 Zařízení informační technologie - Bezpečnost - Část 1: Všeobecné požadavky a ČSN EN 60065 Zvukové, obrazové a podobné elektronické přístroje - Požadavky na bezpečnost.

Spotřební elektrotechniku můžeme rozdělit do kategorií: spotřební elektronika, velké spotřebiče, malé spotřebiče, počítače a kancelářské vybavení.

Z ověřovacího měření se jako spotřebič s nejlepší účinností ukázala rychlovarná konvice. Vaření vody v rychlovarné konvici bylo nejrychlejší a zároveň energeticky nejúspornější. Velice dobře vyšel z měření také indukční vařič, u kterého je výhodou, že zahřívá pouze dno nádoby a nedochází tak k úniku tepla do okolí, to znamená podstatnou úsporu energie. Dobrou účinnost měl také ponorný vařič, u kterého ale díky malému příkonu trval ohřev nejdéle. Dále skončila sklokeramická varná deska, s lepší účinností než plynový sporák. Nejhuře z mého měření vyšla mikrovlnná trouba, která ale pro ohřev samotné vody není primárně určena.

Použitá literatura

- [1] FCC Public. [online]. 2005 [cit. 2012-04-26]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=26310
- [2] ElektriKa.cz [online]. 2008 [cit. 2012-04-26]. Dostupné z: <http://elektriKa.cz/data/clanky/elektroinstalater-mikrovlInne-trouby>
- [3] Nazeleno.cz. [online]. 2010 [cit. 2012-04-26]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/bydleni/usporne-spotrebice>
- [4] Fyzmatik. [online]. 2008 [cit. 2012-04-26]. Dostupné z: <http://fyzmatik.pise.cz/81778-rychlouarna-konvice.html>
- [5] Indukční vařič. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2012 [cit. 2012-04-26]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Indukvaric>
- [6] Fyzmatik. [online]. 2009 [cit. 2012-06-03]. Dostupné z: <http://fyzmatik.pise.cz/100904-indukcni-ohrev.html>
- [7] FyzWeb. [online]. 2007 [cit. 2012-06-03]. Dostupné z: <http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=91>
- [8] Mikrovlnná trouba. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-2012 [cit. 2012-06-03]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/MikrovlInnatrouba>
- [9] FyzWeb. [online]. 2009 [cit. 2012-06-03]. Dostupné z: http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=44&id_casti=19
- [10] Techmania.cz. [online]. [cit. 2012-06-03]. Dostupné z: http://www.techmania.cz/edutorium/art_exponaty.php
- [11] Chadt.cz. [online]. [cit. 2012-06-04]. Dostupné z: <http://www.chadt.cz/abc/Jak-nakupovat-varne-desky.html?zam=3&str=1&dal=21>