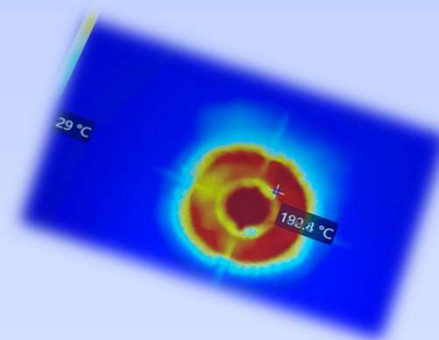
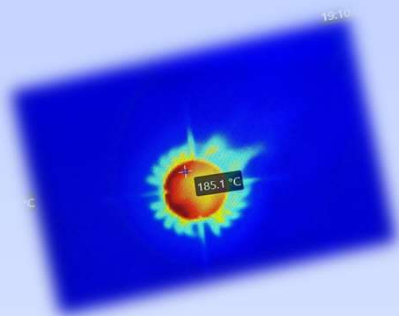

Různé typy sporáků očíma termokamery a trocha statistiky k tomu

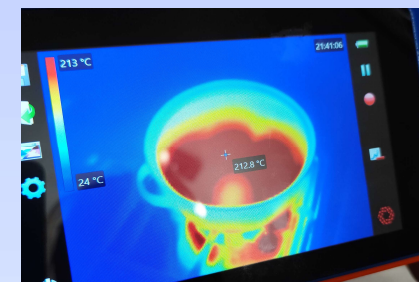
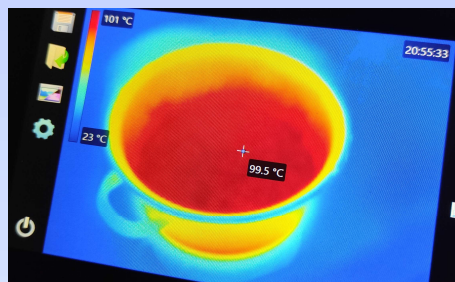
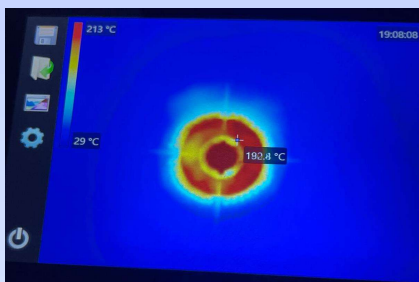
Jan Soulek, Ondřej Kodalík, Emílie Dražská,
Nikola Procházková, Viktor Vačviric, Šimon Pražák,
Dorota Dražská a Klára Svobodová
+ rodiny žáků tříd G3, G5 a G8

Gymnázium, Stříbro, Soběslavova 1426



Úvod

- Zvolili jsme si téma mapování různých typů sporáků z hlediska způsobu, účinnosti a kvality ohřevu
- Naši práci jsme rozdělili do tří oblastí – teoretická, praktická a statistická
- V teoretické části jsme se zaměřili na historii, výhody a nevýhody jednotlivých typů sporáku
- V praktické části jsme na jednom konkrétním sporáku od každého typu hodnotili 3 výzkumné otázky přenosu tepla
- Ve statistické části jsme za pomoci spolužáků ze školy zpracovali stejné výzkumné otázky na širším vzorku 85 respondentů



1. Teoretická část

1. 1 Historie plynového sporáku

- Plynový sporák se využívá na přípravu a vaření pokrmů.
- Jako zdroj energie používá zemní plyn, propan, butan, či jejich směs zvanou LPG nebo jiný hořlavý plyn.
- Před příchodem plynu byly užívány sporáky a kamna na tuhá paliva, jako je uhlí nebo dřevo. V roce 1802 vyvinul Zachäus Andreas Winzler vaříč, známý jako „Thermolampe“.
- První funkční plynové sporáky byly vyvinuty ve dvacátých letech 19. století, první továrna na jejich výrobu vznikla v Anglii v roce 1836. Výhoda této technologie vaření spočívala v možnosti regulovat výkon a hlavně vaříč mohl být v době nepoužívání vypnut. Obchodní úspěch plynové vaříče zaznamenaly až v 80. letech 19. století, kdy začal být plyn ve Velké Británii dodáván do domácností velkých měst prostřednictvím potrubí.

1. 2 Zdroje plynu, úspornost, ekologie

- Dříve byl ve sporácích užíván i svítiplyn, ten je však jedovatý a proto se od něj upustilo. V současné době se používá nejvíce stlačený zemní plyn a méně plynové nádoby se zkapalněným propan-butanem.
- Provoz plynového sporáku je za stejných podmínek levnější než provoz kombinovaného či pouze elektrického sporáku, kvalita vaření je lepší, protože proces vaření lze řídit rychleji a přesněji, ale kvalita rovnoměrného pečení je nižší (nedrží stálou teplotu).
- Emise částic spojené s vařením na plynu jsou větší než na elektrickém vařiči, ale i na elektrickém vařiči jsou mnohonásobně větší než pozadí, když se nevaří. Emise částic jsou úměrné teplotě vaření. Podle studie z roku 2022 jsou emise skleníkových plynů z plynových vařičů ekvivalentní emisím z půl milionu aut, ale vzhledem k počtu registrovaných aut nedosahují emise z plynových vařičů ani jednoho procenta emisí z aut, takže jde o velmi malý problém pro životní prostředí.

1. 3 Historie elektrického sporáku a indukční varné desky

- Elektrický sporák se využívá na přípravu a vaření pokrmů.
- Jako zdroj energie používá elektrickou energii. Princip založen na uvolňování tepelné energie při průchodu elektrického proudu odporovým topným tělesem (Joule-Lenzův zákon). Topné těleso je kovový vodič s vysokým odporem, obvykle vyrobený ve tvaru spirály.
- Poprvé elektrický sporák představil veřejnosti 29. srpna 1883 v Ottawě Thomas Ahern.
- Indukční varná deska jako topné těleso používá dno nádoby, které je ohříváno vířivými proudy indukovanými v něm indukční cívkou. Pro vaření na indukci je tedy třeba vhodné nádobí s feromagnetickým povrchem první spodní vrstvy.
- Moderní indukční varné desky mají původ v 19. století - přišly na svět vlastně díky práci fyzika Michaela Faradaye. První patenty na indukční vařiče se začaly objevovat už na počátku 20. století. Zpočátku se ale nedočkaly žádného praktického využití. To se stalo až asi o 50 let později, v roce 1956. Tehdy předvedla první reálné přístroje firma General Motors.

1. 4 Úspornost a ekologie indukce

- Indukční sporáky jsou rychlejší a energeticky efektivnější než tradiční elektrické sporáky, navíc umožňují přesnou regulaci výkonu plotýnky podobně jako plynové vařiče.
- Účinnost přenosu energie u indukčního ohřevu 90 %. U neindukčního ohřevu s plochým povrchem je účinnost přenosu 71 %. To znamená přibližně 20 % úsporu energie pro stejné množství přenesené energie.
- Nevýhodou indukce je větší hlučnost vařiče. Způsobuje ji nutnost chlazení jeho elektroniky pomocí ventilátorů a také samotné "brnění" indukční cívky.
- Indukční vařiče jsou nejefektivnější z hlediska přenosu tepla, protože zahřívají přímo dno hrnce, zatímco plynové a elektrické vařiče přenášejí část energie do okolí.

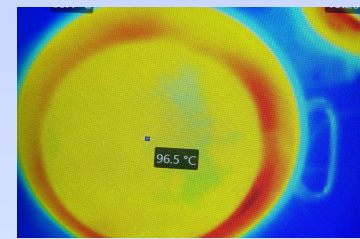
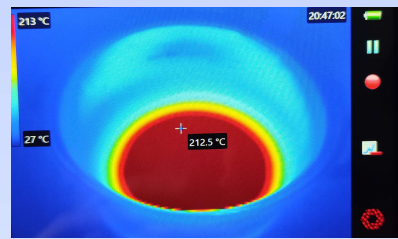
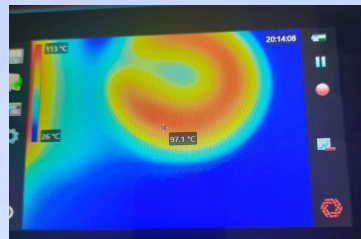
1. 5 Přehled – srovnání jednotlivých spotřebičů

typ vaříče	energetická náročnost	výhody	nevýhody	ekologičnost
plynový	nižší než elektrický	rychlá regulace teploty	otevřený oheň, emise v místnosti, nerovnoměrné pečení	produkce zplodin
elektrický	nejvyšší	rovnoměrný ohřev	pomalejší a méně efektivní přenos tepla	nejvyšší spotřeba energie
indukční	nejnižší	rychlý ohřev, vysoká účinnost, přenos tepla do dna nádoby	speciální typ dna nádob, vyšší hlučnost	

2. Experimentální část

2. 1 Výzkumné otázky pro naše měření

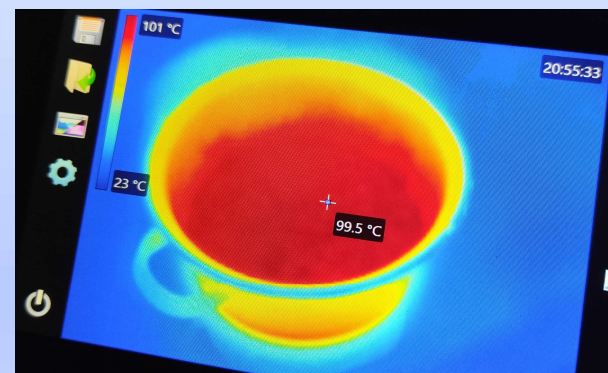
- Jak se chová samotný nezatížený hořák a jaké teploty dosáhne po 1 minutě
- Jak se chová prázdný hrnec na hořáku a jaké teploty dosáhne po 1 minutě
- Jak se chová hrnec s 500 ml vody o teplotě 21 stupňů Celsia a jaké teploty dosáhne po 1 minutě a kdy voda dosáhne bodu varu a jak se chová hrnec s 500 ml vody o teplotě 21 stupňů Celsia a 50 g soli a jaké teploty dosáhne po 1 minutě a kdy voda dosáhne bodu varu
- Všechny tři otázky jsme hodnotili pro tři uvedené druhy sporáků – indukce, plyn, elektrický



2. 2 Pomůcky a podmínky měření

- Plynový sporák, elektrický sporák, indukce
- Voda
- Kuchyňské váhy
- Kuchyňská sůl
- Měchačka
- Nelesklý hrnec o objemu 1 – 2 litry (bez poklice)

Doporučení: Plotýnku i hrnec je nutné nechat při každém měření vychladnout. Velikost plotýnky volte podle velikosti dna hrnce. Sůl ve vodě důkladně rozmíchejte. Nastavení plotýnek: plyn 75 %, elektrický 3 – 4, indukce 5 – 6.



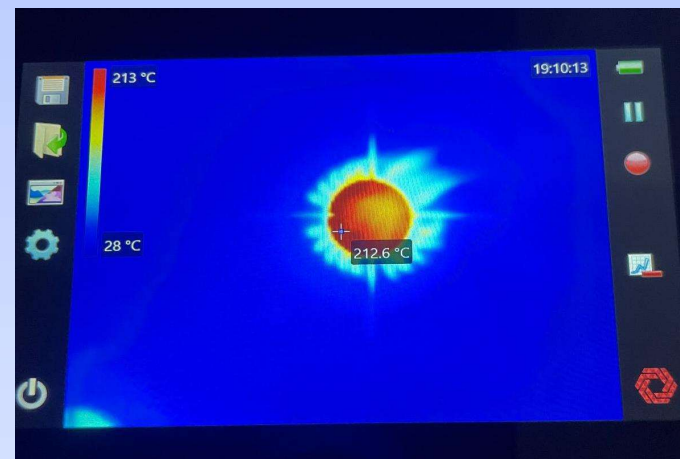
2. 3 Výsledky a závěry našich měření

Jak se chová samotný nezatížený hořák a jaké teploty dosáhne po 1 minutě

Plynový hořák – po 1 minutě dosáhl teploty 213 stupňů Celsia v místech rozpáleného krytu hořáku, teploty 180 stupňů Celsia v okolí trysek uvolňujících plamen do okolí a 95 stupňů Celsia v místě plamene.

Závěry z pozorování:

- ohřev je velmi rychlý
- teplota se prakticky po dobu 20 s - 1 min neměnila
- teplota ohřevu není rovnoměrná
- zahřívá se i plocha sporáku v okolí plamene



2. 3 Výsledky a závěry našich měření

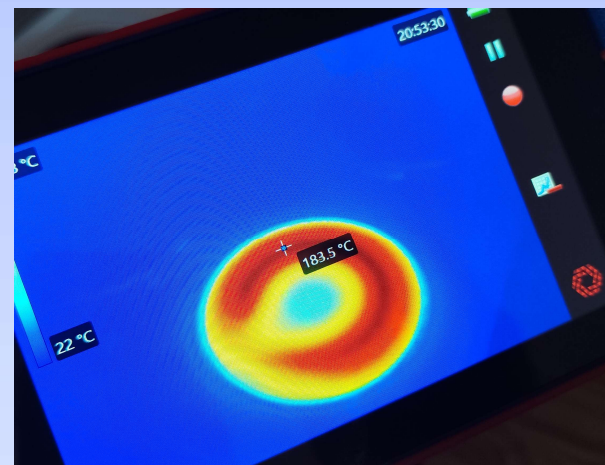
Jak se chová samotný nezatížený hořák a jaké teploty dosáhne po 1 minutě

Elektrický hořák – po 1 minutě dosáhl po obvodu teploty 184 stupňů Celsia, ve středu 115 stupňů Celsia.

Závěry:

- ohřev je postupný a pomalejší než u plynu
- teplota se po celou dobu 1 min postupně zvyšovala
- Větší část plochy má shodnou teplotu
- zahřívá se i blízké okolí plotýnky

Indukce – u indukčního vařiče bez zátěže nedojde k jeho sepnutí, není zde druhá část potřebná k indukci, nemá kde vznikat sekundární proud.



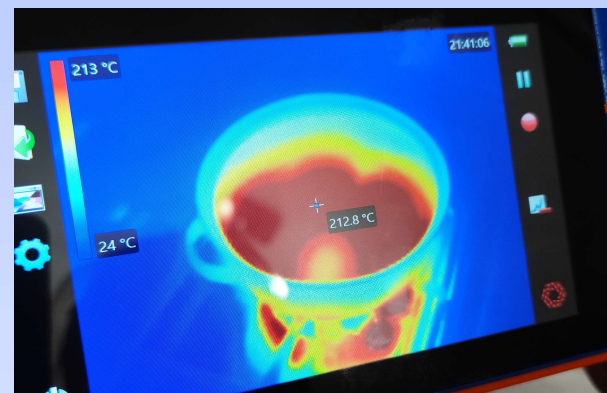
2. 3 Výsledky a závěry našich měření

Jak se chová prázdný hrnec na hořáku a jaké teploty dosáhne po 1 minutě

Plynový hořák – po 1 minutě na většině míst hrnec dosáhl stejné teploty jako hořák - 213 stupňů Celsia ve středu a při okrajích hrnce byla teplota 180 stupňů Celsia. Na tuto teplotu se ohřály i boční stěny, horní okraj a ucha hrnce měly 85 stupňů Celsia.

Závěry z pozorování:

- ohřev je velmi rychlý teploty hrnec dosáhl po 35 s
- teplota se prakticky po půl minutě neliší od teploty hořáku
- teplota ohřevu není rovnoměrná – okraje a střed
- zahřívá se i horní část hrnce



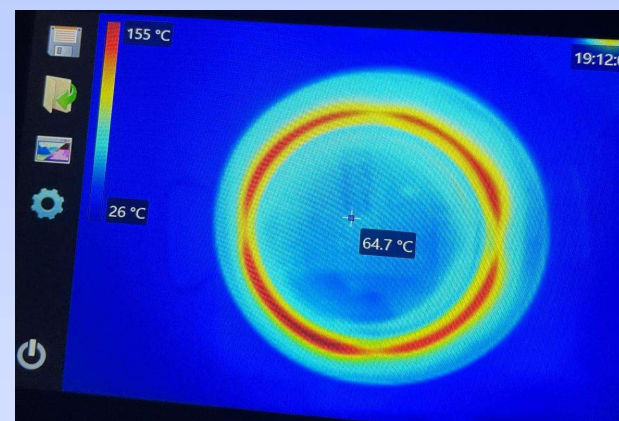
2. 3 Výsledky a závěry našich měření

Jak se chová prázdný hrnec na hořáku a jaké teploty dosáhne po 1 minutě

Elektrický hořák – po 1 minutě nedosáhl hrnec stejné teploty jako hořák – v místech prohlubní ve dně, kde je tenčí vrstva materiálu dosáhla teplota 158 stupňů Celsia, na samotném dně pouze 65 stupňů Celsia.

Závěry z pozorování:

- ohřev je velmi pomalý, po 1 minutě nedosáhne dno předpokládané teploty varu
- teplota ohřevu je v místech stejné tloušťky dna rovnoměrná
- zahřívá se i horní část hrnce, a to srovnatelně se dnem na 58 stupňů Celsia



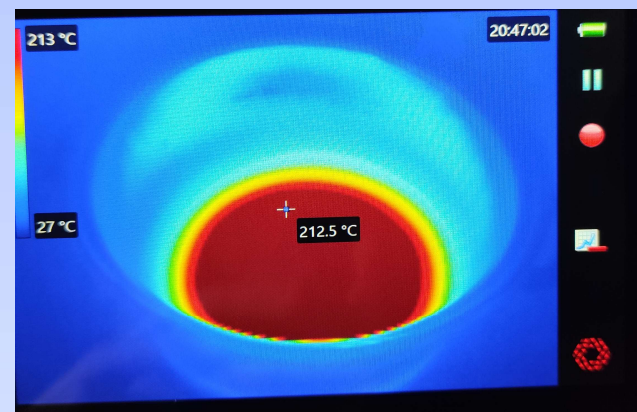
2. 3 Výsledky a závěry našich měření

Jak se chová prázdný hrnec na hořáku a jaké teploty dosáhne po 1 minutě

Indukce – nelze porovnávat teplotu dna vzhledem k indukční desce, protože nezátížená indukce se neohřívá. V porovnání s plynovým hořákem však dno dosáhne téměř identické teploty 213 stupňů Celsia. Na rozdíl od plynu však v celé ploše.

Závěry z pozorování:

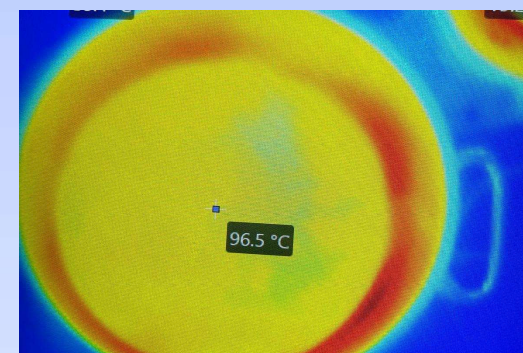
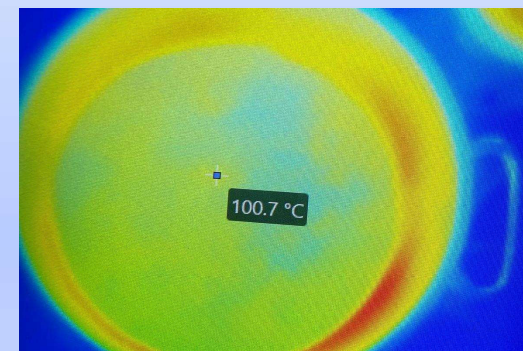
- ohřev je velmi rychlý, dno dosáhne dané teploty po 20 s
- ohřev dna je nejvíce rovnoměrný
- horní část hrnce se ve srovnání s plynem a el. deskou zahřívá výrazně méně, dosáhla teploty 45 stupňů Celsia.



2. 3 Výsledky a závěry našich měření

Jak se chová hrnec s 500 ml vody o teplotě 21 stupňů Celsia a jaké teploty dosáhne po 1 minutě a kdy voda dosáhne bodu varu a jak se chová hrnec s 500 ml vody o teplotě 21 stupňů Celsia a 50 g soli a jaké teploty dosáhne po 1 minutě a kdy voda dosáhne bodu varu

- Plynový hořák a indukce se chovaly téměř stejně, po 1 min již dosáhly teploty varu.
- Dříve dosáhla varu voda slaná a později voda neosolená, ovšem ve slané vodě lze vidět oblasti s rozdílnou teplotou.
- Na elektrickém sporáku po 1 min slaná voda dosáhla teploty 85 stupňů Celsia a varu dosáhla v čase 1 min 47 s. Čistá voda dosáhla teploty 83,5 stupně Celsia po 1 minutě a teploty varu dosáhla v čase 2 min 4 s. U slané vody opět byly pozorovatelné oblasti s teplotními rozdíly.



2. 4 Fyzikální a chemické závěry

- Pro přenos tepla je nejvýhodnější indukce, ohřívá se přímo dno a přenos na celém dně hrnce stejný a horní části hrnce se téměř nezahřívají.
- Na rychlé teplotní změny je vhodný plynový a indukční sporák.
- Na rovnoměrný ohřev je vhodný elektrický a indukční sporák.
- Nejvíce zplodin v místnosti vykazuje plynový sporák.
- Indukční sporák bez zátěže a vhodného (feromagnetická spodní vrstva) dna hrnce nepracuje.
- Voda se solí se neprohřívá zcela rovnoměrně, dosáhne však dříve teploty 100 stupňů Celsia, rozdíl však není příliš významný, což souvisí se dvěma faktory. Voda se solí bublá dříve než čistá voda, je to tím, že sůl pomáhá uvolnit malé vzduchové bubliny a tím se voda rychleji ohřívá díky přidané konvekci. Ve skutečnosti má ale slaná voda vyšší bod varu než 100 stupňů Celsia, což je důsledek toho, že rozpuštěné částice soli ovlivňují fyzikální a chemické vlastnosti vody, které vyžadují více energie, aby se voda dostala do varu.

3. Statistika našich měření

3.1 Statistický vzorek

- Statistický vzorek tvořily rodiny žáků tříd G3, G5 a G8. Většina žáků situaci nenahrávala, ale fotila snímek displeje kamery, protože to bylo při daných krocích pozorování rychlejší a méně náročné
- Statistický vzorek pro zpracování dat tvořilo 32 respondentů s plynovým sporákem, 25 respondentů s elektrickým sporákem a 28 respondentů s indukcí.
- Všichni měli zadané identické výzkumné otázky včetně vstupních podmínek s tolerancí vstupní teploty vody +/- 3 stupně Celsia.
- U třetí otázky se na rozdíl od výzkumné části hodnotily pouze teploty vody v čase 1 minuta, nehodnotila se doba dosažení teploty varu.
- 3 vzorky jsme museli ze zpracování vyřadit, protože jsme při diskuzi významně odlišných výsledků měření zjistili, že nebyla splněna podmínka studeného hrnce a studeného elektrického hořáku na počátku měření.

3. 2 Statistické znaky a jejich četnost

Prázdný hořák

typ hořáku	160 - 169	170 - 179	180 - 189	190 - 199	200 - 209	210 - 219	220 - 229
plynový	0	0	0	2	16	13	1
elektrický	0	15	10	0	0	0	0

Prázdný hrnec

typ hořáku	150 - 159	160 - 169	170 - 179	180 - 189	190 - 199	200 - 209	210 - 219	220 - 229
plynový	0	0	0	0	3	16	13	0
elektrický	1	1	18	5	0	0	0	0
indukce	0	0	0	0	1	11	15	1

3. 2 Statistické znaky a jejich četnost

Čistá voda

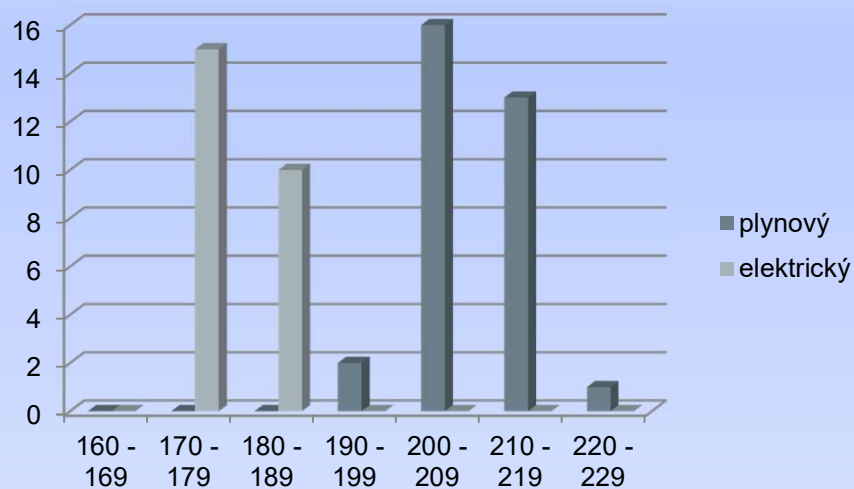
typ hořáku	75 - 79	80 - 84	85 - 89	90 - 94	95 - 99	100 - 104	105 - 109	110 - 114
plynový	0	0	0	3	6	22	1	0
elektrický	2	11	11	1	0	0	0	0
indukce	0	0	0	0	9	18	0	1

Slaná voda

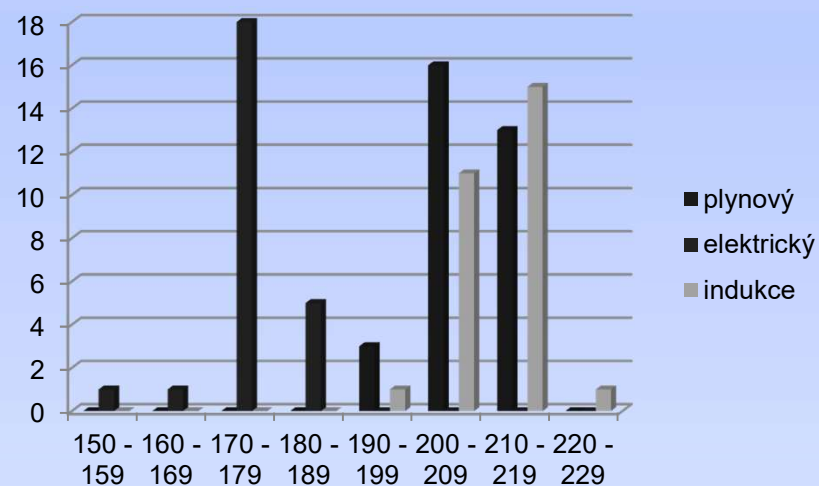
typ hořáku	75 - 79	80 - 84	85 - 89	90 - 94	95 - 99	100 - 104	105 - 109	110 - 114
plynový	0	0	0	2	4	24	2	0
elektrický	1	9	12	3	0	0	0	0
indukce	0	0	0	0	8	18	1	1

3. 3 Histogramy četností

Prázdný hořák

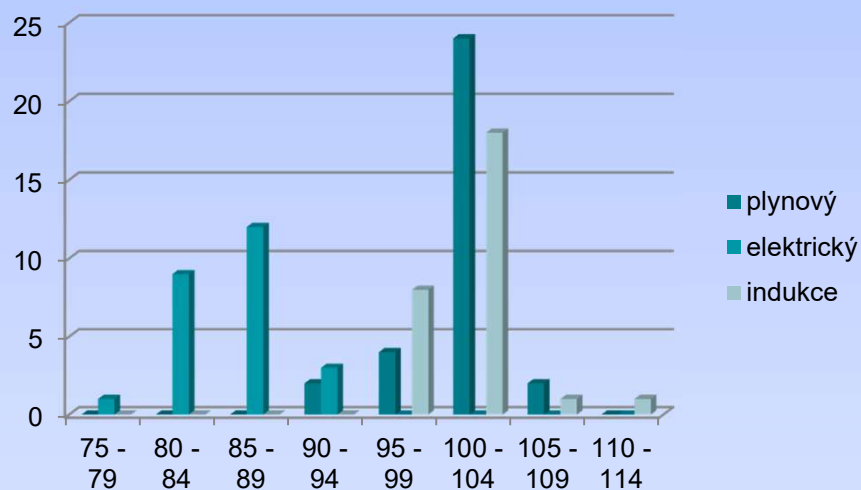


Prázdný hrnec

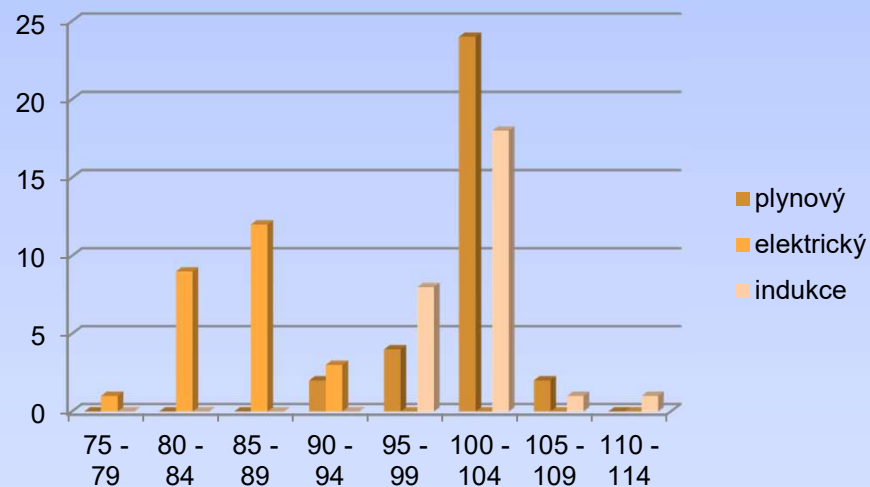


3. 3 Histogramy četností

Čistá voda



Slaná voda



3. 4 Aritmetický průměr, modus a medián

Prázdný hořák + prázdný hrnec

typ hořáku	prázdný hořák			prázdný hrnec		
	x	Mod(x)	Med(x)	x	Mod(x)	Med(x)
plynový	209	205	205	208	205	205
elektrický	179	175	175	176	175	175
indukce	-	-	-	211	215	215

Čistá voda + slaná voda

typ hořáku	čistá voda			slaná voda		
	x	Mod(x)	Med(x)	x	Mod(x)	Med(x)
plynový	100	102	102	101	102	102
elektrický	85	85	82	85	87	87
indukce	101	102	102	101	102	102

3. 4 Úskalí chybovosti měření

- V našich tabulkách a grafech pracujeme s teplotními intervaly 5 – 10 stupňů Celsia, protože měření respondentů je ovlivněno větším počtem chyb měření, kterým nejsme schopni zcela zamezit a vyloučit je.
- Jedná se zejména o následujících šest parametrů: odrazivost některých hrnců (v zadání měření je dáno nelesklý hrnec), různá tloušťka a materiál dna hrnců, o různá plocha dna a výška hrnce, různé nastavení plamene plynového nebo výkonu elektrického sporáku a indukce.
- Přesto při porovnání charakteristik polohy – aritmetický průměr, modus a medián jsou jednotlivé výsledky charakteristik polohy na daném typu sporáku téměř shodné a zároveň ve velké míře odpovídají výsledkům měření v praktické části.