Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Výzkumné energetické centrum
17. listopadu 15/2172
708 33 Ostrava – Poruba

Zpráva č. 88/19

Stanovení provozních parametrů biolihových hořáků

Místo provedení měření:	zkušebna Výzkumného energetického centra
Zákazník	Stanislav Šproho BIOFLAME, s.r.o. 984 01 Lučenec, SR IČO: 46170961, DIČ: SK 2023265772
Vedoucí úkolu:	Ing. Jiří Horák, Ph.D.
Vypracoval:	Ing. Jiří Ryšavý
Datum vypracování:	11.10.2019
Listů:	28
Rozdělovník:	1 ks elektronicky a 1 ks tištěná verze - zákazník 1 ks elektronicky - archiv VEC

email: vec@vec.cz
http://vec.vsb.cz
tel. vedoucí 597 324 265
sekretariát 597 324 285
fax: 597 324 295

Obsah

1. Úvod ... 3
2. Základní cíle ... 4
3. Popis měření ... 5
4. Splnění cílů ... 10
5. Závěr ... 11
6. Zdroje ... 12

Seznam obrázků

Obr. 1 PEPO Palivo do biokrbů [1] ... 6
Obr. 2 Bio Spirit 100 [1] ... 6
Obr. 3 Průběh měření hořáku Hořák S ... 9

Seznam grafů

graf č. 1 Průběh tepelného výkonu hořáků s palivem PePo palivo do biokrbů ... 15
graf č. 2 Průběh tepelného výkonu hořáků s palivem Bio Spirit 100 ... 16
graf č. 3 Průběh tepelného výkonu hořáku Hořák Simple ... 17
graf č. 4 Průběh tepelného výkonu hořáku Hořák S ... 18
graf č. 5 Průběh tepelného výkonu hořáku Hořák M ... 19
graf č. 6 Průběh tepelného výkonu hořáku Hořák L ... 20
graf č. 7 Průběh tepelného výkonu hořáku Hořák XL ... 21
graf č. 8 Průběh tepelného výkonu hořáku Kratki Small s TÜV certifikátem ... 22
graf č. 9 Průběh tepelného výkonu hořáku Kratki Medium s TÜV certifikátem ... 23
graf č. 10 Průběh tepelného výkonu hořáku Kratki Large s TÜV certifikátem ... 24
graf č. 11 Závislost průměrného tepelného výkonu hořáků na ploše otvoru ... 25
graf č. 12 Závislost maximálního tepelného výkonu hořáků na ploše otvoru ... 26

1. Úvod

Biokrby jako takové jsou obecně veřejností považovány především za dekorační prvek. V poslední době, kdy dochází k navýšení poptávky po domech s nižší potřebou tepla, než bylo doposud běžné, se o těchto zařízeních začíná hovořit i jako o zdroji tepla, který může fungovat jako sekundární opatření, například při výpadcích dodávky tepla zdrojem primárním. Při navrhování typu hořáku, který by měl být v daném objektu do biokrbu instalován, je nutné znát s dostatečnou přesností jeho nejvyšší dosažený tepelný výkon, dále uváděný jako maximální tepelný výkon a průměrný tepelný výkon při provozu. Na zmíněné tepelné výkony má vliv nejen konstrukce hořáku, ale také kvalita paliv, které jsou pro zákazníky dostupné. V současné době se jedná o poměrně neprozkoumanou oblast, která by měla být na základě dále uvedeného měření částečně poodhalena.

2. Základní cíle

2.1 Stanovení tepelného příkonu osmi dodaných hořáků s palivem PePo

- Bude sledován úbytek hmotnosti paliva PePo v průběhu jeho hoření v jednotlivých hořácích, přičemž budou zaznamenávány hodnoty absolutní hmotnosti paliva v minutových intervalech.
- Na základě rozdílů hmotností a známé výhřevnosti paliva bude stanoven aktuální tepelný výkon v minutových intervalech.

2.2 Stanovení tepelného příkonu dodaných hořáků s palivem BIO SPIRIT 100

- Bude sledován úbytek hmotnosti paliva BIO Spirit 100 v průběhu jeho hoření v jednotlivých hořácích, přičemž budou zaznamenávány hodnoty absolutní hmotnosti paliva v minutových intervalech.
- Na základě rozdílů hmotností a známé výhřevnosti paliva bude stanoven aktuální tepelný výkon v minutových intervalech.

2.3 Stanovení provozních parametrů hořáků po zápalu paliva při nízké teplotě paliva a hořáku

- Bude sledován úbytek hmotnosti paliva PePo v průběhu jeho hoření v jednom vybraném hořáku, přičemž budou zaznamenávány hodnoty absolutní hmotnosti paliva v minutových intervalech.
- Na základě rozdílů hmotností a známé výhřevnosti paliva bude stanoven aktuální tepelný výkon v minutových intervalech.
- Palivo i hořák budou před zkouškou stabilizovány na teplotě hluboko pod 0 °C.
- Zkouška bude probíhat při teplotě okolního vzduchu blížící se 0 °C.

2.4 Stanovení provozních parametrů hořáku při částečném uzavření zhášecí klapky

- Bude sledován úbytek hmotnosti paliva PePo v průběhu jeho hoření v hořácích, přičemž budou zaznamenávány hodnoty absolutní hmotnosti paliva v minutových intervalech.
- Na základě rozdílů hmotností a známé výhřevnosti paliva bude stanoven aktuální tepelný výkon v minutových intervalech.
- Plocha otvoru v hořáku bude snížena na polovinu částečným uzavřením zhášecí klapky.

3. Popis měření

Obě strany se dohodly, že bude měřen příkon chemické energie vázané v palivu hmotnostní metodou s přihlédnutím k normě ČSN EN 16647. Vzhledem k proudění spalin do vytápěné místnosti a vzhledem k umístění spalovacího zařízení přímo ve vytápěné místnosti je možné považovat příkon zařízení za jeho tepelný výkon (ztráty plynným nedopalem a nedopalem v pevných zbytcích lze zanedbat, tepelná ztráta sáláním do okolí v tomto případě není považována za tepelnou ztrátu).

3.1 Spalovací zařízení - hořáky

Kratki Small s TÜV certifikátem
Kratki Medium s TÜV certifikátem
Kratki Large s TÜV certifikátem
Hořák S
Hořák M
Hořák L
Hořák XL
Hořák Simple

3.2 Spalovaná paliva

Pro testy hořáků byla zvolena 2 paliva.

3.2.1 PePo – Palivo do biokrbů

Palivo obsahující jako majoritní složku etanol, s nízkou hmotnostní koncentrací vody (2,5 – 4 %). Výhřevnost paliva uvedena v bezpečnostním listu je Q_i^r = 26,9 MJ/kg. Tento údaj je dle výrobce výhřevnost čistého etanolu, tedy bez zohlednění hmotnostní koncentrace vody v palivu obsažené. Lahev tohoto paliva je vyobrazena na Obr. 1

Obr. 1 PEPO Palivo do biokrbů [1]

3.2.2 BIO Spirit 100

Palivo obsahující jako majoritní složku etanol, bez hmotnostní koncentrace vody. Výhřevnost paliva uvedena v bezpečnostním listu je Q_i^r = 26,9 MJ/kg. Lahev tohoto paliva je vyobrazena na Obr. 2.

Obr. 2 Bio Spirit 100 [1]

3.2.3 Ověření výhřevnosti paliv

Vzhledem k pochybnostem o skutečné výhřevnosti paliva, které vznikly po komunikaci s paní Ing. Jitkou Vladařovou (manažer vývoje Severochema), byla paliva podrobena měření v kalorimetru, pro stanovení jejich spalného tepla. Zmíněná konverzace

je součástí této zprávy – Příloha č. 1. Výsledné hodnoty stanovení spalného tepla pro obě použitá paliva jsou prezentovány v Tab. 1 a Tab. 2.

Qn1	27 114	kJ/kg
Qn2	27 432	kJ/kg
Qn3	27 382	kJ/kg
Qn4	27 606	kJ/kg
Qn5	27 582	kJ/kg
Qn_průměr	27 423	kJ/kg

Tab. 1 Výsledné hodnoty stanovení spalného tepla pro palivo PEPO

Qn1	29 633	kJ/kg
Qn2	29 550	kJ/kg
Qn3	29 481	kJ/kg
Qn4	29 273	kJ/kg
Qn5	29 051	kJ/kg
Qn6	29 299	kJ/kg
Qn_průměr	29 381	kJ/kg

Tab. 2 Výsledné hodnoty stanovení spalného tepla pro palivo Bio Spirit 100

Měření prokázalo rozdíl v chemicky vázané energii v palivu. Vzhledem k tomu, že voda vypařená z paliva a voda vzniklá při spálení vodíku v místnosti nekondenzuje, je nutné počítat s výhřevností a ne se spalným teplem.

Přepočet mezi spalným teplem paliva a výhřevností:

$$Q_i^r = Q_n^r - (9 \cdot H_2^r + w^r) \cdot 2{,}257\ [MJ \cdot kg^{-1}]$$

Q_i^r – výhřevnost [$MJ \cdot kg^{-1}$]

Q_n^r – spalné teplo [$MJ \cdot kg^{-1}$]

H_2^r – hmotnostní koncentrace vodíku v palivu [-]

w^r – hmotnostní koncentrace vody v palivu [-]

2,257 $MJ \cdot kg^{-1}$ – hodnota měrného skupenského tepla varu vody

Hmotnostní koncentrace vodíku v palivu byla stanovena dle molárních hmotností jednotlivých prvků v etanolu a činí H_2^r = 0,131265 [-]. V případě paliva PEPO, byla ve výpočtu zohledněna hmotnostní koncentrace vody (pro výpočet byla vzata v úvahu nejnižší možná hmotnostní koncentrace vody dle komunikace s paní Ing. Jitkou Vladařovou a to w^r = 0,025 [-]).

Vzhledem k faktu, že je spalné teplo čistého etanolu $Q_n^r{}_{_etanol}$ = 29,4 MJ·kg^{-1} lze palivo BIO Spirit 100 považovat za téměř čistý etanol obohacený o denaturační látky. [2]

Vypočtené hodnoty výhřevností paliva jsou uvedené v souhrnných tabulkách Tab. 3, Tab. 4 a Tab. 5.

3.3 Průběh měření

Jednotlivé hořáky byly před samotným měřením nejprve zváženy kalibrovanou vahou XS BL 6001. Jejich hmotnosti jsou součástí výsledných tabulek Tab. 3, Tab. 4 a Tab. 5.

Před každou spalovací zkouškou byla na váhu umístěna tepelněizolační deska zamezující poškození váhy. Na tepelněizolační desku byl položen hořák, načež byla váha vynulována. Dle předpokládaných tepelných výkonů hořáků bylo dávkováno palivo, pro přibližný provoz hořáku cca 40 minut a to vždy tak, aby bylo rozmístěno co nejhomogenněji po celé šířce otvoru hořáku (aby byla čedičová vlna nasáklá pokud možno všude stejně). K tomuto úkonu byl používán trychtýř, pokud bylo možné jej do hořáku umístit. Před samotným zapálením proběhla časová prodleva 2 – 10 minut, tak aby došlo k nasáknutí paliva do čedičové vlny. Dále bylo zkontrolováno plné otevření zhášecí klapky.

Těsně před zápalem byla opsána nultá hodnota hmotnosti paliva v hořáku a proběhl zátop pomocí zapalovače dodaného k hořákům. Následně byla, zůstatková hmotnost paliva opisována v každou celou minutu od času zátopu.

Současně s měřením tepelného výkonu probíhalo i stanovení teploty plamene 5 a 10 cm nad úrovní hořáku pomocí termočlánku typu „K“. Konce těchto termočlánků byly umístěny doprostřed otvoru hořáku.

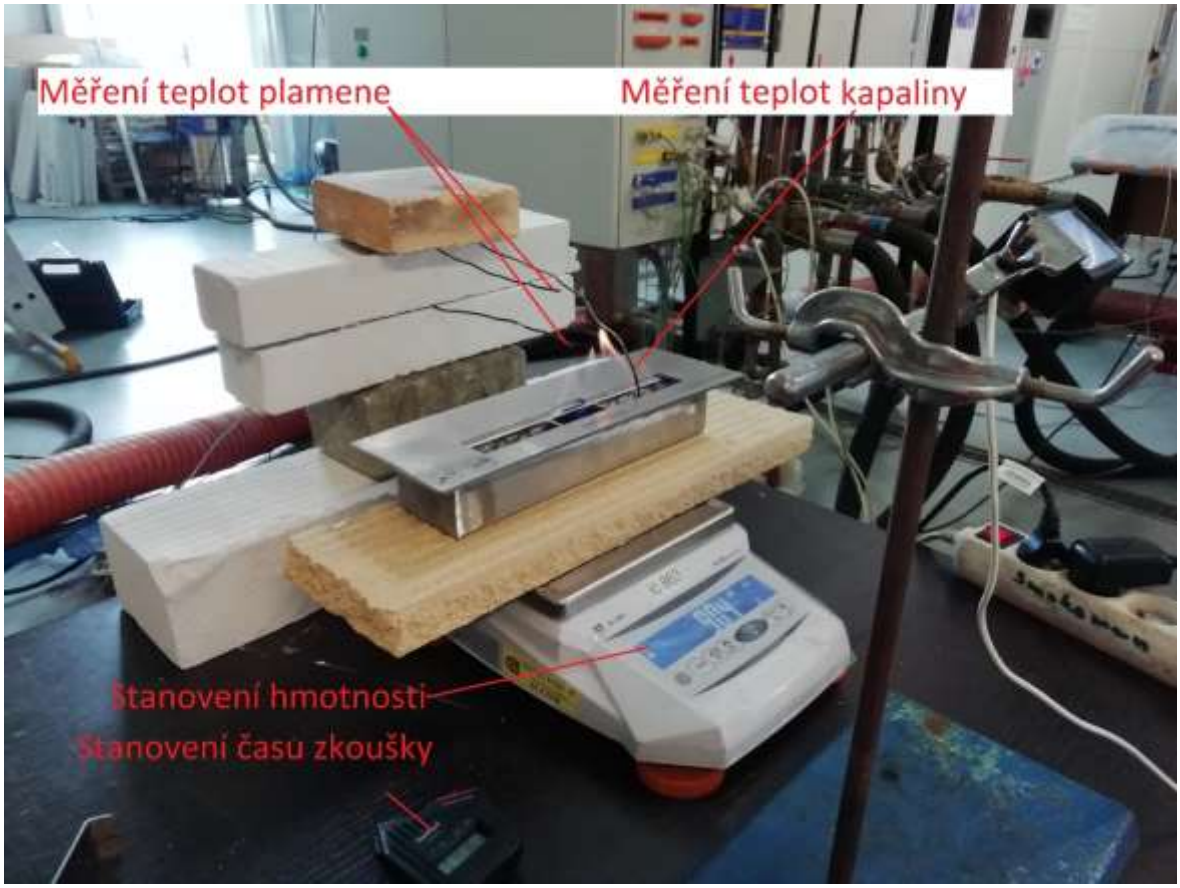
U hořáků, s viditelnou hladinou paliva (Hořák S, Hořák M, Hořák L a Hořák XL), byl do oblasti zásobníku paliva umístěn termočlánek (pro stanovení teploty paliva) tak, aby neovlivnil hmotnost a tím měření tepelného výkonu.

Při spalovací zkoušce Hořáku Kratki Medium s TÜV certifikátem s polovičním otevřením zhášecí klapky byla zhášecí klapka v poloze otevření 14 mm z celkových 28 mm. Ostatní zásady a postup byl stejný jako u zbylých měření.

Při spalovací zkoušce Hořáku Kratki Small s TÜV certifikátem se simulací zátopu při nízké okolní teplotě spalin nebyly měřeny teploty plamene. Teplota hořáku a paliva

před zkouškou byla stabilizována na teplotu – 11,5 °C. Teplota okolí byla 1,7 °C. Zkouška probíhala ve venkovním prostředí v závětří.

Při všech zkouškách byl zaznamenáván atmosférický tlak, relativní vlhkost vzduchu a teplota okolního vzduchu. Průběh měření je zachycen na Obr. 3.



Obr. 3 Průběh měření hořáku Hořák S

3.4 Vyhodnocení dat

Z hodnot zůstatkové hmotnosti paliva v hořáku mezi jednotlivými minutovými intervaly byl dle známé výhřevnosti paliv stanoven jejich tepelný výkon. Z řady tepelných výkonů byl později stanoven maximální tepelný výkon (jako nejvyšší dosažený výkon v průběhu zkoušky) a průměrný tepelný výkon (průměrná hodnota tepelných výkonů za celou dobu hoření paliva). Teploty byly zaznamenávány jako minutové průměry. Výsledné uvedené hodnoty jsou nejvyšší dosažený minutový průměr teploty v daném bodě a průměrná hodnota měřených teplot v daném bodě.

Minutové hodnoty tepelných výkonů byly znázorněny do grafů: graf č. 1, graf č. 2, graf č. 3, graf č. 4, graf č. 5, graf č. 6, graf č. 7, graf č. 8, graf č. 9, graf č. 10, které jsou rozdělené jednak podle paliva a jednak podle jednotlivých typů hořáků.

Závislost plochy otvoru v hořáku na jejich průměrném a maximálním tepelném výkonu znázorňují graf č. 11 a graf č. 12.

Stanovení teploty kapaliny se ukázalo jako nemožné z hlediska rychlého vyhoření paliva, které tvoří hladinu do takové míry, že nebylo možné termočlánek ponořit a zároveň tím neovlivňovat hmotnost hořáku (dotekem dna hořáku). Zároveň docházelo k tomu, že spaliny, které procházely kolem neměřící části termočlánku, jej ohřívaly, načež se termočlánek choval jako jednoduché žebro a vedl teplo do obou stran, čímž byla ovlivňována koncová naměřená hodnota. Pro jednoznačné stanovení teploty kapaliny v průběhu hoření by musel být hořák naplněn palivem do nejvyšší možné výšky a termočlánek by musel být nejlépe zaveden přímo pod její hladinu vyvrtanou dírkou v konstrukci hořáku.

4. Splnění cílů

4.1 Stanovení tepelného příkonu osmi dodaných hořáků s palivem Pepo.

V rámci splnění tohoto cíle proběhlo 8 spalovacích zkoušek (všechny dodané hořáky). Spalovací zkoušky prokázaly nižší tepelný výkon do okolí, než deklarovaný tepelný výkon udávaný výrobcem. Průměrný tepelný výkon po dobu zkoušky, která trvala vždy cca 60 minut, byl vždy na úrovní přibližně poloviny deklarované hodnoty výrobcem. Všechny výsledné hodnoty jsou uvedeny v Tab. 3.

4.2 Stanovení tepelného příkonu dodaných hořáků s palivem BIO SPIRIT 100

V rámci splnění tohoto cíle proběhlo 8 spalovacích zkoušek (všechny dodané hořáky). Spalovací zkoušky prokázaly nižší tepelný výkon do okolí, než deklarovaný tepelný výkon udávaný výrobcem. Průměrný tepelný výkon po dobu zkoušky, která trvala vždy cca 60 minut, byl dle typu hořáku o 1 – 16 % vyšší než u paliva PePo, maximální tepelný výkon byl dle typu hořáku o 7 – 19 % vyšší, než u paliva PePo, doba trvání zkoušky se zásadně nelišila oproti zkouškám s palivem PePo o více než 4 minuty. Všechny výsledné hodnoty jsou uvedeny v Tab. 4.

4.3 Stanovení provozních parametrů hořáků po zápalu paliva při nízké teplotě paliva a hořáku.

V rámci splnění tohoto cíle proběhla jedna spalovací zkouška s hořákem Kratki Small s TÜV certifikátem a palivem PePo. Měření prokázalo vyšší nestabilitu tepelného

výkonu, což se projevilo vyšším maximálním i průměrným tepelným výkonem a dřívějším vyhořením paliva. Všechny výsledné hodnoty jsou uvedeny v Tab. 5.

4.4 Stanovení provozních parametrů hořáku při částečném uzavření zhášecí klapky

V rámci splnění tohoto cíle proběhla jedna spalovací zkouška s hořákem Kratki Medium s TÜV certifikátem a palivem PePo. Šířka otvoru v hořáku při plném otevření je 28 mm. Pro tuto zkoušku byla klapka částečně uzavřena tak, aby byla šířka otvoru 14 mm. Plocha se tak zmenšila na polovinu původní hodnoty. Maximální tepelný výkon hořáku tím klesl na cca 53 % původní hodnoty, průměrný tepelný výkon tím klesl na cca 54 % původní hodnoty a čas hoření se prodloužil na cca 188 % původní hodnoty. Všechny výsledné hodnoty jsou uvedeny v Tab. 5.

5. Závěr

Pro splnění výše uvedených cílů bylo připraveno měřící stanoviště. Celkem bylo provedeno 18 měření s trváním přibližně 60 minut. U obou paliv bylo provedeno stanovení spalného tepla a jeho přepočet na výhřevnost. Analýza paliva ukázala na rozdílnou výhřevnost (cca 2 MJ/kg), což při podobných minutových spotřebách paliva při provozu hořáku znamená rozdílné tepelné výkony. Čas hoření paliva byl srovnatelný u obou vzorků. Spalovací zkouška simulující zapálení chladného hořáku a paliva při nízké okolní teplotě prokázala vyšší hodnoty obou stanovovaných tepelných výkonů. Důvodem změny chování hořáku bylo pravděpodobně zvýšené proudění vzduchu způsobené větrem. I když bylo zdánlivě bezvětří a měřící stanoviště bylo umístěno v závětří, na plamenu bylo zjevné jeho působení oproti hoření v místnosti (plamen plápolal mnohem intenzivněji). Spalovací zkouška při částečném uzavření zhášecí klapky prokázala jednoduchou možnost regulace tepelného výkonu. Omezení možností této regulace zatím nejsou známa a mohou být předmětem dalšího zkoumání. Rovněž není známo chování hořáku z hlediska jeho tepelného výkonu při změně polohy zhášecí klapky v průběhu hoření paliva. Do průměrného tepelného výkonu uvedeného v tabulkách není zahrnut čas, kdy musí hořák chladnout, než může být znovu naplněn palivem a uveden do provozu. Tento čas je doba s téměř nulovým tepelným výkonem do okolí (téměř nulová akumulace tepla do hořáku/krbu), což se na průměrném tepelném výkonu projeví razantním snížením jeho hodnoty. V tomto případě záleží na rychlosti chladnutí hořáku na teplotu bezpečnou pro doplnění paliva.

Zkoušky byly záměrně koncipovány tak aby jejich délka byla cca 40 minut, vzhledem k nadhodnocení tepelných výkonů hořáků byla doba trvání cca 60 minut. Při největším možném naplnění hořáku palivem, by mohl hořák hořet až násobně delší dobu, čímž by se prodloužil interval, kdy hořák funguje na maximální tepelný výkon a tím by bylo dosaženo i vyššího průměrného tepelného výkonu.

6. Zdroje

[1] Biokrb levně [online]. 2019 [cit. 2019-10-08]. Dostupné z: https://www.biokrb-levne.cz/

[2] TRŽIL, Jan, Václav SLOVÁK a Jaroslav ULLRYCH. *Příklady z chemie*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita, 1994. ISBN 80-707-8252-8.

Název hořáku	Hmotnost hořáku	Otvor hořáku	Předpokládaný tepelný výkon	Palivo	Dávka paliva	Dávka paliva	Výhřevnost	Výhřevnost	Skutečný čas zkoušky	Maximální tepelný výkon - nejvyšší dosažený	Spotřeba paliva*	Spotřeba paliva*	Průměrný tepelný výkon při provozu	Průměrná spotřeba paliva	Průměrná spotřeba paliva	Absolutní tlak vzduchu při zkoušce	Relativní vlhkost vzduchu při zkoušce	Maximální teplota plamene (5 cm)	Průměrná teplota plamene (5 cm)	Maximální teplota plamene (10 cm)	Průměrná teplota plamene (10 cm)	Teplota okoního vzduchu při zkoušce
[-]	[g]	[mm^2]	[kW]	[-]	[g]	[ml]	[MJ/kg]	[kWh/kg]	[hh:mm]	[kW]	[l/hod]	[kg/hod]	[kW]	[l/hod]	[kg/hod]	[hPa]	[%]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
Kratki Small s TÜV certifikátem	1174,1	3463,8	1,5	PePo	121,0	151,3	24,8	6,88	1:07	0,95	0,173	0,138	0,73	0,133	0,107	979,1	34,6	593,5	394,7	330,6	218,1	24,0
Kratki Medium s TÜV certifikátem	2523,6	7000,0	3,0	PePo	209,6	262,0	24,8	6,88	0:51	2,23	0,405	0,324	1,66	0,302	0,242	978,0	33,7	478,5	323,1	346,8	218,2	24,3
Kratki Large s TÜV certifikátem	3499,9	11200,0	3,5	PePo	302,7	378,4	24,8	6,88	1:06	2,81	0,510	0,408	1,86	0,339	0,271	972,7	40,2	362,7	195,2	213,6	104,5	24,6
Hořák S	1528	4160,7	2,0	PePo	120,6	150,8	24,8	6,88	0:59	1,16	0,210	0,168	0,83	0,151	0,121	980,8	37,4	394,3	184,0	261,2	160,8	23,6
Hořák M	2033,2	6390,0	3,0	PePo	217,5	271,9	24,8	6,88	1:04	1,94	0,353	0,282	1,38	0,251	0,201	978,0	33,7	478,5	323,1	346,8	218,2	24,3
Hořák L	2539,8	8560,0	4,0	PePo	324,8	406,0	24,8	6,88	0:58	2,85	0,517	0,414	2,27	0,413	0,330	972,7	40,2	362,7	195,2	213,6	104,5	24,6
Hořák XL	3042,4	9950,0	6,0	PePo	501,4	626,8	24,8	6,88	1:12	3,76	0,683	0,546	2,84	0,515	0,412	973,6	41,1	538,5	329,9	387,8	204,4	25,4
Hořák Simple	861,2	2730,0	1,5	PePo	131,5	164,4	24,8	6,88	1:05	1,28	0,233	0,186	0,82	0,149	0,120	981,9	36,5	692,1	498,5	567,7	367,9	23,0

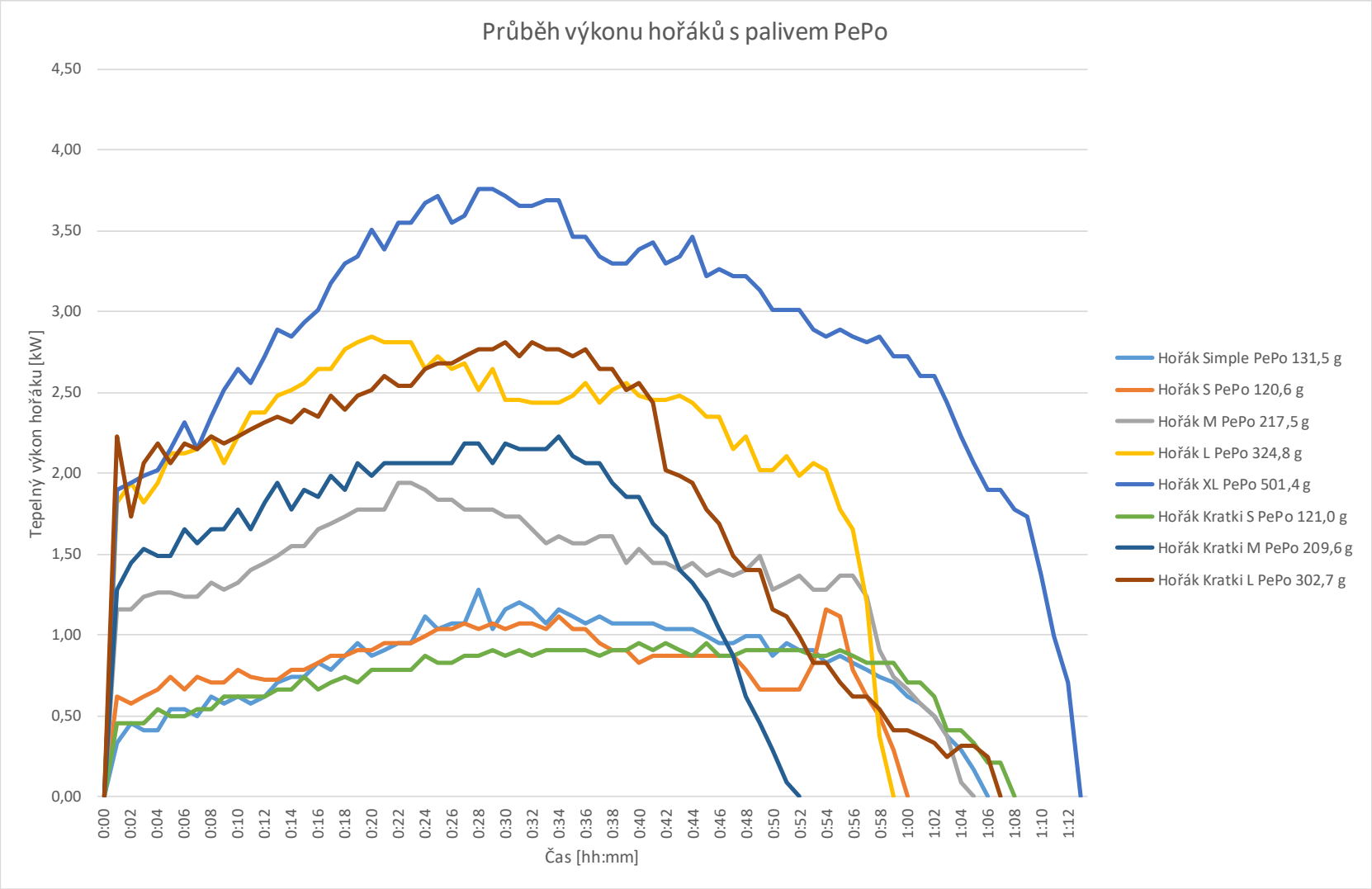
*Tab. 3 Výsledné hodnoty pro palivo PEPO; *při maximálním tepelném výkonu, při 20 °C - hustota dle údajů výrobce*

Název hořáku	Hmotnost hořáku	Otvor hořáku	Předpokládaný tepelný výkon	Palivo	Dávka paliva	Dávka paliva	Výhřevnost	Výhřevnost	Skutečný čas zkoušky	Maximální tepelný výkon - nejvyšší dosažený	Spotřeba paliva*	Spotřeba paliva*	Průměrný tepelný výkon při provozu	Průměrná spotřeba paliva	Průměrná spotřeba paliva	Absolutní tlak vzduchu při zkoušce	Relativní vlhkost vzduchu při zkoušce	Maximální teplota plamene (5 cm)	Průměrná teplota plamene (5 cm)	Maximální teplota plamene (10 cm)	Průměrná teplota plamene (10 cm)	Teplota okoního vzduchu při zkoušce
[-]	[g]	[mm^2]	[kW]	[-]	[g]	[ml]	[MJ/kg]	[kWh/kg]	[hh:mm]	[kW]	[l/hod]	[kg/hod]	[kW]	[l/hod]	[kg/hod]	[hPa]	[%]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
Kratki Small s TÜV certifikátem	1174,1	3463,8	1,5	BIO	124,8	158,2	26,7	7,42	1:04	1,11	0,190	0,150	0,85	0,146	0,115	982,9	35,1	543,2	391,6	491,3	318,5	24,1
Kratki Medium s TÜV certifikátem	2523,6	7000,0	3,0	BIO	209,6	265,7	26,7	7,42	0:49	2,49	0,426	0,336	1,87	0,319	0,252	982,7	33,8	474,6	338,7	350,5	235,6	24,3
Kratki Large s TÜV certifikátem	3499,9	11200,0	3,5	BIO	303,0	384,0	26,7	7,42	1:02	3,34	0,570	0,450	2,14	0,366	0,289	984,1	33,1	390,8	179,2	355,3	171,5	24,0
Hořák S	1528	4160,7	2,0	BIO	120,7	153,0	26,7	7,42	1:00	1,38	0,236	0,186	0,88	0,150	0,119	982,9	35,3	521,9	303,3	314,0	179,2	23,7
Hořák M	2033,2	6390,0	3,0	BIO	217,3	275,4	26,7	7,42	1:02	2,09	0,357	0,282	1,54	0,262	0,207	982,5	35,1	494,1	239,8	371,8	184,8	24,0
Hořák L	2539,8	8560,0	4,0	BIO	324,9	411,8	26,7	7,42	1:02	3,07	0,525	0,414	2,30	0,392	0,309	982,1	35,4	535,7	285,4	391,8	208,7	24,2
Hořák XL	3042,4	9950,0	6,0	BIO	502,6	637,0	26,7	7,42	1:12	4,10	0,700	0,552	3,07	0,524	0,413	974,0	43,0	542,0	334,8	406,5	220,3	25,4
Hořák Simple	861,2	2730,0	1,5	BIO	131,4	166,5	26,7	7,42	1:03	1,38	0,236	0,186	0,91	0,156	0,123	982,6	34,9	613,5	410,3	344,0	205,1	23,8

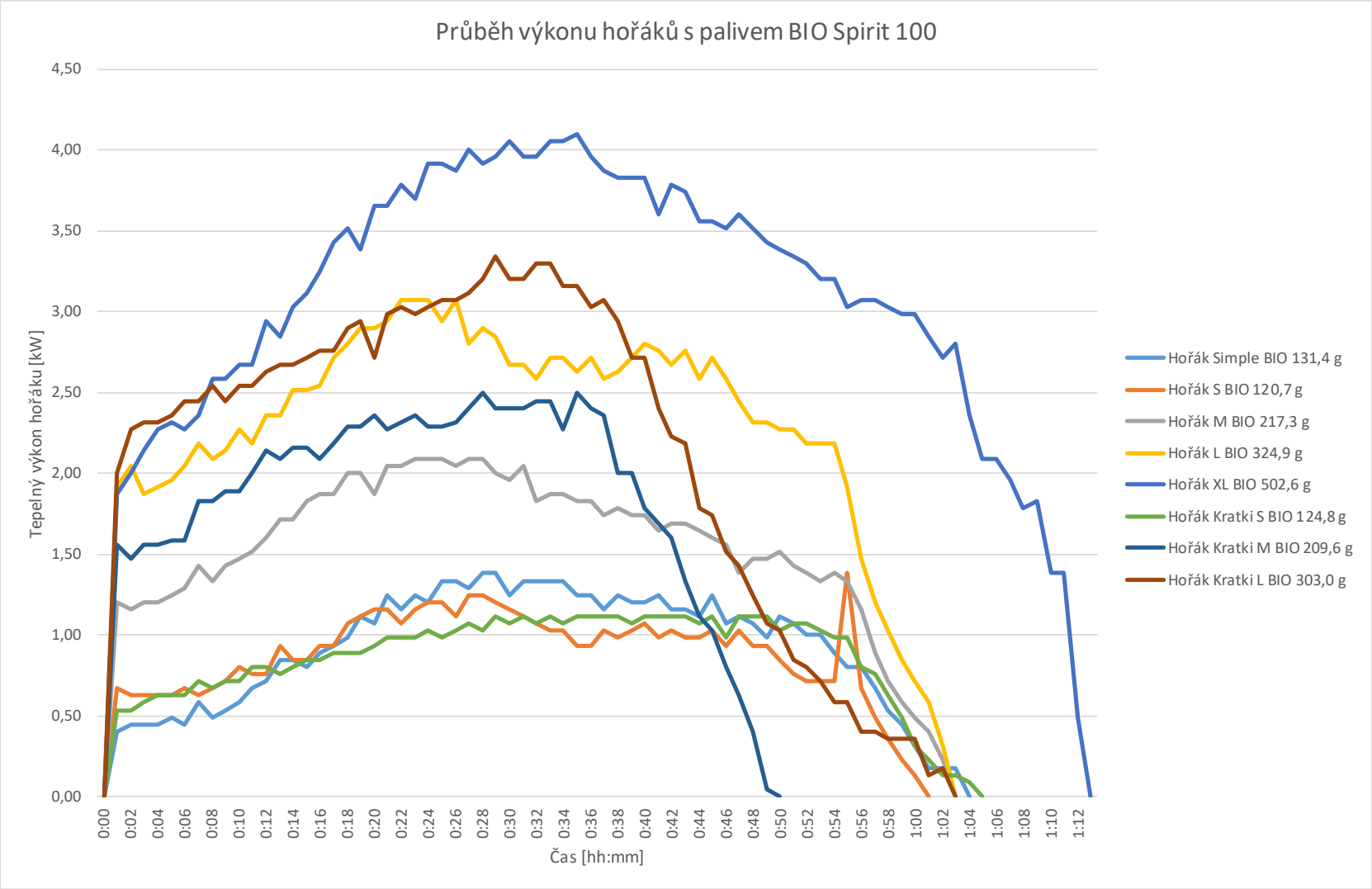
*Tab. 4 Výsledné hodnoty pro palivo BIO Spirit 100; *při maximálním tepelném výkonu, při 20 °C - hustota dle údajů výrobce*

Název hořáku	Hmotnost hořáku	Otvor hořáku	Předpokládaný tepelný výkon	Palivo	Dávka paliva	Dávka paliva	Výhřevnost	Výhřevnost	Skutečný čas zkoušky	Maximální tepelný výkon - nejvyšší dosažený	Spotřeba paliva*	Spotřeba paliva*	Průměrný tepelný výkon při provozu	Průměrná spotřeba paliva	Průměrná spotřeba paliva	Absolutní tlak vzduchu při zkoušce	Relativní vlhkost vzduchu při zkoušce	Maximální teplota plamene (5 cm)	Průměrná teplota plamene (5 cm)	Maximální teplota plamene (10 cm)	Průměrná teplota plamene (10 cm)	Teplota okoního vzduchu při zkoušce	Počáteční teplota paliva
[-]	[g]	[mm^2]	[kW]	[-]	[g]	[ml]	[MJ/kg]	[kWh/kg]	[hh:mm]	[kW]	[l/hod]	[kg/hod]	[kW]	[l/hod]	[kg/hod]	[hPa]	[%]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
Kratki Small s TÜV certifikátem (simulace zimy)	1174,1	3463,8	1,5	PePo	120,6	150,8	24,8	6,88	0:58	1,65	0,300	0,240	0,84	0,153	0,123	987,9	27,1	-	-	-	-	1,7	-11,5
Kratki Medium s TÜV certifikátem (uzavření znasínací klapky na polovinu)	2523,6	7000,0	3,0	PePo	209,9	262,4	24,8	6,88	1:36	1,20	0,218	0,174	0,89	0,162	0,130	983,9	35,2	320,8	132,2	181,4	121,9	24,0	-

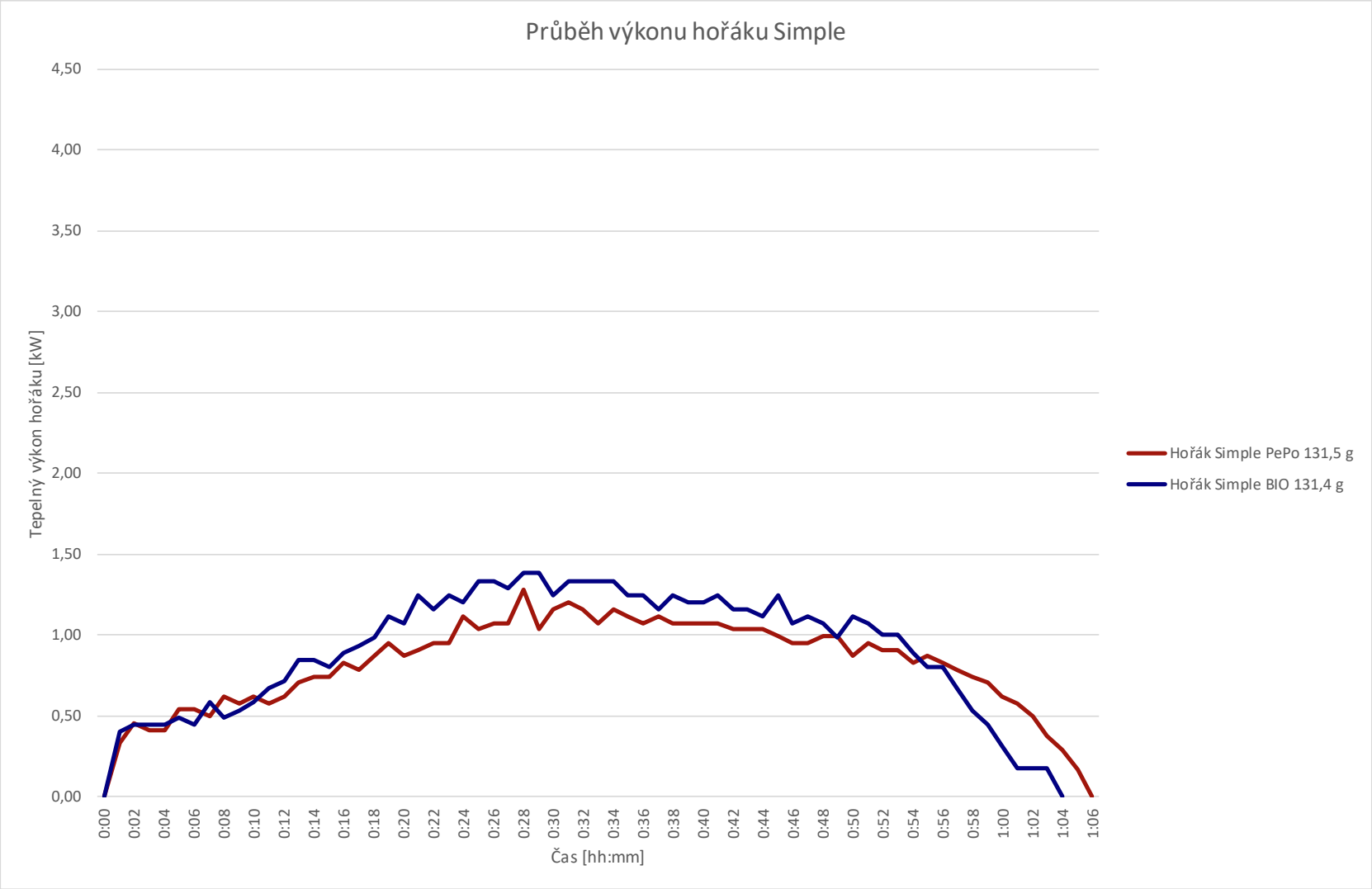
*Tab. 5 Výsledné hodnoty pro palivo PEPO (Mimořádné zkoušky); *při maximálním tepelném výkonu, při 20 °C - hustota dle údajů výrobce*



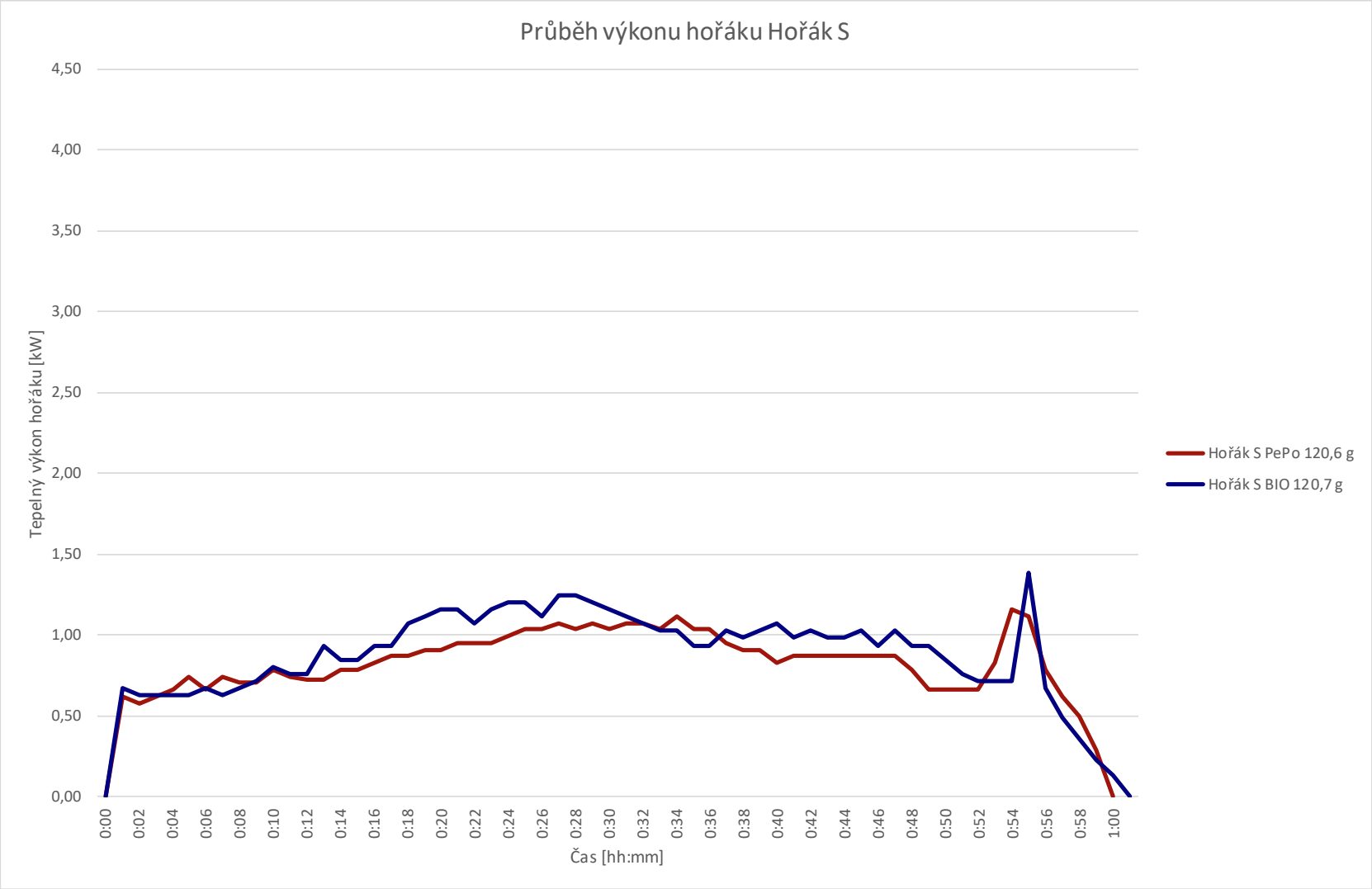
graf č. 1 Průběh tepelného výkonu hořáků s palivem PePo palivo do biokrbů



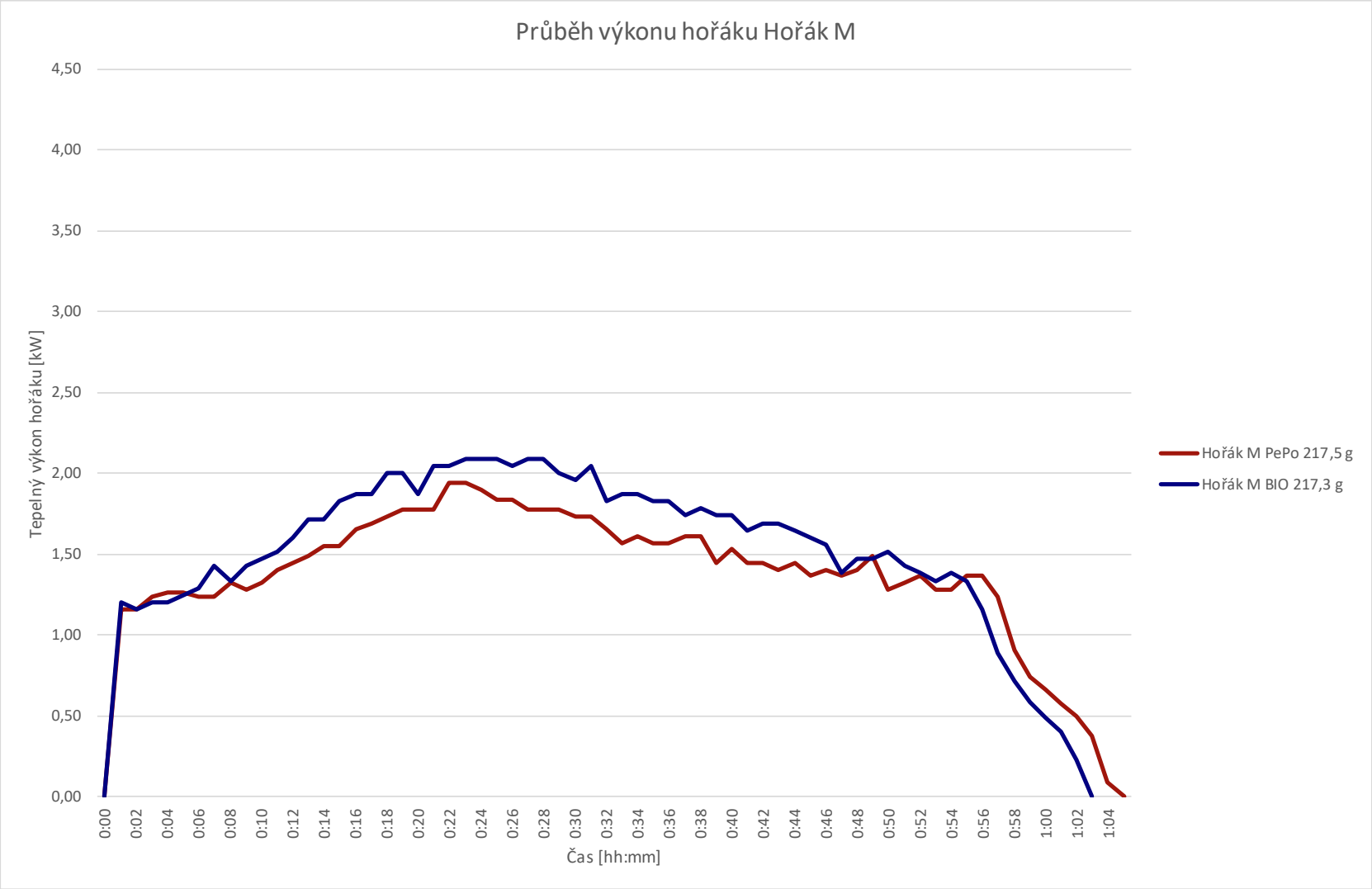
graf č. 2 Průběh tepelného výkonu hořáků s palivem Bio Spirit 100



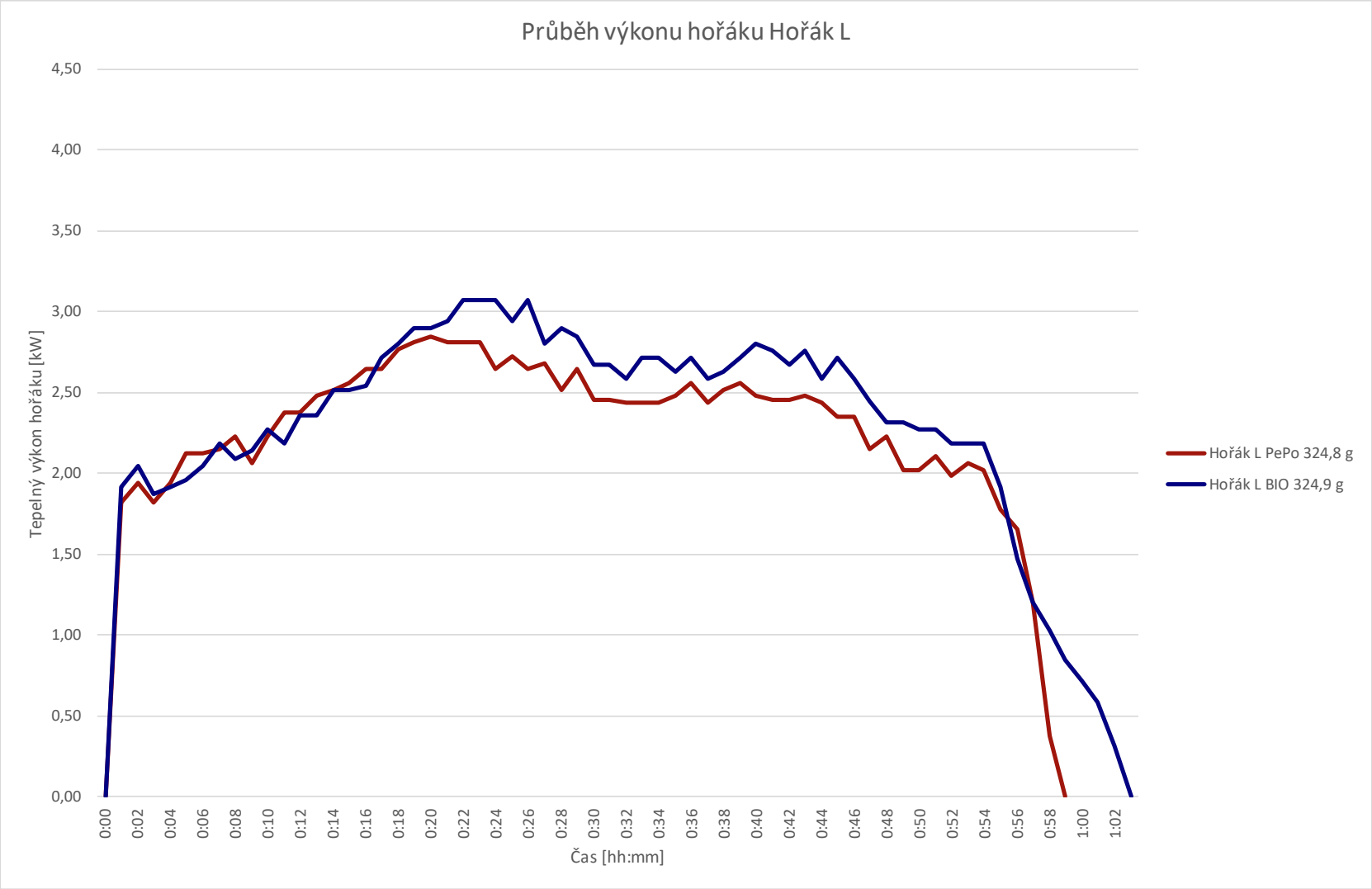
graf č. 3 Průběh tepelného výkonu hořáku Hořák Simple



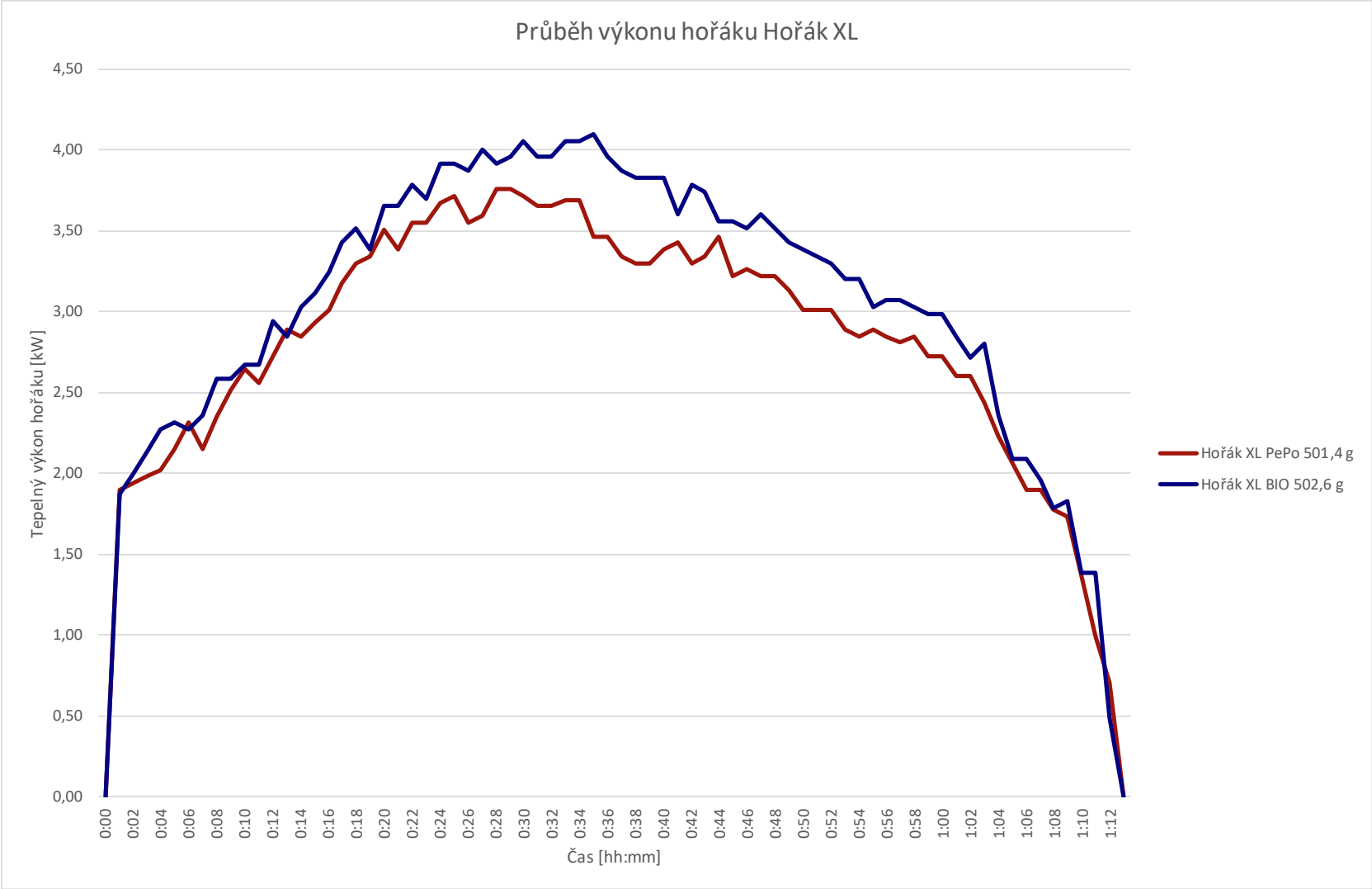
graf č. 4 Průběh tepelného výkonu hořáku Hořák S



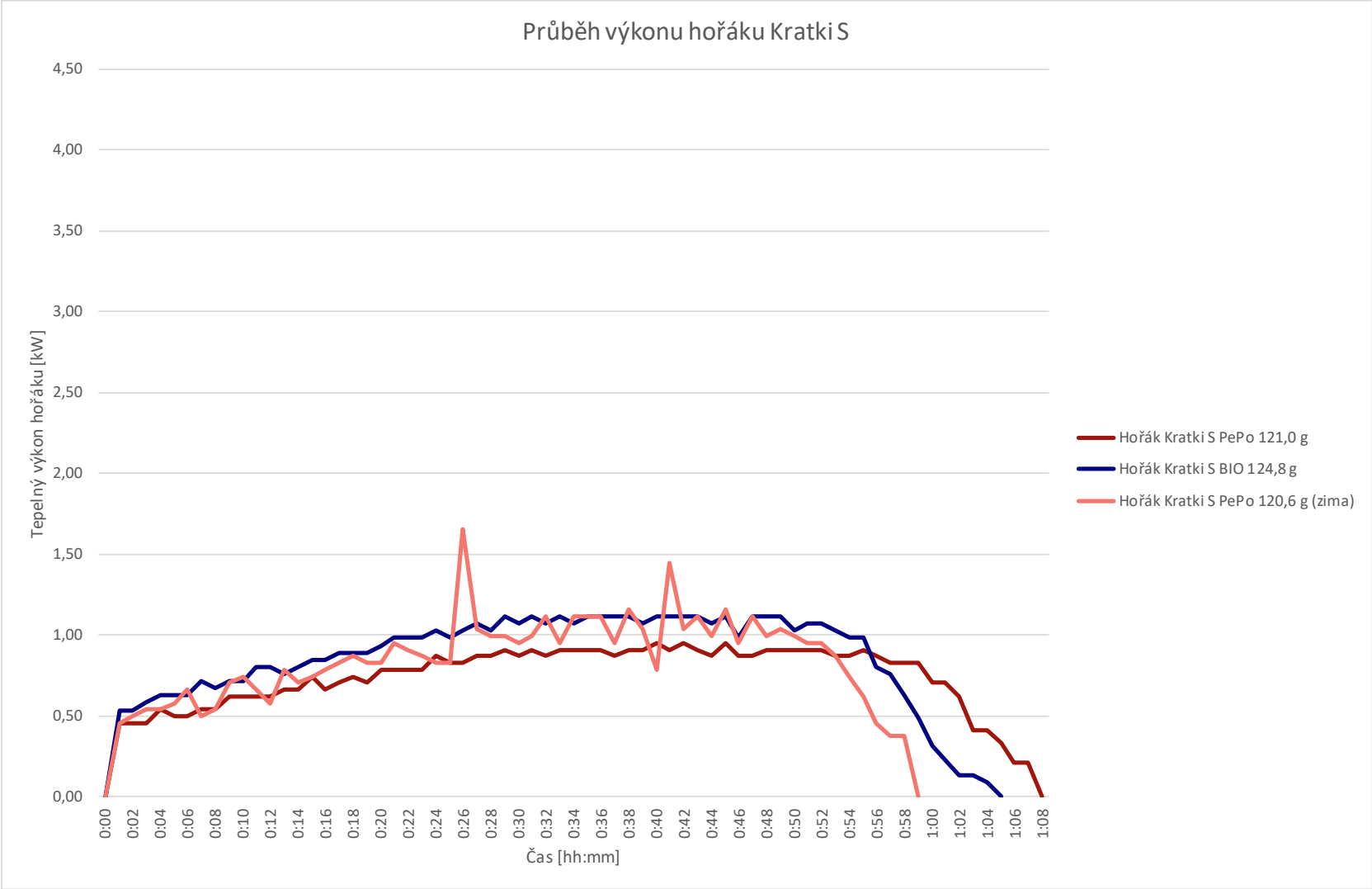
graf č. 5 Průběh tepelného výkonu hořáku Hořák M



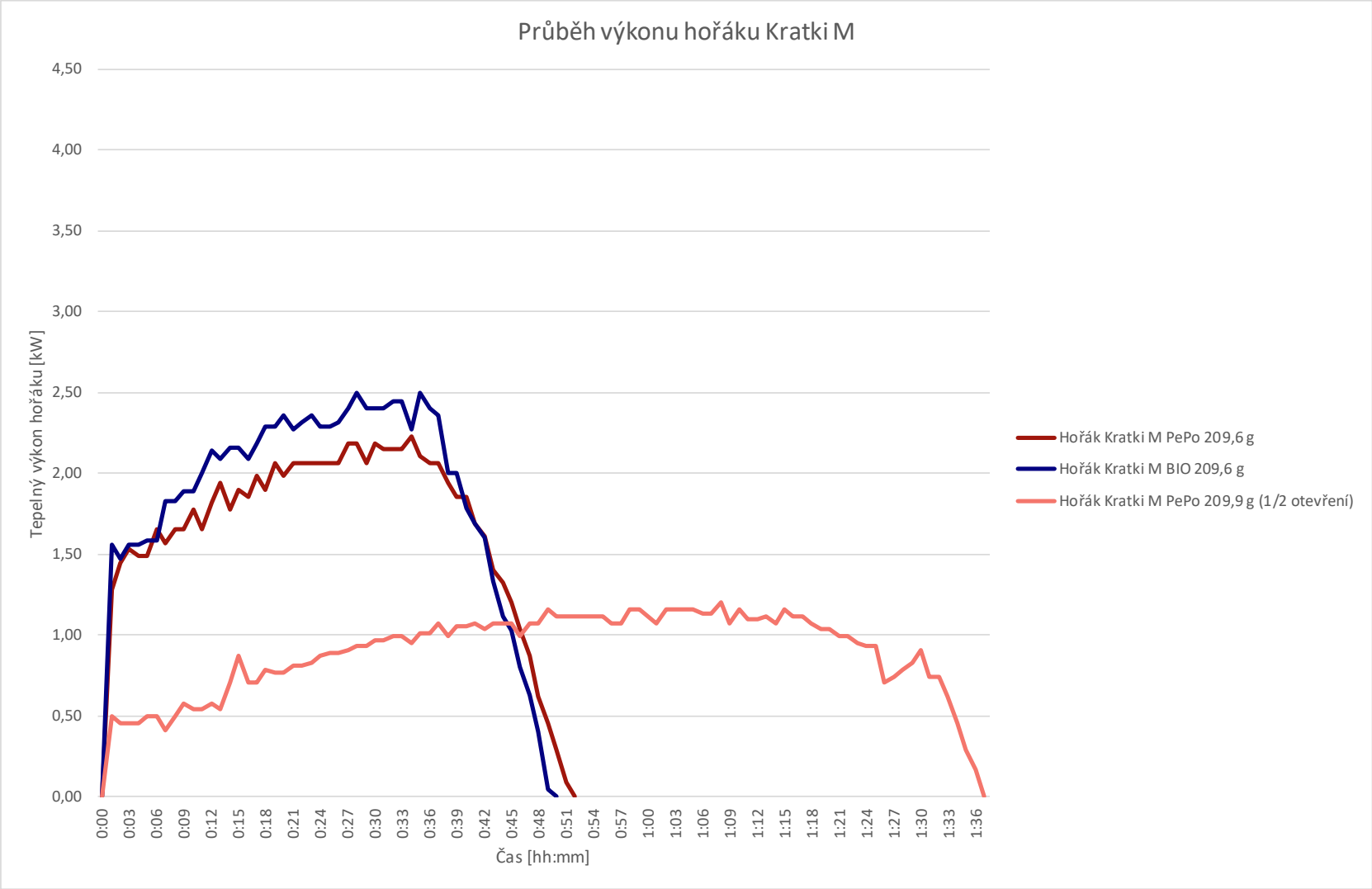
graf č. 6 Průběh tepelného výkonu hořáku Hořák L



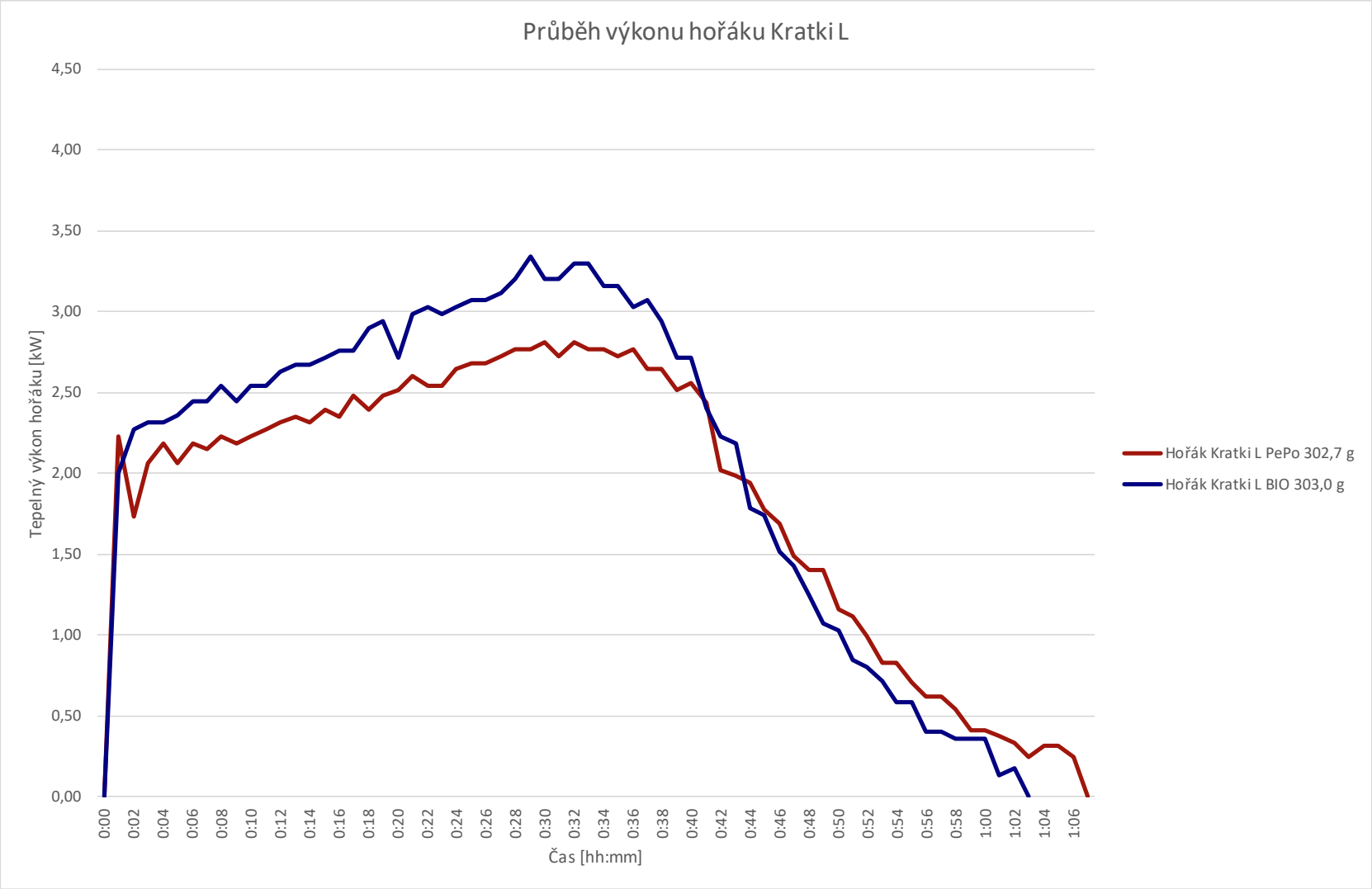
graf č. 7 Průběh tepelného výkonu hořáku Hořák XL



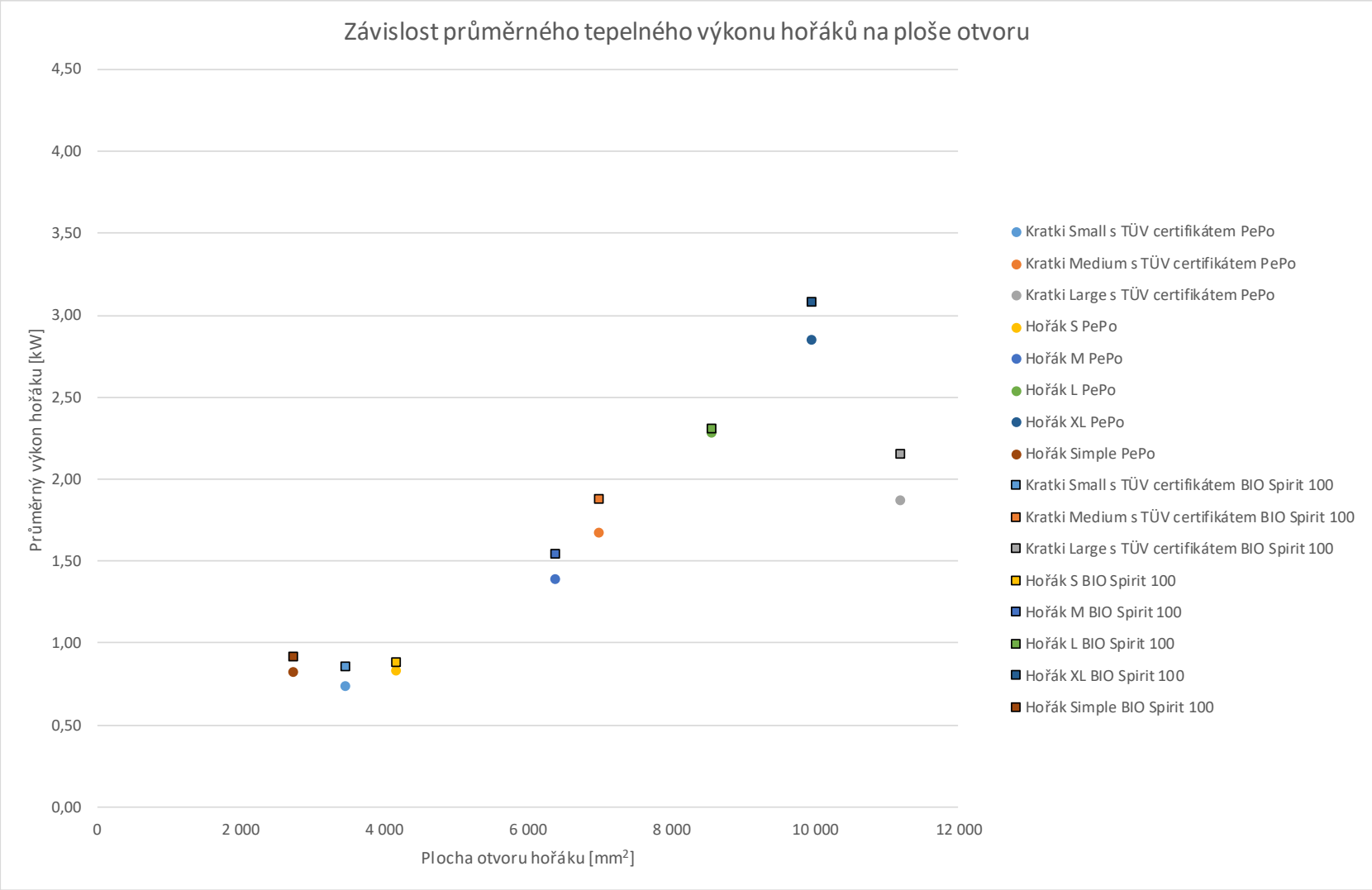
graf č. 8 Průběh tepelného výkonu hořáku Kratki Small s TÜV certifikátem



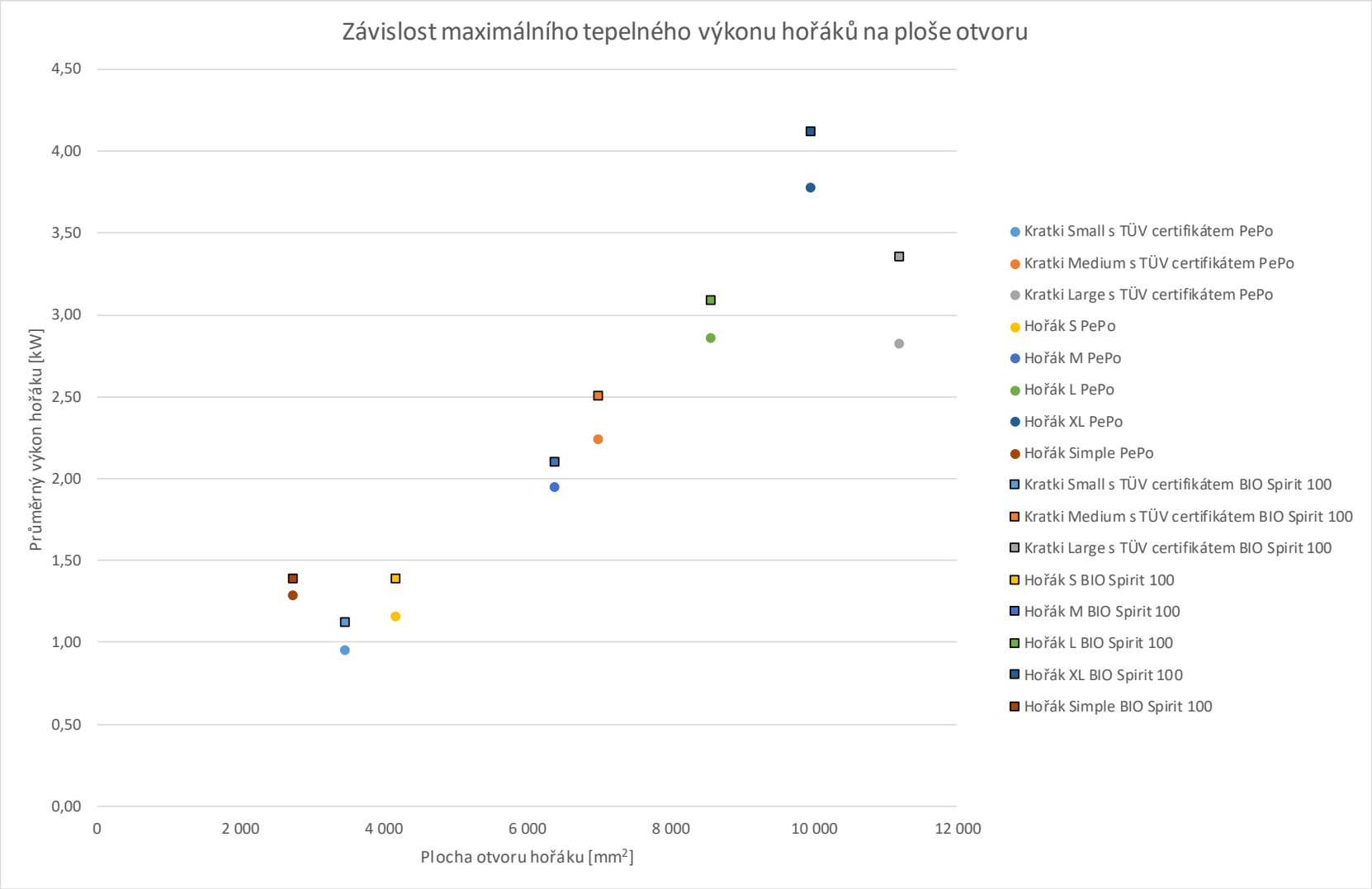
graf č. 9 Průběh tepelného výkonu hořáku Kratki Medium s TÜV certifikátem



graf č. 10 Průběh tepelného výkonu hořáku Kratki Large s TÜV certifikátem



graf č. 11 Závislost průměrného tepelného výkonu hořáků na ploše otvoru



graf č. 12 Závislost maximálního tepelného výkonu hořáků na ploše otvoru

Příloha č. 1

Rysavy Jiri

Od: Vývoj <vyvoj@severochema.cz>
Odesláno: pátek 4. října 2019 10:40
Komu: Rysavy Jiri
Předmět: RE: Dotaz

Dobrý den pane Ryšavý.
Hodnota výhřevnosti, která je uvedená v dokumentaci je převzata od výrobce denaturovaného lihu. Dle dokumentace od výrobce se nejedná o naměřenou hodnotu, ale o hodnotu tabulkovou pro 100% ethanol. Technický líh však krom denaturantů obsahuje i vodu, která se vyskytuje přirozeně z procesu kvašení lihu. Aktuálně používaná denaturace je tzv. 10+10+10 (MEK+IPA+bitrex), která je v souladu s NAŘÍZENÍM KOMISE (EU) č. 3199/93 v aktuálním znění. Před touto denaturací byla schválena denaturace tzv. 30+30+10 (MEK+IPA+bitrex).
Obsah vody se pohybuje v závislosti na jednotlivé dodávce a také v závislosti na dodavateli denat. lihu (máme aktuálně čtyři dodavatele). Min. obsah ethanolu je 96-97,5% čistého EtOH.
Mám k dispozici bezvodý líh, který používáme pro speciální aplikace, kde i malý obsah vody způsobuje komplikace. Máte-li zájem mohu zaslat vzorek. Obsah ethanolu v tomto případě je min. 99,7%.

S pozdravem

Ing. Jitka Vladařová
manažer vývoje

SEVERO CHEMA

Severochema,
družstvo pro chemickou výrobu, Liberec
Vilová 333/2, 461 71 Liberec 10

M: +420 737 917 529
T: +420 485 341 904
F: +420 485 151 291
E: vladarova@severochema.cz

W: www.severochema.cz
W: www.pe-po.cz
W: www.cisteni-graffiti.cz
FB: www.facebook.com/pepoCZ

Tato zpráva je pouze informativního charakteru, nejde ani o nabídku k uzavření smlouvy, ani o přijetí nabídky k uzavření smlouvy. Doručení této zprávy adresátovi nezakládá žádné z práv upravených v ust. § 1731 až § 1745 zákona č. 89/2012 Sb., občanského zákoníku.

From: Rysavy Jiri <jiri.rysavy@vsb.cz>
Sent: Thursday, October 03, 2019 1:14 PM
To: vyvoj@severochema.cz
Subject: Dotaz

Vážení,

Obracím se na Vás s prosbou o informace/radu. Jsem zaměstnancem Výzkumného energetického centra Vysoké školy Báňské a právě provádím měření výkonu tzv. biokrbů. Jako palivo používám „palivo do biokrbů PEPO", které

1

vyrábíte. Pro přesné stanovení výkonu potřebuji znát výhřevnost paliva ideálně jednotkách MJ/kg. V technickém listu uvádíte výhřevnost 26,9 MJ/kg. Pro orientační kontrolu jsem dal vzorek paliva do laboratoře na stanovení spalného tepla (do kalorimetru), přičemž výsledná hodnota je cca 27,6 MJ (5 opakování). Pokud při přepočtu zohledním, že by se jednalo pouze o ethanol (C2H6O), tedy hmotnostně je v palivu cca 13% vodíku, ze kterého se po spálení stane 9 krát více (hmotnostně) vody, jejíž kondenzační teplo odečtu od spalného tepla, vychází mi výhřevnost podstatně menší (cca 24,7 MJ/kg), než uvádíte. Dle technického listu vidím, že složení není pouze čistý ethanol, ale i ethyl methyl keton a propan-2-ol což jsou ale rovněž uhlovodíky, které při hmotnostním zastoupení 2,7 % nemohou nijak dramaticky promluvit do celkové výhřevnosti.
Tímto bych Vás rád požádal o Vámi naměřenou hodnotu spalného tepla a postup výpočtu výhřevnosti. Děkuji.

S pozdravem

Ing. Jiří Ryšavý

e-mail: jiri.rysavy@vsb.cz
telefon: +420 597 324 922
mobil: +420 777 271 499
17. listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava-Poruba

VŠB TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA | VÝZKUMNÉ ENERGETICKÉ CENTRUM

Tento e-mail a jakékoliv k němu připojené dokumenty mohou být důvěrné a jsou určeny pouze jeho adresátům. Jestliže jste obdržel (a) tento e-mail omylem, informujte laskavě neprodleně jeho odesílatele. Obsah tohoto emailu i s přílohami a jeho kopie vymažte ze svého systému. Nejste-li zamýšleným adresátem tohoto emailu, nejste oprávněni tento email jakkoliv užívat, rozšiřovat, kopírovat či zveřejňovat.

V případě, že je tento e-mail součástí obchodního jednání:
- vyhrazuje si odesílatel právo ukončit kdykoliv jednání o uzavření smlouvy, a to z jakéhokoliv důvodu i bez uvedení důvodu.
- a obsahuje-li nabídku, je adresát oprávněn nabídku bezodkladně přijmout. Odesílatel tohoto e-mailu (nabídky) vylučuje přijetí nabídky ze strany příjemce s dodatkem či odchylkou.
- trvá odesílatel na tom, že příslušná smlouva je uzavřena teprve výslovným dosažením shody na všech jejích náležitostech.
- odesílatel tohoto emailu informuje, že není oprávněn uzavírat za společnost žádné smlouvy s výjimkou případů, kdy k tomu byl písemně zmocněn nebo písemně pověřen a takové pověření nebo plná moc byly adresátovi tohoto emailu případně osobě, kterou adresát zastupuje, předloženy nebo jejich existence je adresátovi či osobě jím zastoupené známá.

2