

ELEKTROSTATICKÝ ODLUČOVAČ PRO KRBY A KRBOVÁ KAMNA

Datum dosažení výsledku: 30. 9. 2025

Datum zhotovení zprávy: 20. 1. 2026

Typ výstupu: Gprot – Prototyp

Autoři: Ing. Martin Lisý, Ph.D., VUT v Brně
Ing. David Jecha, Ph.D., VUT v Brně
Ing. Jiří Roun, Hoxter, a.s.
Ing. Martin Makovec, Hoxter, a.s.
Ing. Luboš Bartoň, Hoxter, a.s.

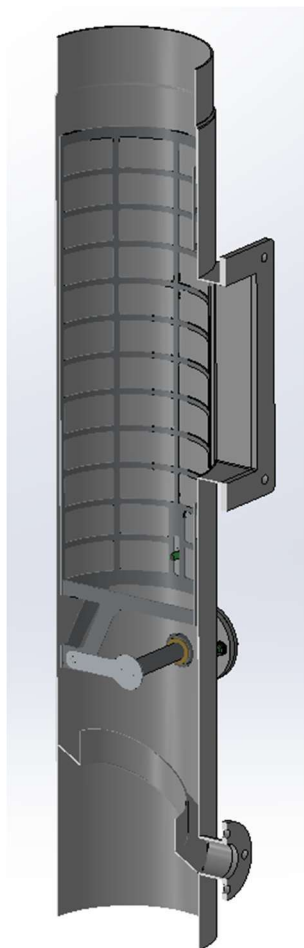
Identifikační číslo výstupu: TS01020150-V1

Vazba na projekt: TS01020150: Bezemisní krbová vložka s kompaktním odlučovačem

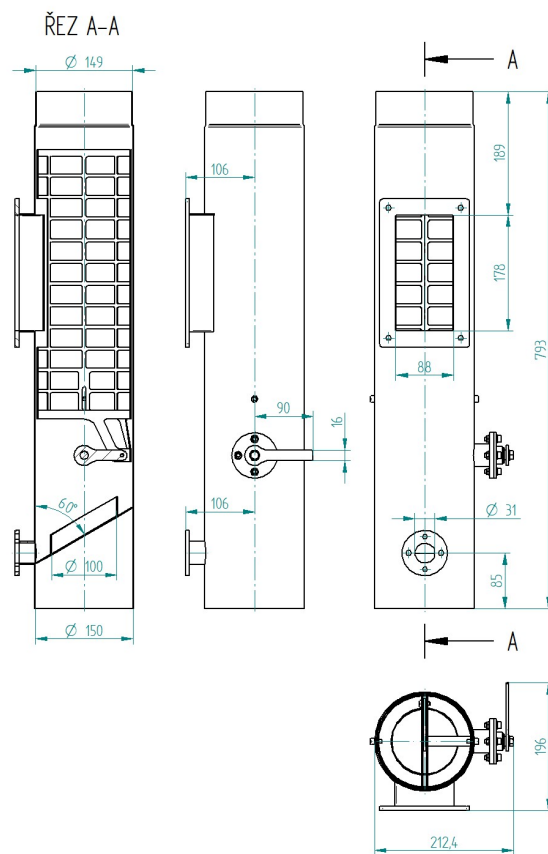
POPIS ZAŘÍZENÍ

Výstupem projektu TS01020150 je funkční prototyp elektrostatického odlučovače tuhých znečišťujících látek (ESP) určený pro krbová kamna a krbové vložky spalující dřevní paliva. Prototyp představuje kompaktní zařízení integrovatelné přímo do spalínové cesty topidla a je navržen s ohledem na provozní podmínky krbových kamen a krbových vložek. Účelem prototypu je aktivní snížení emisí tuhých znečišťujících látek ve spalínách, zejména jemných částic frakce PM_{2.5}, při zachování nízké tlakové ztráty a minimálního elektrického příkonu.

Elektrostatický odlučovač je koncipován jako trubkový odlučovač typu drát–trubka, kde sběrnou elektrodu tvoří vnitřní povrch kovového kouřovodu a nabíjecí elektroda je umístěna koaxiálně v jeho ose. Tento konstrukční princip umožňuje efektivní odlučování prachových částic při zachování jednoduchého, robustního a výrobně realizovatelného řešení vhodného pro integraci do krbových zařízení. Sběrná elektroda je tvořena vodivou stěnou kouřovodu, která je trvale uzemněna a současně plní funkci konstrukční části spalínové cesty. Na jejím povrchu dochází k zachycení nabitých částic a tvorbě vrstvy usazenin, která je odstraňována v rámci provozního čištění zařízení.



Obr. 1 Řez modelem elektrostatického odlučovače pro krbová kamna



Obr. 2 Zjednodušená výkresová dokumentace d150 mm ESP odlučovače

Nabíjecí elektroda je tvořena centrálně uloženým kovovým prvkem z materiálu odolného vůči vysokým teplotám a chemickému složení spalin. Geometrie elektrody je navržena s cílem dosažení stabilního záporného korónového výboje při relativně nízkých hodnotách vysokého napětí, čímž je zajištěno účinné nabíjení částic při omezení rizika vzniku jiskrových výbojů. Elektroda je mechanicky uchycena pomocí vysokonapěťového keramického izolátoru, který zajišťuje elektrické oddělení elektrody od kostry zařízení a současně odolává provozním teplotám spalin, které mohou v extrémních stavech dosahovat několika stovek stupňů Celsia. Tvar izolátoru je řešen s důrazem na zvýšení povrchové izolační dráhy a omezení svodů způsobených usazenými sazími.

Prototyp elektrostatického odlučovače byl navržen a realizován ve více geometrických variantách, které se liší vnitřním průměrem odlučovací části. Tyto varianty odpovídají běžně používaným průměrům kouřovodů u krbových kamen a vložek a umožňují přizpůsobení odlučovače různým výkonovým třídám topidel. Konkrétně byly navrženy varianty s vnitřními průměry přibližně 150 mm a 200 mm, které odpovídají krbovým zařízením s rozdílným jmenovitým tepelným výkonem a objemovým průtokem spalin. Volba rozdílných průměrů umožňuje optimalizovat intenzitu elektrického pole, dobu setrvání spalin v odlučovací části a velikost aktivní sběrné plochy v závislosti na výkonu konkrétního topidla. Tím je zajištěno, že elektrostatický odlučovač dosahuje požadované odlučovací účinnosti v širokém rozsahu provozních režimů bez nutnosti nadměrného zvyšování délky odlučovací části nebo elektrického příkonu.

Napájení nabíjecí elektrody je zajištěno zdrojem stejnosměrného vysokého napětí se zápornou polaritou, jehož koncepce odpovídá řešením používaným u moderních elektrostatických odlučovačů pro malé spalovací zdroje. Zdroj poskytuje výstupní napětí v řádu jednotek až desítek kilovoltů při proudovém omezení na úrovni jednotek miliampér, čímž je zajištěna elektrická bezpečnost zařízení i jeho dlouhodobá provozní stabilita. Součástí zdroje jsou ochranné a řídicí prvky, které zajišťují omezení proudu, ochranu proti zkratu a stabilní chod zařízení v proměnných provozních podmínkách krbových kamen.

Vysoké napětí je přivedeno k nabíjecí elektrodě pomocí vysokonapěťového kabelu s vícenásobnou izolací, který je mechanicky chráněn a veden odděleně od ostatních elektrických částí zařízení. Veškeré vodivé části odlučovače, s výjimkou samotné nabíjecí elektrody, jsou uzemněny a zahrnuty do ochranného pospojování, čímž je zajištěna vysoká úroveň elektrické bezpečnosti při provozu i údržbě zařízení.

Prototyp elektrostatického odlučovače je navržen pro automatický provoz v návaznosti na chod krbových kamen a umožňuje aktivaci při dosažení provozní teploty spalin. Díky nízkému elektrickému příkonu a zanedbatelné tlakové ztrátě spalinové cesty nepředstavuje zařízení významné energetické ani provozní zatížení topidla. Výstup projektu tak představuje plně funkční prototyp elektrostatického odlučovače připravený pro další optimalizaci, dlouhodobé provozní testování a následnou integraci do bezemisních krbových kamen a krbových vložek určených pro sériovou výrobu.



Obr. 3 Fotografie – elektrostatický odlučovač pro krby a krbová kamna

Výsledky čtyř ověřovacích měření jsou zobrazeny v Tab. 1.

Tab. 1 Provozní parametry finálního provedení ESP				
měření	tepelný výkon vložky kW	napětí kV	teplota spalin °C	koncentrace TZL mg/m³
1	11,9	30	275	6,8
2	10,9	30	264	3,7
3	11,8	30	288	4,5
4	12,1	30	291	9,8

Výše popsané vlastnosti prototypu byly zdárně ověřeny testováním na zkušebnách a tento prototyp je plně funkční.

UMÍSTĚNÍ

Vysoké učení technické v Brně,
 Fakulta strojního Inženýrství,
 Technická 2896/2, 616 69 Brno