PROWELD spol. s. r.o. Rajčianska 26, 821 07 Bratislava

TECHNICKÁ SPRÁVA

Zák. číslo : 01-00/2026

Stavba : **OSADENIE PARNÉHO KOTLA V KOTOLNI ISTERMEAT A.S. S VYUŽITÍM ODPADOVÉHO TEPLA NA ZNÍŽENIE ENERGETICKEJ NÁROČNOSTI VÝROBY PARY**

Časť : Strojná časť

Objednávateľ: **ISTERMEAT a.s. Povodská cesta č.14, Dunajská Streda**

Vypracoval: Ing. Július Kováč

Príloha č.: 1

Súprava č. :

Bratislava 05.2026

Predmetom projektu je návrh inštalácie nového parného kotla v stávajúcej parnej kotolni pre navýšenie výroby pary.
Kotolňa sa nachádza v samostatnej miestnosti vo výrobnej hale v areáli ISTERMEAT a.s.
V kotolni bude inštalovaný nový parný kotol s menovitým parným výkonom 3,2t/hod, napájacia nádoba, napájacie čerpadlá, a aj nová úpravňa vody, a expanzný a chladiaci modul.

Stávajúci stav

V súčasnosti v kotolni sú osadené dva samostatné vyvíjače pary s menovitým parným výkonom po 1,8t/hod, so samostatnými úpravňami vody, napájacími nádobami a napájacími čerpadlami. Stredotlaká para o tlaku 0,7MPa. je privádzaná do spoločného rozdeľovača, z ktorého sú pripojené jednotlivé spotrebiče vo výrobnej hale.
Zemný plyn je privádzaný do horákov vyvíjačov pary zo samostatných regulačných staníc pre každý vyvíjač. Regulačné stanice plynu sa nachádzajú pri kotolni. Spaliny sú odvádzané do samostatných komínov z nehrdzavejúceho materiálu.
Odpadová voda z vyvíjačov pary je odvádzaná do kanalizácie.

V kotolni je ohrievaná aj úžitková voda pre výrobnú halu pomocou dvojice plynových kotlov HOVAL UG 250D, s menovitým tepelným výkonom 228kW. Zemný plyn je privádzaný do kotlov z vonkajšej regulačnej stanice. Spaliny z kotlov sú odvádzané do samostatného komína.

Nový stav

Pre zabezpečenie zvýšených nárokov na odber pary pre výrobnú halu v kotolni bude osadený nový stredotlaký parný kotol, a technologické zariadenia na zabezpečenie úspornej a bezpečnej prevádzky kotla.
Nové zariadenia na využitie odpadového tepla z kotla znižujú energetickú náročnosť výroby pary, čím bude dosiahnuté zníženie spotreby zemného plynu a aj emisie z komína, a zníženie spotreby upravenej vody na vychladenie odpadovej vody z parného kotla.

Tepelná bilancia

Celkový tepelný výkon kotolne bude:

Stávajúca dvojica kotlov HOVAL UG 250D :	228 kW
Stávajúce vyvíjače pary 2x CERTUS 1800, 2x1206 kW	2412 kW
Nový kotol BOSCH UNIVERSAL CSB: 3,2 t/hod	2183 kW
Celkový inštalovaný tepelný výkon	4 823 kW

Celková spotreba zemného plynu:

Stávajúca dvojica kotlov HOVAL UG 250D :	23,9 m3/hod
Stávajúce vyvíjače pary 2x CERTUS 1800, 2x130,9	261,8 m3/hod
Nový kotol BOSCH UNIVERSAL CSB: 3,2 t/hod	211 m3/hod
Spolu celkom	496,7 m3/hod

Základné parametre nových zariadení

Kotol BOSCH UNIVERSAL CSB: 3,2 t/hod, 2183 kW, tlak sýtej pary 8bar, teplota 170,4°C

Tlak zemného plynu na vstupe do regulačného radu	220 kPa
Prevádzkový tlak pary	0,7MPa (7bar)
Otvárací tlak poistného ventilu kotla	1,0 MPa (10bar)
Kondenzačný výmenník tepla spalín (ekonomizér) :	136 kW,
Napájacia nádoba	
Prevádzkový pretlak v napájacej nádobe	0,03MPa (0,3bar)
Otvárací pretlak poistného ventilu napájacej nádoby	0,05 MPa (0,5bar)
Teplota napájacej vody v nádobe	103°C
Tlak napájacej vody pred nádobou	1 bar

Menovité tlaky zariadení a armatúr: PN16/PN25/PN40

Nový stav

Nový kotol bude dodaný s integrovaným ekonomizérom a s potrebným príslušenstvom pre zabezpečenie j prevádzky. Kotol bude uložený na nový betónový základ.

Kotol bude dodaný s plynovým horákom Weishaupt s modulovanou reguláciou výkonu a s kompletným plynovým radom.

Otvárací tlak poistného ventilu kotla bude 10bar (1,0MPa). Odfukové potrubie z poistného ventilu kotla bude vyvedené do vonkajšieho priestoru, podobne aj potrubie na odvzdušnenie kotla.

Para z kotla bude privádzaná do stávajúceho rozdeľovača pary. V parnom potrubí bude namontovaný uzatvárací ventil s elektrickým servopohonom a merač na meranie množstva vyrobenej pary.

Zemný plyn bude privádzaný do plynového radu kotla z vonkajšieho plynovodu. V prípojke bude namontovaný nový hlavný uzáver kotolne a bezpečnostná armatúra. (pozri časť plynoinštalácia.

Kotol bude vybavený automatickým odkalovaním a odlúhovaním. Odlúhovací ventil bude ovládaný elektrickým servopohonom. Membránový odkalovací ventil bude ovládaný stlačeným vzduchom, ktorý zabezpečí malý kompresor.
Prepad z odlúhovacieho a odkalovacieho ventilu bude odvádzaný do expanzného modulu a chladiaceho modulu. Vychladená voda bude privádzaná do kanalizácie kotolne.
V podlahe kotolne budú vyhotovené nové žľaby zakryté ryhovaným plechom na uloženie nových kanalizačných rúr a spojovacích potrubí.

Odobraté vzorky z kotlovej vody budú privádzané do chladiča vzoriek potrubím DN10 z nehrdzavejúcej ocele.

Napájacia nádoba o obsahu 2 500l s termickým odplynením prídavnej upravenej vody bude dodaná v blokovom prevedení a bude uložená na nový betónový základ.
Príslušenstvo nádoby: bezpečnostná armatúra, regulačný ventil na reguláciu ohrevu napájacej nádoby, chladič vzoriek, armatúra na zavzdušnenie, stavoznak.
Nádoba bude zabezpečená poistným ventilom s otváracím pretlakom 0,5bar (50kPa).
Prepad z napájacej nádoby a z chladiča vzoriek bude privádzaný do chladiaceho modulu a z neho po vychladení do areálovej kanalizácie.
Odfukové potrubie z poistného ventilu nádoby bude vyvedené do voľného priestoru cez obvodový plášť.

Ohriatá a odplynená napájacia voda bude prečerpávaná do kotla dvojicou čerpadiel, z ktorých jedno bude rezervné. Napájacie čerpadlá GRUNDFOS budú uložené pri napájacej nádobe na betónovom základe. Pred čerpadlami budú namontované uzatváracie armatúry a filtre, za čerpadlami spätné klapky a uzatváracie armatúry. Chod čerpadiel bude ovládaný frekvenčným meničom. Chod čerpadiel bude blokovaný od minimálnej hladiny v nádobe.

Expanzný a chladiaci modul
Na vychladenie odpadových vôd z kotla, napájacej nádoby a spalinového výmenníka bude slúžiť expanzný a chladiaci modul. Z modulu odpadové vody po vychladení na menej ako 30°C budú odvádzané do kanalizácie.

Kondenzačný ekonomizér
V kondenzačnom spalinovom výmenníku tepla privádzaná upravená voda bude ohrievaná z 10°C na 55°C. Z ekonomizéra ohriata voda pokračuje do oplyňovača napájacej nádoby.
Vzniknutý kondenzát zo spalinového výmenníka a komína bude odvádzaný do neutralizačného boxu, a z neho do kanalizácie, podobne aj prepad z poistného ventilu spalinového výmenníka, ako aj z odvzdušnenia a odvodnenia spalinového výmenníka.
Ekonomizér bude uložený na novú oceľovú nosnú konštrukciu.

Úpravňa vody
Privádzaná studničná voda z areálového vodovodu bude upravená pomocou zmäkčovacích filtrov ERWSK 2000, s celkovou kapacitou 3600 l/hod.

<u>Rozvodné potrubia</u>

Parné potrubia - budú pospájané z oceľových bezošvých rúr.

Potrubia na odvodnenie a odkalenie pod tlakom - z oceľových bezošvých rúr
Potrubia na odvodnenie a odkalenia samospádom do +50°C - z plastových rúr PN16

Odvod kondenzátu zo spalinového výmenníka tepla a rúra na odber vzoriek - z nerezových rúr

Rozvodné potrubia budú zavesené na stropné závesy alebo uložené na konzoly a podpery v žľabe v podlahe. Spád potrubí bude 3‰.

Tepelné izolácie

Rozvodné potrubia pary a napájacej vody budú izolované rohožami z minerálnej plsti, ich povrch bude upravený hliníkovým plechom.

Hrúbka tepelných izolácií parných rozvodov:
do: DN50 – 50 mm
DN100 – 80 mm

Hrúbka tepelných izolácií rozvodov ohriatej napájacej vody do DN32 – 30 mm

Komín

Spaliny z kotla budú odvádzané do nového komína z trojvrstvových tepelne izolovaných dielov z nehrdzavejúceho materiálu.
Priemer nových komínových dielov medzi kotlom a kondenzačným spalinovým výmenníkom bude DN400.
Priemer komínových dielov za kondenzačným výmenníkom bude DN500. Nové komínové diely v kotolni budú zavesené na stropné závesy. Vonku komín bude uložený na stenovú konzolu, a komínové diely budú pripevnené na obvodový plášť budovy stenovými držiakmi. Komín bude ukončený ukončovacím dielom 1,5m nad atikou budovy.
Komín z kotolne bude vychádzať cez stávajúci okenný otvor po odstránení okenného krídla. Po montáži komína otvor bude zakrytý hliníkovým plechom.

Podľa požiadavky výrobcu kotla tlaková strata spalín v komíne môže byť max. 1,5mbar.
Kontrolný výpočet komína je priložený v prílohe.

Nátery
Rozvodné potrubia z uhlíkovej ocele po montáži a tlakovej skúške sa natrú syntetickými nátermi dvojnásobne.
Farebné označenie potrubí:
- rozvod plynu: žltá farba
- ostatné: šedá farba

Vetranie kotolne
Kotolňa je v zmysle STN EN 070703 I. kategórie.
V kotolni bude zabezpečená výmena vzduchu 6x/hod.
Prívod vzduchu na vetranie a spaľovanie bude zabezpečený dvomi ventilátormi, ktoré budú namontované do stávajúcich vetracích otvorov.
Vetrací vzduch bude odvádzaný cez stávajúci okenný otvor, ktorý po odstránení okenného krídla bude opatrený protidažďovou žalúziou so sieťkou proti hmyzu.
Kotolňa bude zabezpečená v prípade úniku plynu bezpečnostným uzáverom plynu. Na havarijné vetranie budú využité v zmysle čl. 6, STN 070703 vstupná vráta a okná.
Kontrolný výpočet vetrania je v prílohe.

Prevádzka kotolne v zimnom období
V zimnom období je potrebné zabezpečiť protimrazovú ochranu kotla a napájacej nádoby v prípade odstávky výroby. Pri poklese teploty v priestore pod +5°C kotol a napájacia nádoba budú udržované v teplom stave.
Na tento účel je možné využiť kotlovú automatiku na udržovanie kotla v pohotovostnom stave.

Zabezpečenie kotolne proti havarijným stavom

Havarijné stavy - kotol odstavený z prevádzky

- Zvýšená koncentrácia metánu a CO v kotolni – Bezpečnostný uzáver plynu v prípojke plynu (pozri plynoinštalácia)
- Teplota v kotolni +40°C
- Zaplavenie kotolne
- Pri vstupe do kotolne bude namontované havarijné tlačítko (stoptlačítko) na odstavenie horáka (stávajúce vyvíjače pary majú samostatné havarijné tlačítka pri vstupe do kotolne)

Zabezpečenie prevádzky, zariadenia na kontrolu stavu parného kotla a napájacej nádoby s odplyňovačom je súčasťou dodávky BOSCH (poistné a regulačné armatúry a zariadenia BOSCH).

Obsluha kotolne a bezpečnosť práce

Nové zariadenia v kotolni sú navrhnutá v zmysle príslušných noriem a vyhlášok. Obsluha kotolne bude zabezpečená v zmysle vyhl. SÚBP osobami s oprávnením na obsluhu vyhradených technických zariadení, ktorí ovládajú prevádzkový poriadok kotolne. Obsluha bude vykonávať len nastavovanie a kontrolu funkcie zriadení, bežnú údržbu a drobné opravy. Pri rozsiahlejších opravách, hlavne pri zásahoch do elektrickej alebo tlakovej časti zariadení, musia byť prítomní min. dvaja, z ktorých min. jeden má oprávnenie na vykonávanie potrebných opráv.

Skúšky

Po montáži a tlakových skúškach potrubných úsekov bude vykonaná vykurovacia skúška v trvaní 72h.
Tlakové skúšky budú vykonané v zmysle vyhlášky pre skúšobný tlak Pt=1,43pd

Technické zariadenia tlakové**:**
(vyhl. 508/2009 z.z., Vyhl. 1/2016z.z.)

A.a. Parný kotol BOSCH CSB 3,2t/h,	1ks
A.a. Napájacia nádoba s odplyňovačom 2500l, prevádzková teplota 103°C,	1ks
B.f, Poistný ventil: PV20/16, otvárací tlak 0,6MPa (6bar) (dodávka BOSH)	1ks
B.f, Poistný ventil: PV40/16, otvárací tlak 1,0MPa (10bar) (dodávka BOSH)	1ks
B.f, Poistný ventil: PV50/16, otvárací pretlak 0,05MPa (0,5bar) (dodávka BOSH)	1ks

Prílohy:

1. Výpočet komína podľa STN 734212

Účinná výška komína hu =11,7 m
Celková dĺžka komínovej rúry DN400=1,9m, DN500=14,2M
Príkon kotla P = 2183 kW
Dovolený komínový aerodynamický odpor: 150 Pa, (1,5mbar)
Teplota spalín za kondenzačným výmenníkom t_{vsp} = 55˚C
Teplota spalín za kotlom t_{vsp} = 124˚C
Účinnosť kotla 101,9 % (včítane kondenzácie spalín v kondenzačnom výmenníku pri dolnej výhrevnosti plynu)
Hmotnostný tok spalín G_{sp}= 3116 kg.h^{-1}
Objemový prietok vlhkých spalín Vh=2510 m^3.h^{-1}

Návrh komína podľa normy STN 734212 - Výpočet komínového prieduchu pre spotrebiče na plynné palivá.

Komínové diely DN400

Súčiniteľ charakterizujúci tepelno-technické vlastnosti komína

$$a = \frac{\mathrm{kPo}}{\mathrm{Gsp.cp}} = \frac{1{,}28.(\pi.0{,}4.1{,}95)}{3116\,.0{,}25} = 0{,}04$$

$$\left(1 - \frac{e^a - 1}{a.e^a}\right) = 0{,}038$$

Stredná teplota spalín pri teplote vzduchu +30 °C

$$ts = \mathrm{tvsp} - \left(1 - \frac{e^a - 1}{a.e^a}\right).(tvsp - tv) = 124 - 0{,}038(124 - 30) = 120{,}4°C$$

Stredná rýchlosť prúdenia

$$vs = \frac{\mathrm{Vh}.(273 + ts)}{3600.273.\mathrm{S}} = \frac{2510(273 + 124)}{3600.273\frac{\pi.0{,}4^2}{4}} = 8{,}06\mathrm{m/s}$$

Ťahová strata zmenou smeru prúdu

$$ho = \mathrm{vsp}\frac{vs^2}{2.\mathrm{g}}.\frac{273}{273 + \mathrm{ts}}.\frac{b}{760}.\xi o.10 = 1{,}28\frac{8{,}06^2}{2.\mathrm{g}}.\frac{273}{273 + 120{,}4}.\frac{735}{760}.0{,}5.10 = 14{,}2Pa$$

$$\xi o = 1x0{,}5 = 0{,}5$$

Ťahová strata trením

$$\xi t = \mathrm{L}\frac{\mathrm{O}}{\mathrm{F}}.\rho = L\frac{\pi\mathrm{D}}{\pi\frac{D^2}{4}}.\rho = 1{,}25\frac{\pi.0{,}4}{\pi\frac{0{,}4^2}{4}}.0{,}01 = 0{,}125$$

$$ht = \text{vsp}\frac{vs^2}{2.\text{g}}.\frac{273}{273+\text{ts}}.\frac{b}{760}.\xi t, 10 = 1{,}28\frac{8{,}58^2}{2.\text{g}}.\frac{273}{273+120{,}4}.\frac{735}{760}.0{,}125.10 = 3{,}55Pa$$

Spolu ťahová strata komínových dielov DN400 14,2+3,55=17,55Pa

Komínové diely DN500

Súčiniteľ charakterizujúci tepelno-technické vlastnosti komína

$$a = \frac{\text{kPo}}{\text{Gsp.cp}} = \frac{1{,}28.(\pi.0{,}5.14{,}2)}{3116\,.0{,}25} = 0{,}037$$

$$\left(1-\frac{e^a-1}{a.e^a}\right) = 0{,}04$$

Stredná teplota spalín pri teplote vzduchu +30 °C

$$ts = \text{tvsp} - \left(1-\frac{e^a-1}{a.e^a}\right).(tvsp-tv) = 55 - 0{,}04(55-30) = 54°C$$

Statický ťah komína

$$hs = \text{hu}.\frac{b}{760}\left(\frac{273}{273+tv}.\gamma v - \gamma sp\frac{273}{273+ts}\right).10 =$$

$$= 11{,}4.\frac{735}{760}\left(\frac{273}{273+30}.1{,}162 - 1{,}28\frac{273}{273+55}\right).10 = -0{,}02Pa$$

Stredná rýchlosť prúdenia

$$vs = \frac{\text{Vh}.(273+ts)}{3600.273.\text{S}} = \frac{2510(273+54)}{3600.273\frac{\pi.0{,}5^2}{4}} = 4{,}25\text{m/s}$$

Ťahová strata výtokovou rýchlosťou - rozšírenie

$$hv = \text{vsp}\frac{vs^2}{2.\text{g}}.\frac{273}{273+\text{ts}}.\frac{b}{760}.\xi v.10 = 1{,}28\frac{4{,}25^2}{2.\text{g}}.\frac{273}{273+54}.\frac{735}{760}.1.10 = 9{,}51Pa$$

Ťahová strata zmenou smeru prúdu

$$ho = \text{vsp}\frac{vs^2}{2.\text{g}}.\frac{273}{273+\text{ts}}.\frac{b}{760}.\xi o.10 = 1{,}28\frac{8{,}58^2}{2.\text{g}}.\frac{273}{273+63{,}43}.\frac{735}{760}.1{,}1.10 = 10{,}46Pa$$

$$\xi o = 1x0{,}5 + \ 3x0{,}2 = 1{,}1$$

Ťahová strata trením

$$\xi t = \text{L}\frac{\text{O}}{\text{F}}.\rho = L\frac{\pi\text{D}}{\pi\frac{D^2}{4}}.\rho = 12{,}5\frac{\pi.0{,}5}{\pi\frac{0{,}5^2}{4}}.0{,}01 = 1{,}00$$

$$ht = \text{vsp}\frac{vs^2}{2.\text{g}}.\frac{273}{273+\text{ts}}.\frac{b}{760}.\xi t = 1{,}28\frac{3{,}92^2}{2.\text{g}}.\frac{273}{273+63{,}92}.\frac{735}{760}.1{,}00.10 = 9{,}51Pa$$

Strata spalinovej cesty DN500

$h_t=h_v+h_o+h_t=9{,}51+10{,}46+9{,}51=29{,}48$Pa

Strata spalinovej cesty DN400

ht = 14,2+3,55= 17,75Pa

Celková strata: Ht= 29,48+17,75 = 47,23Pa < 150Pa

2. Vetranie - kontrolný výpočet

Vetranie kotolne bude pretlakové.

Celkový tepelný výkon kotolne bude:	
Stávajúca dvojica kotlov HOVAL UG 250D :	228 kW
Stávajúce vyvíjače pary 2x CERTUS 1800, 2x1206 kW	2412 kW
Nový kotol BOSCH UNIVERSAL CSB: 3,2 t/hod	2183 kW
Celkový inštalovaný tepelný výkon	4 823 kW

Celková spotreba zemného plynu:	
Stávajúca dvojica kotlov HOVAL UG 250D :	23,9 m3/hod
Stávajúce vyvíjače pary 2x CERTUS 1800, 2x130,9	261,8 m3/hod
Nový kotol BOSCH UNIVERSAL CSB: 3,2 t/hod	211 m3/hod
Spolu celkom	496,7 m3/hod

Objem kotolne: V=825,4m^3
Výmena vzduchu 6x/hod: Vv=6x825= 4952 m^3/h, Vv=1,37m^3.s^{-1}

Množstvo spaľovacieho vzduchu pri prebytku vzduchu n = 1,1
$Vs = n \times B \times Lmin \times 1{,}11 = 1{,}1 \times 496 \times 8{,}75 \times 1{,}1 = 5251\text{m3/h}$ Vs=1,45m^3.s^{-1}

Množstvo vzduchu na spaľovanie a vetranie spolu: Vcelk = 1,37+ 1,45= 2,83 m^3/h

Prívodné otvory vzduchu 2xD500mm

Tlaková strata v prívodnom otvore :

$$c = \frac{0{,}5.\,\text{Vcelk}}{\text{So}} = \frac{1{,}4}{0{,}196} = 7{,}1 m/s$$

$$\Delta Pp = \frac{c^2}{2}\rho i\left(\frac{1}{\mu^2}\right) = \frac{7{,}1^2}{2}1{,}198\left(\frac{1}{0{,}65^2}\right) = 72Pa$$

Otvor na odvod vzduchu: So=1m^2

$$c = \frac{\text{Vv}}{\text{So}} = \frac{1{,}37}{1} = 1{,}37 m/s$$

$$\Delta Po = \frac{c^2}{2}\rho i\left(\frac{1}{\mu^2}\right) = \frac{1{,}37^2}{2}1{,}198\left(\frac{1}{0{,}65^2}\right) = 2{,}66Pa$$

Celková tlaková strata: $\Delta Pc = 72$+2,66=74,66Pa

Vetranie bude zabezpečené : 2xventilátor OVK 4D 500, s prietokom vzduchu prietok pri tlakovej strate 75Pa po 1,53 m^3/hod, spolu 3,06 m^3/hod