**1.6.1. ПРОРАЧУНИ**

**6.1 Састав и карактеристике природног гаса**

|  |  |
| --- | --- |
| Хемијски састав | CH4=85,56%  C2H6=2,37%  C3H8=3,60%  C4H10=5,23%  N2=1,40%  CO2=1,81%  O2=0,03%  Σ=100,00% |
| Доња топлотна моћ | Hd=33300 kJ/Nm3 |
| Густина гаса (стандардни услови) | ρ=0,72 kg/m3  (p=1 bar, T=15°C) |
| Релативна густина гаса према ваздуху | ρ=0,72 kg/m3 |
| Релативна специфична густина гаса (према ваздуху) | 0,64 |
| Просечна вредност границе запаљивости у ваздуху (запремински vol%) | 4-16 |
| Максимална брзина паљења | 0,35 m/s |
| Температура паљења у ваздуху | T=943 K |
| Температура сагоревања при коефицијенту вишка ваздуха λ=1 | T=2273 K |
| Моларна маса | М=16,6 kg/mol |
| Коефицијент адијабате | k=1,3 |

Волуметријски састав гаса који ће се транспортовати, може се разликовати од наведеног састава, али не у мери која може знатно да утиче на промену основних параметара.

Према стандардима SRPS EN ISO/IEC 80079-20 и SRPS EN IEC 60079-1 основне експлозионе карактеристика природног гаса су:

група гасова: II A

температурни разред: Т1

**6.2 Величине стања радног флуида, биланси и потрошња горива**

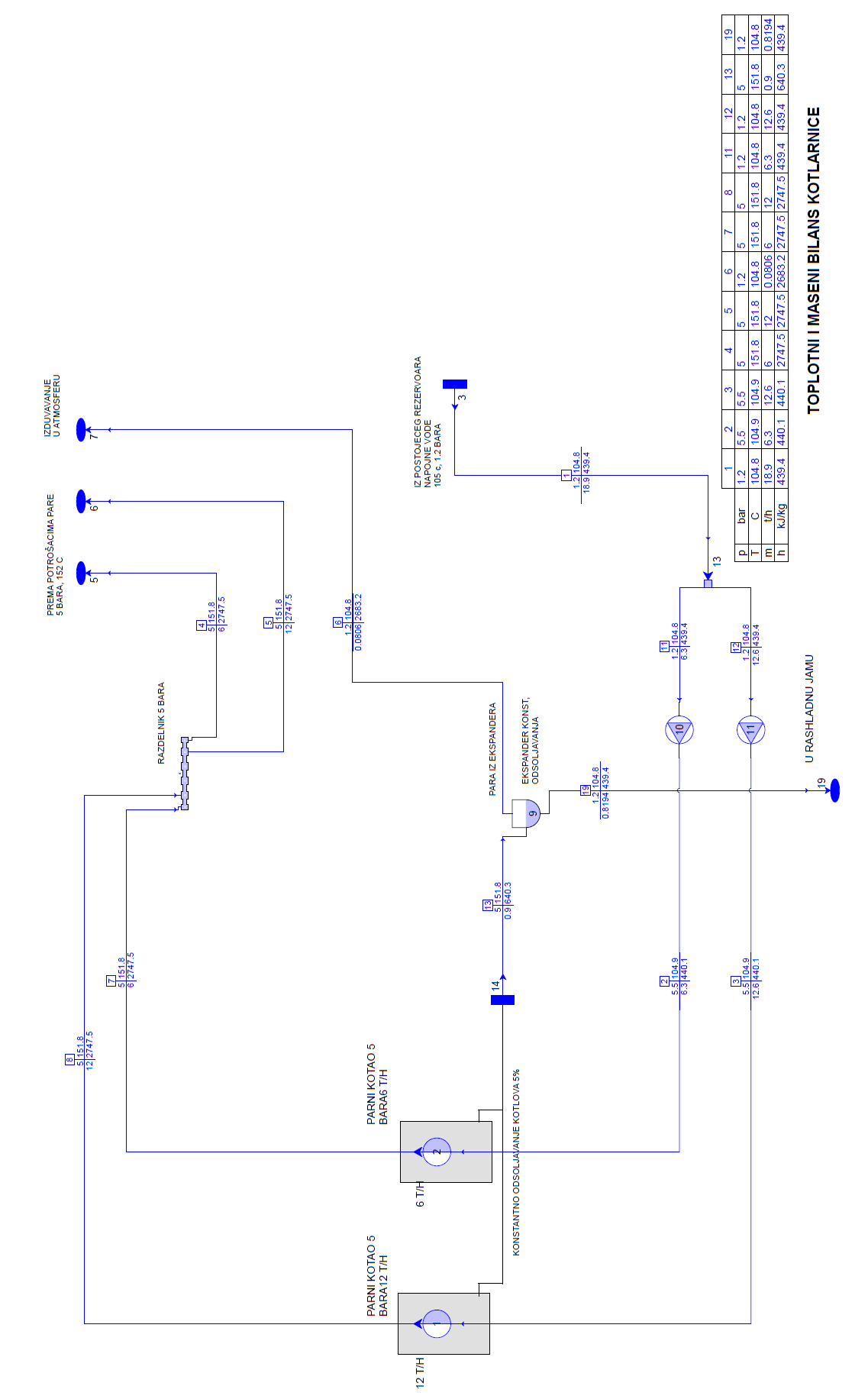
Бројеви линија цевовода дати су према ознакама на шеми топлотног и масеног биланса на следећој страни.

|  |
| --- |
|  |

**6.3 Топлотна снага котлова**

Топлотна снага котла 12 t/h износи:

Топлотна снага котла 6 t/h износи:



**6.3 Биланс експандера константног одсољавања котла**

При континуалном одсољавању вода из бубња се одводи у експанзиони суд константног одсољавања у коме је апсолутни притисак 1,5 bar. Отпарак из експандера одсољавања враћа се у постојећи дегазатор кроз прикључак на постојећем цевоводу паре за дегазацију, а кондензат се одводи у расхладну јаму.

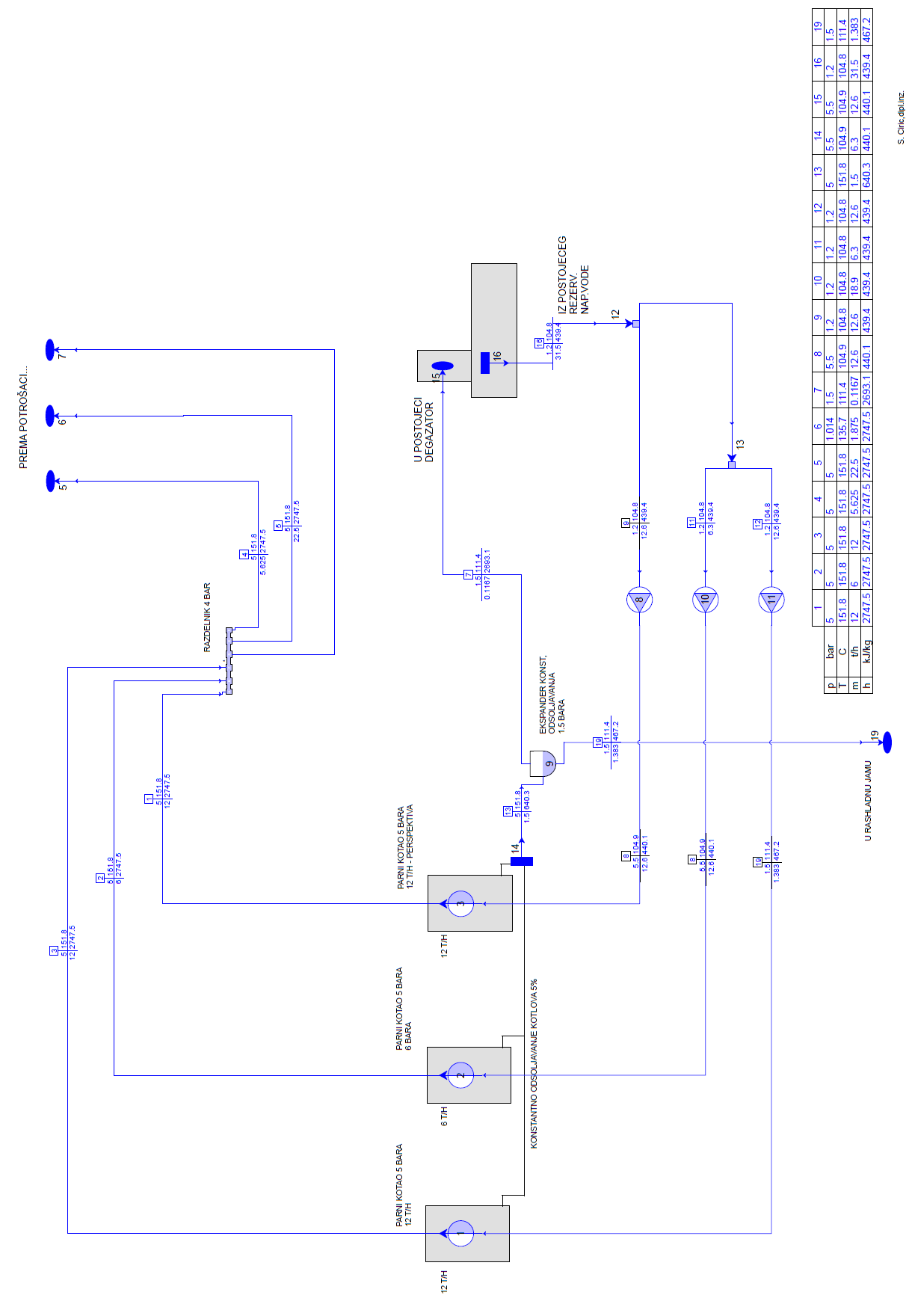
Количина воде која се одсољава је максимално 5% од максималне трајне продукције котла и износи:

* за котао 12 t/h 0,6 t/h
* за котао 6 t/h 0,3 t/h

Експандер константног одсољавања димензионише се за крајњу фазу односно за капацитет котларнице 30 t/h и максималну количину одсољавања 1,5 t/h.

Материјални и топлотни биланс експандера константног одсољавања дат је на следећој страни.

Експандер констаног одсољавања димензионише се за крајњу фазу изградње котларнице односно за номинални капацитет котларнице 2 х 12 + 6 h/h.



Потребна запремина парног простора се добија из образаца:

где су:

Gp = 117 kg/h,

v = 1,159 m3/kg за p = 1,5 bar,

R = 800 m3/(m3h) – усвојено запреминско оптерећење експандера

Укупна рачунска запремина експандера је:

Усвојен је отворени вертикални, цилиндрични експандер - посуда, израђена од челичног лима заварене конструкције, следећих техничких карактеристика:

* запремина 0,9 m3
* надпритисак 0,5 bar
* температура 152° С

Експандер одсољавања се испоручује комплет са свим потребним прикључцима и ослонцима. Изолован је минералном вуном дебљине δ = 80 mm и обложен Ал лимом дебљине δ = 0,8 mm.

**6.4 Потрошња горива и цевоводи за развод гаса**

За степен корисности котла η=0,945, карактеристике радног флуида и доњу топлотну моћ природног гаса 33300 kJ/Nm3, потрошња горива је:

Котао 12 t/h:

Котао 6 t/h:

Укупна потрошња горива у првој фази (12 t/h + 6 t/h) износи: 1320 Nm3/h.

Укупна потрошња горива у другој фази (прва фаза + котао 12 t/h) износи 2200 Nm3/h.

Горионици се испоручују са високопритисном гасном рампом. Притисак на улазу у котларницу се креће од 2,5 до 4 bar. Димензије цевовода за гас одређују се према радном притиску 2,5 bar.

За густину природног гаса ρ=2,41 kg/m3 на радним условима (2,5 bar и 10°С) и усвојену максималну брзину гаса од 15 m/s, дати су пречници гасовода у следећој табели:

Qn (Nm3/h) Qр (m3/h) Drac (mm) DN w (m/s)

- гасовод до котларнице 2200 657,8 124,6 150 9,17

- колектор гаса у котларници 2200 657,8 124,6 150 9,17

- огранак према котлу 12 t/h 880 263,1 78,8 80 13,6

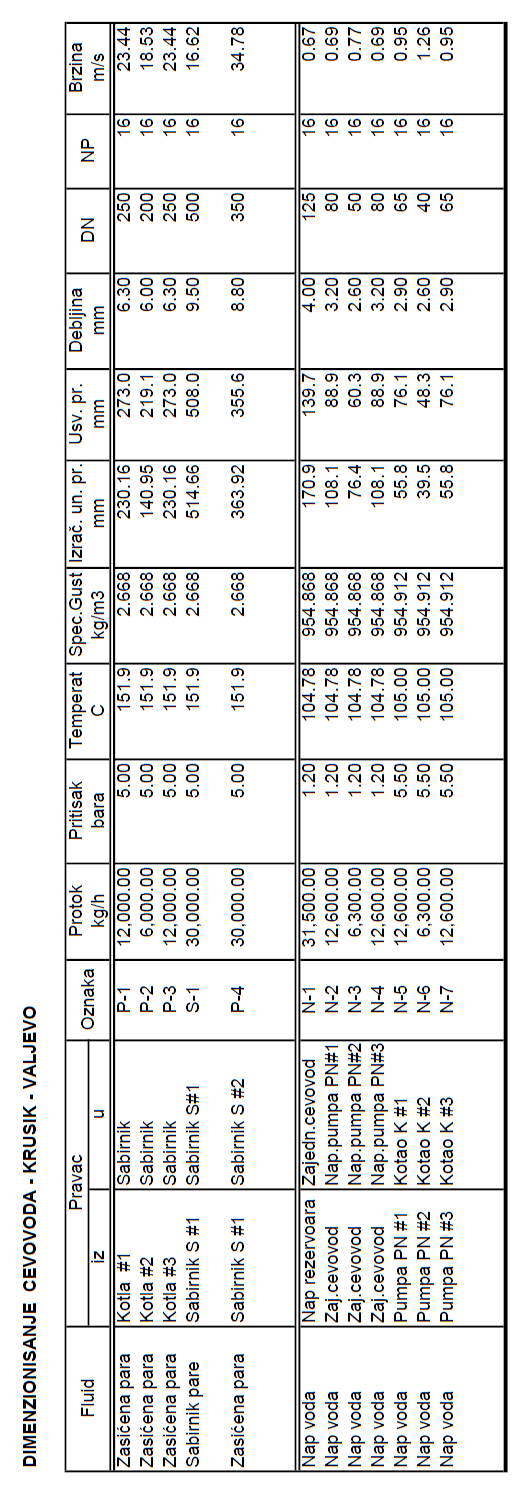
- огранак према котлу 6 t/h 440 131,5 55,7 65 9,42

**6.5 Цевоводи паре и кондензата**

Резултати димензионисања цевовода паре и воде дати су у табели на следећој страни.

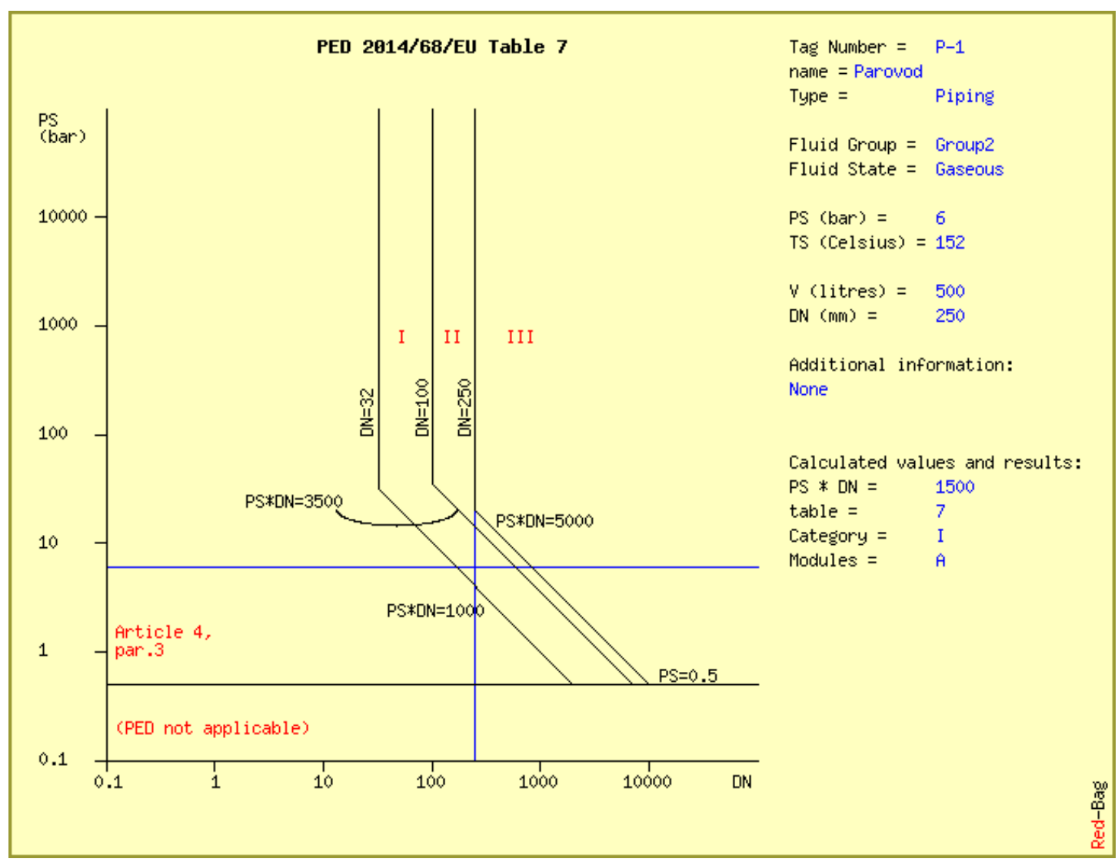
**6.6 Колектор паре**

За колектор паре дате су основне геометријске димензије. Прорачун чврстоће колектора паре, избор дебљине зида основног тела колектора, избор дебљине зида прикључака на колектору, избор и димензионисање евентуално потребних ојачања прикључака и детаљан цртеж колектора паре са елаборатом за именовано тело, даје испоручилац колектора.

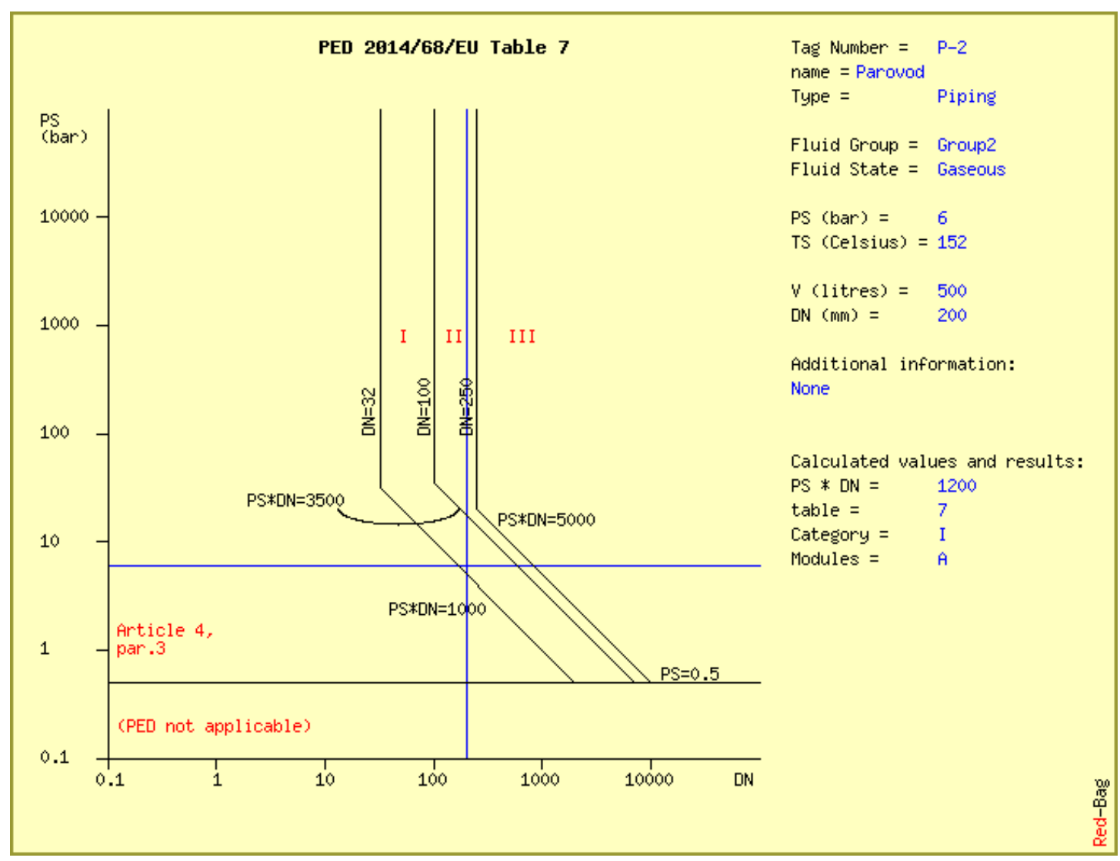


**6.6 КАТЕГОРИЈЕ И МОДУЛИ ЦЕВОВОДА ПАРЕ**

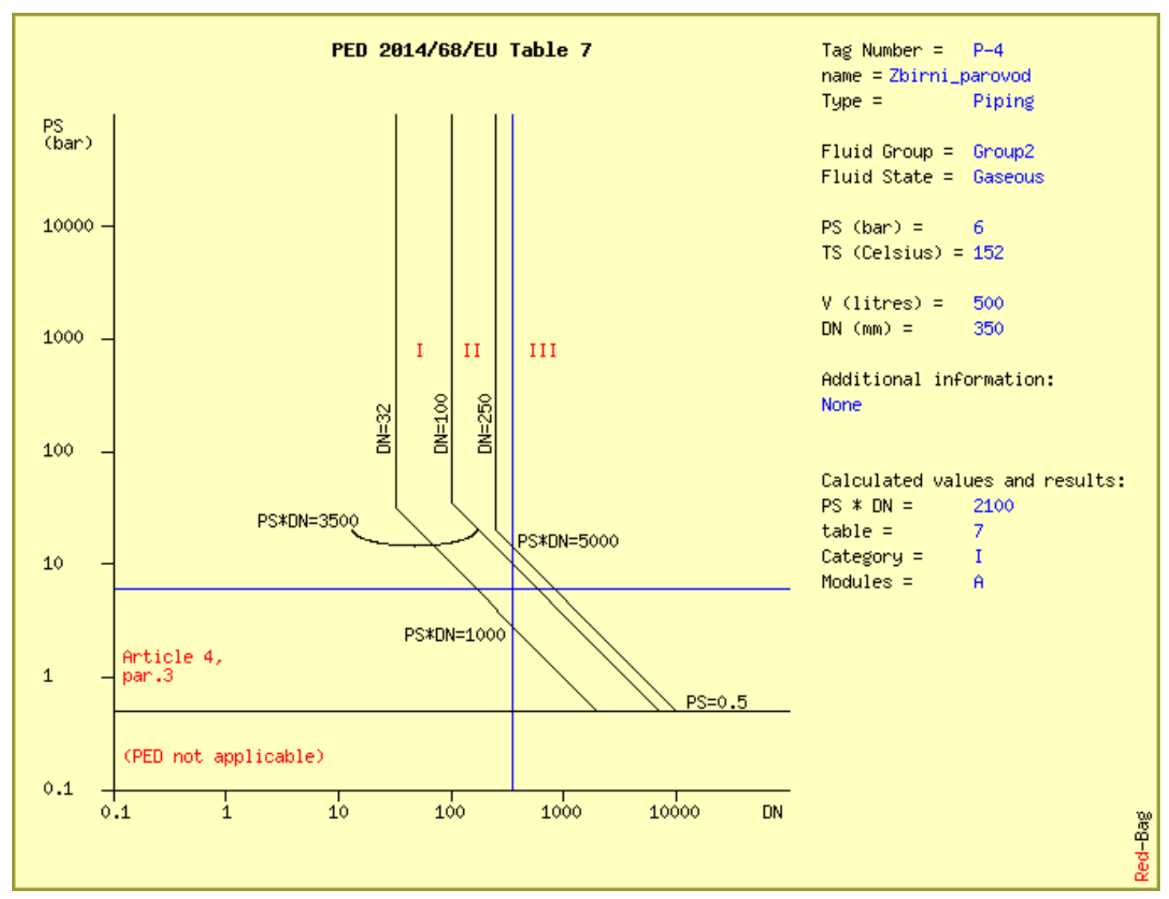
**Паровод DN250**



**Паровод DN200**

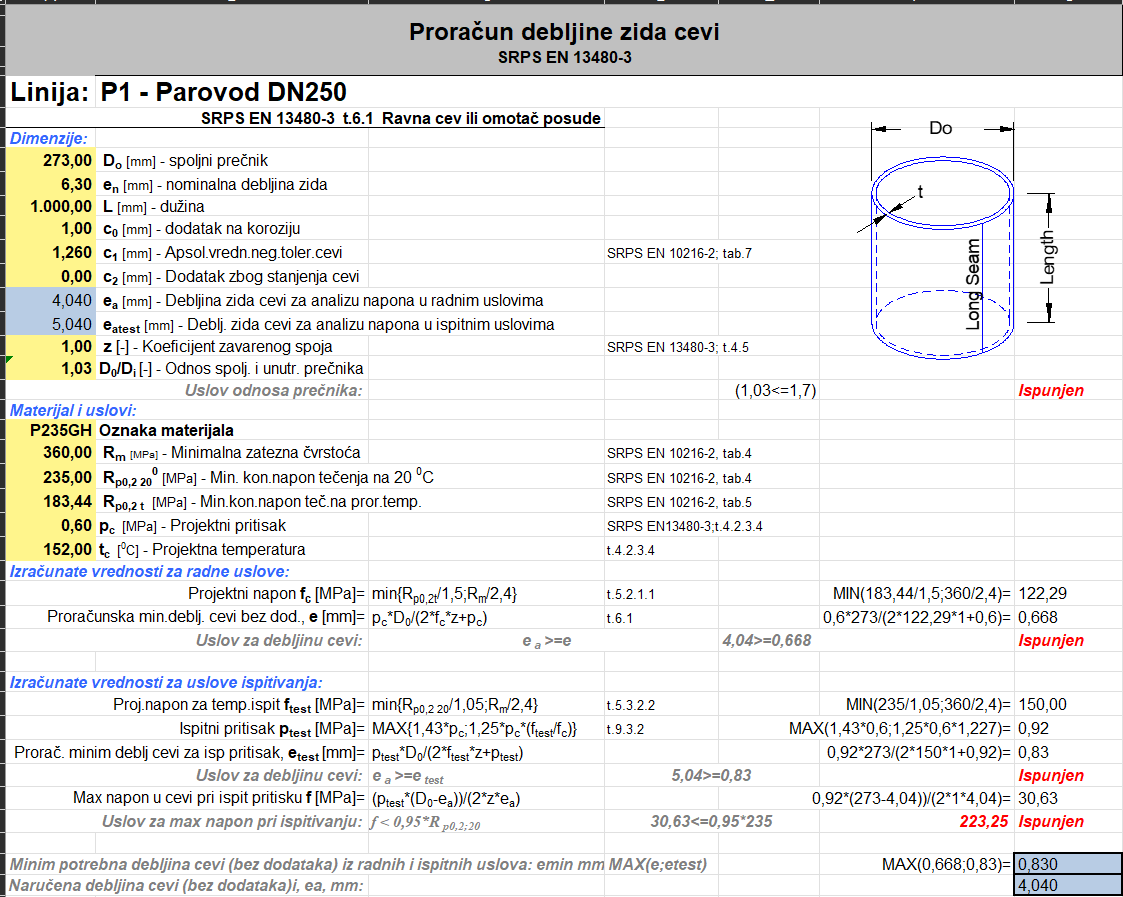


**Збирни паровод DN350**

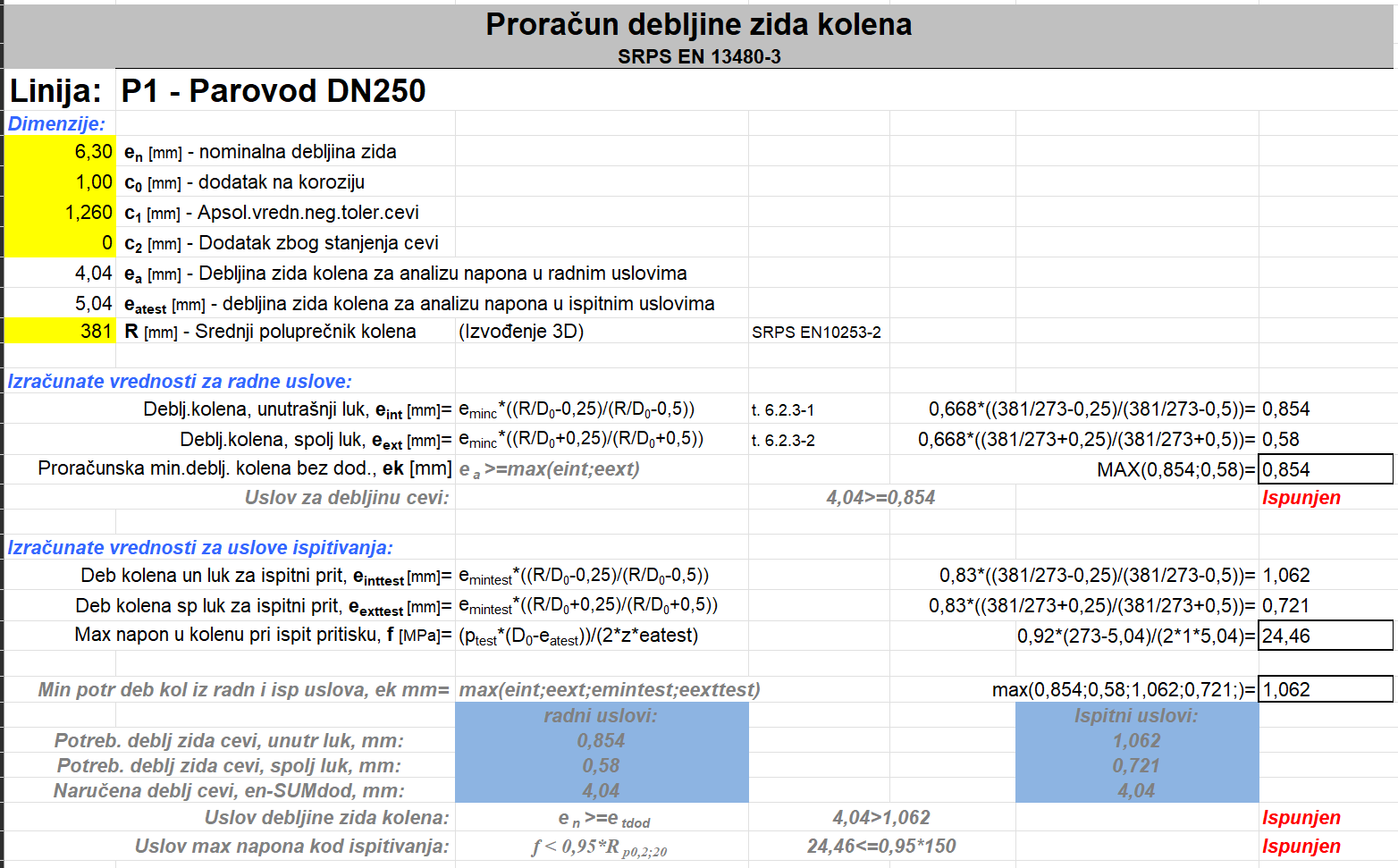


**6.7 ПРОВЕРА ДЕБЉИНЕ ЗИДА ПАРОВОДА И ПРИПАДАЈУЋИХ КОЛЕНА**

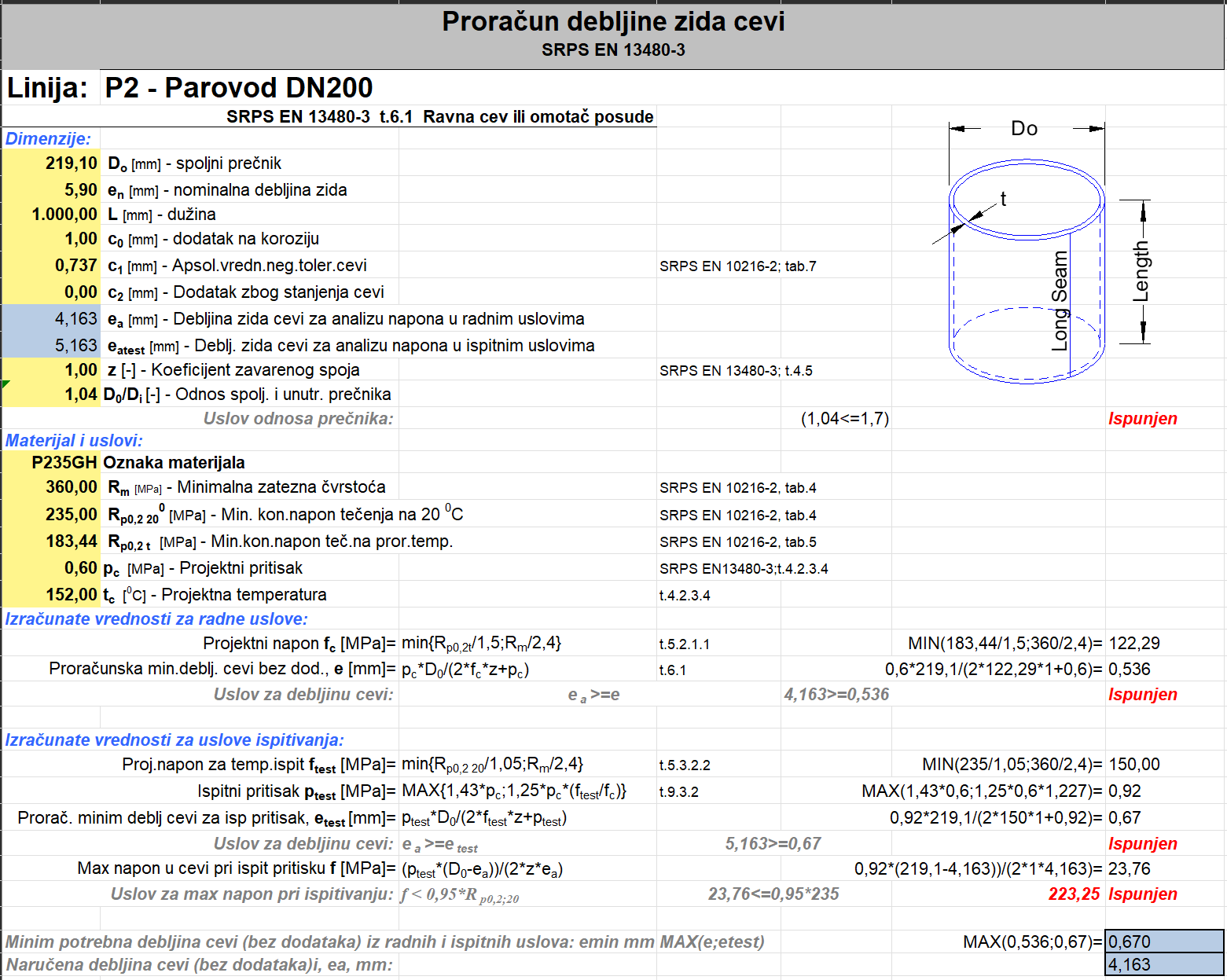
**ПАРОВОД DN250**



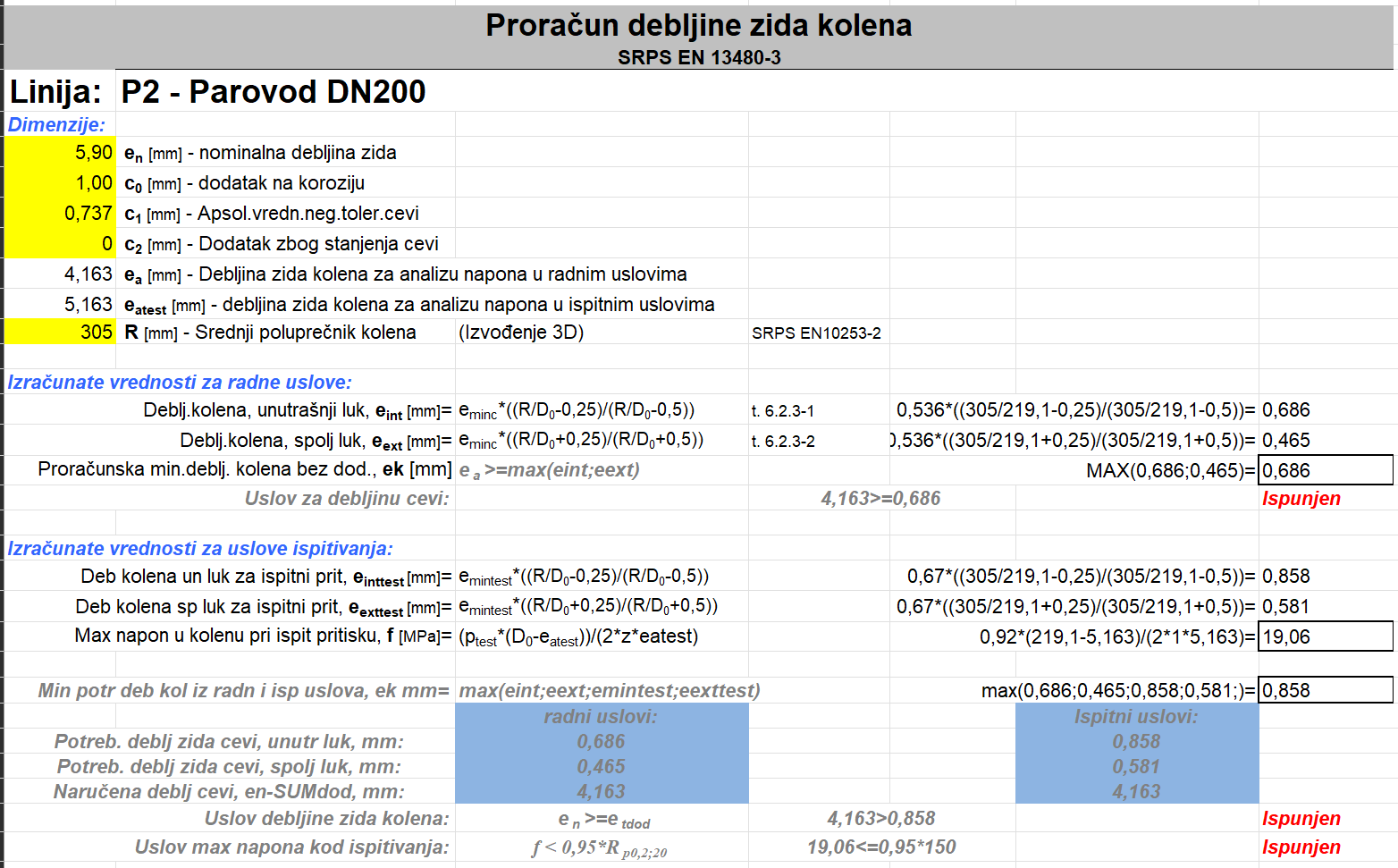
**КОЛЕНА ПАРОВОДА DN250**



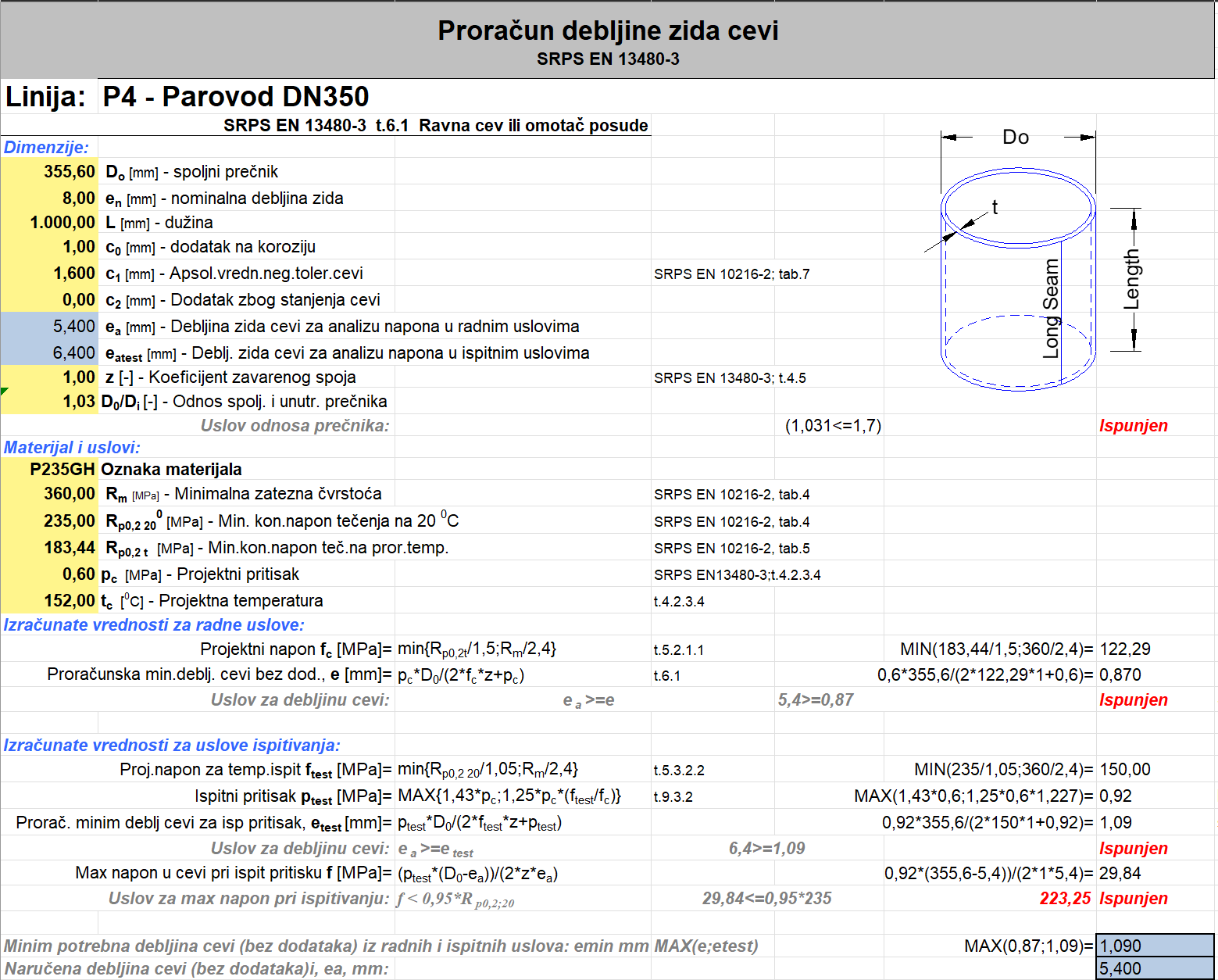
**ПАРОВОД DN200**



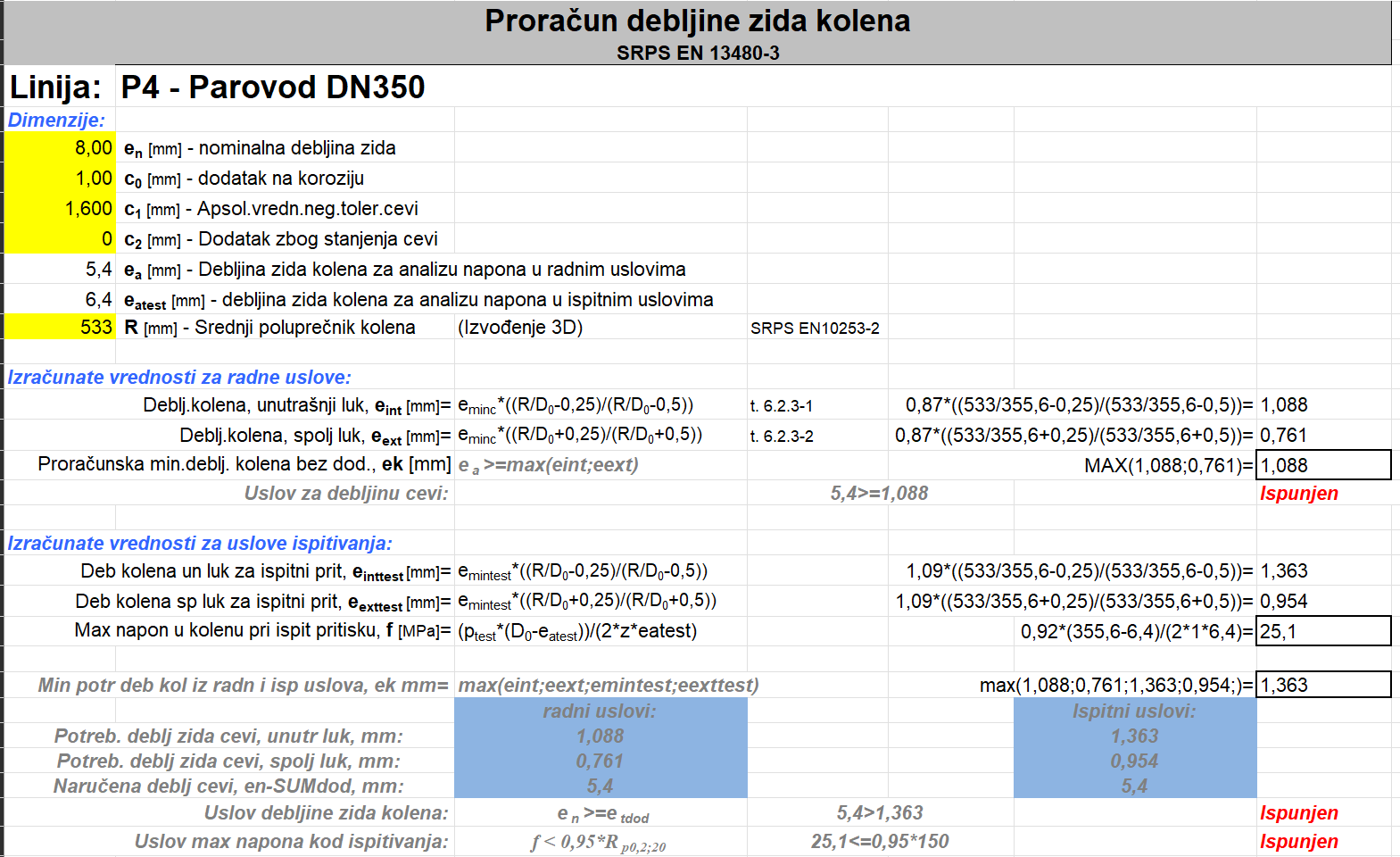
**КОЛЕНА ПАРОВОДА DN200**



**ПАРОВОД P-4 DN350**

****

**КОЛЕНА ПАРОВОДА P-4 DN350**

****

**6.8 ПРОРАЧУН ВЕНТИЛА СИГУРНОСТИ**

Прорачун је урађен према SRPS EN ISO 4126-1/2010 и SRPS EN ISO 4126-7/2009.

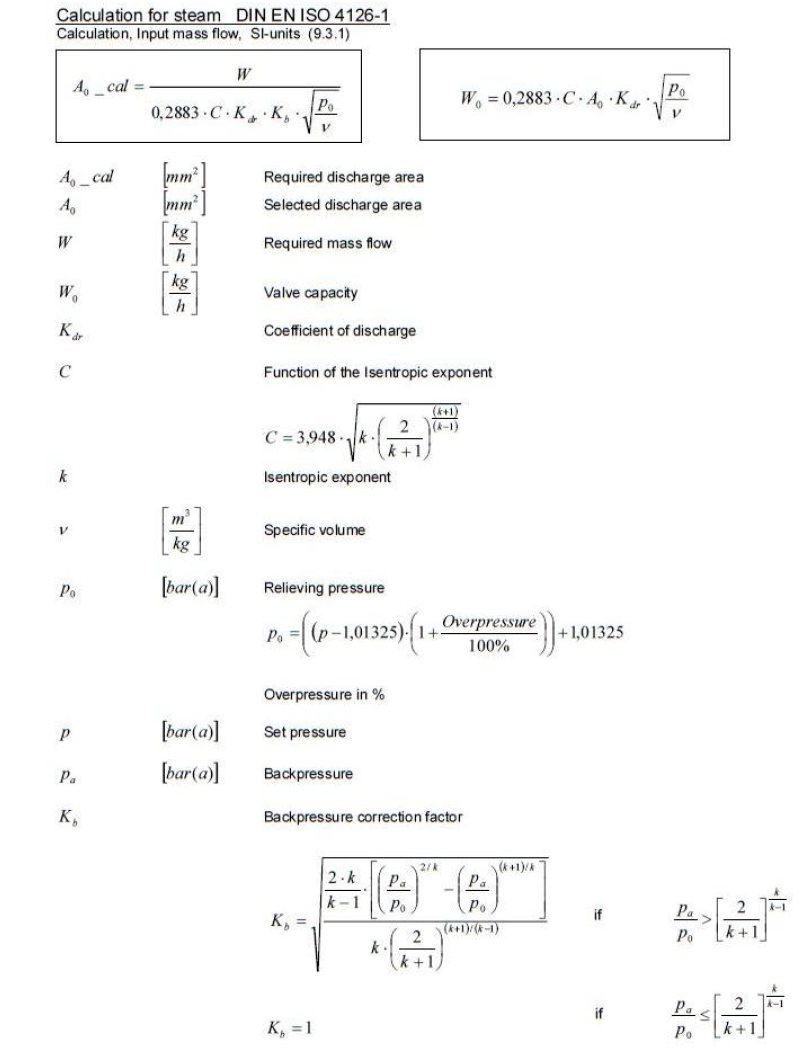
**Прорачун вентила сигурности на котлу 12 t/h**

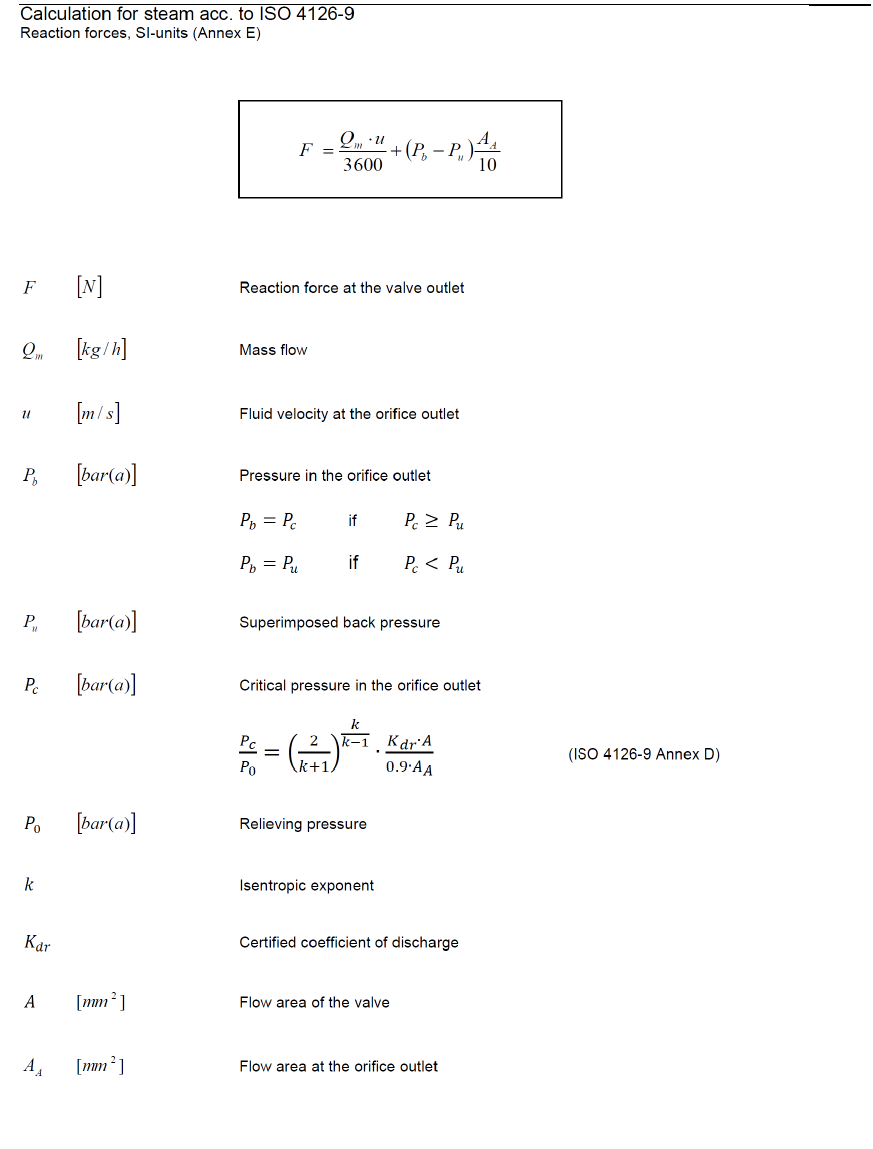
* тип котла парни
* продукција сувозасићене паре G = 12 t/h
* радни натпритисак pr = 4 bar
* температура воде на улазу у котао tvul = 105°C
* температура сувозасићене паре на излазу из котла tpizl = 152°C

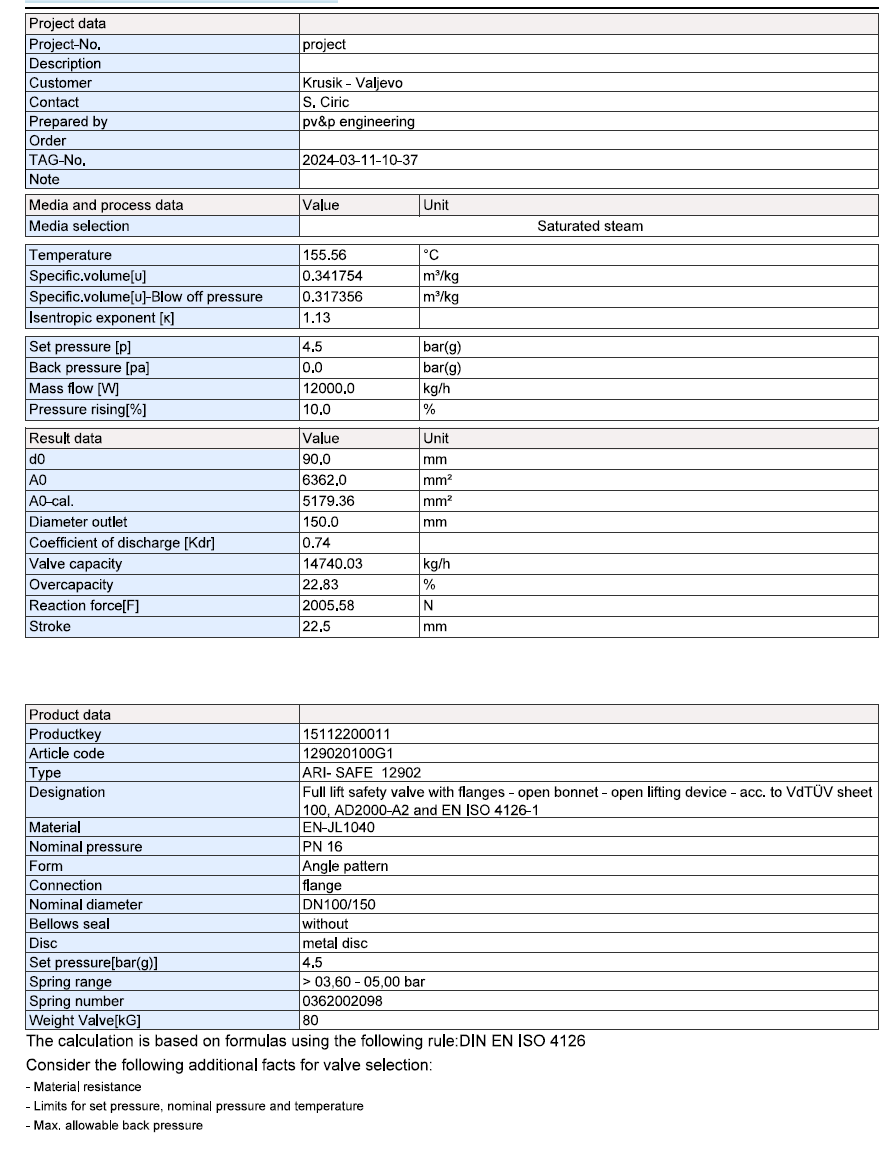
Масени проток кроз вентил

* тип вентила угаони високоходни са опругом
* број вентила 1
* медијум сувозасићена пара
* надпритисак отварања вентила po= 4,5 bar
* противпритисак - надпритисак pn = 1 bar
* притисак околине - апсолутни pa= 1 bar
* масени проток Qм = 12000 kg/h
* масени проток по вентилу 12000 kg/h

На основу резултата прорачуна који су дати на следећој страни усвојен је високоходи вентил сигурности са опругом, у свему према VdTÜV, прирубнички спој, DN100/150, PN16, “ARI –SAFE 12902”.







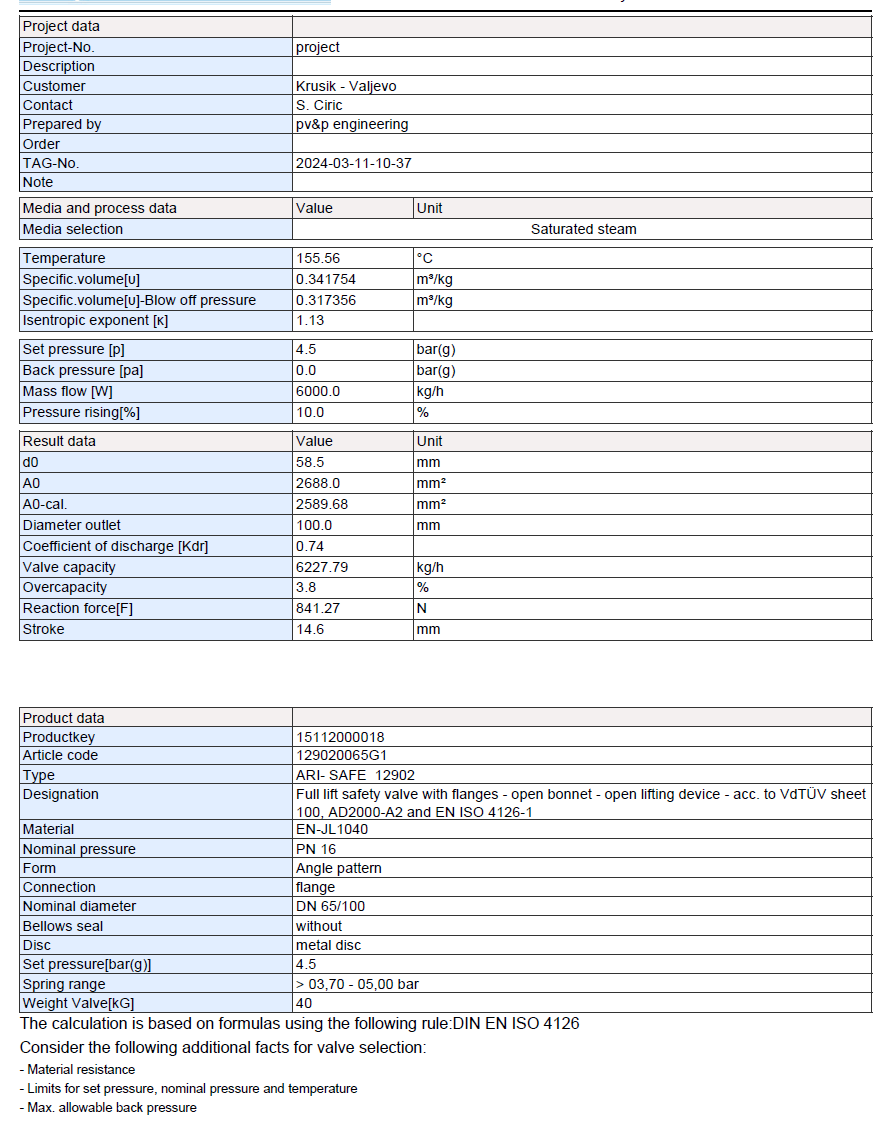
**Прорачун вентила сигурности на котлу 6 t/h**

* тип котла парни
* продукција сувозасићене паре G = 6 t/h
* радни натпритисак pr = 4 bar
* температура воде на улазу у котао tvul = 105°C
* температура сувозасићене паре на излазу из котла tpizl = 152°C

Масени проток кроз вентил

* тип вентила угаони високоходни са опругом
* број вентила 1
* медијум сувозасићена пара
* надпритисак отварања вентила po= 4,5 bar
* противпритисак - надпритисак pn = 1 bar
* притисак околине - апсолутни pa= 1 bar
* масени проток Qм = 6000 kg/h
* масени проток по вентилу 6000 kg/h

На основу резултата прорачуна који су дати на следећој страни усвојен је високоходи вентил сигурности са опругом, у свему према VdTÜV, прирубнички спој, DN65/100, PN16, “ARI –SAFE 12902”.

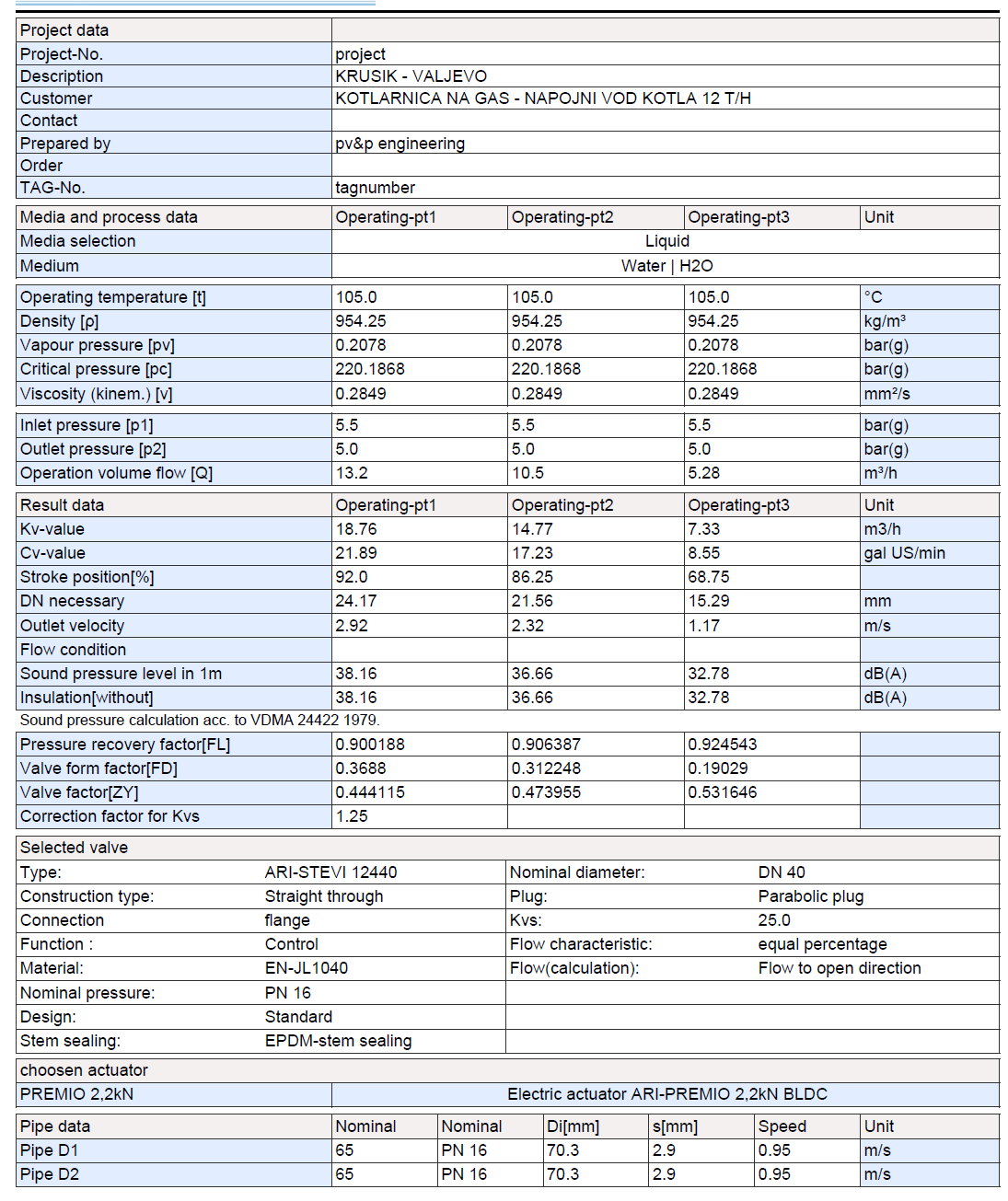


**6.9 ПРОРАЧУН РЕГУЛАЦИОНОГ ВЕНТИЛА НА НАПОЈНОМ ВОДУ**

**Котао 12 t/h**

Проток напојне воде 12600 kg/h

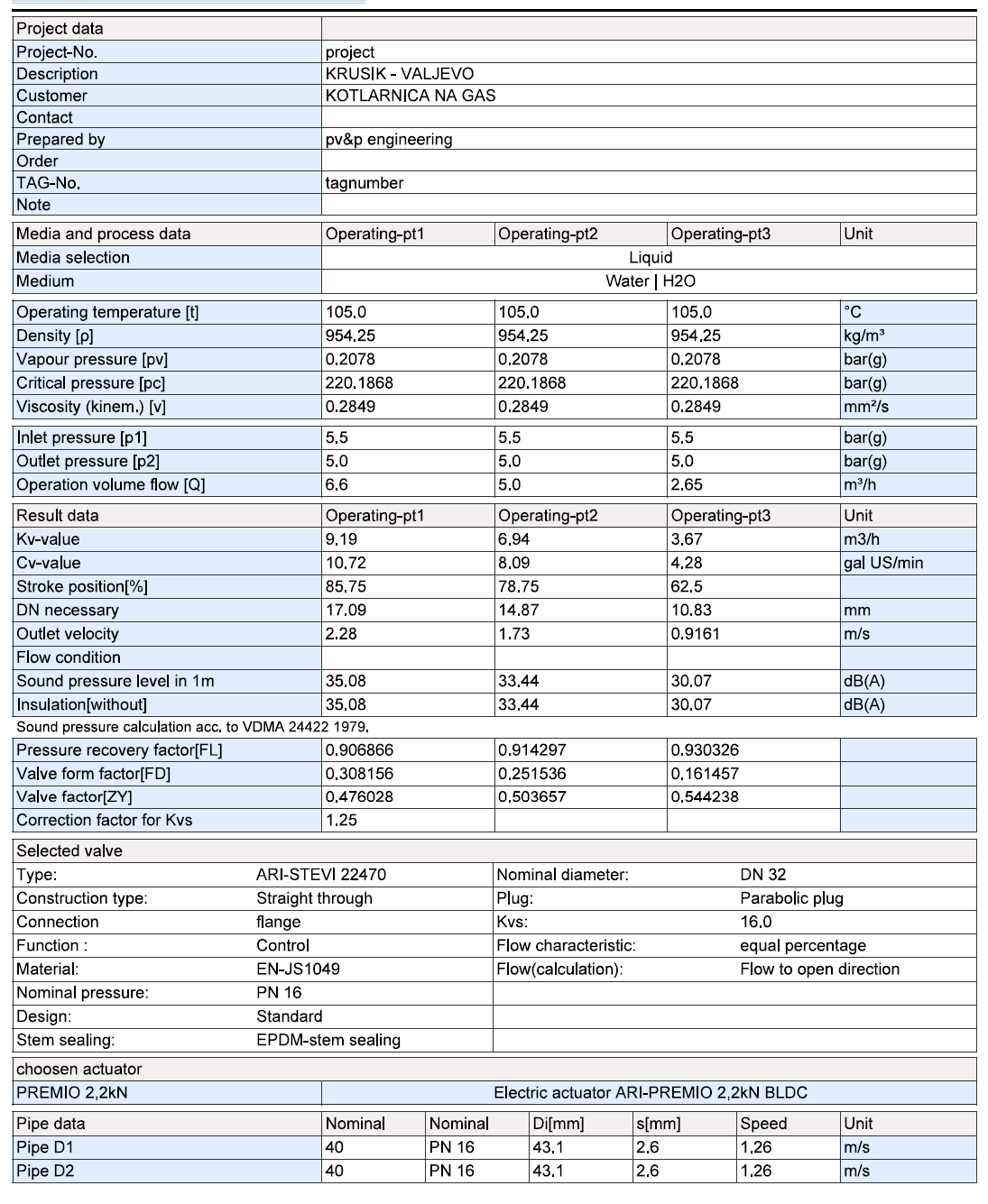
Притисак напојне воде 5.5 bar, температура напојне воде 105° С



**Котао 6 t/h**

Проток напојне воде 6300 kg/h

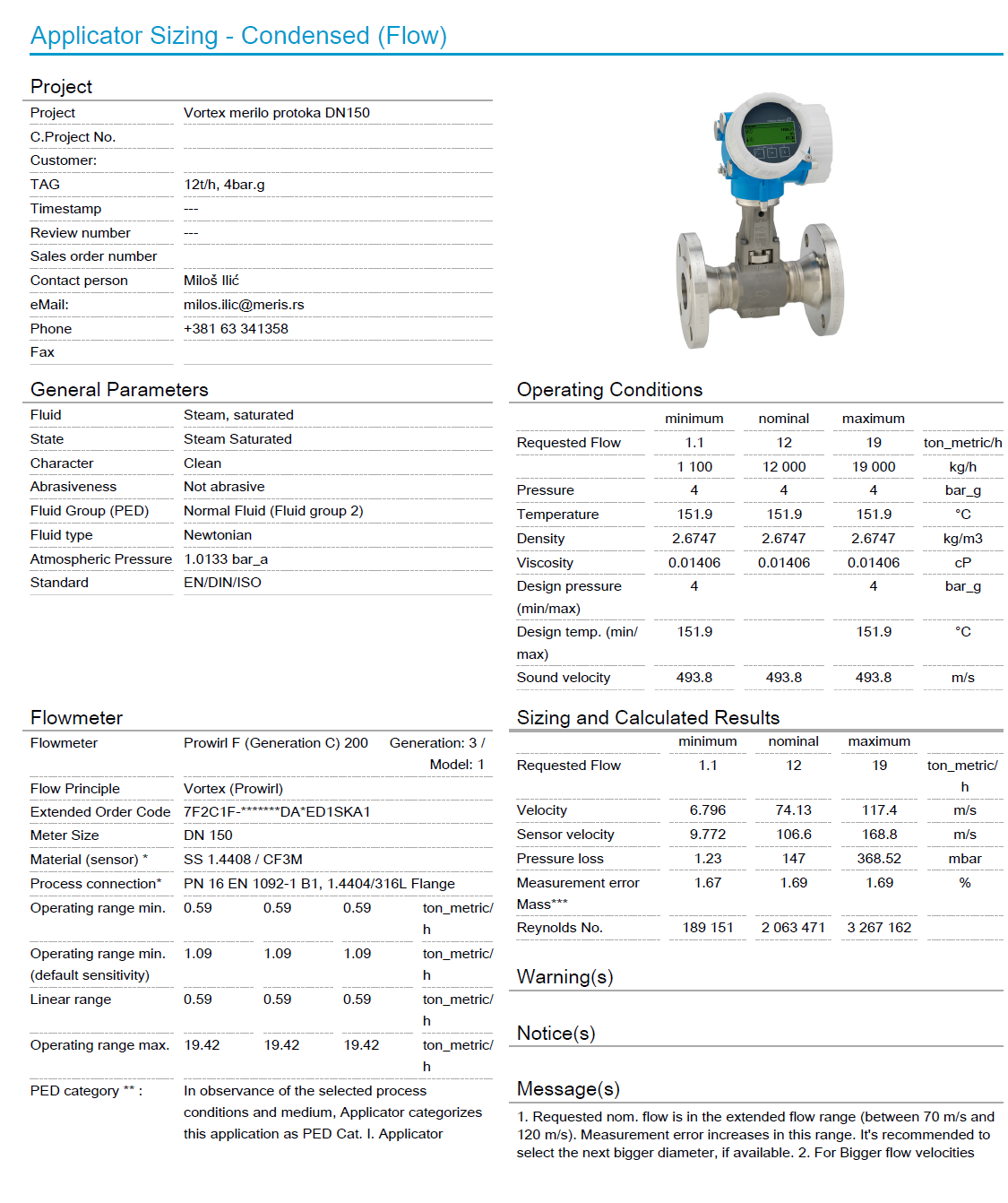
Притисак напојне воде 5.5 bar, температура напојне воде 105° С



**6.10 ИЗБОР МЕРАЧА ПРОТОКА НА ЦЕВОВОДИМА ПАРЕ**

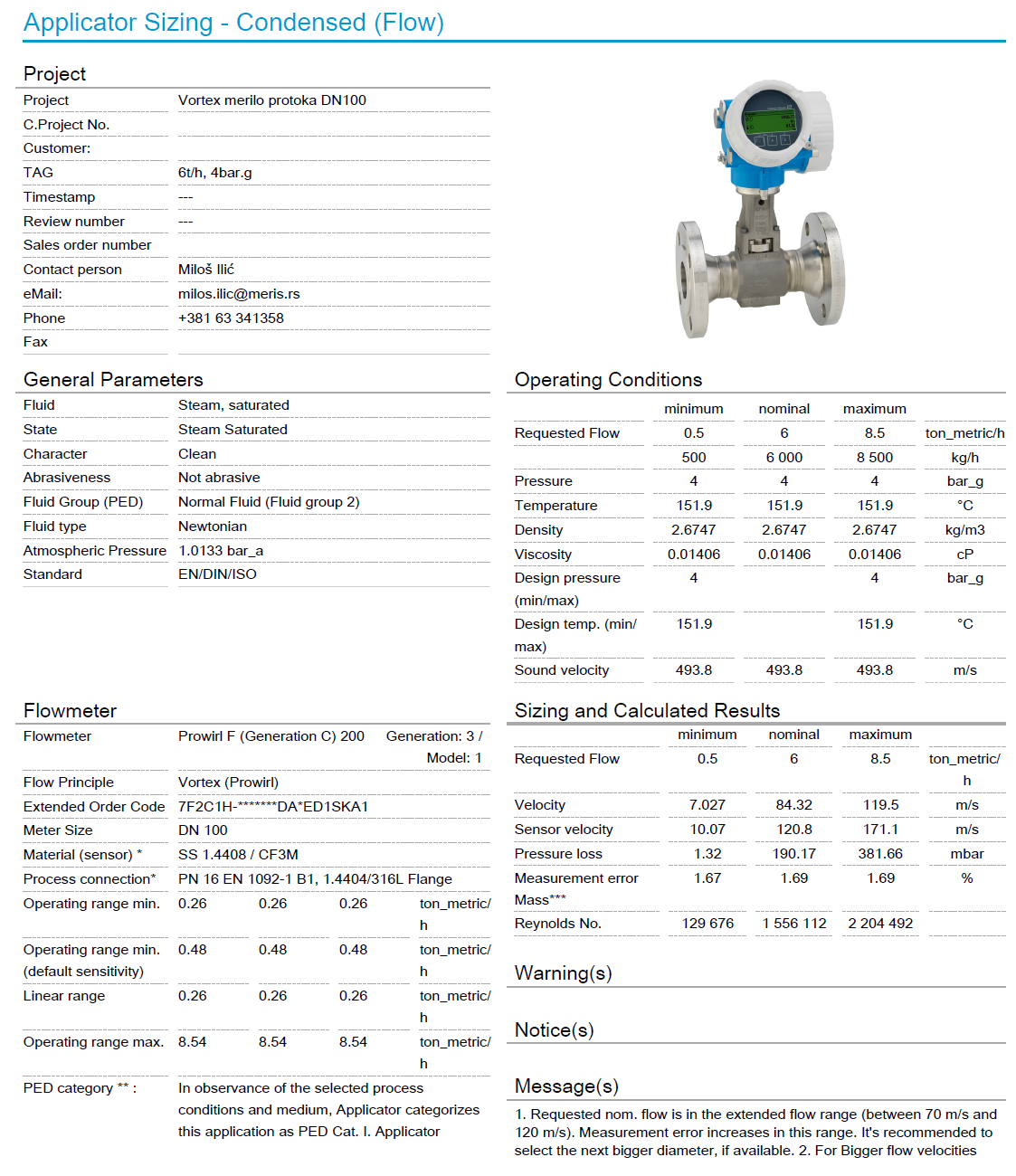
**Мерач протока на цевоводу паре од котла 12 т/час до колектора паре**

Мерач се поставља на цевоводу DN250.



**Мерач протока на цевоводу паре од котла 6 t/h до колектора паре**

Мерач се поставља на цевоводу DN200.



**6.11 ПРОРАЧУН НАПОЈНОГ СИСТЕМА И ПРОВЕРА NPSH**

**За котао 12 t/h:**

Према захтевима стандарда EN 12953-6:

максимални капацитет напојних пумпи 1,25х12 = 15,0 t/h=15,72 m3/h

минимални капацитет напојних пумпи 1,15х12 = 13,8 t/h=14,46 m3/h

Постојећи напојни резервоар налази се на на коти +5,6 m. Напојни резервоар пречника 2 m је на темељу и носачима укупне висине 0,8 m, тако да је минимална висина воденог огледала у резервоару на коти +6,4. Притисак у напојном резервоару је 0,2 bar односно 2,14 m.

**Прорачун пада притиска услед трења и локалних отпора у усисном цевоводу:**

FLUID SYSTEM

------------

Fluid Class = 1 (Liquid )

Constant Temperature Option

Fluid : Water

Temperature = 105.0 degree C

Vapour Pressure = 0.2097 bar G

Density = 954.1 kg/cu.m

Viscosity = 2.6489E-04 Pa.s

PIPE CONFIGURATION

------------------

Pipe Input Output Nom. bore Length

Label Node Node (mm ) (m )

----------------------------------------------------------------------

1 1 2 125.000 12.0000

2 2 3 80.000 2.30000

5 2 5 125.000 1.00000

INPUT/OUTPUT NODES & SPECIFICATIONS

-----------------------------------

Node Pressure Specification Flowrate Specification

(bar G ) (kg/hr )

------------------------------------------------------

5 -23625.00

3 -15750.00

1 0.2000000

FLOW IN PIPES

-------------

Input Output Inlet Pr. Outlet Pr Drop in pr. Velocity Flowrate

Node Node (bar G ) (bar G ) (bar ) (m/s ) (kg/hr )

----------------------------------------------------------------------------------------------

1 2 0.2000 0.1512 4.8756E-02 0.8415 3.9375E+04

2 3 0.1512 0.1053 4.5933E-02 0.8578 1.5750E+04

2 5 0.1512 0.1499 1.3091E-03 0.5049 2.3625E+04

FLOW AT INPUT NODES

-------------------

Input Node Pressure Flowrate

(bar G ) (kg/hr )

-------------------------------------

1 0.2000 \* 3.9375E+04

FLOW AT OUTPUT NODES

--------------------

Output Node Pressure Flowrate

(bar G ) (kg/hr )

--------------------------------------

5 0.1499 2.3625E+04 \*

3 0.1053 1.5750E+04 \*

Пад притиска услед трења и локалних отпора у усисном воду котла 12 t/h износи 0,0947 bar односно 1,012 m.

NPSHsys = 2,14+(6,4-2,4) -1,012 -0,5 = 4,63 m са резервом 0,5 m.

Напојна пумпа треба да има вредност NPSH мању од 4,63 m.

**Прорачун пада притиска услед трења и локалних отпора у потисном цевоводу:**

PIPE CONFIGURATION

------------------

Pipe Input Output Nom. bore Length

Label Node Node (mm ) (m )

---------------------------------------------------------------

3 4 7 65.000 10.0000

FIXED PRESSURE DROPS /Претпостављени пад притиска у напојној глави и економајзеру котла/

--------------------

Item Pipe Pressure Drop

Label Label (bar )

--------------------------------------------------

1 3 1.0000

INPUT/OUTPUT NODES & SPECIFICATIONS

-----------------------------------

Node Pressure Specification Flowrate Specification

(bar G ) (kg/hr )

------------------------------------------------------

7 4.600000 -15750.00

4

FLOW IN PIPES

-------------

Input Output Inlet Pr. Outlet Pr Drop in pr. Velocity Flowrate

Node Node (bar G ) (bar G ) (bar ) (m/s ) (kg/hr )

-------------------------------------------------------------------------------------

4 7 5.725 4.600 1.125 1.181 1.5750E+04

FLOW AT INPUT NODES

-------------------

Input Node Pressure Flowrate

(bar G ) (kg/hr )

-------------------------------------

4 5.725 1.5750E+04

FLOW AT OUTPUT NODES

--------------------

Output Node Pressure Flowrate

(bar G ) (kg/hr )

--------------------------------------

7 4.600 \* 1.5750E+04 \*

Пад притиска услед трења и локалних отпора у потисном цевоводу напојне пумпе котла 12 t/h износи 1,125 bar.

Укупан пад притиска услед трења и локалних отпора у усисном и потисном цевоводу напојне пумпе котла 12 t/h износи 1,22 bar односно 13,03 m.

**За котао 6 t/h**

Исти су услови за напојни резервоар као код котла 12 t/h. разликује се висина воденог огледала у котлу која износи 2 m.

**Прорачун пада притиска услед трења и локалних отпора у усисном цевоводу:**

PIPE CONFIGURATION

------------------

Pipe Input Output Nom. bore Length

Label Node Node (mm ) (m )

------------------------------------------------------------------

1 1 2 125.000 12.0000

2 2 3 65.000 2.30000

5 2 5 125.000 1.00000

INPUT/OUTPUT NODES & SPECIFICATIONS

-----------------------------------

Node Pressure Specification Flowrate Specification

(bar G ) (kg/hr )

------------------------------------------------------

3 -7500.000

5 -30000.00

1 0.2000000

FLOW IN PIPES

-------------

Input Output Inlet Pr. Outlet Pr Drop in pr. Velocity Flowrate

Node Node (bar G ) (bar G ) (bar ) (m/s ) (kg/hr )

-----------------------------------------------------------------------------------------

1 2 0.2000 0.1558 4.4241E-02 0.8014 3.7500E+04

2 3 0.1558 0.1453 1.0446E-02 0.5625 7500.

2 5 0.1558 0.1537 2.1051E-03 0.6411 3.0000E+04

FLOW AT INPUT NODES

-------------------

Input Node Pressure Flowrate

(bar G ) (kg/hr )

-------------------------------------

1 0.2000 \* 3.7500E+04

FLOW AT OUTPUT NODES

--------------------

Output Node Pressure Flowrate

(bar G ) (kg/hr )

--------------------------------------

3 0.1351 7500. \*

5 0.1537 3.0000E+04 \*

Пад притиска услед трења и локалних отпора у усисном воду котла 6 t/h износи 0,0649 bar односно 0,69 м.

NPSHsys = 2,14+(6,4-2,0) -0,69 -0,5 = 5,35 m са резервом 0,5 m.

Напојна пумпа треба да има вредност NPSH мању од 5,35 m.

**Прорачун пада притиска услед трења и локалних отпора у потисном цевоводу:**

PIPE CONFIGURATION

------------------

Pipe Input Output Nom. bore Length

Label Node Node (mm ) (m )

----------------------------------------------------------------

3 4 7 40.000 10.0000

FIXED PRESSURE DROPS /претпостављени пад притиска у напојној глави и економајзеру/

--------------------

Item Pipe Pressure Drop

Label Label (bar )

--------------------------------------------------

1 3 1.0000

INPUT/OUTPUT NODES & SPECIFICATIONS

-----------------------------------

Node Pressure Specification Flowrate Specification

(bar G ) (kg/hr )

------------------------------------------------------

7 4.600000 -7500.000

4

FLOW IN PIPES

-------------

Input Output Inlet Pr. Outlet Pr Drop in pr. Velocity Flowrate

Node Node (bar G ) (bar G ) (bar ) (m/s ) (kg/hr )

----------------------------------------------------------------------------------------

4 7 5.844 4.600 1.244 1.497 7500. X

FLOW AT INPUT NODES

-------------------

Input Node Pressure Flowrate

(bar G ) (kg/hr )

-------------------------------------

4 5.844 7500.

FLOW AT OUTPUT NODES

--------------------

Output Node Pressure Flowrate

(bar G ) (kg/hr )

--------------------------------------

7 4.600 \* 7500. \*

Пад притиска услед трења и локалних отпора у потисном цевоводу напојне пумпе котла 6 t/h износи 1,244 bar односно 13,29 m.

Укупан пад притиска услед трења и локалних отпора у усисном и потисном цевоводу напојне пумпе износи 1,31 bar односно 13,89 m.

**Напојне пумпе за котао 12 t/h:**

Ако је максимални дозвољени надпритисак у котлу 6 bar, а вентил сигурности подешен на 5,5 bar основни напор који пумпа треба да оствари је 1,03х5,0 bar=5,15 bar односно 55 m. Са укупним падом притиска у усисном и потисном воду 13,03 m и разликом геодетских висина воде у резервоару и котлу 2 m добија се минимални напор напојне пумпе 70 m.

Изабрана је вертикална, вишестепена пумпа, тип KSB MovitecV F015/04-C1D18FE132B5WW или одговарајући, са следећим параметрима:

* запремински проток 15,7 m3/h
* напор 78 m
* ел. снага 5,5 kW
* усис прирубница DN50 PN25
* потис прирубница DN50 PN25

**Напојне пумпе за котао 6 t/час:**

Изабрана је вертикална, вишестепена пумпа, тип KSB MovitecV F010/06-B1D18FE100B5WW или одговарајући, са следећим параметрима:

* запремински проток: 7,8 m3/h
* напор: 78 m
* ел. снага: 3,0 kW
* усис прирубница DN40 PN25
* потис прирубница DN40 PN25

Сваки парни котао има по две напојне пумпе (радна и резервна) са независним извором напајања.

Пумпе немају посебне темеље већ се постављају на челичне носаче на поду котларнице.

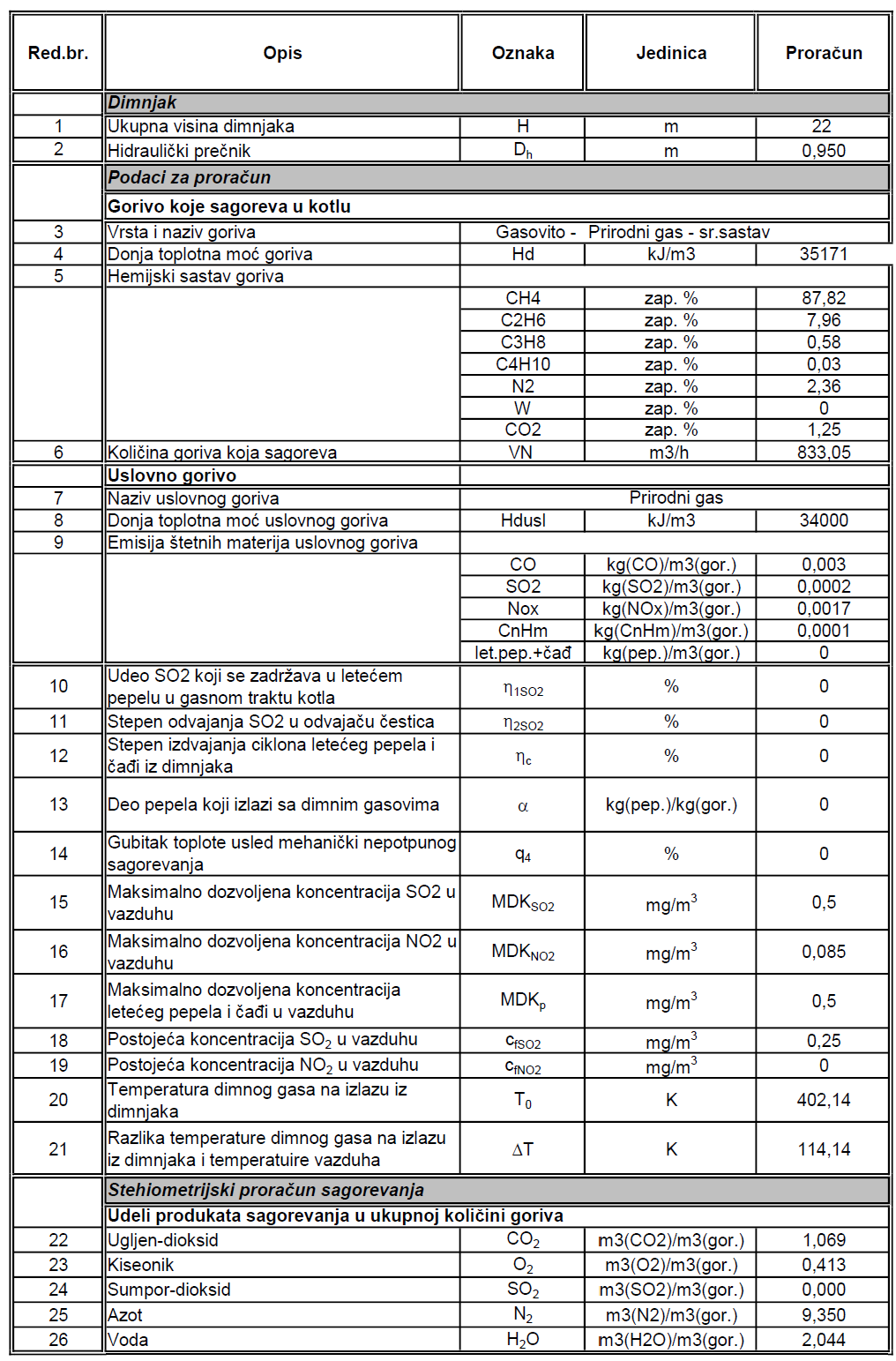
**6.12 ПРОРАЧУН ДИМЊАКА**

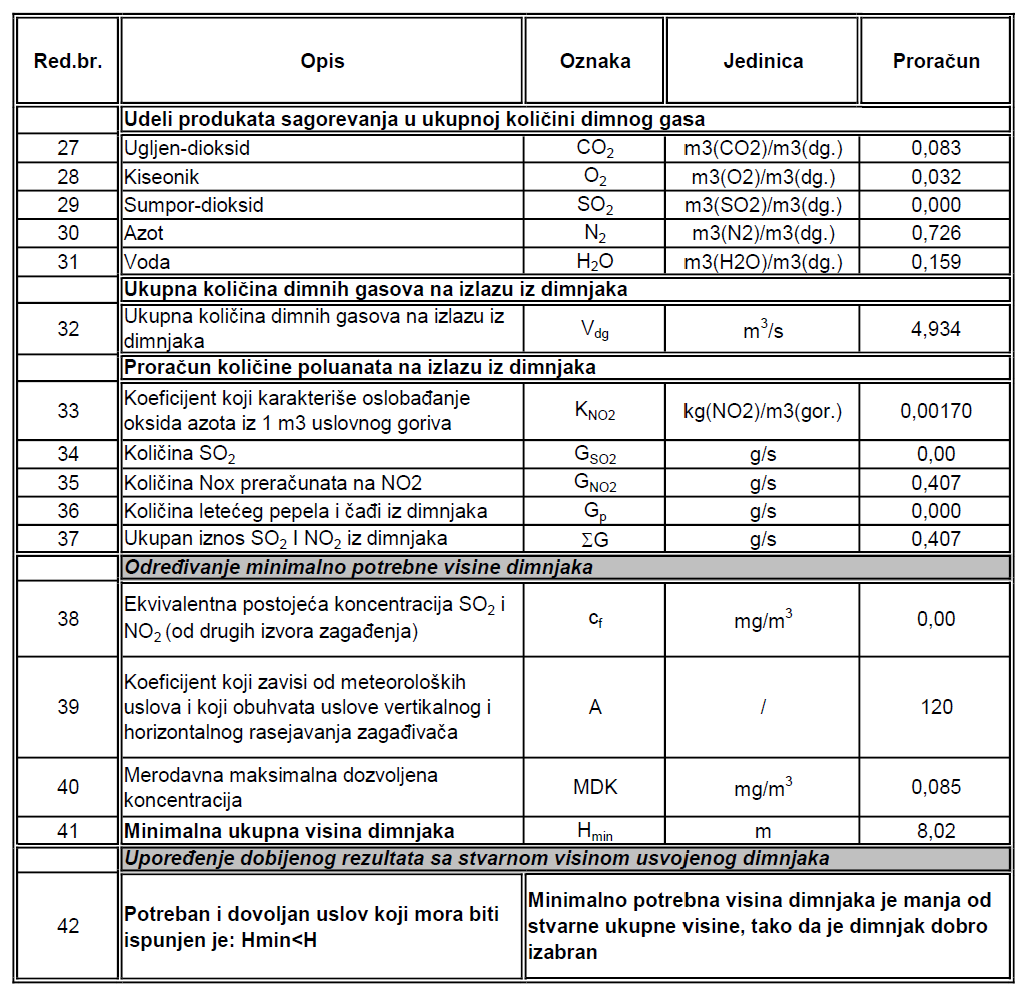
Одвод димних гасова у атмосферу је предвиђен посебним челичним димњацима за сваки котао посебно. Од котлова до димњака димни гасови се одводе засебним изолованим димним каналима правоугаоног пресека. За котлове К1 и К2 висина димњака износи 22 метра.

Прорачун аеродинамике димњака - попречног пресека и узгона димњака - рађен је према SRPS EN 13384, а прорачун висине димњака са аспекта аерозагађења у складу са граничним вредностима имисије и емисије продуката сагоревања.

Прорачун аеродинамике димњака, због обимности дат је у посебном прилогу за оба котла а вредности из прорачуна са аспекта аерозагађења, дате су на следећим странама:

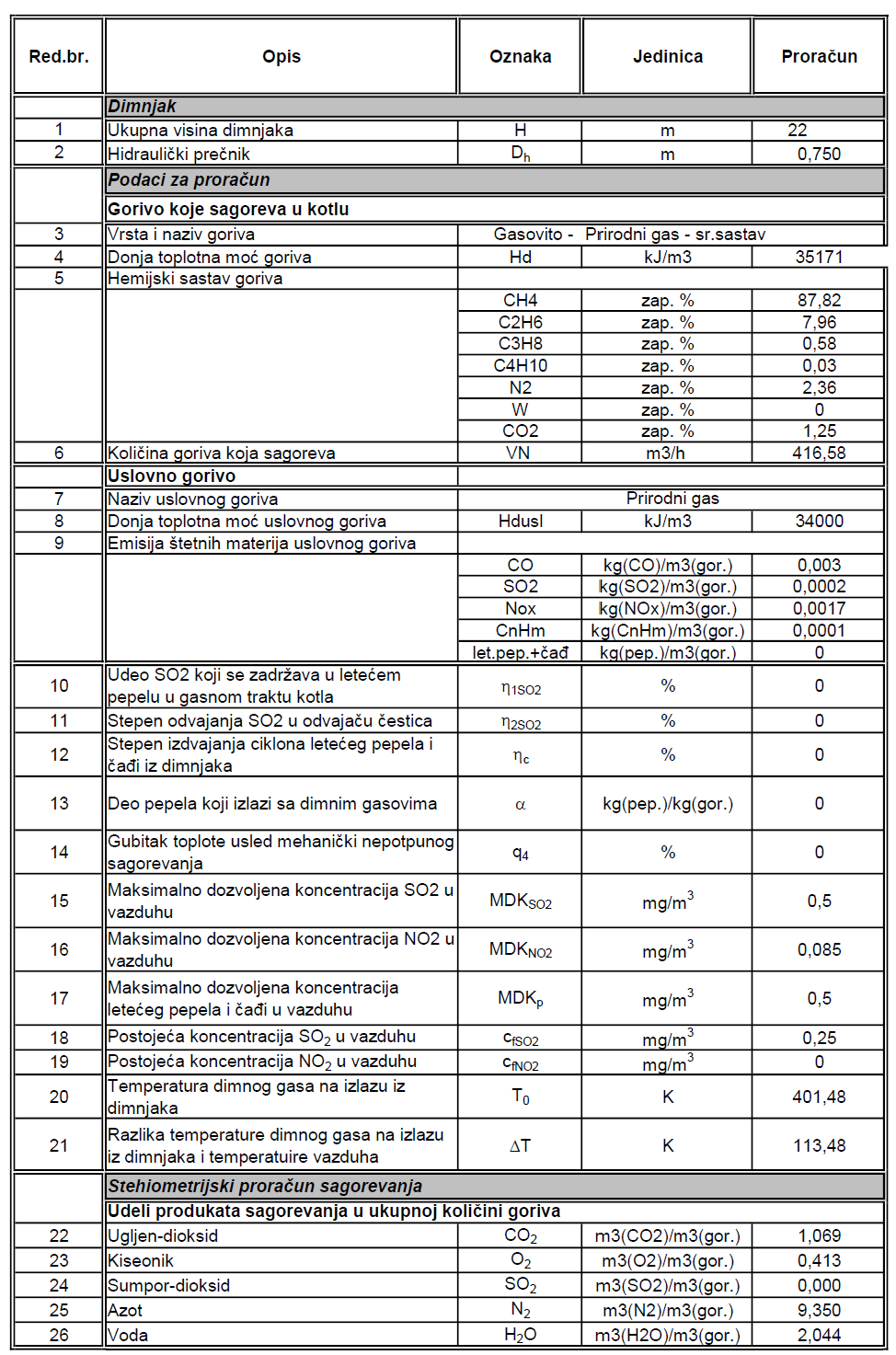
**Kотао 12 t/h**

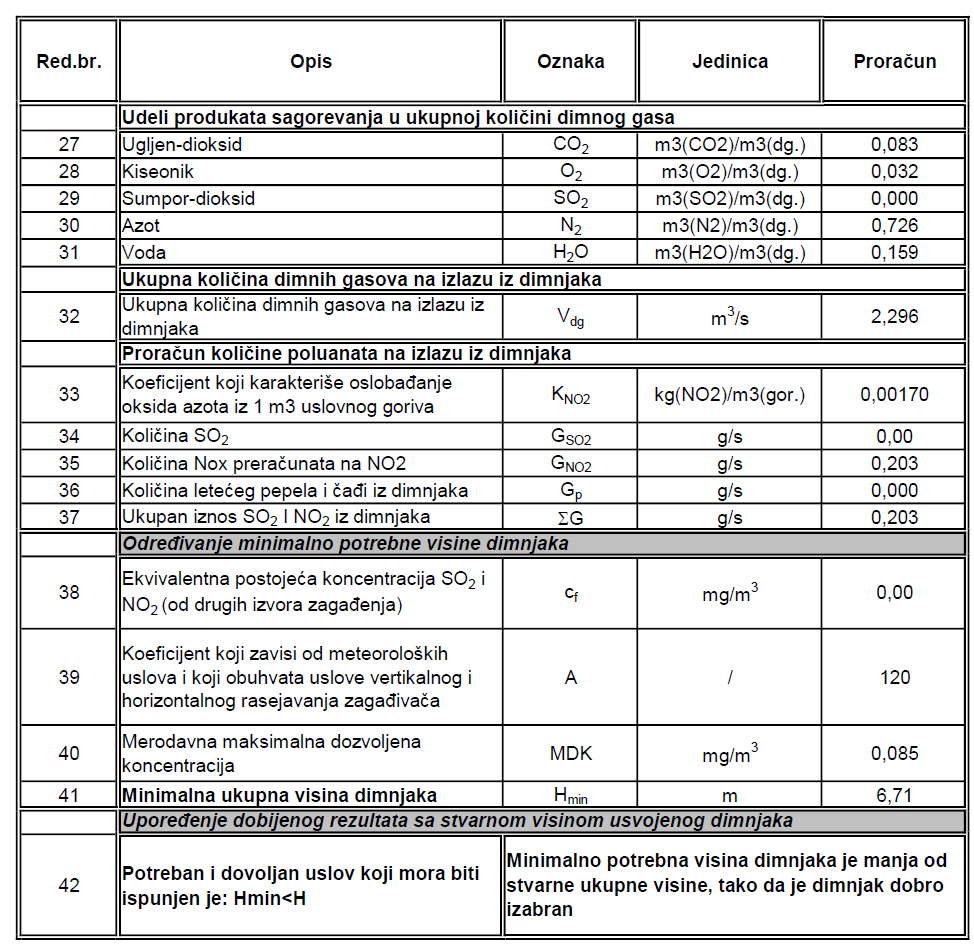




Према срачунатој вредности GNO2 из прорачуна и укупној количини димних гасова на излазу из димњака Vdg, израчунава se GVE као:

**Котао 6 t/h**





Према срачунатој вредности GNO2 из прорачуна и укупној количини димних гасова на излазу из димњака Vdg, израчунава se GVE као:

**6.13 ПРОРАЧУН ПРОВЕТРАВАЊА КОТЛАРНИЦЕ**

Проветравање котларнице је природно. Предвиђа се постављање доводних и одводних жалузина на спољном зиду котларнице (видети архтектонски цртеж фасада објекта). Доводни отвори се постављају на 50 cm од висине пода а одводни отвори на 50 cm ниже од висине зида.

Прорачун вентилације котларнице урађен је према Правилнику о техничким нормативима за пројектовање, грађење, погон и одржавање гасних котларница, „Сл. лист СФРЈ“ бр. 10/1990 и 52/1990.

Резултати прорачуна који испуњавају све услове поменутог Правилника (површина доводних и одводних жалузина, максималне брзине ваздуха на доводним и одводним жалузинама број измена ваздуха у котларници), дати су на следећој страни.



**6.14 СПИСАК ЕЛЕКТРОМОТОРА**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Бр. | Уређај | Ком. | У раду | Снага  (kW / ком.) | Укупна снага у раду (kW) |
| 1. | Горионик котла 12 t/h  Weishaupt  WM-G50/4-A ZM-3LN | 1 | 1 | 31 | 31 |
| 2. | Горионик котла 6 t/h  Weishaupt  WM-G30/3-A ZM-3LN | 1 | 1 | 18 | 18 |
| 3. | Напојна пумпа котла 12 t/h  (радна + резервна)  KSB MovitecV  F015/04-C1D18FE132B5WW | 1 + 1 | 1 | 5,5 | 5,5 |
| 4. | Напојна пумпа котла 6 t/h  (радна + резервна)  KSB MovitecV  F010/06-B1D18FE100B5WW | 1 + 1 | 1 | 3 | 3 |

Напомена: пумпе су са фреквентним регулатором броја обртаја.

Одговорни пројектант: Синиша Ђерић, дипл.инж.маш.

Број лиценце: 330 Е638 07

Потпис:

