

**Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу**



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Енергетика и процесна техника

Предмет: Транспорт флуида

Број индекса: 337/2016

Сузана Р. Савић

**Прикључење на дистрибутивну гасоводну
мрежу, изградња мернорегулационе станице и
изградња контејнерске гасне котларнице за
индустријски објекат**

Мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

- Др Добрица Миловановић – ментор
- _____
- _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да

Обради комплетну процедуру изградње прикључног гасовода са уградњом мернорегулационе станице, одговарајућег капацитета и изградњом контејнерске гасне котларнице у којој су смештени котлови, који као енергент користе природни гас, а све за потребе грејања индустријског објекта. Прорачуном одредити величину прикључног гасовода, одредити начин прикључења, са прикључном секцијом, противпожарним шахтом, као и котловско постројење – машински и гасни део котларнице, од мернорегулационе станице, на фасади објекта (контејнерске гасне котларнице), до гасних горионика на котловима.

Препоручена литература:

- [1] Богнер Мартин, Исаиловић Миодраг, *Природни гас*, ЕТА, Београд, 2008.
- [2] Ђајић Ненад, Прстојевић Божидар, Вулетић Војислав, *Дистрибуција природног гаса*, Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду, Београд, 2005.
- [3] Богнер Мартин, Исаиловић Миодраг, *Технички прописи у гасној техници* СМЕИТС, Београд, 2000.
- [4] Исаиловић М, Богнер М, *Прописи о изградњи објеката*, СМЕИТС, Београд, 2000.
- [5] Богнер Мартин, Исаиловић Миодраг, *Технички прописи о грејању, хлађењу и климатизацији*, СМЕИТС, Београд, 2002.
- [6] *Интерна техничка правила за пројектовање и изградњу гасовода и гасоводних објеката на систему ЈП "Србијагас", ЈП "Србијагас"*, Нови Сад, 2009.

Крагујевац, датум

Ментор:

Др Добрица Миловановић, ред.проф.

САДРЖАЈ

РЕЗИМЕ	5
1. УВОД	6
2. ИСТОРИЈАТ И НАЛАЗИШТА ПРИРОДНОГ ГАСА.....	7
2.1. Састав природног гаса.....	10
2.2. Примена природног гаса	11
2.3. Специфичности природног гаса.....	12
3. ОСНОВНИ ПОЈМОВИ ГАСНЕ ТЕХНИКЕ И МЕРЕ БЕЗБЕДНОСТИ ПРИ РАДУ СА ПРИРОДНИМ ГАСОМ	14
3.1. Мере безбедности	15
3.2. Природни гас – еколошки најприхватљивије гориво	18
4. ДИСТРИБУЦИЈА ПРИРОДНОГ ГАСА У КРАГУЈЕВЦУ	20
5. ПРИКЉУЧНИ ГАСОВОД СА МЕРНОРЕГУЛАЦИОНОМ СТАНИЦОМ	25
5.1. Улазни противпожарни шахт и прикључни гасовод.....	26
5.2. Мернорегулациона станица (МРС).....	30
5.3. Технички услови израде челичног гасовода и МРС	34
5.4. Испитивање инсталације	36
5.5. Технички услови за израду прикључка на гасовод у експлоатацији.....	38
5.6. Услови за извођење грађевинских радова.....	39
6. ПРОРАЧУН ПРИКЉУЧКА И МРС	43
7. КОНТЕЈНЕРСКА ГАСНА КОТЛАРНИЦА	46
7.1. Топловодни део котларнице	46
7.2. Гасни део котларнице.....	48
7.3. Технички услови за котларнице.....	49
7.4. Технички услови за извођење и испитивања унутрашње гасне инсталације	52
7.5. Мере сигурности са упутством за пуштање у рад.....	54
8. ПРОРАЧУН ГАСНЕ КОТЛАРНИЦЕ	57
8.1. Топловодни део котларнице	57
8.1.1. Избор котлова.....	57
8.1.2. Избор циркулационих пумпи.....	57
8.1.3. Избор рециркулационих пумпи.....	58
8.1.4. Хемијска припрема воде	58
8.1.5. Експанзија и одржавање притиска	59

8.2. Прорачун димњака	60
8.2.1. Прорачун светлог пресека димњака.....	61
8.2.2. Прорачун потребне висине димњака са аспекта аерозагађења	61
8.3. Мерење и регулација	63
8.4. Изолација цевовода	64
8.5. Начин означавања цевовода	64
8.6. Противпожарна заштита	65
8.7. Вентилација котларнице	65
8.8. Прорачун цевовода	66
8.9. Списак електропотрошача	66
8.10. Захтеви у погледу водовода и канализације	67
9. ГАСНИ ДЕО КОТЛАРНИЦЕ	68
9.1. Димензионисање гасног цевовода	68
9.2. Избор горионика.....	71
10. ПРЕДМЕР И ПРЕДРАЧУН.....	72
11. ЗАКЉУЧАК.....	76
12. ЛИТЕРАТУРА	77

РЕЗИМЕ

У овом раду приказана је комплетна процедура, са прорачунима, за прикључење једног индустријског објекта на дистрибутивну гасоводну мрежу, са изградњом прикључног гасовода, уградњом мернорегулационе станице и изградњом контејнерске гасне котларнице. У уводном делу су приказане основне карактеристике и својства природног гаса, са освртом на дистрибуцију природног гаса у Крагујевцу. Затим је обрађена изградња прикључног гасовода од челичних цеви, радног притиска до 6 bar, од места прикључења на градску гасоводну мрежу, до будуће мернорегулационе станице. Прорачуном је одређен капацитет мернорегулационе станице од $Q=240 \text{ m}^3/\text{h}$, која је лоцирана поред будућег објекта контејнерске гасне котларнице. У контејнерској гасној котларници су смештена два гасна котла инсталисаног капацитета $Q = 2 \times 750 \text{ kW}$. Циркулација воде у мрежи потрошње је принудна, помоћу мрежне циркулационе пумпе (радна и резервна) на заједничком цевоводу повратне воде. За прорачунати капацитет котлова, врсту горива – замни гас и притисак гаса испред гасне рампе горионика (10 mbar) извршен је прорачун и одабир одговарајућих гасних горионика. У свему су се испоштовали технички и законски услови за извођење прикључка на гасовод у експлоатацији.

Кључне речи: природни гас, дистрибутивна гасоводна мрежа, прикључни гасовод, мернорегулациона станица, контејнерска гасна котларница

ABSTRACT

In this paper is presented complete procedure, along with calculations, for connection of an industrial facility on gas distribution network, with building connection lines, installing of units for measurement and regulation along with construction of a container boiler room. Introduction presents basic characteristics and properties of a natural gas, emphasizing natural gas distribution in the City of Kragujevac. Further on, there is presented construction of connection lines, with operational pressure up to 6 bar, from the point of connection of City's gas network to the future measurement regulation unit. Calculated capacity of measurement regulation amounts $Q=240 \text{ m}^3/\text{h}$, and unit itself is located beside container boiler room. In the container boiler room are situated two boilers with installed capacity of $Q = 2 \times 750 \text{ kW}$. Circulation of the water in the grid is provided by pumps (main and backup), which are installed in common return line. For the calculated capacity of boilers, type of fuel – natural gas and pressure of gas in front of burner's shutter (10 mbar), calculation and selection of proper gas burners are performed.

All technical and legal demands for connection on gas distribution network are fulfilled.

Key words: natural gas, gas distribution network, connection lines, unit for measurement and regulation, container boiler room.

1. УВОД

Природни гас је мешавина гасовитих угљоводоника са доминацијом метана и представља изузетно вредан енергент и хемијску сировину која поседује и значајне технолошко-економске и еколошке предности у односу на конвенционална горива. Природни гас је идеално гориво које се врло лако меша са ваздухом, има велику брзину сагоревања без дима, чађи и чврстих остатака, па стога, не загађује околину. Искуство земаља са дугом традицијом коришћења гаса показује да је природни гас и један од најбезбеднијих енергената.

Природни гас данас се вишеструко користи: у индустрији, за комерцијалну употребу, у широкој потрошњи, за производњу електричне енергије, као сировина у производњи, а користи се и за погон моторних возила.

Природни гас се примарно састоји од метана, али укључује остале теже угљоводонике, као и угљен диоксид и азот. Од састава гаса зависи и његова топлотна вредност, односно, колико енергије може да емитује.

Земни (природни) гас је витална компонента светске енергетике. Он спада у најчистија, најсигурнија и најкориснија горива доступна људима. Посматрано у односу на сва остала фосилна горива, употреба природног гаса производи најнижу количину угљен диоксида (CO_2), што је битан допринос смањењу глобалне емисије CO_2 . Истовремено, употреба природног гаса у гасним моторима, карактерише се изузетно ниском емисијом NO_x , чађи и сумпор диоксида (SO_2). [1]

Природни гас је, такође, најважнији фосилни енергетски извор. Он данас игра значајну улогу у светској енергетици, али ће та улога бити још важнија у наредних 50 година.

За разлику од других фосилних горива, земни гас сагорева чисто, испуштајући у атмосферу малу количину потенцијално штетних материја. Како је значај сталног снабдевања енергијом од виталне важности, то је учинило да и природни гас добије веома висок степен важности у нашем друштву и нашим животима.

2. ИСТОРИЈАТ И НАЛАЗИШТА ПРИРОДНОГ ГАСА

Дуго времена се мислило да је природни гас бескористан. Чак се и данас у неким државама решавају гаса тако што га спаљују у великим бакљама.

Главним делом сачињен је од метана, једноставног састава који се састоји од једног атома угљика и четири атома водоника. Метан је високо запаљив и сагорева готово потпуно. Након сагоревања не остаје пепела, а загађивање ваздуха је врло мало. Природни гас нема боје, укуса, мириса ни облика у својој природној форми, па је према томе људима неприметан. Због тога им компаније додају хемикалију која има мирис покварених јаја. Тај мирис омогућава људима лаку детекцију пуштања гаса у кући.

Човек добија гас из природних складишта, на местима која се називају налазишта земног гаса, а може и да га производи вештачки. Гас се може производити на следећи начин. Цев од глине напуни се угљеним прахом, затвори глином и јако загрева. Из једног краја цеви почеће да излази дим. После краћег времена дим престаје да излази. Ако сада отвору глинене цеви приближимо пламен, гас који излази почеће да гори светлим и сталним пламеном. Ако замислимо овај мали експеримент увећан више хиљада пута, можемо схватити како се производи гас од угља.

Шкотски инжењер Вилијем Мардок (William Murdoch) први је, 1792.године, употребио вештачки произведени гас. Он је, наиме, прочишћавао гас који се ослобађао приликом сагоревања угља и спроводио га кроз цеви како би му служио за осветљавање куће. Неколико година после тога, Мардок је успео таквим истим поступком да осветли једну фабрику у Бирмингему (Birmingham), у Енглеској.

У Сједињеним Америчким Државама је вештачки гас за осветљење био у употреби пре природног гаса. Године 1812. Дејвид Мелвил (David Mallville) из Њупорта (Newport), у држави Род Ајленд (Rhode Island), осветлио је своју кућу на исти начин као и поменути Шкотланђанин, а 1816.године сличним системом биле су осветљене улице града Балтимора (Baltimore), у држави Мериленд (Maryland).

Природни или земни гас први пут је употребљен у граду Фредонији (Fredonia), у држави Њујорк (New York), 1812.године.

Данас се више употребљава природни гас него вештачки произведени, јер су откривена нова велика налазишта земног гаса, а и зато што је употреба гаса постала много разноврснија. Такође, нове, технички усавршеније цеви или гасоводи, омогућују да се ефикасно повежу удаљена налазишта гаса са великим градовима у којима се гас употребљава.

1821. године у Фредонији (Fredonia), Њујорк (New York), Вилијам А. Харт (William A. Hart) избушио је 27 стопа дубоку бушотину с циљем повећања протока природног гаса на површину. Због тога се та година узима као почетак намерног искоришћавања природног гаса.

Први записи о природном гасу сежу до око 100. године после Христа кад су први пут забележене "вечне бакље" на подручју данашњег Ирака. Те "вечне бакље"

највероватније су резултат пропуштања природног гаса кроз земљину кору, а запалила га је муња.

У 19.веку природни гас коришћен је готово искључиво за уличне светиљке. У то време није још било гасовода и масовна дистрибуција по домаћинствима није била могућа. Око 1890.године већина градова почела је користити електричну енергију за расвету, па су произвођачи природног гаса почели тражити нова тржишта за свој производ.

1885.године Роберт Бунсен (Robert Bunsen) изумео је горионик који је мешао ваздух са природним гасом. Тај изум омогућио је искоришћавање природног гаса за кување и грејање просторија.

Први значајнији гасовод направљен је 1891.године. Био је дуг 120 миља и преносио је гас из централне Индиане (Indiana) у Чикаго (Chicago). Након тога саграђено је врло мало гасовода све до краја другог светског рата. Током другог светског рата дошло је до великог напретка у својствима метала, техникама варења и израђивања цеви, па је изградња гасовода постала економски врло привлачна, а самим тим и употреба у домаћинствима. [1]

У много случајева природни гас је идеално фосилно гориво јер је прилично чист, једноставан за транспорт и комфоран за употребу. Чистији је од нафте и угља, па се све више спомиње и као решење за постојеће климатске промене и проблеме са лошом квалитетом ваздуха. За разлику од нафте и угља, природни гас има већи однос водоник/угљеник па према томе има мању емисију угљен диоксида у атмосферу за исту количину енергије.

Код вађења природног гаса још увек постоје лимити због данашње технологије. Природни гас се не налази само у цевовима, него се у много случајева налази заједно са нафтом. Често се и нафта и природни гас извлаче из истог налазишта. Као и код производње нафте, део природног гаса самостално долази на површину због великог притиска у дубинама. Ти типови гасних бушотина захтевају само састав цеви који се назива и "божићно дрвце" (слика 1) за контролу протока гаса.



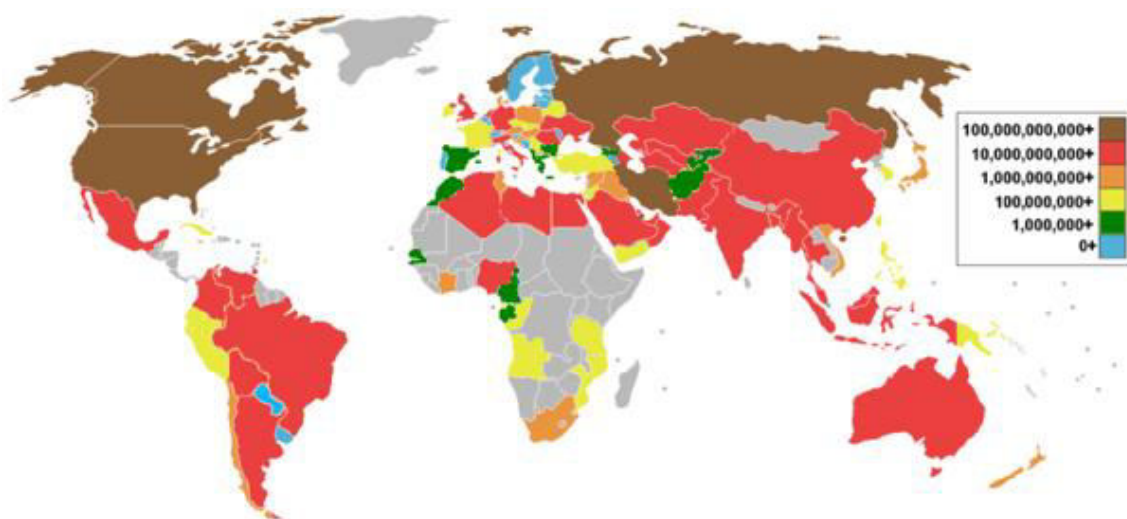
Слика 1. Систем цеви "божићно дрвце"

Све је мање таквих бушотина јер је већина овог "јефтиног" гаса већ извађена. Због тога скоро увек треба употребити неку врсту пумпања из земље. Најчешћи облик пумпе је "коњска глава" (слика 2) која диже и спушта прут у бушотину и ван, доводећи природни гас и нафту на површину. Често се проток гаса може побољшати тако да се створе ситне пукотине у стени, које служе као стазе за проток гаса. Те пукотине се стварају тако да се у стену под високим притиском пумпа нека течност (нпр. вода) која је разбија. [2]



Слика 2. Пумпа "коњска глава"

Природни гас се проналази у различитим подземним формацијама. Неке су формације теже и скупље за искоришћавање, али остављају простор за побољшање снабдевањем гасом у будућности. Након што се природни гас извуче на површину, преко састава гасовода се доводи у резервоаре, а након тога и до крајњих потрошача. [3]



Слика 3. Продукција природног земног гаса у m^3 годишње

Највећа налазишта природног гаса налазе се у Русији, САД, Ирану, Холандији, Алжиру и на Блиском истоку.

У Србији су најважнија налазишта Елемир, Кикинда и Пландиште. Међу највеће произвођаче природног земног гаса спадају Сједињене Америчке Државе, Русија и Канада.

2.1. САСТАВ ПРИРОДНОГ ГАСА

Природни гас представља смешу горивих и негоривих гасова са доминацијом метана (руски гас садржи преко 95% метана). Поред метана (CH_4), природни гас садржи: етан (C_2H_6), пропан (C_3H_8), бутан (C_4H_{10}) и друге засићене угљиководонике (општа хемијска ознака $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$), као гориве гасове. Негориви гасови у природном гасу су: азот (N_2), угљендиоксид (CO_2) и други.

Табела 1. Хемијски састав природног гаса

Метан	CH_4	70-90%
Етан	C_2H_6	0-20%
Пропан	C_3H_8	
Бутан	C_4H_{10}	
Угљен диоксид	CO_2	0-8%
Кисеоник	O_2	0-0.2%
Азот	N_2	0-5%
Водоник сулфид	H_2S	0-5%
Ретки гасови	А, Не, Не, Хе	трагови

У табели 1. приказан је типичан хемијски састав природног гаса.

У својој најчистијој форми, какав је природни гас који се испоручује крајњим корисницима, то је практично чист метан. Метан је молекул сачињен од једног атома угљеника и четири атома водоника - CH_4 .

Природни гас се сматра сувим, онда када се састоји готово само од метана, а без осталих угљоводоника. Када су ти остали угљоводоници (етан, пропан итд) присутни, природни гас је "влажан".

Природни гас образује експлозивну смешу са ваздухом само онда ако је његова концентрација у смеси (природни гас – ваздух) једнака или већа од одређене минималне вредности (доња граница експлозивности) или је једнака или мања од одређене максималне вредности (горња граница експлозивности). Дакле, природни гас је експлозиван за његове концентрације које се налазе између доње (око 5,3%) и горње (око 14,5%) границе експлозивности.

Доња топлотна моћ руског природног гаса се креће око $34 \text{ MJ} / \text{Sm}^3$, а густина око $0,71 \text{ kg} / \text{Sm}^3$ зависно од његовог квалитета. За потпуно сагоревање јединичне запремине (1 Sm^3) природног гаса потребно је око $9,5 \text{ Sm}^3$ ваздуха.

Природни гас има веома широку примену у индустрији, укључујући чињеницу да је овај гас базна сировина у производњи разних производа (пластичне масе, ђубрива, антифриз и текстил). Заправо, индустрија и јесте највећи потрошач природног гаса, са уделом од 43%. Такође, природни гас је и други по значају енергетски извор у индустрији, одмах иза електричне енергије.

Природни гас представља најчистије фосилно гориво. Како се првенствено састоји од метана, главни производи сагоревања су угљен диоксид и водена пара - исто оно што човек издахне приликом дисања!

С друге стране, угаљ и нафта се састоје од знатно комплекснијих молекула, са вишим саставом угљеника, азота и сумпора. Резултат тога је да се приликом сагоревања угља и нафте ослобађа много више штетних материја, него приликом употребе природног земног гаса.

2.2. ПРИМЕНА ПРИРОДНОГ ГАСА

Примена природног гаса се може поделити на његову примену у енергетске сврхе као горива (за грејање или покретање мотора са унутрашњим сагоревањем) и у неенергетске сврхе као сировина у хемијској индустрији (при производњи азотних ђубрива, метанола, сирћетне киселине и других хемијских једињења).

Природни гас се користи у домаћинствима, као енергент за грејање и хлађење (мале котларнице за целу кућу, етажно грејање, грејање разним гасним пећима), припрему топле потрошне воде и припрему хране, као и у пољопривреди (у повртарству, цвећерству, сточарству) и за производњу топлотне енергије и технолошке паре у топланама и у индустријским енерганама.

Предности природног гаса као енергента:

- директно је доступан кориснику у сваком тренутку и за сваки вид коришћења,
- нема потребе за улагањем у интерне складишне просторе,
- инсталације природног гаса пружају једноставност употребе и регулације свих врста уређаја на гас,
- економичан је – постиже се далеко већи степен искоришћења у односу на друге енергенте,
- доказане резерве природног гаса у свету гарантују његову расположивост за дуг период.

Еколошки најпогодније гориво је зато што:

- је чисто гориво – при сагоревању не оставља пепео,
- његовим сагоревањем нема емисије продуката који би узроковали аерозагађење емисијом гасова који изазивају ефекат стаклене баште (ослобађа се вода и мало CO_2 , без примеса сумпора, азота и других штетних елемената).

У последње време се све више користи и на возилима, као алтернативно гориво, пре свега моторним бензинима, али и дизел гориву – то у сабијеном облику (већином) – као компримовани природни гас, а евентуално и као течни природни гас. Природни гас је једно од најперспективнијих алтернативних горива.

2.3. СПЕЦИФИЧНОСТИ ПРИРОДНОГ ГАСА

Домаћинства, за грејање просторија, загревања воде и кување, углавном користе: дрва, угљ, лож, електричну енергију, соларну енергију и природни гас.

Електрична енергија свакако има низ познатих предности у односу на друге енергенте. Политиком цена све више ће се дестимулисати коришћење електричне енергије за загревање, па ће се на тај начин елиминисати као енергент.

Мане и предности дрва, угља и лож уља, најраспрострањенијих видова коришћења енергије код нас, добро су познате. Соларна енергија нема масовну примену и углавном се користи за загревање воде.

Актуелни токови на светском тржишту енергената указују на растућу улогу и значај природног гаса. Процене резерви природног гаса указују на количине довољне за наредних 100 година. Усклађени развој три “Е” (енергија, економија, екологија) природном гасу даје предност у односу на друга конвенцијална горива. Због тога се природни гас сматра енергентом у експанзији, односно енергентом XXI века.

Табела 2. Процењена потрошња гаса за Србију у милијардама кубика

Година	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Потрошња	1,7	2,7- 3,0	3,4- 4,0	4,5- 5,0	5,5- 6,0	6,5-7,0

У табели 2. приказана је процењена потрошња природног гаса у Србији према процени ЈП „Србијасгас“. [4]

У Србији у 2015. години се очекује 450.000 потрошача гаса, а дужина гасовода ће износити преко 3000 km. Стратегија дугорочног развоја енергетике Србије у периоду до 2020. године, са визијом до 2050. године, истиче природни гас као енергетски извор 21. века и еколошки најприхватљивије конвенцијално гориво.

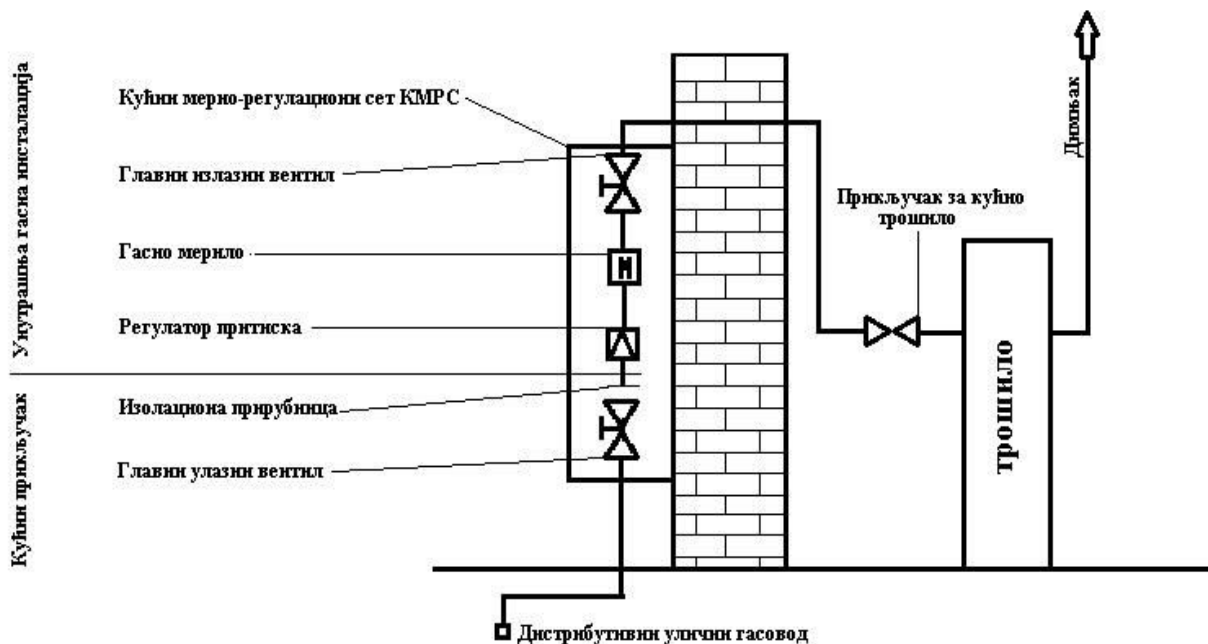
Нашим стандардима су утврђени високи захтеви које треба да испуне гасовита горива за коришћење у домаћинству. Постоје четири групе гасовитих горива. По класификацији гасовитих горива, у другу групу спадају земни гасови из природних налазишта, богати метаном. У Србији се користити природни гас друге групе из Русије (Сибира) и из Баната, тренутно највећег домаћег лежишта гаса које покрива око 25% укупне потрошње. Природни гас се увози преко Мађарске, (улаз код Хоргоша), а у току је изградња прикључка из Бугарске. [5]

Природни гас уз угаљ и остала чврста горива, једини је примарни облик енергије који се може непосредно употребљавати. Сви остали облици енергије (сирова нафта, водена снага, нуклеарно гориво и сл.) морају се трансформисати у погодније облике (деривате нафте, електрична енергија, водена пара или врела вода). То захтева градњу постројења за енергетске трансформације, уз одређене губитке и велике инвестиције. Због тога је оправдано настојање да се што више природног гаса непосредно употребљава.

Непосредном употребом природног гаса може се у домаћинствима задовољити од 80-85% енергетских потреба (грејање просторија, кување, припрема топле воде). Употребом гаса у појединачним ложиштима за грејање, постиже се већа ефикасност него употребом вреле воде из топлана и котларница. У поређењу са централним топловодним системима, развођење природног гаса дистрибутивном мрежом има и других предности: мање инвестиције, јер није потребна изградња топлана и котларница; гасна мрежа је јефтинија од вреловодне, која мора бити топлотно изолована и мора имати топлотни вод. Употреба природног гаса, уз остало, има и предност што се њиме минимално загађује околина. Природни гас не садржи загађиваче, па се његовим сагоревањем добија само угљен – диоксид и водена пара.

Природни земни гас, као такав, је гас без мириса. Приликом дистрибуције врши се његова одоризација, тј. додају му се гасови са мирисом (нпр. етил-меркаптан – једињење које садржи сумпор), тако да буде могуће осетити га чулом мириса, када се јави у концентрацијама изнад 1%. [3]

3. ОСНОВНИ ПОЈМОВИ ГАСНЕ ТЕХНИКЕ И МЕРЕ БЕЗБЕДНОСТИ ПРИ РАДУ СА ПРИРОДНИМ ГАСОМ



Слика 4. Елементи кућног гасног прикључка и унутрашње гасне инсталације

На слици 4. приказана је шема кућног гасног прикључка и унутрашње гасне инсталације са припадајућим елементима.

Гас или плин, су речи за исти појам са којима се сусрећемо у зависности од порекла литературе или изведених речи које се употребљавају у гасној техници. Гас је мешавина једињења угљеника и водоника, а врсте гаса се разликују по преовлађујућем једињењу и по начину настанка. У нашој земљи се користи природни земни гас, домаћи и руски, који по класификацији спада у другу групу и садржи око 96% метана (CH_4), око 2% виших угљоводоника (етан, пропан, бутан...), 2% несагоривих гасова (азот, угљен-диоксид). Доња топлотна моћ природног гаса износи око 33.500 kJ/m^3 , или око 8000 kcal/m^3 . Природни земни гас је без боје, укуса и мириса и лакши је од ваздуха.

Транзитни гасоводи за међународни транспорт, служе за транспорт великих количина природног гаса из једне у другу или више земаља.

Магистрални гасовод – мрежа високог притиска (50 bar) служи за транспорт гаса унутар једне земље или већег подручја унутар земље, најчешће од места производње или увоза, односно од места преузимања до потрошачких центара или великих индустријских потрошача закључно са главним мерно – регулационим станицама (ГМРС).

Дистрибутивни гасовод средњег притиска од 6 -16 bar је дистрибутивна мрежа, која се од магистралног гасовода одваја преко главних мерно – регулационих станица, дистрибуира гас до великих потрошача.

Гасовод средњег притиска је изграђен од челичних бешавних цеви. Мрежа ниског притиска израђена је од челичних и полиетиленских цеви (РЕ) у којима је притисак до 6 bar, а почиње од мерно – регулационих станица широке потрошње и завршава се мерно – регулационим сетом.

Мерно – регулациона станица (МРС) се уграђује на местима предаје природног гаса већим потрошачима. То је станица са опремом (вентил, засун) и уређајима за мерење и регулацију протока (регулатор притиска и гасно бројило) и уређајима сигурности, где се притисак гаса снижава на потребан притисак.

Кућни мерно – регулациони сет (КМРС) се поставља код потрошача (обично на фасади) у металној кутији и садржи бројило за читавање утрошка гаса, регулатор притиска са блок вентилом, филтером за гас и доводним вентилом. Ту се гас из дистрибутивне градске мреже прочисти (филтрира) и аутоматски смањује притисак са 1-4 bar на око 20-25 mbar надпритиска и доводи у кућну инсталацију.

Кућни прикључак је цевовод од дистрибутивне уличне мреже до главног вентила (гасне славине) на кућном мерно – регулационом сету.

Унутрашња гасна инсталација почиње из мерног уређаја, а завршава се на врху канала за одвод продуката сагоревања у атмосферу.

Трошила гаса су уређаји и апарати који служе у домаћинству за грејање просторија и воде, кување, прање и слично. Уређаји који су већи потрошачи гаса су: шпорети, пећи, котлови, камини, проточни бојлери, грејалице...

Температура samozапаљења гаса је 640°C. Да би гас горео, треба вентилацијом обезбедити кисеоник, а димњаком одвести угљен-диоксид и водену пару која се ослобађа сагоревањем. У кућним трошилицама гас развија температуру од 1000-1400°C.

Степен корисности је однос искоришћене и доведене топлоте трошила.

Топлотни капацитет трошила је количина топлоте коју трошило корисно даје и изражава се у KW или KJ/s.

Стандардни m^3 гаса је природни гас на температури 15°C и 1.013,25 mbar притиска и доње топлотне моћи $H_d = 33.338, 35 KJ/m^3$. [6]

3.1. МЕРЕ БЕЗБЕДНОСТИ

Дистрибутер гаса, као и пројектант и извођач кућног прикључка, извођач унутрашње инсталације и корисник се морају придржавати свих правилника о техничким условима и нормативима у области дистрибуције природног гаса.

У Решењу о одобрењу на прикључење, дефинисани су технички услови за унутрашњу гасну инсталацију, који су предуслов за безбедно постављање кућне мерно – регулационе станице (КМРС) и кућног прикључка. Кућни прикључак се укопава на тачно дефинисану дубину и на минимално растојање од 20 cm приликом укрштања са другим подземним инсталацијама, а 40 cm уколико се води паралелно са њима.

Приликом затрпавања, на 30 cm изнад гасне цеви поставља се жута упозоравајућа трака са поруком “ОПАСНОСТ ГАСОВОД”. Након успешно извршеног испитивања чврстоће и непропустивости кућног прикључка, гас се пушта у инсталацију до гасне славине испред КМРС.

Пре постављања гасних апарата и прикључивања на димњак, потрошач мора обезбедити уверење о исправности димњака. Димњаци морају испуњавати услове из стандарда SRPS U.N4.030 и морају имати минималну ефективну висину од 4 m. Због обезбеђења потребног притиска у ложишном простору и усклађивања са одредбама наведеног стандарда, неопходно је у зидане димњаке поставити металне улошке. За димњаке од фабричких елемената (Schiedel) није обавезно постављање металног улошка, а постојећи метални димњаци се морају термоизоловати. Нови метални димњаци се морају израђивати од алуминијумског или челичног лима, минималне дебљине 1 mm, са слојем термоизолације минималне дебљине 5 cm и спољним плаштом од лима.

Унутрашњу гасну инсталацију извођач радова је дужан да изведе по одобреној техничкој документацији и мора се придржавати свих одредби из техничких услова. У супротном, инсталација неће бити прикључена на дистрибутивну мрежу. Свака измена, проширење или реконструкција унутрашње гасне инсталације може се извести искључиво према новопројектованој техничкој документацији.

Сав материјал који се уграђује у унутрашњу гасну инсталацију мора поседовати фабричке сертификате и атесте одговарајућих републичких установа. Сви радници, који раде на извођењу унутрашњих гасних инсталација, морају имати одговарајућа уверења о стручној способности за врсту посла који обављају. Сва опрема мора поседовати одговарајућа типска испитивања о усклађености са домаћим стандардима и доказе о исправности.

После испитивања чврстоће и непропусности унутрашње гасне инсталације, које мора бити изведено према техничким прописима, врши се постављање КМРС и гасних трошила.

Просторије у коју се уграђују гасни апарати треба да буде дозвољене запремине да се апарат може лако и правилно поставити, користити и одржавати. Прилаз просторији треба да буде приступачан. Грађевински материјал од кога се гради просторија треба да буде негорив, како би се спречило ширење евентуалног пожара. Основни услов за постављање апарата је да се обезбеди довољна количина ваздуха за сагоревање. Гасни апарати се не смеју постављати у просторије или делове просторија у којима се налазе запаљиве материје, у таквим количинама, да њихово паљење представља посебну опасност. Гасне апарате смеју да постављају и пуштају у рад само акредитовани сервиси, што се доказује одговарајућим уверењем и то према упутству које даје произвођач. Гасни апарати са уграђеним електричним уређајима намењени уграђивању у просторије где је ризик од електричног удара повећан (влажне просторије, купатило и слично), морају имати степен заштите који се захтева класом простора за његово постављање. Гасни апарати се постављају тако да температуре на површини предмета од горивог материјала (намештај, облоге зидова, таванице и др) не буде виша од 85°C,

како би се спречила оштећења изазвана топлотом, а у крајњем случају и избијање пожара. Гасни апарати се не смеју користити за сушење текстилних предмета. На свим прикључцима, на којима ће бити накнадно прикључена гасна трошила, морају бити постављени чепови или слепе прирубнице, што се записнички констатује приликом техничког прегледа инсталације.

Приликом пуштања природног гаса у унутрашњу гасну инсталацију, цевовод се испира гасом, односно продувава довољно дуго да се одстрани сав испитни медијум. Ово је нарочито важно уколико је испитни медијум ваздух, јер може доћи до стварања експлозивне смеше. Када се постигне радни притисак у унутрашњој гасној инсталацији, проверавају се спојна места, нарочито навојних веза, регулатора притиска гаса, мерила протекле запремине гаса, гасних апарата и прикључака гасних апарата, премазивањем средствима која пенушају. Нису дозвољени било какви радови на гасним инсталацијама док су под притиском. Уколико је уочено истицање гаса на спојевима, потребно је затворити главни запорни орган (навојна кугласта славина на улазу у мерно-регулациони сет) и отклонити недостатак. Приликом притезања навојних спојева, замене заптивача и слично, предузети мере безбедности, односно забранити употребу отвореног пламена (пушење, заваривање и сл.) и обезбедити ефикасно проветравање простора у коме се радови изводе.

У случају да је потребно изводити радове заваривања и лемљења на гасним инсталацијама, потребно је потпуно одстранити гас из инсталације и продувати је интерним гасом. Гасни запорни цевни затварач мора бити поуздано затворен (скинута ручица или точак закључан и сл.) како би се спречило неовлашћено отварање у току поправке.

Представник дистрибутера гаса пушта природни гас у унутрашњу гасну инсталацију, о чему се прави записник. Потом комисија дистрибутера обавља технички преглед, после чега се утврђује исправност инсталације сходно Закону о цевоводном транспорту гасовитих и течних угљоводоника и дистрибуцији гасовитих угљоводоника (“Сл.гласник РС”, број 104/09). Забрањено је потрошачима гаса и другим неовлашћеним лицима да самоиницијативно прикључују нове гасне апарате на већ постојећу унутрашњу гасну инсталацију, или унутрашњу гасну инсталацију на дистрибутивну гасну мрежу.

Унутрашње гасне инсталације које су биле искључене више од једне године, или су биле привремено искључене, морају се пре пуштања гаса у инсталацију подвргнути прописаним испитивањима.

Дистрибутер гаса врши одоризацију гаса ”меркаптаном” (материјом јаког и карактеристичног ”мириса”) који је нешкодљив по здравље људи и околину, а такође је неагресиван по гасне апарате.

Послове прегледа и одржавања унутрашњих гасних инсталација обавља дистрибутер гаса најмање једном годишње.

Дистрибутер је дужан да одмах прекине испоруку гаса уколико основано сумња у исправност унутрашње гасне инсталације, тј.ако постоји непосредна опасност по живот људи и околину.

Уколико потрошач гаса осети присуство одоранта у просторији, обавезан је:

- Одмах угасити сваки отворени пламен (цигарете, шибице, упаљач...)
- Одмах отворити прозоре и врата.
- Искључити довод гаса (затворити главни запорни цевни затварач).
- Не укључивати електричне прекидаче.
- Не извлачити утикаче који су у утичници.
- Не укључивати електрично звонце.
- Не укључивати светло док се осећа присуство одоранта.
- Ако мирис долази из просторије у коју не можете ући, позовите надлежна тела (полицију, ватрогасце) и дистрибутера гаса.
- Ако претпостављате да гас долази из подрума, не улазећи у подрум отворите прозоре или врата и позовите дистрибутера
- Дежурној екипи дистрибутера омогућите приступ оштећеним местима.
- Евентуална оштећења на гасној мрежи НЕ СМЕЈУ СЕ САМОСТАЛНО ОТКЛАЊАТИ, јер је то у надлежности дистрибутера. [4]

3.2. ПРИРОДНИ ГАС – ЕКОЛОШКИ НАЈПРИХВАТЉИВИЈЕ ГОРИВО

Природни гас је витална компонента светске енергетике. Он спада у најчистије, најсигурније и најкорисније фосилно гориво, па му и употреба све више расте. Природни гас сагорева без штетних продуката чађи и пепела, с малим емисијама угљен - монооксида (CO_2) и сумпор - диоксида (SO_2) чиме се сврстава међу еколошки најчистије енергенте. Посматрано у односу на сва остала фосилна горива, употреба природног гаса производи такође и најмању количину CO_2 што је битан допринос смањењу глобалне емисије CO_2 .

У нормалном раду транспортног гасног система, котларница је једино место где долази до емисије штетних материја (и то значајно мањих у односу на друга горива).

И мерно – редукционе станице и гасоводи опремљени су сигурносним уређајима како би се спречиле или свеле на најмању могућу меру штетне поседице по људе, објекте и околину.

Транспортне цеви су укопане у земљу и једино у екстремним ситуацијама може доћи до испуштања гаса у атмосферу.

Као предуслов за интеграцију у међународно окружење ће се поставити приступање и прихватање протокола о прекограничном загађивању ваздуха, те укључивање у међународне програме израде програма повећања енергетске ефикасности.

У ЕУ на снази су строги прописи о заштити човекове околине, који уводе систем ограничења емисије штетних гасова, и плаћања значајних такси на емисије штетних продуката. То значи да ће коришћење еколошки погодних енергената пружити могућност уштеда сваком потрошачу кроз смањење трошкова за енергију.

Еколошки најприхватљивије гориво управо је природни земни гас.

Карактеристике емисија CO_2 , SO_2 и NO_x код фосилних горива:

CO_2 - сагоревањем природног гаса ослобађа се приближно једна половина количине CO_2 која се ослобађа спаљивањем угља. CO_2 проузрокује појачање ефекта стаклене баште и глобалног пораста температуре.

SO_2 - углавном се ослобађа спаљивањем угља и течних горива. Природни гас практично не производи SO_2 . SO_2 проузрокује закисељење околине.

NO_x - сагоревањем природног гаса ослобађају се мање количине азотних оксида, него спаљивањем других фосилних горива. NO_x такође проузрокује закисељење околине (заједно са SO_2 и амонијаком)

Потреба енергетске ефикасности је аргумент који инвестициона улагања преласком са других енергената на природни гас чине исплативим, а друга чињеница изузетно важна за инвестициона улагања су трошкови на емисију штетних продуката који нас чекају у будућности.

4. ДИСТРИБУЦИЈА ПРИРОДНОГ ГАСА У КРАГУЈЕВЦУ



Дистрибуцију природног гаса у Крагујевцу, до крајњих потрошача, врши јавно предузеће „Србијасгас“. Јавно предузеће «Србијасгас» је предузеће за транспорт, дистрибуцију, складиштење и трговину природним гасом. Лидер на гасном тржишту Србије, данас је модерна гасна компанија чију снагу чине традиција и вишедеценијско искуство, значајни људски и материјални ресурси, знање и опредељеност да унапређује, развија и повезује гасну инфраструктуру Србије са земљама у окружењу.

ЈП „Србијасгас“, са седиштем у Новом Саду, основано је 1.10.2005.год. одлуком Владе Републике Србије. Данашњи „Србијасгас“ настао је у процесу реструктурирања НИС-а, из организационих делова НИС-Гас, НИС-Енергогас и НИС-Југопетрол (Плинара и РЈ Гас, Панчево), који су развијали гасни сектор више од педесет година.

С обзиром на то да ЈП „Србијасгас“ обавља делатности од јавног значаја и општег интереса државе, основне обавезе су:

- сигурно снабдевање тржишта природним гасом,
- развој и безбедно функционисање транспортног, дистрибутивног и складишног система,
- развој могућности за успостављање нових праваца и извора снабдевања кроз повезивање са транспортним системима са земљама у окружењу,
- развој принципа рационалне и енергетски ефикасне примене природног гаса уз поштовање заштите животне средине и принципа одрживог развоја.

ЈП „Србијасгас“ сваке године транспортује гас до великих индустријских потрошача и дистрибутера, повезаних на гасоводни транспортни систем и снабдева их са више од две милијарде кубних метара природног гаса. Зими, безбедно и поуздано, више од 12 милиона m^3 природног гаса путује кроз Србију. Гасоводни транспортни систем – гасоводи високог притиска од 16 до 50 bar имају дужину више од 2.230 km. Транспорт гаса обавља се поуздано и непрекидно, јер ЈП „Србијасгас“ обезбеђује двадесетчетворочасовни надзор и контролу параметара гасоводног транспортног система. Даљински надзор обавља се путем рачунарског система који обезбеђује информације о стању кључних тачака на гасоводном систему. Транспортни систем надзире се из диспечерских центара у Новом Саду и Београду.

Табела 3. Основне карактеристике транспортног гасоводног система

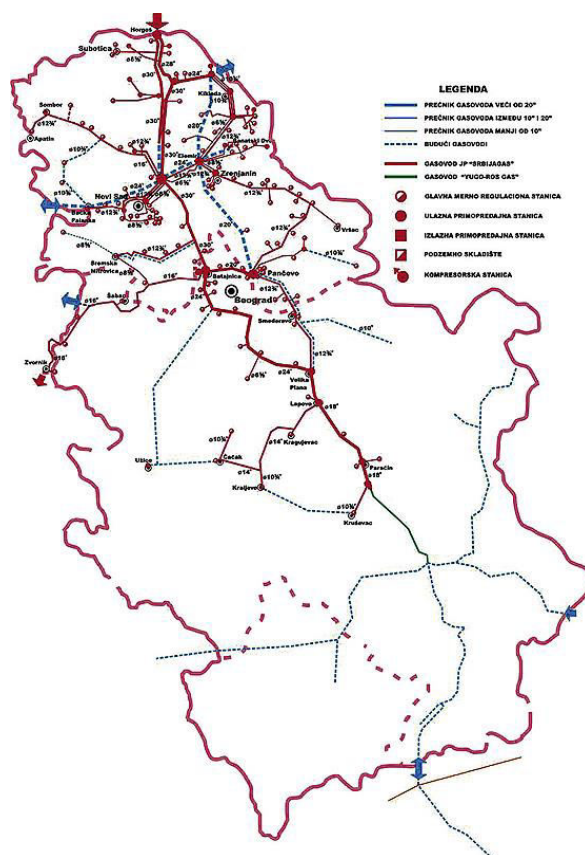
ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ТРАНСПОРТНОГ ГАСОВОДНОГ СИСТЕМА	
Капацитет	540.000 m ³ /h (13 мил m ³ /дан)
Притисак	16 до 50 bar
Дужина	2.230 km
Пречници	од DN 150 до DN 750
Старост	25 година (просечна)
Компресорска станица	4.4 MW
Улази	
Увозног гаса	1
Домаћег гаса	10
ПСГ Банатски Двор	1
Излази	
ГМРС	165 (168)
ПСГ Банатски Двор	1
ППС	2

Табела 4. Основне карактеристике дистрибутивног гасоводног система

ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ДИСТРИБУТИВНОГ ГАСОВОДНОГ СИСТЕМА	
Средњи притисак	6 до 16 bar
Дужина	600 km
Ниски притисци	до 6 bar
Дужина	око 6.033 km
Старост	10 година (просечна)

У табелама 3. и 4. приказане су основне карактеристике транспортног и дистрибутивног гасоводног система у Србији, који је у власништву ЈП „Србијагас“.

ЈП „Србијагас“ активности дистрибуције интензивно је почео да развија крајем прошлог и почетком овог века. Предузеће данас дистрибуира природни гас до крајњих потрошача – домаћинстава и привредних субјеката у 57 општина Републике Србије. Дужина дистрибутивне мреже износи 6033 км. Више од 90.000 домаћинстава прикључено је на дистрибутивну гасну мрежу. [4]



Слика 5. Дистрибутивна гасоводна мрежа у Србији

У Крагујевцу је од 1991.године, када се почело са гасификацијом града, изграђено 245989.6 m дистрибутивне гасоводне мреже ниског и 40656 m дистрибутивне гасоводне мреже средњег притиска. Изграђено је 11 мерно регулационих станица за потрошаче широке потрошње, укупног капацитета 36000 m³/h и 16 мерно регулационих станица за индустријске потрошаче, укупног капацитета 28610 m³/h. Тренутно је прикључено око 10.000 потрошача у категорији домаћинства, индустрије и социјалних и здравствених установа.

Табела 5. ДГМ ниског притиска у Крагујевцу

ДГМ ниског притиска Крагујевац		
	Објекат – вод	Дужина у m
1	ДГМ Вашариште, Сушица, 1.мај, Бубањ	31744
2	ДГМ Пивара, Ф. Кљајић, Лепеница	54128
3	ДГМ Ердоглија	10597
4	ДГМ Илићево	10972.6
5	ДГМ Палилуле	13165
6	ДГМ Виногради	28217
7	ДГМ Бресница3	8744

8	ДГМ Илина Вода	4844
9	ДГМ Шумарице	29043
10	ДГМ Угљешница	17011
11	ДГМ Палилуле Мала Вага	1568
12	ДГМ део Ф. Кљајић и Бресница	12350
13	ДГМ Језеро	2858
14	ДГМ ФАС Грошница	1536
15	ДГМ хотел Крагујевац	311
16	ДГМ Петровац	16757
17	ДГМ Стара Варош	317
18	ДГМ Стара радничка колонија	1308
19	ДГМ Центар Изврсности	519
	Укупно	245989.6

Табела 6. ДГМ средњег притиска у Крагујевцу

ДГМ средњег притиска Крагујевац		
	Објекат – вод	Дужина у m
1	ДГМ средњег притиска Крагујевац деоница до Филип Кљајић и 21. Октобар	605
2	Прикључни гасовод за МРС Институт	4486
3	ДГМ средњег притиска крак А до МРС Пролетер, 22 децембар	1938
4	Прикључни гасовод за МРС Илићево	572
5	Прикључни гасовод за МРС Шумарице	2658
6	Прикључни гасовод за МРС Виногради	151
7	Прикључни гасовод за МРС Железничка станица	544
8	Прикључни гасовод за МРС Белошевац	1046
9	Прикључни гасовод за МРС Багремар	1043
10	Прикључни гасовод за МРС Зеленило	159
11	ДГМ средњег притиска Крагујевац крак Б	2586
12	ДГМ средњег притиска Крагујевац градски прстен	7478
13	Прикључни гасовод за МРС Сервис 1	25
14	ДГМ средњег притиска Крагујевац	9956
15	Градски гасовод Дивостин-ФАС	7409
	Укупно	40656

У табелама 5. и 6. дат је приказ изграђених ДГМ ниског и средњег притиска на територији Града Крагујевца по називима и дужинама у метрима [m].

Табела 7. Мерно регулационе станице за потребе широке потрошње у Крагујевцу

	Објект – вод	Капацитет m³/h	Улица
1	МРС Багремар	4000	Јосипа Шнерсона
2	МРС Белошевац	4000	Деветог Маја
3	МРС Ердоглија	1500	Андре Маринковића
4	МРС Илићево	4000	Индустријска
5	МРС Сервис 1	4000	Саве Ковачевића
6	МРС Шумарице	2500	Петра Хансона
7	МРС Виногради	4000	Петра Бојовића
8	МРС Житопродукт	3000	Копитарева
9	МРС Железничка станица	3000	Танкосићева
10	МРС Палилула	2000	Тополиваца
11	МРС Институт	4000	Ердечка

Табела 8. Мерно регулационе станице за потребе индустрије у Крагујевцу

	Објект – вод	Капацитет m³/h	Улица
1	МРС ФАС 2	5500	Тополиваца
2	МРС 034	400	Драгослава Срејовића
3	МРС Чар	300	Драгослава Срејовића
4	МРС Филип Кљајић и 21. Октобар	7000	Драгослава Срејовића
5	МРС TSS metal industry	450	Драгослава Срејовића
6	МРС Вуловић транспорт	400	Драгослава Срејовића
7	МРС Млекара Младост	1500	Саве Ковачевића
8	МРС Партизан Азма	800	Драгослава Срејовића
9	МРС Пролетер	300	Драгослава Срејовића
10	МРС ШЦ Тоза Драговић	280	Саве Ковачевића
11	МРС Болница КГ	8000	Змај Јовина
12	МРС ТО Ердоглија	2000	Воје Радића
13	МРС Застава Енергетика	10000	Тополиваца
14	МРС Зеленило КГ	80	Слободе
15	МРС Црвена Звезда	800	Индустријска
16	МРС 22. Децембар	800	Драгослава Срејовића

У табелама 7. и 8. дат је списак изграђених мерно регулационих станица за потребе широке потрошње и индустријске потрошаче у Крагујевцу, са локацијама и капацитетом станица у [m³/h].

5. ПРИКЉУЧНИ ГАСОВОД СА МЕРНО-РЕГУЛАЦИОНОМ СТАНИЦОМ

За потребе грејања индустријског објекта неопходно је изградити прикључни гасовод од челичних цеви, радног притиска до 6 bar од места прикључења на градску гасоводну мрежу, до будуће мернорегулационе станице. Мерно-регулациона станица капацитета $Q=240 \text{ m}^3/\text{h}$ биће лоцирана поред будућег објекта контејнерске гасне котларнице.

Прикључни гасовод се израђује од челичних бешавних цеви $\varnothing 114,3 \text{ mm}$ и води се подземно на дубини од 1,0 m. Нивелета прикључног гасовода се прилагођава конфигурацији терена.

Челичне цеви се премазују хидроизолационим премазом и изолују одговарајућом изолационом траком, а затим штите од механичких оштећења заштитном траком.

Пре ископа рова, врши се обележавање трасе и радног појаса ширине 3,0 m, као и обележавање места укрштања гасовода са другим инсталацијама.

По обележавању радног појаса, врши се чишћење од свих врста растиња и шута са одлагањем у близини градилишта или одвозом на депонију. У склопу припрема за ископ врши се рашчишћавање асфалтног застора на интерној саобраћајници ширине 0,7 m.

Ископ за прикључни гасовод се врши машинским путем, са ручним докопавањем на делу прикључног места, нивелације дна рова и око места проласка других инсталација.

Ров је ширине 0,7 m са вертикалним странама, различите дубине, зависно од конфигурације терена. Материјал из ископа се одлаже на удаљеност од око 1 m са једне стране рова у зони радног појаса. На месту прикључења гасовода ради се проширење и продубљење рова како би се извео прикључак на градски гасовод.

На месту израде улазног ПП шахта копа се радна јама габарита 3,0 x 3,0 m дубине 1,4 m.

По планирању дна рова према пројектованим котама, врши се насипање, планирање и набијање песка пре поставља челичних цеви. По извршеном испитивању гасовода и снимања за катастар подземних инсталација, врши се затрпавање слојем песка дебљине 10 cm изнад цеви. Изнад завршног слоја песка даље затрпавање се врши земљом из ископа у слојевима 20-30 cm, са набијањем вибро плочама. На висини 40 cm од цеви поставља се жута упозоравајућа трака.

На делу интерне саобраћајнице, завршни слој рова у висини 40 cm се насипа, планира и набија дробљеним каменом 0-63 mm као подлогом за израду слоја асфалта. По завршеним радовима, радни појас у ширини од 3,0 m, као и прилазни путеви, се враћају у првобитно стање, одвозом вишка земље и шута на депонију, уклањањем опреме и вишка цеви и других отпадака. На делу интерне саобраћајнице поставља се заштитна челична цев DN200.

Улазни ПП шахт се изводи од армираног бетона и користи се за смештај одговарајућег улазног вентила. Шахт је унутрашњег габарита 1,50 x 1,50 x 1,40 m.

Зидови и доња плоча шахта су армирано бетонски, дебљине $d=15$ cm. Шахт се изводи од бетона марке MB25. Армирање шахта се врши завареном арматурном мрежом МА 500/560 и ребрастом арматуром RA 400/500. На спољашњим ивицама шахта уграђују се челични профили L50.50.5. Шахт се покрива двоводним поклопцем од алуминијумског лима $d=2$ mm са одговарајућим ивичним ојачањима од кутијастих профила. Поклопац има затворене бочне стране од вученог плетива, шарке за отварање и катанац за затварање. Улаз у шахт је омогућен уградњом пењалица на размаку од 30 cm. Пењалице су од бетонског челика Ø20.

У зиду шахта на правцу трасе гасовода уграђују се заштитне челичне цеви за пролаз радне цеви гасовода. Између радне и заштитне цеви се постављају гумене заптивке. Зидови и доња плоча шахта се хидролизују битуминизираним „кондор 4“ тракама са претходним премазом површина битулитом. Изолација доње плоче се ради преко слоја набијеног бетона дебљине $d=5$ cm, који се изводи на слоју шљунка дебљине $d=10$ cm. Заштита хидроизолације зидова се врши зидањем пуном опеком на „кант“ у цементном малтеру.

Локација МРС је дефинисана поред будућег објекта гасне котларнице. Опрема МРС се налази у металној кућици габарита 2000 x 800 x 2000 mm. Кућица се смешта на армирано бетонски темељ. Темељ се састоји од два бочна армирано бетонска темељна зида дебљине $d=25$ cm и дужине 90 cm, преко којих се изводи армирано бетонска темељна плоча $d=15$ cm, на коју је непосредно ослоњена кућица МРС. Темељна плоча је димензија 90 x 220 cm у основи. Темељни зидови су дубине сса 1,4 m у терену, а изнад терена су висине око 40 cm. Један темељни зид и темељна плоча имају отвор за пролаз цеви гасовода. Темељ се изводи од бетона марке MB25, а арматура темељних зидова и темељне плоче је од заварених арматурних мрежа МА 500/560.

5.1. УЛАЗНИ ПРОТИВПОЖАРНИ ШАХТ И ПРИКЉУЧНИ ГАСОВОД

Димензија челичног подземног гасовода на месту прикључења је Ø273.0 mm.

Прикључни гасовод је пречника DN100 (4“, Ø114,3 mm) како би се омогућило накнадно прикључење нових потрошача.

Прикључни гасовод израђује се од челичних бешавних цеви прописаног квалитета (DX55D, Č 1212, JUS C.B5.221, JUS C. B5.225).

Гасовод се целом дужином води подземно и полаже се испод зелене површине, целом дужином, осим краће деонице испод интерне саобраћајнице. На тој деоници интерна саобраћајница се раскопава, па, ако се статичким прорачуном покаже да заштитна цев није потребна, иста се не поставља. Међутим, иако је статичким прорачуном показано да заштитна цев у овом случају није потребна, она се предвиђа, комплетно са одушном цеву, у свему према графичком делу пројекта.

Прикључни гасовод води се на прописаној дубини, не мање од 90 cm од горње ивице гасоводне цеви до коте терена. Укупна дужина гасоводног прикључка је ~85 m.

Сва хоризонтална и вертикална закривљења – промене правца изводе се стандардним цевним луковима ($R=1.5D$), према JUS M.B6.821.

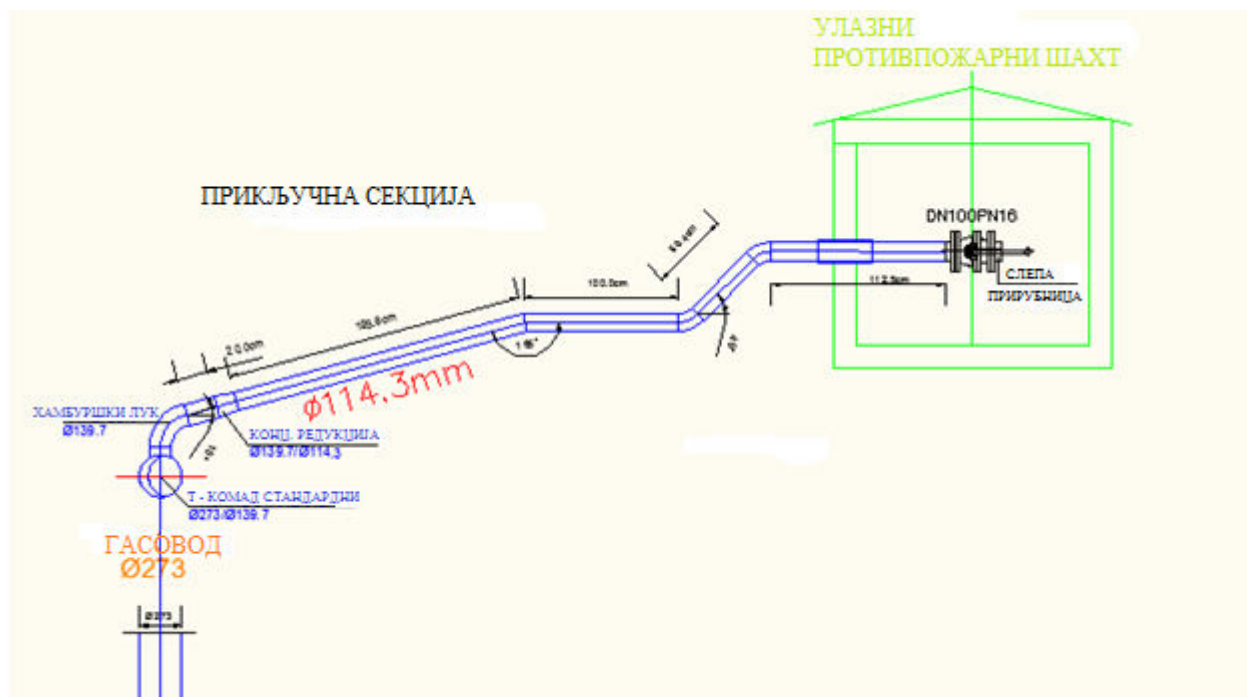
Иза места прикључења на градски гасовод предвиђена је изградња типског улазног шахта са прирубничком прикључном гасном славином DN100PN16 – противпожарни шахт.

Шахт се гради на зеленој површини, испред интерне саобраћајнице. Шахт има димензије светлог пресека (дужина x ширина x висина) 1,5 x 1,5 x (1,2+0,2) m. Шахт треба да буде додатно издигнут изнад терена за око 0,2 m.

Шахт је армирано бетоснки, унутрашње изолован и покривен дводелним алуминијумским или челичним поклопцем. Пролаз гасовода кроз зидове шахта врши се у заштитним цевима првог већег пречника у односу на прикључни гасовод ($\varnothing 139,7$ mm).

Међупростор између заштитне цеви и гасовода испуњава се изолационо – заптивном масом – пур пеном или сл. На крајевима заштитне цеви постављају се гумени дихтунзи који се стежу шелном или жицом на гасоводу и на заштитној цеви.

Заштитне цеви морају се добро очистити па потом два пута заштитити антикорозивном бојом. Заштитне цеви се и хидроизолују, у свему према техничким условима и стандардима.



Слика 6. Прикључна секција и противпожарни шахт

На слици 6. је приказан детаљ секције прикључног гасовода са противпожарним шахтом.

Ради заштите од корозије, прикључни гасовод се двоструко хидроизолује. Поступак изоловања врши се у свему према датим техничким условима:

- а) Цевовод се очистити од рђе, уља, влаге и других нечистоћа, па на њега нанети материјал који се, по препоруци произвођача изолационог материјала, користи као подлога за изолациони материјал. Преко овакве подлоге се врши изолација пластизол траком. Механичко чишћење цевовода као и намотавање траке изводи се ручно или специјалном машином.
- б) Заварене спојеве дозвољено је хидроизоловати тек након снимања варова и испитивања секције на чврстоћу и непропусност.
- ц) После намотавања траке за хидроизолацију треба вршити и намотавање заштитне траке (импрегнирани папир), која штити хидроизолацију од механичких оштећења. Код извођења изолације придржавати се строго упутстава произвођача трака.
- д) По извршеној изолацији, пре намотавања заштитне траке, врши се испитивање на електропробојност помоћу високонапонског детектора, под напонам од 15000V. Уколико испитивање покаже да постоје дефектна места на изолацији, иста се ручно поправљају и поново испитују.

Прикључни гасовод води се са димензијом DN100 све до изласка из земље. Одмах по изласку из земље цевовод се редукује на DN50 за потребе гасне котларнице. Овај цевовод је улазни цевовод за мернорегулациону станицу.

У саставу мернорегулационе станице, одмах на улазу, налази се изолациона прирубница (DN50PN16 за електрично – галванско одвајање подземног од надземног челичног гасовода од MPC).

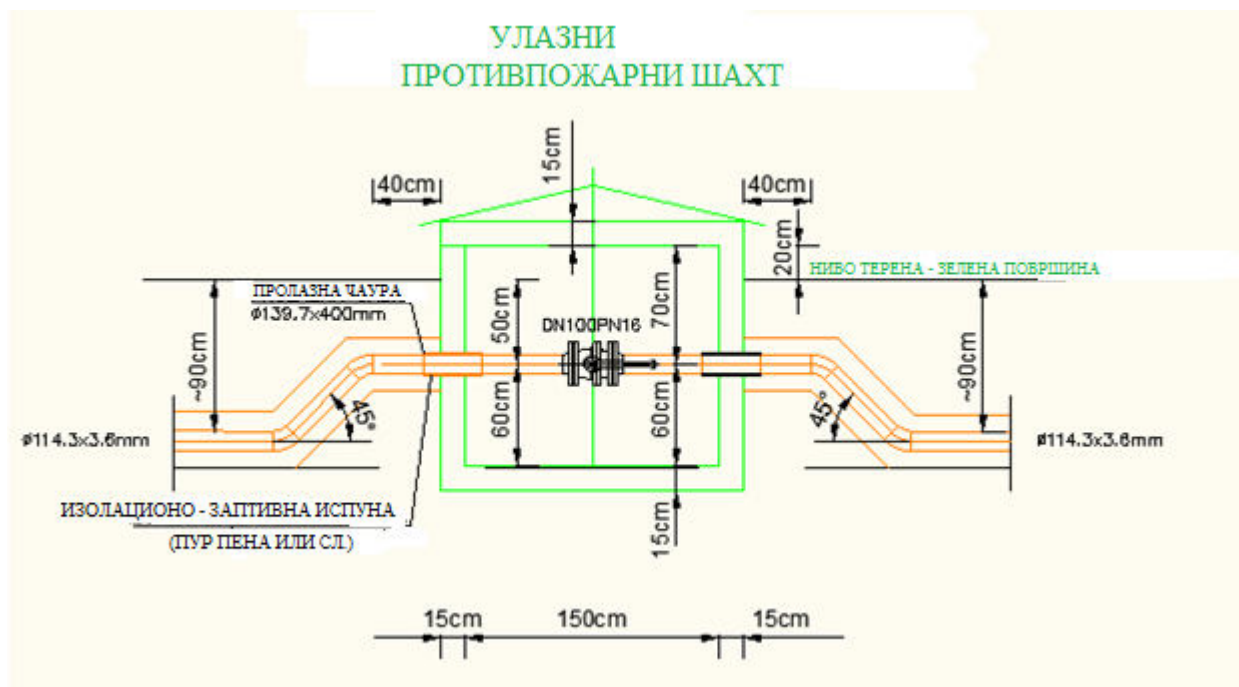
Надземни, видни делови гасовода (испред MPC и деоница у улазном шахту) се после чишћења два пута премазује антикорозивном (основном) бојом па потом два пута завршном уљаном жутом бојом.

Сви завари на гасоводу радиографски се испитују 100%.

По завршеној монтажи прикључни гасовод се испитује у свему према датим техничким условима и важећим прописима за овакве гасоводе. Испитивању се подвргава гасовод пре (на чврстоћу и непропусност) и после хидроизолације, односно и хидроизолација се испитује на електропробојност помоћу високонапонског детектора по датој процедури.

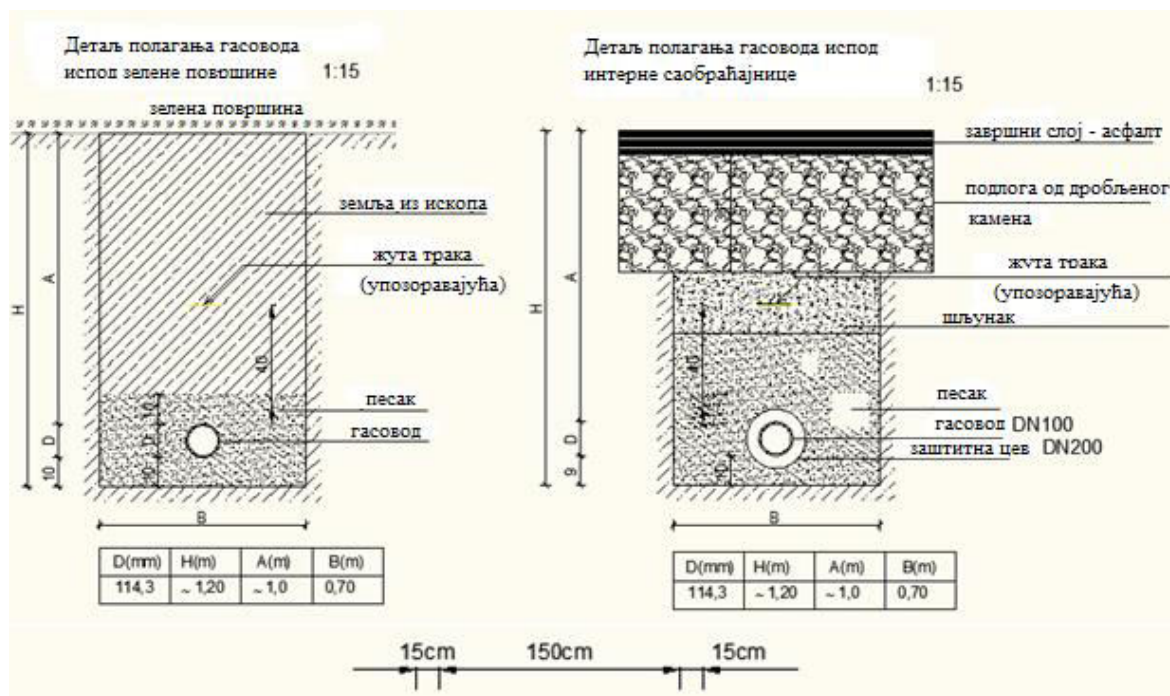
Пре испитивања укупног гасовода на чврстоћу и непропусност, посебно се на чврстоћу и непропусност испитује “прикључна секција гасовода“, у свему према графичкој документацији и техничким условима.

Електропројектом се проверава катодна заштита гасовода на који се овај прикључни гасовод прикључује и утврђује се да она штити гасовод од корозије.



Слика 7. Улазни противпожарни шахт

На слици 7. приказана је скица улазног противпожарног шахта.



Слика 8. Пресек рова гасовода

На слици 8. приказан је пресек гасовода са детаљем полагања гасовода испод зелене површине (слика лево) и полагањем гасовода испод интерне саобраћајнице (слика десно).

5.2. МЕРНОРЕГУЛАЦИОНА СТАНИЦА (МРС)

Уз објекат корисника (гасна котларница), уз задњи фасадни зид без отвора, на сопственом постољу висине 40 cm, предвиђена је, у складу са техничким условима дистрибутера гаса, уградња типске мернорегулационе станице (МРС) G-160 произвођача Gasteh, у којој ће се вршити редукција притиска гаса према потребама потрошача, мерење потрошње, филтрирање гаса и сигурносна контрола задатих параметара.

Станица је дволинијска (једна радна и једна резервна линија), капацитета $Q_{\max} = 240 \text{ m}^3/\text{h}$, $Q_{\min} = 20 \text{ m}^3/\text{h}$, са мерачем протока гаса са ротационим клиповима чији опсег мерења обухвата протоке од максимално предвиђених ($170 \text{ m}^3/\text{h}$) до мањих или једнаких минимално инсталисаној снази било ког појединачног трошила ($20 \text{ m}^3/\text{h}$).

Притисци гаса (манометарски) су:

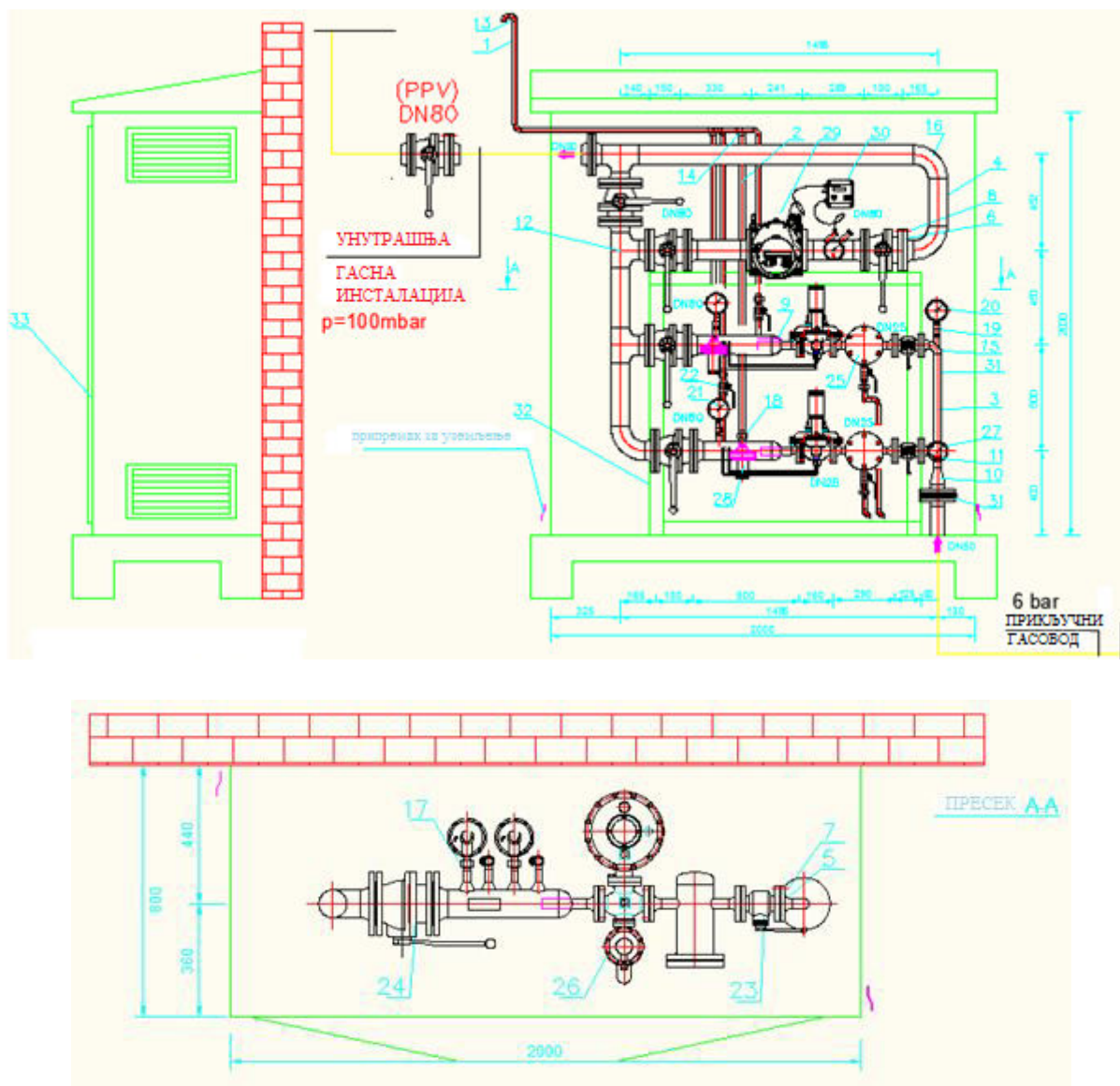
Улазни притисак: $p_{ul} = 6 \text{ bar}$ (у гасоводу),

Излазни притисак: $p_{izl} = 100 \text{ mbar}$, у складу са технологијом потрошача (гасна котларница).

Мернорегулациона станица испоручује се и уграђује као комплетан производ фирме Gasteh, израђена, комплетирана и испитана у свему према прописима, захтевима дистрибутера (ЈП „Србијагас“) и са изведеним свим потребним електричним међувезама за уземљење и изједначење потенцијала, тако да преостаје само њено повезивање на темељни уземљивач котларнице.

Иза мернорегулационе станице, на цевоводу ниског притиска на фасади котларнице, на дохват руке, предвиђена је кугласту гасна славина прирубничка, DN80PN16 - главни запорни цевни затварач - противпожарни вентил.

Надомак МРС предвиђена је прописана мобилна опрема за почетно гашење пожара – два ПП –апарата S-9.



Слика 9. Типска MPC капацитета G-160

На слици 9. приказан је цртеж мернорегулационе станице MPC G-160, максималног капацитета протока гаса $Q_{\max} = 240 \text{ m}^3/\text{h}$ – Gasteh. [10]

Табела 9. Приказ материјала и опреме

Поз.	Назив позиције	Димензија	ком	Материјал, Тип	Напомена
01.	Бешавна цев	$\varnothing 21,3 \times 2,6$		P235TR1	SRPS EN 10220
02.	Бешавна цев	$\varnothing 26,9 \times 2,6$		P235TR1	SRPS EN 10220
03.	Бешавна цев	$\varnothing 33,7 \times 2,9$		P235TR1	SRPS EN 10220
04.	Бешавна цев	$\varnothing 88,9 \times 3,2$		P235TR1	SRPS EN 10220

05.	Грлата прирубница	DN25PN16	4	S235 JRG2	SRPS EN 1092-1
06.	Грлата прирубница	DN80 PN16	16	S235 JRG2	SRPS EN 1092-1
07.	Прирубнички спој са премошћењем	DN25 PN16	8	-	SRPS EN 1092-1
08.	Прирубнички спој са премошћењем	DN80 PN16	13	-	SRPS EN 1092-1
09.	Заварна капа	Ø88,9 x 3,2	2	P235TR1	SRPS ISO 3419
10.	Концентрична редукција	Ø60,3/33,7x2,9	2	P235TR1	SRPS ISO 3419
11.	"Т" комад	Ø33,7 x 2,9	1	P235TR1	SRPS ISO 3419
12.	"Т" комад	Ø88,9 x 3,2	3	P235TR1	SRPS ISO 3419
13.	Лук 90° R1,5D	Ø21,3 x 2,6	10	P235TR1	SRPS M.B6.821
14.	Лук 90° R1,5D	Ø26,9 x 2,6	10	P235TR1	SRPS M.B6.821
15.	Лук 90° R1,5D	Ø33,7 x 2,6	2	P235TR1	SRPS M.B6.821
16.	Лук 90° R1,5D	Ø88,9 x 3,2	4	P235TR1	SRPS M.B6.821
17.	Холендер спој	R1/2"	6		"GASTEH"
18.	Холендер спој	R3/4"	2		"GASTEH"
19.	Растеретни вентил	R1/2"	3	тип:372/40	"GASTEH"
20.	Манометар	R1/2"	1	0 ÷ 16 bar	„Wika“
21.	Манометар	R1/2"	2	0 ÷ 250 mbar	„Wika“
22.	Кугласта славина навојна	R1/2"	4		"POLIX"
23.	Кугласта славина прирубничка	DN25 PN16	2		"POLIX"
24.	Кугласта славина прирубничка	DN80 PN16	5		"POLIX"
25.	Филтер за гас	DN25 PN16	2	тип:414/1	"GASTEH"
26.	Регулатор притиска гаса	DN25 PN16	2	тип:121-BV	"GASTEH"
27.	Биметални термометар R1/2"	R1/2"	2	-20÷+40°C	„Wika“
28.	Сигурносни испусни вентил	R1/2"/R3/4"	2	тип:211	"GASTEH"
29.	Ротационо мерило протока	DN80 PN16	1	тип: Rabo G-250	"ELSTER"
30.	Електронски коректор	0,7 – 2 bar	1	тип: EK-220	"ELSTER"
31.	Изолатиона прирубница	DN50 PN16	1	тип:514	"GASTEH"
32.	Носач MPC		1		
33.	Метална кућица	2000x800x2000			

У табели 9. је приказана комплетна опрема и материјал који је потребан за изградњу мернорегулационе станице (МРС).



Слика 10. Положај МРС



Слика 11. Изглед МРС G-160, максималног капацитета протока гаса $Q_{\max} = 240 \text{ m}^3/\text{h}$ – Gasteh.

На сликама 10. и 11. приказан је положај МРС у односу на контејнерску гасну котларницу и изглед комплетне мернорегулационе станице типа G-160, максималног капацитета протока гаса $Q_{\max} = 240 \text{ m}^3/\text{h}$ произвођача фирме Gasteh из Инђије.

Грађење објекта, односно извођење радова може да врши предузеће, односно радња, који су уписани у одговарајући регистар за извођење тих радова и који имају најмање по једно запослено лице са високом школском спремом одговарајуће струке и овлашћењем за руковођење грађењем. [7]

5.3. ТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ИЗРАДЕ ЧЕЛИЧНОГ ГАСОВОДА И МРС

1. За несметано одвијање радова на монтажи прикључног гасовода потребно је припремити трасу и радни појас. Траса треба да је што је могуће тачније обележена, а ширина радног појаса треба да буде толика да омогући несметан рад.
2. Пре почетка извођења радова на инсталацији МРС потребно је тачно одредити локацију станице и припремити простор.
3. Цеви, опрему и материјал развести на место уградње на слободној (радној) страни радног појаса. Опрема не сме да спречи саобраћај прилазима и саобраћајницама. Под цевовод и опрему треба подметнути дрвене или металне подметаче како би се избегао њен директан контакт са земљом. Опрему, цеви, материјал и алат (за МРС) донети на место уградње. У ту сврху је потребно у непосредној близини будуће локације станице изградити мањи складишни простор где ће се све то моћи сместити и чувати од оштећења, непогода и приступа непожељних лица.
4. При извођењу монтажних радова препоручује се да израду и пробну монтажу подсклопова обави извођач у својој радионици, тако да на лицу места изводи само склапање подсклопова. Сва уграђена опрема мора да поседује одговарајуће атесте и мора бити у складу са захтевима дистрибутера гаса.
5. Извођач је дужан да пре почетка извођења радова изради технологију заваривања и контроле заварених спојева. Технологије морају бити верификоване и одobreне од стране предузећа чија је то основна делатност и презентиране надзорном органу пре почетка извођења заваривачких радова.
6. Заваривање се врши у складу са SRPS C.Т3.001 (до 061). По стандарду SRPS EN 287-1 се обавља атестирање заваривача, при чему сваки заваривач сем потребне дипломе о квалификацији, добија и своју ознаку којом означава сваки изведени завар.
7. Заваривање се може вршити ако је температура околине изнад 0°C и ако нема ветра и кише. До температуре од -5°C треба вршити предгревање материјала, а на температурама нижим од -5°C треба обуставити заваривање.
8. Сучеоном заваривању цеви обавезно треба да претходи чишћење унутрашњости цеви од свих нечистоћа и страних предмета. Чишћење се изводи специјалном жичаном четком. При чишћењу цеви није дозвољена употреба грубог алата (турпије и сл.).
9. Након овога врши се контрола крајева цеви помоћу одговарајућег алата. Уколико су крајеви оштећени, треба извршити потребне поправке, а ако се оне не могу извршити, треба одсећи парче цеви и ивице поново обрадити машином.
10. Центрирање цеви се врши помоћу специјалне спојнице која омогућава и одржавање прописаног растојања између две цеви које се заварују.
11. Приликом заваривања прирубница водити рачуна да све оне које се заварују на цеви морају бити под правим углом у односу на осу цеви. Одступање паралелности површина прирубница које се спајају може бити $\pm 0.5^\circ$.

12. Заварена места морају бити солидно изведена, са равномерним заваром, без смањења пресека цеви. Наставци се морају изводити на лако приступачним местима.
13. Максимално надвишење после последњег пролаза приликом заваривања не сме бити веће од 1.6мм, нити ниже од 0.8 m. Ширина завара не сме да прелази ширину жлеба више од 1,6 mm са обе стране.
14. Сваки завршени завар треба уљаном бојом означити редним бројем, који се састоји од две цифре: прва означава број секције, а друга редни број завара.
15. Све податке о завару и контроли квалитета завара треба уписивати у дневник заваривања како би у сваком тренутку ови подаци могли бити на располагању.
16. После визуелне контроле треба извршити радиографско снимање завара. Потребан проценат снимања завара је 100%.
17. Све неисправне заваре треба поправити или их исећи из гасовода па их поново заварити и снимити.
18. Након исправке завара врши се испитивање гасовода, односно инсталације МРС на чврстоћу и непропусност.
19. Након успешно изведеног заваривања, снимања и евентуалне поправке завара, испитивања секције на чврстоћу и непропусност и чишћења цеви почиње се са изолацијом подземног гасовода. Подземни гасоводи морају да имају изолацију којом се штите од:
- Корозионог дејства средине у којој се постављају;
 - Корозије проузроковане природним електричним или лутајућим струјама;
 - Случајног механичког оштећења.
20. Поступак изоловања подземних гасовода је следећи:
- а) Цевовод очистити од рђе, уља, влаге и других нечистоћа па на њега нанети материјал који се, по препоруци произвођача изолационог материјала, користи као подлога за изолациони материјал. Преко овакве подлоге се врши изолација пластизол траком. Механичко чишћење цевовода као и намотавање траке изводи се ручно или специјалном машином.
 - б) Заварене спојеве дозвољено је хидроизоловати тек након снимања завара и испитивања секције на чврстоћу и непропусност.
 - в) После намотавања траке за хидроизолацију треба вршити и намотавање заштитне траке (импрегнирани папир), која штити хидроизолацију од механичких оштећења. Код извођења изолације придржавати се строго упутстава произвођача трака.
 - г) По извршеној изолацији, пре намотавања заштитне траке, врши се испитивање на електропробојност помоћу високонапонског детектора, под напоном од 15000 V. Уколико испитивање покаже да постоје дефектна места на изолацији, иста се ручно поправљају и поново испитују.
21. Надземни делови цевовода, када се очисте од нечистоће, премазују се основном бојом, а затим два пута одговарајућом уљаном бојом. (надземни делови гасовода жутом

бојом, одводи вентила сигурности и одушке у МРС црвеном бојом, а носачи плавом бојом.)

22. Цев гасовода, при пролазу кроз зид заштитити са цеви већег пречника, а пре постављања цеви двоструко премазати антикорозивним средством (заштитне цеви и са унутрашње стране).

23. На местима где се цеви спајају преко прирубничких спојева, спојеве премостити поцинкованом челичном траком. Прирубнички спојеви су дозвољени само у мернорегулационим станицама и на местима постављања запорних органа.

24. Инсталација мора имати изолацију од атмосферског пражњења и уземљења свих носећих конзола и надземних гасовода. Гасоводе уземљити према електропројекту, а постојеће уземљење преконтролисати.

25. Веза цевовода за помоћне конструкције треба да буде таква да омогући топлотне дилатације.

26. Сва уграђена арматура и уређаји морају имати одговарајуће атесте. Сву арматуру, сигурносне елементе и мерне инструменте треба уградити према упутству произвођача опреме, односно према пројекту и испитати њихово функционисање.

27. Просторија/орман за МРС мора имати отворе за природно проветравање укупне површине најмање 10% од површине основе. Доњи отвори се постављају на 0.3 m од основе, а горњи отвори морају бити постављени при врху зида објекта. [8]

5.4. ИСПИТИВАЊЕ ИНСТАЛАЦИЈЕ

1. Пре пуштања у рад гасне инсталације (тј. по завршеној монтажи) треба извршити инспекцију комплетно изведених радова на гасоводу и МРС. Ова инспекција се састоји од:

- Контроле варова;
- Утврђивања сигурности гасне инсталације;
- Продувавања гасних цеви;
- Испитивања чврстоће;
- Испитивања непропусности;
- Контроле исправности рада и подешености сигурносне опреме и опреме за регулацију притиска.

2. Испитивање гасовода и МРС могу вршити само предузећа регистрована за ту делатност. Испитивање цевовода на чврстоћу и заптивеност врши извођач радова према важећим техничким прописима, и то према поглављу 6.0 Испитивање гасовода и МРС потрошача “Услови и техничких норматива за пројектовање и изградњу градског гасовода” (Сл. Лист града Београда бр. 14/77).

3. Испитивање се врши у присуству представника извођача радова, надзорног органа, инвеститора и надлежних органа.

4. Испитивање гасовода и МРС на чврстоћу и непропусност врши се ваздухом или другим инертним гасом.

5. При испитивању гасовода и МРС притиска изнад 2 bar на чврстоћу морају се примењивати манометри класе 1.5, а на непропусност манометри класе 0.5 или диференцијални манометри. При испитивању гасовода и МРС притиска испод 2 bar морају се примењивати “U” цеви пуњене водом или живом. Манометри морају имати атест предузећа овлашћеног за баждарење манометара.

6. Гасоводи и МРС се испитују на чврстоћу тако што се држе под притиском из Табеле 10. најмање 1 час, после чега се притисак снижава до одређене вредности за испитивање на непропусност и врши се преглед гасовода и арматуре. Преглед заварених и прирубничких спојева врши се премазивањем истих раствором сапуна у води.

7. Прикључни гасовод (подземни) се испитује на непропусност, при притиску из Табеле 10. на следећи начин:

- гасовод се до почетка испитивања мора држати под испитним притиском ради изједначавања температуре гаса са температуром околине;
- трајање испитивања гасовода на непропусност износи најмање 24 часа;
- сматра се да је гасовод (једног пречника) успешно издржао испитивање ако стварни пад притиска за време испитивања није био већи од прорачунског, по следећој формули:

$$\Delta p = 0.3 * \frac{s}{d}$$

где су:

Δp - прорачунски пад притиска

d (m) - унутрашњи пречник

s (h) - време трајања испитивања.

Стварни пад притиска за време испитивања је:

$$p = (H_1 + B_1) - (H_2 + B_2)$$

где су:

H_1, H_2 - показивања менометра на почетку и на крају испитивања

B_1, B_2 - показивања барометра на почетку и на крају испитивања.

Табела 10. Испитни притисак

Притисак гаса (манометарски) (bar)	Испитни притисак (bar)	
	на чврстоћу	на непропусност
До 0.05	3.0	1.0
0.05 – 6.0	7.5	6.0
6.0 – 12.0	15.0	12.0

8. У зависности од конструкције регулатора притиска и арматуре испред и иза њега, МРС се могу испитивати као целине (од излазног до улазног запорног органа) или поступно (до регулатора и иза њега). Треба водити рачуна да се под притисак не смеју стављати регулатори притиска гаса, као и сва осетљива опрема коју треба након испитивања поново вратити.

9. При испитивању МРС као целине, величине испитних притисака узимају се према притиску гаса на страни високог притиска.

10. Величине испитних притисака дате су у Табели 10.

11. Испитивање МРС на непропусност мора трајати најмање 24 часа, при чему пад притиска не сме прећи 1% почетне вредности притиска.

12. Недостаци установљени испитивањем отклањају се тек пошто се притисак у испитној деоници снизи до атмосферског.

13. О извршеном испитивању морају се саставити записници који морају садржавати:

- предмет испитивања (гасовод, деоница гасовода, МРС,...);
- попис лица која су вршила испитивање и која су му присуствовала;
- датум и време испитивања;
- околности под којима се врши испитивање (температура, киша, снег и сл.);
- начин испитивања, са ознаком апарата и уређаја којима је вршено испитивање;
- притисак и време трајања испитивања;
- резултате испитивања са тачним добијеним вредностима уз евентуални графички приказ добијених резултата;
- закључак у коме се констатује да ли испитивање задовољава или не;
- својеручни потпис лица која су вршила испитивање и која су присуствовала испитивању. [9]

5.5. ТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ЗА ИЗРАДУ ПРИКЉУЧКА НА ГАСОВОД У ЕКСПЛОАТАЦИЈИ

Израда прикључка на гасоводу природног гаса у експлоатацији са прекидом транспорта гаса у гасоводу, врши се помоћу стандардних Т-комада.

Радове на изради прикључка може извести само овлашћено подузеће за монтажу или одржавање гасних инсталација.

Прикључна секција гради се према цртежу датом у графичкој документацији. Прикључна секција представља почетну деоницу прикључног гасовода, од места прикључка до противпожаре кугласте гасне славине у улазном шахту, закључно са њом. Чине је Т-комад са два комада цеви на гасоводу, колено, концентрична редукција на пречник прикључног гасовода, деоница цевовода до запорне кугласте славине у улазном шахту и слепа прирубница иза ње. По изградњи прикључне секције, ради

њеног испитивања, на оба краја комада цеви на прикључном гасоводу заварују се блинде.

Сви завари на „прикључном склопу“ се испитују радиографски 100%.

После испитивања на чврстоћу и непропусност, (по истој процедури како се испитује и гасовод) приступа се уградњи прикључне секције. Прикључна секција испитује се са гасном славином у улазном шахту у отвореном положају. Претходно је потребно испустити гас из гасовода и напунити га азотом или другим инертним гасом како не би дошло до стварања запаљивих и експлозивних смеша.

Са прикључне секције одсецају се обе блинде, измери потребна дужина исечка на гасоводу и прикључна секција се заварује на гасовод.

Сви завари на уградњи прикључне секције испитују се радиографски 100%.

После заваривања прикључног склопа на гасовод приступа се његовом поновном испитивању на чврстоћу и непропусност.

На радном простору где се врши прикључење на гасовод, морају се спровести неопходне противпожарне мере заштите:

- а) Из радног простора је неопходно уклонити сав запаљив материјал. Радном простору се мора обезбедити лак приступ у случају интервенције или евакуације из њега.
- б) Радни простор мора бити видно означен траком и таблама упозорења како би се спречио приступ лицима која нису ангажована на радовима прикључења.
- ц) Извршиоци који учествују на извођењу радова прикључења морају бити оспособљени за руковање ПП апаратима који се налазе у радном простору.
- д) На месту извођења радова и на местима запорних органа припадајуће деонице најближе месту прикључења мора се обезбедити радио веза, као и веза са диспечерским центром дистрибутера гаса. [9]

5.6. УСЛОВИ ЗА ИЗВОЂЕЊЕ ГРАЂЕВИНСКИХ РАДОВА

Обележавање трасе гасовода

1. Обележавање трасе врши се на основу геодетског снимка трасе. Пре обележавања трасе на терену извршиће се откривања подземних инсталација ручним ископом контролних ровова.
2. Обележавање трасе гасовода и гасне мреже врши се дрвеним кочићима, и то на правцима пружања гасовода на догледном растојању (не већем од 50 m) и на местима скретања трасе. У обележавање трасе укључено је и обележавање положаја шахтова, редукционих станица и других елемената гасовода и гасне мреже.
3. Исколчавање треба вршити парцијално, односно само оне делове на којима ће се одмах приступити ископавању. Приликом обележавања трасе обавезно водити рачуна о

постојећим инсталацијама на траси и о условима постављања гасовода у односу на друге инсталације.

4. Исколчавање вршити у присуству надзорног органа.

5. При укрштању и паралелном вођењу новог гасовода са другим гасоводом, техничким инфраструктурама и др., минимална дозвољена растојања дата су у Табели 11.

Табела 11. Минимална дозвољена растојања

Други грађевински објекти	Укрштање (вертикално растојање) (m)	Паралелно вођење (хоризонтално растојање) (m)
Гасоводи међусобно	0.2	0.6
Од гасовода до даљинских топлодалеководов, водовода и канализације	0.2	0.3
Од гасовода до проходних канала теплодалеководов	0.5	1
Од гасовода до нисконапонских и високонапонских ел. каблова	0.3	0.6
Од гасовода до телефонских каблова	0.3	0.5
Од гасовода до водова хемијске индустрије и технолошких флуида	0.2	0.6
Од гасовода до бензинских пумпи	-	5
Од гасовода до шахтова и канала	0.2	0.3
Од гасовода до високог зеленила	-	1.5

Уређење радног појаса

1. Извршити чишћење радног појаса од растиња, корова, траве или усева са потребним равнањем појаса по пројекту, ручним или машинским путем. Надзорни орган може захтевати чишћење и на оним местима где то пројектом није предвиђено, уколико се се за то укаже потреба.

2. Ширина радног појаса на одговарајућој деоници треба да је онолика колико то захтевају извођачке операције.

3. Приликом чишћења радног појаса материјал депоновати са стране (да не ремети саобраћај), односно унутар радног појаса на местима које одреди надзорни орган, а на средњој удаљености највише 1 m. По завршетку чишћења материјал однети на градску (сеоску) депонију отпада, или сложити на месту које одреди надзорни орган. Одвоз материјала извршити пре ископа.

Ископ ровова

1. Машински и ручни ископ ровова врши се у земљи II и III категорије. Дубина рова је најмање 0.9 m, а ширина дна рова зависи од пречника цевовода D и износи $D + 40$ cm. На деоницама где се у ров полажу претходно заварене цеви, ширина дна рова може се смањити на $D + 20$ cm. На местима заваривања у рову и на местима прикључака морају се ископати проширења рова на 1.0 m x 1.0 m, и за 30 cm дубља од доње ивице цеви.
2. При дубинама већим од 1 m, не вршити разупирање (због технологије извођења машинско монтажних радова), већ извршити скалпање бочних страна рова.
3. Нагиб бочних страна зависи од врсте и категорије тла, а надзорни орган одредиће на лицу места нагиб бочних страна. Ископ вршити са правилним одсецањем бочних страна и планирањем рова.
4. При ручном ископу, на дубинама већим од 2 m, материјал избацивати лопатама, а преко платформи.
5. На местима укрштања гасовода са другим техничким инфраструктурама, ископ треба да буде најмање 2 m са сваке стране укрштања.

Укрштање гасовода са подземним инсталацијама

1. Гасовод треба, где год је могуће, полагати изнад других инсталација. Ако се гасовод полаже испод друге инсталације, гасоводну цев треба сместити у заштитну (пластична, јувидур) цев. Крајеви заштитне цеви, мерено најкраћим растојањем у хоризонталној пројекцији, треба да су удаљени од друге инсталације најмање 2.0 m.
2. Места где се гасовод укршта са другом инсталацијом која је откопана током изградње гасовода, затворити песком до дубине од 30 cm мерено од коте терена. При подземном укрштању, гасовод се полаже под углом 60-90° у односу на другу инсталацију.
3. Све евентуалне штете на подземној инсталацији настале непажљивим радом извођача или непридржавањем техничких прописа, отклањају се на терет извођача.

Затрпавање рова

1. Пре затрпавања рова мора се геодетски снимити положај гасовода, извршити сва испитивања дела трасе гасовода који се затрпава, а затрпавању приступити тек по прегледу и одобрењу надзорног органа.
2. Затрпавање рова земљом изнад и поред цеви у слоју најмање 10 cm изнад темена цеви вршити ситном земљом или песком уз ручно набијање, односно заливањем (песка) водом, тако да изолација челичних цеви буде заштићена од могућих оштећења (само уколико није постављена трака за механичку заштиту цеви). До врха рова затрпавање вршити земљом преосталом од ископа у слојевима од највише 30 cm, уз ручно или машинско збијање.
3. На местима укрштања гасовода са другим техничким инфраструктурама насипање извршити песком, са набијањем водом у слојевима од 30 cm до 1 m са сваке стране од

укрштања. Насипање песком извести до 30 cm од површине, а преостали део рова затрпати земљом.

4. Дуж целог рова где год постоји могућност да дође до раскопавања, поставити у ров на 40 cm изнад цеви траку за упозорење жуте боје на којој пише “Опасност гасовод!”. Жуту траку није потребно стављати на местима где је гасовод у заштитној цеви.

5. При затрпавању ровова збијање тла око укопаних славина и око шахтова мора се вршити ручно. Уређење радног појаса извршити равнањем површи терена, са хумусирањем зелених површина, односно довести га у претходно стање.

Израда шахтова

1. Израда шахта подразумева ископ и одвоз сувишне земље, израду, монтажу и демонтажу двостране оплате од дасака, бетонирање зидова и дна шахта бетоном МВ-30 са додатком адитива за водонепропусност бетона, израду рубних оквира за бетонски шахт од челичних профила, као и израду поклопца за шахт од челичног лима према приложеним цртежима.

2. Након израде шахта и машинско-монтажних радова извршити затрпавање око шахта у слојевима са ручним набијањем. Шахтови су армирани са електрично завареним мрежама MAG 500/560.

Обележавање гасовода

1. Табле опоменице се постављају на металне стубове D 60.3 x 2.9 mm и на одушне цеви са горњом ивицом на 2.0 m изнад терена. Стубови се бетонирају у темељ 40 x 40 cm дубине 50 cm, или се уграђују готове, већ израђене табле са стубовима уграђеним у темељ.

2. Табле се постављају на теменим кривинама. А на правим деоницама максимално на растојању од 0.5 km.

3. На пролазима гасовода испод водених токова, канала или саобраћајница, ознаке за обележавање трасе трасе цевовода и знаци упозорења морају бити постављени са обе стране воденог тока, канала или саобраћајница.

4. Ознака на пролазу испод железничке пруге не сме се поставити ближе од 10 m од осе крајњег колосека. Ознака на пролазу испод канала не сме се поставити ближе од 10 m од осе насипа канала, а на пролазу цевовода испод пута ознака се не сме поставити у путном појасу.

5. Ознаке се постављају на 0.8 m удесно у односу на смер протока гаса.

6. Ако се гасовод поставља испод путева прокопавањем, он се поставља и полаже без заштитне цеви, са двоструком антикорозивном изолацијом која се изводи у дужини од најмање 10 m са обе стране земљишног појаса. Статичким прорачуном доказује се да заштитна цев није потребна. [9].

6. ПРОРАЧУН ПРИКЉУЧКА И МРС

Састав и својства природног гаса

метан CH_4	87.82%
етан C_2H_6	7.96%
пропан C_3H_8	0.58%
C_mH_n	0.03%
азот N_2	2.36%
CO_2	1.25%

Доња топлотна моћ на нормалним условима (0°C i 1013 mbar):

$$H_d = 33340 \text{ kJ/Nm}^3$$

Густина на нормалним условима:

$$\rho_n = 0.802 \text{ kg/Nm}^3$$

Релативна густина (за ваздух је =1)

$$d_v = 0.62$$

Границе запаљивости у ваздуху (запремински):

$$4-16\%$$

Максимална брзина паљења:

$$0.35 \text{ m/s}$$

Температура паљења у ваздуху:

$$943\text{K} (670^\circ\text{C})$$

Температура сагоревања ($\lambda=1$):

$$2273\text{K}$$

Коефицијент вишка ваздуха за потпуно сагоревање:

$$\lambda = 1.2$$

Притисак гаса

Према подацима дистрибутера, притисак гаса (манометарски) у прикључном гасоводу је 6 bar.

Потрошња гаса

Природни гас се троши као енергент у котларници. Потрошња гаса на нормалним условима рачуна се према следећем обрасцу:

$$V_n = 3600 \cdot Q / \eta_k \cdot H_d \text{ [Nm}^3/\text{h]}$$

где је:

Q [kW] – инсталисана снага котларнице

H_d [kJ/Nm³] – доња топлотна моћ на нормалним условима (0°C i 1013 mbar)

η_k – коефицијент корисног дејства

$$V_n = 3600 \cdot 1500 / 0.9 \cdot 33340 = 180 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

Прорачунска вредност максималне потрошње гаса, према одобрењу дистрибутера, износи:

$$V_{n, \max} = 240 \text{ Nm}^3/\text{h}.$$

Димензионисање прикључног гасовода

Прикључни гасовод димензионише се на пречник DN100 (4“) због накнадног прикључења нових потрошача.

Пречник цеви рачуна се по формули:

$$d = \sqrt{\frac{354 \cdot V_n \cdot \rho_n}{\rho \cdot w}} \text{ [mm]}$$

где је:

ρ [kg/m³] – густина гаса на радним (погонским) условима,

w [m/s] – препоручена брзина гаса у гасоводу.

Густина гаса на погонским условима је:

$$\rho = \rho_n \frac{p}{p_0} \frac{T_0}{T} \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

где је:

$p_0 = 1.01325 \text{ bar}$

$p = 1.01325 + 6 = 7.01325 \text{ bar}$

$T_0 = 273 \text{ K}$

$T = 273 + 10 = 283 \text{ K}$

Табела 12. Резултат прорачуна пречника прикључног гасовода

Ознака и мерне јединице	Износ
Улазни подаци	
$V_n, \text{ m}^3/\text{h}$	180
$p, \text{ bar}$ (манометарски)	6
$T, \text{ K}$	283
Резултати	
$\rho, \text{ kg/m}^3$	5.35
$d_u, \text{ mm}$	107.1
Усвојена цев	
$\phi d_s \times s, \text{ mm}$	114.3x3.6
Материјал	Č1212
Стандард	JUS C.B5.221
$w, \text{ m/s}$	0.86

Избор типске мерно-регулационе станице

За дате податке:

$$V_n = 250 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

$$P_{ul} = 7.01325 \text{ bar (апсолутни)}$$

$$P_{izl} = 1.11325 \text{ bar (апсолутни)}$$

Одабира се мернорегулациона станица типа G-160, максималног капацитета протока гаса $Q_{max} = 240 \text{ m}^3/\text{h}$ произвођача фирме Gasteh из Инђије.

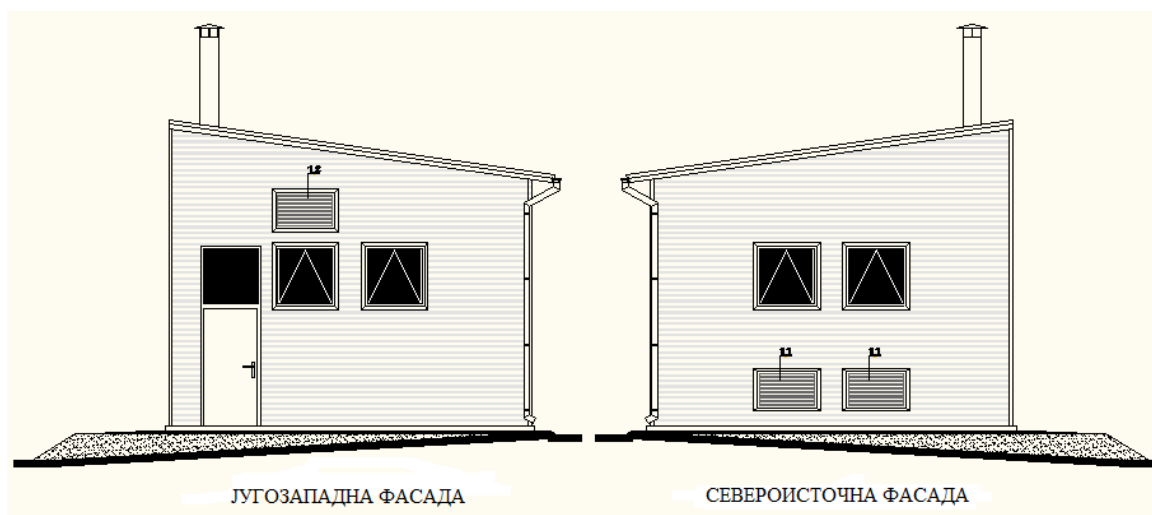
Границе испоруке МРС су изолациона прирубница на улазу и запорни кугласти вентил на излазу, који је главни запорни цевни затварач – противпожарни вентил на напојном цевоводу ниског притиска за котларницу, који није обухваћен, исти је део унутрашње гасне инсталације.

7. КОНТЕЈНЕРСКА ГАСНА КОТЛАРНИЦА

За потребе грејања индустријског објекта неопходно је пројектовати и изградити контејнерску гасну котларницу, што је урађено у овом раду, и то:

- инсталисани капацитет: $Q = 2 \times 750 \text{ kW}$
- носилац топлоте – грејни флуид: топла вода $110/75^\circ\text{C}$
- енергент: земни гас.

Рад обухвата котловско постројење – машински део и гасни део котларнице од мернорегулационе станице на фасади објекта контејнерске котларнице до гасних горионика на котловима.



Слика 12. Фасада котларнице

На слици 12. приказане су југозападна и североисточна фасада контејнерске гасне котларнице са вентилационим отворима.

7.1. ТОПЛОВОДНИ ДЕО КОТЛАРНИЦЕ

Топловодни део котларнице чине два котла сваки снаге 750 kW за рад у режиму $110/75^\circ\text{C}$ са свом потребном пратећом опремом.

Дата су сва потребна технолошка решења, а машински пројекат је усаглашен са пројектом електромоторног погона, мерења и регулације. При изради пројекта вођено је рачуна о важећим законима и правилницима, а коришћени су JUS и DIN стандарди.

Рад котларнице је аутоматизован, аутоматски се воде:

- продукција грејног флуида,
- клизна регулација и регулација температуре према спољним условима,
- заштита котла од нискотемпературне корозије,
- заштита котла од нестанка воде и др.

Предвиђени су и сви потребни мерни инструменти за визуелно праћење рада котларнице.

Горионици су опремљени свом потребном опремом и сигурносним уређајима за поуздан, трајан и безбедан рад, а испоручују су у комплекту са електромотором, колом вентилатора и нископритисном гасном рампом, у свему према спецификацији испоручиоца и важећим прописима гасне технике. Предвиђени су гасни горионици врхунског квалитета реномираног светског произвођача Cuenod.

Напојни притисак гаса испред горионика је 100 mbar, а стабилан развод гаса до горионика завршава се запорном кугластом славином. Иза славине предвиђен је филтер за гас, а за прикључивање горионика са нископритисном гасном рампом предвиђено је метално флексибилно црево прописаног квалитета.

Котлови раде са надпритиском, при чему се димни гасови одводе засебним металним самостојећим димњацима са топлотном изолацијом у плашту од Al-лима.

Циркулација воде у систему је принудна, помоћу мрежне циркулационе пумпе (радна и резервна) на заједничком цевоводу повратне воде. (Циркулационе пумпе потребно је проверити у смислу расположивог напора након хидрауличког прорачуна примарне мреже грејног флуида корисника.)

За регулисање температуре полазне воде према спољним условима, заштиту котлова и др. предвиђен је регулациони круг у испоруци Sauter.

Пуњење и допуњавање система предвиђено је омекшаном водом. Уређај за хемијску припрему воде састоји се од јоноизмењивачког филтра и посуде за со за регенерацију. Изабрани поступак замене јона калцијума и магнезијума натријумовим јонима обезбеђује потребан квалитет котловске воде. Засићена кисела јоноизмењивачка маса регенерише се раствором кухињске соли.

За обезбеђење изворишта и одржавање притиска предвиђена је батерија од три затворене експанзионе посуде производ Elbi, са сигурносним цевоводом и сигурносним вентилом са опругом. [12]

Мембране експанзионих судова којима се одваја водени и гасни простор у посудама морају бити израђене од материјала који је трајно отпоран на температуру од 110°C.

Сваки котао додатно је заштићен од високог притиска сопственим вентилом сигурности са опругом.

Радни притисак котларнице је око 3 bar.

За заштиту котлова од нискотемпературске корозије и смањења температурских дилатација котлова предвиђене су рецикулационе пумпе, за сваки котао посебно, које се укључују термостатом који региструје пад температуре повратне воде из система испод подешене вредности (min 55°C).

Сва изабрана опрема повезана је са цевоводом прописаног пречника. Цевовод се поставља на одговарајуће ослоње, заштићује од корозије и фарба одговарајућим бојама.

На највишим тачкама предвиђена је уградња одзрачних судова за испуст ваздуха са запорном арматуром, а на најнижим дренажна арматура за пражњење инсталације.

Целокупна опрема предвиђена је за смештај на датој локацији у монтажном објекту – контејнеру потребних димензија.

У котларници је предвиђен, у складу са прописима, један умиваоник са славином за воду DN20 са наставком за гумену цев и сливник за отпадне воде из котларнице које се могу у њој појавити.

Канализациони одводи (од сливника и умиваоника) морају се извести према чл. 58 Правилника о гасним котларницама.

Вентилација котларнице врши се природним путем.

За прилив свежег ваздуха за сагоревање и вантацију предвиђени су вентилациони отвори за природну вентилацију на наспрамним, ужим зидовима котларнице.

Доводни отвори су две фиксне жалужине у доњој зони зида, одводни отвор је једна фиксна жалужина испод плафона на наспрамном зиду.

У котларници је предвиђена и прописана мобилна опрема за гашење пожара, а поред котларнице предвиђен је хидрант према прописима.

7.2. ГАСНИ ДЕО КОТЛАРНИЦЕ

Гасни део котларнице обухвата унутрашњу гасну инсталацију од мернорегулационе станице МРС (од противпожарног вентила – ППВ) на фасади котларнице закључно са запорном гасном арматуром испред гасних рампи горионика и саме горионике са гасним рампима.

Мернорегулациона станица МРС предвиђена је за постављање на објекту корисника (гасна котларница), уз задњи фасадни зид без отвора.

Мернорегулациона станица (МРС) је G-160 производ Gasteh у којој ће се вршити редукција притиска гаса према потребама потрошача, мерење потрошње, филтрирање гаса и сигурносна контрола задатих параметара.

Станица је дволинијска (једна радна и једна резервна линија), капацитета $Q_{\max} = 250 \text{ m}^3/\text{h}$, $Q_{\min} = 20 \text{ m}^3/\text{h}$, са мерачем протока гаса са ротационим клиповима чији опсег мерења обухвата протоке од максимално предвиђених ($170 \text{ m}^3/\text{h}$) до мањих или једнаких минимално инсталисаној снази било ког појединачног трошила ($20 \text{ m}^3/\text{h}$).

Притисци гаса (манометарски) су:

- улазни притисак: $p_{\text{ul}} = 6 \text{ bar}$ (у гасоводу),

- излазни притисак: $p_{izl} = 100 \text{ mbar}$, у складу са технологијом потрошача (гасна котларница).

Мернорегулациона станица испоручује се и уграђује као комплетан производ Gasteh, израђена, комплетирана и испитана у свему према прописима, захтевима дистрибутера (ЈП „Србијагас“) и са изведеним свим потребним електричним међувезама за уземљење и изједначење потенцијала тако да преостаје само њено повезивање на темељни уземљивач котларнице.

Иза мернорегулационе станице, на цевоводу ниског притиска (унутрашња гасна инсталација) на фасади котларнице, на дохват руке, предвиђене су три кугласте гасне славине, и то:

DN100PN16 – прирубничка – главни запорни цевни затварач – противпожарни вентил на излазном цевоводу из MPC;

DN80PN16 – прирубничка – главни запорни цевни затварач за котларницу – противпожарни вентил за котларницу

DN50PN16 – навојна – гасна кугласта славина, навојна на резервном прикључку за накнадну потрошњу.

Димензија полазног цевовода одређена је за максималну одобрену потрошњу гаса ($Q_{\max} = 240 \text{ m}^3/\text{h}$) и на њега се, осим предвиђеног резервног прикључка DN50, евентуално накнадно могу прикључити и други потрошачи гаса у оквиру одобрене потрошње.

Унутрашња гасна инсталација је од челичног цевовода прописаног квалитета. Води се по спољном и по унутрашњим зидовима и испод плафона котларнице. Стабилан развод гаса до горионика завршава се запорном кугластом славинам.

Иза прикључне гасне славине предвиђен је филтер за гас и манометар са водом за издувавање, цев DN20, која се на прописан начин изводи ван котларнице.

За прикључивање сваког горионика са нископритисном гасном рампом на гасовод притиска 100 mbar предвиђено је метално флексибилно црево прописаног квалитета.

7.3. ТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ЗА КОТЛАРНИЦЕ

Овим техничким условима дате су основне смернице за извођење радова на постројењу, а извођач радова је обавезан да се придржава свих законских и техничких норматива предвиђених за ову врсту објеката.

Монтажа опреме

Монтажу опреме треба извести према упутству произвођача и диспозиционим цртежима. Приликом монтаже, односно постављања опреме на темеље, мора се водити рачуна да не дође до оштећења осетљивих делова опреме.

Пре подливања темеља и анкер – завртњева, треба постоља за опрему изнивелисати помоћу подлошки у строго хоризонтални положај.

Сву арматуру, сигурносне елементе и мерне инструменте треба уградити према упутству произвођача опреме и испитати њихово функционисање.

Уколико је опрема термички напрегнута, треба обезбедити добро налегање и слободан рад покретних ослонаца.

Све прикључне цевоводе треба извести еластично, како би се смањило њихово дејство на дозвољену вредност оптерећења. За опслуживање опреме, уколико је то потребно, треба извести одговарајуће подесте са степеништем и оградама.

Такође, ако је потребно, треба обезбедити уземљење, хлађење лежишта и све потребне елементе за исправан рад. По извршеној монтажи и испитивању "на хладно" треба опрему добро очистити и одмастити, заштитити антикорозивним премазом или предвиђеном фарбом, односно топлотном изолацијом.

Монтажа цевовода

Монтажу цевовода треба извести према шемама и диспозиционим цртежима. На цевоводима где је предвиђена дилатациона лира или просторна компензација између два фиксна ослонца при монтажи треба извршити преднапрезање у хладном стању како је назначено, односно 50% ако није назначено. Извођење претходног истезања мора се извршити у присуству надзорног органа и оверити у грађевинској књизи.

Сви цевоводи треба да буду изведени са назначеним падом, тако да се могу празнити на најнижим тачкама односно одзрачивати на највишим тачкама ако је то потребно.

Ослањање цевовода треба извести према наведеним растојањима, а ако то није назначено према DIN стандарду. При одређивању растојања ослонаца на цевоводу треба имати у виду димензије цеви, врсту флуида и његову температуру и врсту изолације, врсту ослонаца, ако то није дато у пројекту, треба одредити према стандарду, такође зависно од пречника цевовода, врсте флуида, температуре и начина ослањања.

Фиксни ослонци треба да буду тако изведени да могу да приме и пренесу сва оптерећења без деформације цевовода.

Покретни ослонци треба да добро належу на носаче како би оптерећење било равномерно.

Код монтаже ослонаца са опругама треба строго водити рачуна да предвиђена оптерећења опруга у загрејаном стању цевовода буду према датој документацији. Ово се посебно односи на цевоводе високог притиска.

Конструкције носача цевовода треба да обезбеде добро ослањање цевовода, односно морају без деформација преносити оптерећења на подлогу. Ови носачи морају бити коректно прорачунати од стране пројектанта конструкције.

Засуни и вентили као и остала арматура треба да буду атестирани за радни притисак и температуру медијума. Такође, прирубнице, заптивке, завртњи, фитинг и др. монтажни материјал треба да одговарају радним условима инсталације – постројења, односно треба да су усаглашени са одговарајућим JUS стандардима.

Заваривање прирубница на цевоводе мора да буде изведено тако да оне буду строго у оси са цевоводом како би заптивање било добро, а оптерећење завртњева равномерно.

Заваривање цевовода треба извести према дебљини зида цеви и врсти материјала одговарајућим поступком, према одговарајућим JUS стандардима за заваривање.

Такође, треба применити одговарајући поступак термичке обраде завара код легираних материјала. Заваривање одређеног квалитета цеви може вршити само атестирани заваривач за ту врсту радова.

По завршеној монтажи и хладној проби, цевоводе и ослонце са носачима треба добро очистити, одмастити, а потом изоловати или офарбати.

Техничка испитивања

По завршеној монтажи опреме и цевовода треба извршити појединачно испитивање сваког елемента опреме односно цевовода, а затим комплетне уређаје уколико је то технолошки изводљиво.

Све агрегате са погонским електромотором пре првог укључивања треба проверити да ли су заштићени од струјног удара на спољни додир. Такође, треба проверити и да ли је извршена заштита мотора од преоптерећења. Такође, код свих врста пумпи проток треба да буде према пројекту како би се избегло прегревања лежишта и других радних склопова.

Пре првог пуштања у погон треба ручно проверити да ли се обртни склопови лако обрћу и да ли су спојнице правилно постављене.

Прво укључивање треба да буде краткотрајно како би се избегле евентуалне хаварије.

Код опреме сложене конструкције пре прве пробе мора се добро проучити погонско упутство и према њему поступити.

Цевоводе и арматуру треба испитати хладним воденим притиском сагласно прописима ИПК, притиском 1.5 пута већим од радног. Испитивање цевовода може се извршити по деоницама, како радни услови дозвољавају. У току једног часа на цевоводу и арматури не сме се појавити никакво пропуштање медијаума. Притисак на службеном манометру ИПК мора остати константан. Пробе се морају вршити све док се не постигне непропустљивост цевовода и арматуре.

По успешно завршеној хидрауличкој проби цевоводе треба испразнити, осушити и припремити за пробни погон.

Поред опреме и цевовода треба извршити проверу рада свих локалних и даљинских мерних инструмената и регулационих кругова са регулационом арматуром. Посебно

треба проверити да ли је извршена деблокада сигурносних вентила и да ли су њихови издувни водови прописно изведени у спољни простор.

Изолација

Предвиђену опрему и цевоводе треба изоловати минералном вуном у јастуцима са облогом од Al-лима дебљине 0.75 mm. Дебљина изолације цевовода и опреме треба да буде према прорачуну, а густина изолације треба да буде таква да изолација има коефицијент кондукције од 0.04 W/mK при температури од 100° C.

Изолација треба да се постави концентрично око цеви, а на крајевима цевовода треба поставити прстенове од лима да би се спречило испадање изолације и продирање влаге.

Облогу изолације треба урадити тако да она обезбеди несметану дилатацију цевовода и добру заштиту од продора влаге.

По извршеној изолацији цевовода, треба изолацију обојити, односно означити према упутству, односно према важећем стандарду или препоруци.

Пробни погон

По извршеној монтажи, техничким испитивањима и изолацији постројења, према припремљеним погонским упутствима може се извршити пробни погон.

Пробни погон треба да изведе специјално обучено особље извођача радова уз одговарајући надзор.

Пуштање појединих агрегата и уређаја у погон треба извести постепено, према утврђеном технолошком редоследу, уз максималну контролу свих елемената постројења. Уколико се примете неке неправилности у раду или недозвољене механичке деформације треба одмах обуставити погон. Посебно треба контролисати термички јако оптерећене цевоводе, њихову дилатацију и понашање ослонаца и носача. [9]

7.4. ТЕХНИЧКИ УСЛОВИ ЗА ИЗВОЂЕЊЕ И ИСПИТИВАЊА УНУТРАШЊЕ ГАСНЕ ИНСТАЛАЦИЈЕ

1. За постављање унутрашњих гасних инсталација могу се користити челичне цеви и фазонски комади према JUS C.B5.021, JUS C.B5.023, JUS C.B5.026 JUS C.B5.027, JUS C. B5.222 и JUS C.B5.225 и бакарне цеви према JUS C.B5.502 са прописаном најмањом дебљином зида цеви.

За спољни подземни дворишни гасовод, поред ових цеви могу се користити још цеви и фазонски комади од нодуларног лива који испуњавају услове према југословенском стандарду JUS ISO 2531 и цеви и фазонски комади од полиетилена према JUS G.C6.601 и JUS G.C6.602.

2. Челичне цеви до DN50 могу се спајати навојним спојем према JUS M.B0.057. Цевовод већих називних мера спаја се заваривањем према југословенским стандардима из области заваривања. Квалитет заварених спојева мора бити најмање друге класе према JUS C.T3.010. Бакарне цеви могу се спајати искључиво заваривањем и тврдим лемљењем.
3. За заптивни материјал могу се користити средства која временом не мењају својства и која су постојана на гас и кондензат, на температурне промене, вибрације и средства за контролу непропусности.
4. Заштита челичних цеви од корозије врши се према JUS C.B5.023 и JUS C.B5.027. Бакарне цеви штите се од корозије одговарајућим пластичним материјалима.
5. За унутрашње гасне инсталације користе се гасне славине које имају доказ о квалитету који је утврђен одговарајућим JUS-ом.
6. Унутрашњи гасовод мора да буде изграђен на начин којим се обезбеђује да мало аксијално померање кућног прикључка не изазива оштећење унутрашњег гасовода или се одрази на његову пропусност.
7. Унутрашњи гасоводи постављају се увек изнад водоводних цеви и то хоризонтално и вертикално у односу на зидове и плафоне, не смеју бити причвршћени на друге инсталације, нити смеју бити ослонац другим инсталацијама.
8. При пролазу хоризонталног и вертикалног гасовода кроз зидове и међуспратне преграде или кроз плафоне уграђују се заштитне цеви (чауре) које са сваке стране излазе изван зида/преграде по 5 cm. Заштитне цеви морају да буду урађене од материјала отпорног на корозију или заштићене од корозије. При пролазу бакарног цевовода кроз заштитну цев нипошто не сме доћи до контакта бакарне цеви са металном чауром - мора се предвидети одговарајућа баријера (PVC, гума, битуменизирано уже или др.).
9. На местима где није прикључен гасни апарат прикључни вод мора бити непропусно затворен металним чеповима.
10. Гасни апарати морају имати доказ о квалитету и не могу се користити за намене за које нису конструисани, односно произведени. Гасни апарати се постављају у складу са прописима и упутствима произвођача.
11. Продукти сагоревања се одводе у складу са прописима и техничком документацијом.
12. Унутрашња гасна инсталација притиска до 100 mbar се проверава претходним и главним испитивањем.

Претходно испитивање је испитивање чврстоће и односи се на новопостављену инсталацију без арматуре. За време испитивања сви отвори морају бити непропусно затворени металним чеповима. Претходно испитивање може да се врши и на инсталацији са уграђеном арматуром ако је називни притисак арматуре једнак испитном притиску. Претходно испитивање се врши при испитном притиску од 1 bar,

ваздухом или инертним гасом. Притисак не сме да се смањи за време од најмање 10 минута. Главно испитивање је испитивање непропусности и односи се на инсталацију са арматуром без гасних апарата, регулационих и сигурносних елемената. Главним испитивањем може да буде обухваћено и мерило запремине гаса - мерни сет.

Главно испитивање се врши при испитном притиску од 110 mbar, ваздухом или инертним гасом. Након изједначавања температуре, испитни притисак не сме да се смањи за време од најмање 10 минута. Мерни инструмент мора да буде такве тачности да се може прочитати пад притиска од 0.1 mbar.

(Испитивање гасне инсталације мора се спровести у складу са наведеним, односно у складу са свим одредбама поглавља VI Правилника о УГИ).

13. После завршеног испитивања и позитивног оцењивања гасне инсталације од стране комисије за технички пријем, гасна инсталација се пуни гасом, уз претходно испирање и проверу да ли су сви испусти и сва арматура затворени. Ако се непосредно после испитивања инсталација не пуни гасом, пре каснијег пуњења инсталације потребно је поново извршити пробу на непропусност. После пуштања гаса у инсталацију испитују се сви спојеви који нису били обухваћени главним испитивањем.

(Пуштање гаса у инсталацију мора се спровести у складу са наведеним, односно у складу са свим одредбама поглавља VII Правилника о УГИ).

14. Сва опрема која се уграђује, као и материјал који се користи, морају имати одговарајуће атесте произвођача и бити наменски предвиђени за земни гас. Није дозвољена преправка гасне инсталације и прикључење нових гасних апарата, односно повећање потрошње без сагласности дистрибутера. Унутрашњу гасну инсталацију могу извести само регистроване фирме за ту врсту послова, односно оне које поседују одговарајућу квалификациону структуру особља за рад са гасним инсталацијама. [9]

Поред наведеног, при извођењу инсталације извођач је дужан да се у свему придржава одредби Правилника о УГИ.

7.5. МЕРЕ СИГУРНОСТИ СА УПУТСТВОМ ЗА ПУШТАЊЕ У РАД

Овим прилогом дефинисане су неке мере сигурности и активности које је неопходно предузимати у циљу безбедног пуштања у рад и при експлоатацији гасне котларнице:

1. При извођењу радова извођач је дужан да радове изведе према пројекту, као и да се придржава свих прописаних мера које се односе на гасне котларнице, дистрибуцију и експлоатацију природног гаса као енергента.
2. Извођач радова дужан је да пре пуштања котларнице у погон изврши обуку руковаоца инсталацијом у котларници према писаном упутству.
3. Пуштање у рад гасне котларнице, периодичне прегледе гасне инсталације и битне интервенције на гасној инсталацији, може да врши само дистрибутер гаса или овлашћена фирма коју ангажује дистрибутер.

4. Котларница се може пустити у рад ако је:

- изведена према одобреном пројекту,
- успешно извршено испитивање,
- извршен технички преглед од стране дистрибутера гаса и добијана употребна дозвола.

5. Након извршених радњи из претходне тачке може се приступити увођењу гаса у унутрашњу гасну инсталацију у котларници и пуштању у рад котларнице. При том треба водити рачуна да:

- при увођењу гаса у инсталацију не дође до стварања експлозивне смеше гас-ваздух. Стварање експлозивне смеше може се избећи истовременим увођењем гаса у инсталацију и испуштањем ваздуха из инсталације, уз све мере предострожности, или убацивањем инертног гаса који служи за одвајање гаса од ваздуха, чиме се спречава и појава експлозивне смеше,
- се при пуњењу инсталације гасом инсталација сматра напуњеном када концентрација гаса достигне максималну вредност на месту издувавања. Контрола концентрације врши се ручним детектором.

О пуштању котларнице у погон обавезно се прави записник.

6. На инсталацији и опреми у котларници нису дозвољени никакви радови док је котларница у погону.

7. Периодично се мора вршити детекција гаса преносним детектором. Експлозивна смеша је од 4% до 16% гаса у ваздуху (запремисних процената).

8. Периодично се мора вршити испитивање навоја, прирубница и заварених спојева гасне инсталације, раствором сапуна у води.

9. У случају замене заптивача, притезања навојних спојева и сл, неопходно је претходно предузети следеће:

- затворити главни запорни цевни затварач на гасном цевоводу у МРС или најближи цевни затварач како би се прекинуо довод гаса,
- предузети неопходне мере безбедности: забранити употребу отвореног пламена, забранити пушење, обезбедити ефикасно проветравање места интервенције.

У случају извођења заваривања потребно је поред наведених радњи предузети и следеће:

- главни затворни цевни затварач поуздано затворити и обезбедити га од неовлашћеног отварања у току интервенције (скинути ручицу или точак затварача и сл.),
- потпуно одстранити гас из гасовода продувавањем инертним гасом.

10. Дистрибутер гаса је у обавези да врши одоризацију гаса на прописан начин. Ако се осети мирис гаса то је знак да се гасовод мора испитати и приступити отклањању уочених недостатака.

11. У случају неконтролисане појаве гаса, пожара или хаварија на унутрашњој гасној инсталацији потребно је хитно урадити следеће:

- затворити главни запорни вентил у МРС или најближи цевни затварач како би се прекинуо доток гаса ка месту хаварије,
- не укључивати никакве електричне уређаје нити осветљење већ приступити проветравању,
- позвати дежурну службу дистрибутера гаса да отклони настали квар,
- у случају пожара који се не може угасити приручним средствима за почетно гашење пожара (апарати са сувим прахом или угљендиоксидом – “S” и “CO₂” апарати) позвати најближу ватрогасну јединицу.

12. Почетно гашење пожара на гасоводу вршити искључиво апаратима са сувим прахом или угљендиоксидом.

13. Грађење, погон и одржавање гасне котларнице, нарочито у погледу захтева за праћење инсталације, првог пуштања у погон, експлоатације, провера, прегледа, контроле и испитивања има се спроводити у свему према Правилнику о техничким нормативима за пројектовање, грађење и погон гасних котларница.

8. ПРОРАЧУН ГАСНЕ КОТЛАРНИЦЕ

8.1. ТОПЛОВОДНИ ДЕО КОТЛАРНИЦЕ

8.1.1. ИЗБОР КОТЛОВА

На основу захтева у погледу капацитета и параметара грејног флуида, врсте горива и др. одабирају се топоводни котлови на земни гас модел REX75 - ICI Caldaie, снаге $Q = 750 \text{ kW}$, грејни флуид топла вода $110/75^\circ\text{C}$ – ком. 2. [11]

У обиму испоруке котлова подразумева се командна табла са елементима аутоматике потребним за рад гасног горионика (два радна и гранични термостат, гранична сонда за заштиту котла од нестанка воде, и др.), експлозивна клапна, димни прикључак и др.

Избор гасних горионика дат је у прорачуну гасног дела котларнице.

8.1.2. ИЗБОР ЦИРКУЛАЦИОНИХ ПУМПИ

Циркулација воде у мрежи потрошње је принудна, помоћу мрежне циркулационе пумпе (радна и резервна) на заједничком цевоводу повратне воде. Капацитет пумпе одређен је максималним капацитетом котлова и температурском разликом разводне и повратне воде.

$$V_{uk} = Q_{uk} / \rho_{75} \times \Delta t = 2 \times 750 / 4.19 \times (110 - 75) = 37 \text{ m}^3/\text{h}. (V_1 = 18.5 \text{ m}^3/\text{h}).$$

Укупан пад притиска који пумпа треба да савлада износи:

$$\Delta p_{uk} = \Delta p_k + \Delta p_t = 1 + 0.6 = 1.6 \text{ bar}$$

где је:

Δp_k [bar] – пад притиска кроз котларницу,

Δp_t [bar] – пад притиска кроз топовод, укључујући и отпоре у кругу најнеповољнијег потрошача (процењен).

За дате захтеве одабира се циркулациона – мрежна пумпа, и то:

- модел.....CP 65/2640 T
- капацитет.....37 m³/h
- напор.....2.3 bar
- max температура воде.....140°C
- снага електромотора.....4.9/4 kW
- произвођач.....“DAB“

За регулисање температуре полазне воде према спољним условима, заштиту котлова и др. предвиђен је регулациони круг у испоруци Sauter. [12]

Пуњење и допуњавање система предвиђено је омекшаном водом. Уређај за хемијску припрему воде састоји се од јоноизмењивачког филтра и посуде за со за регенерацију. Изабрани поступак замене јона калцијума и магнезијума натријумовим јонима

обезбеђује потребан квалитет котловске воде. Засићена кисела јоноизмењивачка маса регенерише се раствором кухињске соли.

8.1.3. ИЗБОР РЕЦИРКУЛАЦИОНИХ ПУМПИ

Рециркулационим пумпама се врши, за сваки котло, мешање излазне воде из котла, константне температуре, са повратном водом из мреже, чиме се одржава температура воде на улазу у котло изнад минимално дозвољене. На тај начин се котлови штите од нискотемпературске корозије, док се величина температурских дилатација котла одржава у пројектованим вредностима.

Капацитет рециркулационе пумпе узима се као 25% од протока воде кроз котло, тј. $V = 0.25 \times 18.5 = 4.6 \text{ m}^3/\text{h}$.

Пад притиска кроз рециркулациони вод и деоницу са котлом износи око 0.5 bar.

На основу тих података усвојена је рециркулациона пумпа следећих карактеристика:

- модел.....BPH 120/250.40T
- капацитет.....4 m³/h
- напор.....0.6 bar
- max температура воде.....140 °C
- снага електромотора.....0.536 kW, 3x400 V, 50 Hz
- произвођач....."DAB"

Рециркулационе пумпе воде термостати на повратним гранама котлова.

8.1.4. ХЕМИЈСКА ПРИПРЕМА ВОДЕ

Пуњење и допуњавање котла врши се водом одређеног квалитета коју обезбеђује уређај за хемијску припрему воде (ХПВ), који се састоји од:

- јоноизмењивачког филтера,
- посуде за со и
- припадајуће арматуре, укључујући и мерач протока воде.

Капацитет ХПВ одређује се као 3% од укупног протока грејног флуида у систему, тј:

$$V = 0.03 \times 40.3 = 1.2 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Јоноизмењивачки филтер је следећих карактеристика:

- max капацитет.....2 m³/h
- PN.....6 bar
- Арматура: DN15
- Произвођач: MIP – Ћуприја. [13]

8.1.5. ЕКСПАНЗИЈА И ОДРЖАВАЊЕ ПРИТИСКА

За обезбеђење изворишта и одржавање притиска предвиђена је батерија од три затворене експанзионе посуде производ Elbi, модел ERC, са сигурносним цевоводом и сигурносним вентилом са опругом на збирном сигурносном воду DN40. [14]

Мембране експанзионих судова којима се одваја водени и гасни простор у посудама морају бити израђене од материјала који је трајно отпоран на температуру од 110°C.

Сваки котао додатно је заштићен од високог притиска сопственим вентилом сигурности са опругом DN50.

Избор експанзионе посуде

Запремина експанзионе посуде одређује се на основу запремине воде у систему и дилатације при повећању температуре од температуре пуњења система до 110°C:

$$V_{\text{min}} = \rho_{\text{sr}} \times V_{\text{sist}} \times (v_{110} - v_{10}) = 975 \times 13 \times (0.0010515 - 0.0010004) = 0.65 \text{ m}^3$$

где је:

$V_{\text{sist}} [\text{m}^3]$ - запремина система,
 $\rho_{\text{sr}} [\text{kg/m}^3]$ - средња густина воде.

Дилатација воде у систему може се са довољном тачношћу одредити и емпиријски:

$$V_{\text{sist}} = 0.012 \times Q = 0.012 \times 1500000 = 18000 \text{ l}$$

Коефицијент дилатације воде у систему за $t_{\text{wsr}} \sim 90^\circ\text{C}$ је $K = 0.036$

Дилатација воде је: $\Delta V = V_{\text{sist}} \times K = 18000 \times 0.036 = 648 \text{ l}$.

Вредност притиска у систему условљена је геодетском разликом највишег и најнижег нивоа, притиском засићења водене паре на датој температури воде на највишем нивоу, уз резерву од 0.5 bar, тј:

$$p = p_{\text{st}} + p_0 + 0.5 = 1 + 0.5 + 0.5 = 2.0 \text{ bar}$$

Усваја се $p = 3 \text{ bar}$.

где је:

$p_{\text{st}} [\text{bar}]$ - статички притисак на месту прикључења експанзионе посуде у систем,
 $p_0 [\text{bar}]$ - притисак засићења за дату температуру полазне воде,
0.5 bar - резерва.

Према томе, одабира се батерија од три затворене експанзионе посуде:

$$\text{Тип ERCE 500/3/6 -ELBI- Italia, } (V_k = 215 \text{ l} > \Delta V)$$

Уз батерију експанзионих посуда предвиђен је на заједничком сигурносном воду вентил сигурности са опругом DN50 PN16. Додатно је на сваком котлу предвиђен сигурносни вентил са опругом DN50PN16. Притисак отварања вентила сигурности на

сигурносном воду је за 0.2 бар нижи од притиска отварања сигурносних вентила на котловима!

Димензионисање сигурносних водова

Према JUS M.E6.202 потребни су сигурносни водови:

- за повезивање сваке експанзионе посуде на заједнички сигурносни вод: DN40,
- заједнички сигурносни вод према котловима: DN50,
- за повезивање сваког котла на заједнички сигурносни вод: DN50. [15]

8.2. ПРОРАЧУН ДИМЊАКА

Сагоревањем органских горива у котловским постројењима настају материје које се преко димњака избацују у атмосферу, при чему долази до загађења околине. Најштетнија гасовита једињења у димним гасовима су сумпорни оксиди (CO_2 , CO_3) и азотни оксиди (NO_x). С обзиром на дозвољене концентрације ових токсичних материја у околном ваздуху, које су законски прописане, врши се прорачун висине димњака, узимајући у обзир и постојећу концентрацију од других извора загађења.

Према Закону о заштити од загађења ваздуха (Сл. гл. Србије бр. 66/91, 83/92, 51/93, 69/93, 48/94, и 53/95) и Правилника о граничним вредностима, методама мерења емисије, критеријума за успостављање мерних места и евиденцији података (Сл. гл. Србије бр. 54/92) прописане су граничне вредности загађивача околног ваздуха.

Табела 13. Граничне вредности загађивача ваздуха

Материја (-)	Средња дневна конц. (mg/m^3)	Краткотрајна конц. (mg/m^3)
1. сумпордиоксид	0.15	0.5
2. чађ	0.05	0.15
3. олово	0.0007	-
4. оловосулфид	0.0017	-
5. арсен као неорганско једињење	0.003	-
6. угљендисулфид	0.01	0.03
7. угљен моноксид	1.0	3.0
8. азотни оксид	0.085	0.085
9. флуороводоник	0.005	0.02
10. оксиданси	-	0.125
11. пепео и инертна прашина	до $300 \text{ mg}/\text{m}^3$ на дан	до $300 \text{ mg}/\text{m}^3$ на дан

У табели 13. приказане су граничне вредности загађивача околног ваздуха, које су прописане Законом и Правилником.

8.2.1. ПРОРАЧУН СВЕТЛОГ ПРЕСЕКА ДИМЊАКА

Одвођење продуката сагоревања из котлова предвиђено је засебним челичним самостојећим димњацима, потребног светлог пресека и висине.

Светли пресек димњака одређује се на бази прорачунате количине димних гасова и препоручене брзине струјања, према следећој формули:

$$A = \frac{V_g}{W}, [\text{m}^2]$$

где је:

V_g [m^3/h] – количина димних гасова

W [m/s] – брзина струјања димних гасова, која се креће од 10-12 m/s

Прорачун се даје за природни гас као гориво.

Сходно томе је:

$$V_g = V_n \cdot V_{g_{stv}} \cdot \frac{273 + t_g}{273}, [\text{m}^3 / \text{h}]$$

$$V_{nI} = 90 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

$$V_{g_{stv}} = V_{g_{min}} + (\lambda - 1) \cdot V_{L_{min}}, [\text{Nm}^3/\text{h}]$$

$$V_{g_{min}} = \frac{0.272 \cdot H_d}{1000} + 0.25 = \frac{0.272 \cdot 33340}{1000} + 0.25 = 9.32 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

$$V_{g_{stv}} = 9.32 + (1.1 - 1) \cdot 8.41 = 10.16 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

$$V_g = 90 \cdot 10.16 \cdot \frac{273 + 190}{273} = 1550 \text{ m}^3/\text{h} = 0.43 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = \frac{1550}{10 \cdot 3600} = 0.043 \text{ m}^2$$

Усваја се кружни пресек отвора димњака $d = \varnothing 300 \text{ mm}$. Овакав димни прикључак има и котао.

Стварна брзина струјања гасова је $w = 6.1 \text{ m/s}$.

8.2.2. ПРОРАЧУН ПОТРЕБНЕ ВИСИНЕ ДИМЊАКА СА АСПЕКТА АЕРОЗАГАЂЕЊА

Висина димњака, за дато гориво (земни гас), прорачунава се према критеријуму аерозагађења

Потребна висина димњака израчунава се из услова да највећа концентрација било ког загађивача у приземном слоју ваздуха не буде већа од дозвољене максималне средње дневне концентрације (према важећим прописима она за азотни оксид износи 0.085 mg/m^3 , а за сумпордиоксид 0.15 mg/m^3).

Висина димњака се израчунава по формули:

$$H = \left\{ \frac{A \cdot F \cdot G_{NO_x}}{MDK - C_f} \cdot \left[\frac{1}{V_g \cdot \Delta T} \right]^{1/3} \right\}^{1/2} \quad [\text{m}],$$

где је:

H (m) – висина димњака изнад тла,

A ($\text{s}^{2/3} \text{mg/K}^{1/3}$) – коефицијент који зависи од метеоролошких услова и који обухвата услове хоризонталног и вертикалног расејавања загађивача,

G (g/s) – количина загађивача, емисија из димњака у атмосферу,

F (-) бездимензијски коефицијент који узима у обзир брзину таложења честица,

MDK (mg/m^3) – максимално дозвољена концентрација загађивача у ваздуху околине,

C_f (mg/m^3) – постојећи емисиони фонд од других извора загађења,

V_G (m^3/s) – укупна запремина димних гасова који излазе из димњака на температури димнихгасова,

ΔT (K) – разлика температуре димних гасова на изласку из димњака и температуре спољног ваздуха.

Коефицијент A за наше услове је $A = 120 \text{ s}^{2/3} \text{mg/K}^{1/3}$.

Коефицијент $F = 1$ за гасовита горива.

Садржај азотних оксида у димним гасовима, који су главни загађивачи при раду са природним гасом, израчунава се по формули:

$$G_{NO_x} = 0.055 \cdot D_e^{0.8} \cdot q_v^{0.5} \cdot \alpha_T^3 \cdot V_{sg} \cdot B \cdot 10^{-3} \quad (\text{g/s}),$$

где је:

$D_e = 1 \text{ m}$ – еквивалентни пречник ложишта,

$q_v = 0.5 \text{ MW/m}^3$ – запреминско топлотно оптерећење ложишта,

$\alpha_T = 1.1$ – коефицијент вишка ваздуха у ложишту

$V_{sg} = 10.16 \text{ Nm}^3 / \text{Nm}^3$ – запремина сувих продуката сагоревања,

$V_n = 90 (\text{Nm}^3/\text{h})$ – потрошња горива

$$G_{NO_x} = 0.055 \cdot 1^{0.8} \cdot 0.5^{0.5} \cdot 1.1^3 \cdot 10.16 \cdot 90 \cdot 10^{-3} = 0.047 \text{ g/s},$$

$$\text{MDK} = 0.0085 \text{ mg/m}^3$$

$$\Delta T = 190 - (-15) = 205 \text{ K}.$$

Пошто нема података о постојећој концентрацији азотних оксида у околини котларнице, усваја се да је почетна концентрација азотних оксида од других извора загађивача 10% од MDK, тј:

$$C_f = 0.1 \cdot 0.085 = 0.0085 \text{ mg/m}^3.$$

Количина димних гасова је $V_g = 1550 \text{ m}^3/\text{h} = 0.43 \text{ m}^3/\text{s}$.

Тако је висина димњака:

$$H = \left\{ \frac{120 \cdot 1 \cdot 0.047}{0.085 - 0.0085} \cdot \left[\frac{1}{0.43 \cdot 205} \right]^{1/3} \right\}^{1/2} = 4.07 \text{ m}.$$

Висина димњака одређује се из дијаграма произвођача котлова, за дато гориво и капацитет. Усваја се челични самостојећи димњак са темељном плочом висине $H = 15\text{m}/\varnothing 300 \text{ mm}$.

Димњаци су предвиђени за изолацију минералном вуном дебљине 100 mm у плашту од Al-лима.

8.3. МЕРЕЊЕ И РЕГУЛАЦИЈА

За сигуран, поуздан и економичан рад котловског постројења предвиђена је аутоматска регулација и све потребне сигурносне и заштитне мере примерене оваквом постојењу. За регулацију температуре излазне воде у котловима предвиђена је одговарајућа аутоматика вођена од стране командних табли на котловима. Ова регулација вршиће се преко два радна и једног граничног термостата.

За клизну регулацију температуре полазне воде из котларнице у спољну разводну мрежу, сагласно спољним условима, предвиђена је одговарајућа аутоматика. За ову намену предвиђен је регулациони круг са регулационим трокраким електромоторним вентилом са сензором у цевоводу полазне воде и спољним температурним сензором и одговарајућим процесором.

За заштиту котла од нестанка воде предвиђена је одговарајућа опрема, док су сва сигурносна и заштитна дејства потребна за безбедан рад система, а у вези су са гориоником и гасом као енергентом интегрисана у оквиру опреме горионика.

За мерење параметара система предвиђени су, што у саставу опреме што на цевоводу, одговарајући мерни инструменти; за сигнализацију и сва потребна осигурања предвиђена је одговарајућа заштитна и сигурносна опрема у оквиру постројења.

Локални мерни инструменти обезбеђују сигурну контролу погона. Мерни опсези, класе тачности и врсте инструмената су усклађени са прописима.

8.4. ИЗОЛАЦИЈА ЦЕВОВОДА

Да би се избегли топлотни губици услед хлађења цевовода, врши се њихова изолација. Дебљина изолације зависи од пречника цевовода, температуре цевовода и спољне температуре. Дебљина економичне изолације (која зависи од трошкова за изолацију) испитивана је у разним фирмама ("Babcos", "Steinmuller" и др.). Добијени резултати су сложени у табеле које се користе за избор дебљине изолације. Најважније особине које треба да има изолациони материјал су:

- да има мали коефицијент пролаза топлоте,
- да има малу запреминску тежину.

Поред ових особина изолациони материјал треба да поседује и следеће особине:

- добру механичку чврстоћу,
- добру постојаност на повишеним температурама,
- константну запремину (мало слегање током времена),
- нешкодљивост за инсталације (да не нагриза нити помаже корозију материјала цевовода),
- да је отпорна на атмосферске утицаје (краткотрајно квашење, бубрење, труљење и др.)

Као најпогоднији изолациони материјал за цевоводе у оваквим постројењима је минерална вуна која има добре особине и мали коефицијент топлотне проводљивости $\lambda=0.04 \text{ W/mK}$.

За механичку заштиту изолације са спољне стране предвиђа се алуминијумски лим.

Изолација цевовода предвиђена је предмером, а дебљине изолације појединих цевовода дају се у следећој табели.

Табела 14. Дебљина изолације цевовода

DN	150	125	100	80	65	50	40	32
δ_{iz}	60	60	50	50	50	40	40	40

8.5. НАЧИН ОЗНАЧАВАЊА ЦЕВОВОДА

Ради бољег распознавања и прегледа цевовода у котларници исте је потребно означити према следећој табели.

Табела 15. Начини означавања цевовода

Основна боја	Ознака водова	Врста флуида
Црвено – пара	црвено црвено – бело – зелено црвено – зелено - црвено	засићена пара прегрејана пара испусна вода
Жуто – гас	Жуто жуто – бело – жуто	градски гас ацетилен
Зелено – вода	Зелено зелено – бело – зелено зелено – црвено – зелено зелено – жуто – зелено св. зелено – црвено – св. зелено зелено – црно – зелено	питка вода топла вода вода под притиском (напојна вода) кондензат мека вода нечиста (отпадна) вода
Смеђе – уље	Смеђе	уље
Цевоводи мањег пречника до закључно 50 mm боје се по целој дужини на горе означен начин. Цевоводи већег пречника имају се означити на горе наведен начин, на прирубницама и са стрелицама (које показују смер протока флуида) на исти начин обојеним, и то на одређеним размацима (10 m) према дужини и положају цевовода.		

8.6. ПРОТИВПОЖАРНА ЗАШТИТА

Котловско постројење датог капацитета од 1500 kW представља потенцијални извор опасности од пожара.

На основу Правилника о техничким нормативима за пројектовање, грађење, погон и одржавање гасних котларница, ова котларница мора бити снабдевена хидрантском мрежом и мобилном опремом за почетно гашење пожара, и то:

- ПП апарат тип S-6 2 ком.
- ПП апарат тип CO₂-5 1 ком.

Апарати се постављају на уочљиво и лако приступачно место, непосредно поред врата, на поду.

8.7. ВЕНТИЛАЦИЈА КОТЛАРНИЦЕ

Вентилација котларнице врши се природним путем. Ваздух улази у котларницу кроз доводни отвор при поду а излази из котларнице кроз одводни отвор на наспрамном зиду, испод плафона. Оба отвора су фиксне жалужине чији ефективни пресек одговара прорачунским вредностима.

Вентилациони отвори налазе се на наспрамним, ужим зидовима котларнице.

а) Доводни отвор

$$A_o = 200 \cdot \sqrt{Q} = 200 \cdot \sqrt{1500} = 7750 \text{ cm}^2.$$

За доводни отвор усвајају се две фиксне жалужине дим. 1000x600 mm производ „Радинг“Краљево.

Решетке су предвиђене у зиду на висини 30 cm од пода.

Ефективни пресек обе жалужине је $A_{ef} = 8100 \text{ cm}^2 > 7750 \text{ cm}^2$.

б) Одводни отвор

$$A_1 = 1/3 A_o = 7750/3 = 2670 \text{ cm}^2.$$

За одводни отвор усваја се једна фиксна жалужина дим. 1000 x 600 mm „Радинг“ Краљево.

Ова жалужина предвиђена је на наспрамном зиду котларнице.

Ефективни пресек обе жалужине је $A_{ef} = 4100 \text{ cm}^2 > 2650 \text{ cm}^2$.

8.8. ПРОРАЧУН ЦЕВОВОДА

Сви цевоводи радних флуида, осим цевовода горива, који је прорачунат напред, димензионисани су према нормативима за димензионисање оваквих цевовода.

Цевовод грејног флуида димензионише се на основу препоручених брзина струјања $w = 0.5 - 1.5 \text{ m/s}$ и запреминског протока, према следећој формули:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot m}{\pi \cdot \rho \cdot w}} \text{ (m)}$$

$$m = \frac{Q}{c \cdot \Delta t} \text{ (kg/s)}$$

Стварна брзина може се израчунати према следећој формули:

$$w = \frac{m \cdot v}{A} \text{ (m/s)}.$$

8.9. СПИСАК ЕЛЕКТРОПОТРОШАЧА

Електро – инсталација у котларници, поред осталог, мора пратити све технолошке захтеве постројења. У табели 16. дат је списак свих електро-потрошача у котларници.

Технолошки захтеви постројења дефинисани су самим процесом и степеном агрегатизирања опреме (посебно котловског агрегата).

Електро – пројекат, разуме се, мора задовољити све друге аспект који важе за овакве објекте, у складу са прописима.

Табела 16. Списак електропотрошача у котларници

Р.бр	Назив потрошача	Ком.	Јед. снага	Напон напајања
(-)	(-)	(-)	(kW)	(V/Hz)
1	Котао са гориоником	2	1.85	230V/400V/50Hz
2	Циркулациона пумпа	2	4.9	3x400V/50Hz
3	Рециркулациона пумпа	2	0.536	3x400V/50Hz
4	Остали (осветљење и др.)			

8.10. ЗАХТЕВИ У ПОГЛЕДУ ВОДОВОДА И КАНАЛИЗАЦИЈЕ

У котларници је предвиђен, у складу са прописима, један умиваоник са славином за воду DN20 са наставком за гумену цев и сливник за отпадне воде из котларнице које се могу у њој појавити.

Канализациони одводи (од сливника и умиваоника) морају се извести према чл. 58 Правилника о гасним котларницама.

Хидрантска мрежа је обавезна

9. ГАСНИ ДЕО КОТЛАРНИЦЕ

Састав и својства природног гаса

метан CH_4	87.82%
етан C_2H_6	7.96%
пропан C_3H_8	0.58%
C_mH_n	0.03%
азот N_2	2.36%
CO_2	1.25%

Доња топлотна моћ на нормалним условима (0°C i 1013 mbar):	$H_d = 33340 \text{ kJ/Nm}^3$
Густина на нормалним условима:	$\rho_n = 0.802 \text{ kg/Nm}^3$
Релативна густина (за ваздух је =1)	$d_v = 0.62$
Границе запаљивости у ваздуху (запремински):	4-16 %
Максимална брзина паљења:	0.35 m/s
Температура паљења у ваздуху:	943K (670°C)
Температура сагоревања ($\lambda=1$):	2273 K
Коефицијент вишка ваздуха за потпуно сагоревање:	$\lambda = 1.2$

9.1. ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ ГАСНОГ ЦЕВОВОДА

Притисак гаса

Притисак гаса на прагу гасне рампе горионика је 100 mbar ($p = 1.01325 + 0.1 = 1.1135$ bar).

Потрошња гаса

Потрошња гаса на нормалним условима рачуна се према следећем обрасцу:

$$V_n = 3600 * Q / \eta_k * H_d \text{ [Nm}^3\text{/h]}$$

где је:

Q [kW] – инсталисана снага котларнице

H_d [kJ/Nm³] – доња топлотна моћ на нормалним условима (0°C i 1013 mbar)

η_k – коефицијент корисног дејства

$$V_n = 3600 * 1500 / 0.9 * 33340 = 180 \text{ Nm}^3\text{/h}$$

Димензионисање гасовода на унутрашњој гасној инсталацији

Пречник цеви рачуна се по формули:

$$d = \sqrt{\frac{354 \cdot V_n \cdot \rho_n}{\rho \cdot w}} \quad [\text{mm}]$$

где је:

ρ [kg/m³] – густина гаса на радним (погонским) условима,

w [m/s] – препоручена брзина гаса у гасоводу.

Густина гаса на погонским условима је:

$$\rho = \rho_n \frac{p}{p_0} \frac{T_0}{T} \quad [\text{kg/m}^3]$$

где је:

$p_0 = 1.01325 \text{ bar}$

$p = 1.01325 + 6 = 7.01325 \text{ bar}$

$T_0 = 273 \text{ K}$

$T = 273 + 10 = 283 \text{ K}$

Табела 17. Табеларни резултат прорачуна пречника гасног цевовода – полазни цевовод из МРС

Полазни цевовод из МРС	
Ознака и мерне јединице	Износ
Улазни подаци	
$V_n, \text{ m}^3/\text{h}$	~200
$p, \text{ bar}$ (манометарски)	0.1
$T, \text{ K}$	283
Резултати	
$\rho, \text{ kg/m}^3$	0.865
$d_u, \text{ mm}$	107.1
Усвојена цев	
$\phi d_s \times s, \text{ mm}$	114.3x3.6
Материјал	Č1212
Стандард	JUS C.B5.221
$w, \text{ m/s}$	5.7

Табела 18. Табеларни резултат прорачуна пречника гасног цевовода – напојни вод за котларницу

Напојни вод за котларницу	
Ознака и мерне јединице	Износ
Улазни подаци	
$V_n, m^3/h$	180
p, bar (манометарски)	0.1
T, K	283
Резултати	
$\rho, kg/m^3$	0.865
d_u, mm	82.5
Усвојена цев	
$\phi d_s \times s, mm$	88.9x3.2
Материјал	Č1212
Стандард	JUS C.B5.221
$w, m/s$	8.6

Табела 19. Табеларни резултат прорачуна пречника гасног цевовода – појединачни напојни цевовод (за један катао)

Појединачни напојни цевовод (за један катао)	
Ознака и мерне јединице	Износ
Улазни подаци	
$V_n, m^3/h$	90
p, bar (манометарски)	0.1
T, K	283
Резултати	
$\rho, kg/m^3$	0.865
d_u, mm	70.3
Усвојена цев	
$\phi d_s \times s, mm$	76.1x2.9
Материјал	Č1212
Стандард	JUS C.B5.221
$w, m/s$	6.0

Прорачун пада притиска у унутрашњој гасној инсталацији

Релевантан пад притиска у унутрашњој гасној инсталацији је:

$$\Delta p = 6.25 \cdot \lambda \cdot Q_{n1} \cdot L_1 \cdot \rho_n \cdot (100 D_1)^{-5} + 6.25 \cdot \lambda \cdot Q_{n2} \cdot L_2 \cdot \rho_n \cdot (100 D_2)^{-5} + 6.25 \cdot \lambda \cdot Q_{n2} \cdot L_3 \cdot \rho_n \cdot (100 D_3)^{-5}$$

(mbar)

$$\Delta p = 6.25 \cdot 0.04 \cdot 200^2 \cdot 1 \cdot 0.802 \cdot (100 \cdot 0, 1071)^{-5} + 6.25 \cdot 0.04 \cdot 180^2 \cdot 18 \cdot 0.802 \cdot (100 \cdot 0.0825)^{-5} + 6.25 \cdot 0.04 \cdot 90^2 \cdot 10 \cdot 0.802 \cdot (100 \cdot 0.0703)^{-5} = \mathbf{4 \text{ mbar}}$$

9.2. ИЗБОР ГОРИОНИКА

За дати капацитет котла, врсту горива – замни гас и притисак гаса испред гасне рампе горионика (10 mbar) одабира се гасни горионик C 100 GX 507/8 T1 –”Cuenod”.

Уз горионик се испоручује и припадајућа нископритисна гасна рампа DN40 ($p_1/p_2 = 100/50$ mbar) и друга пратећа опрема у свему према спецификацији произвођача. [16]

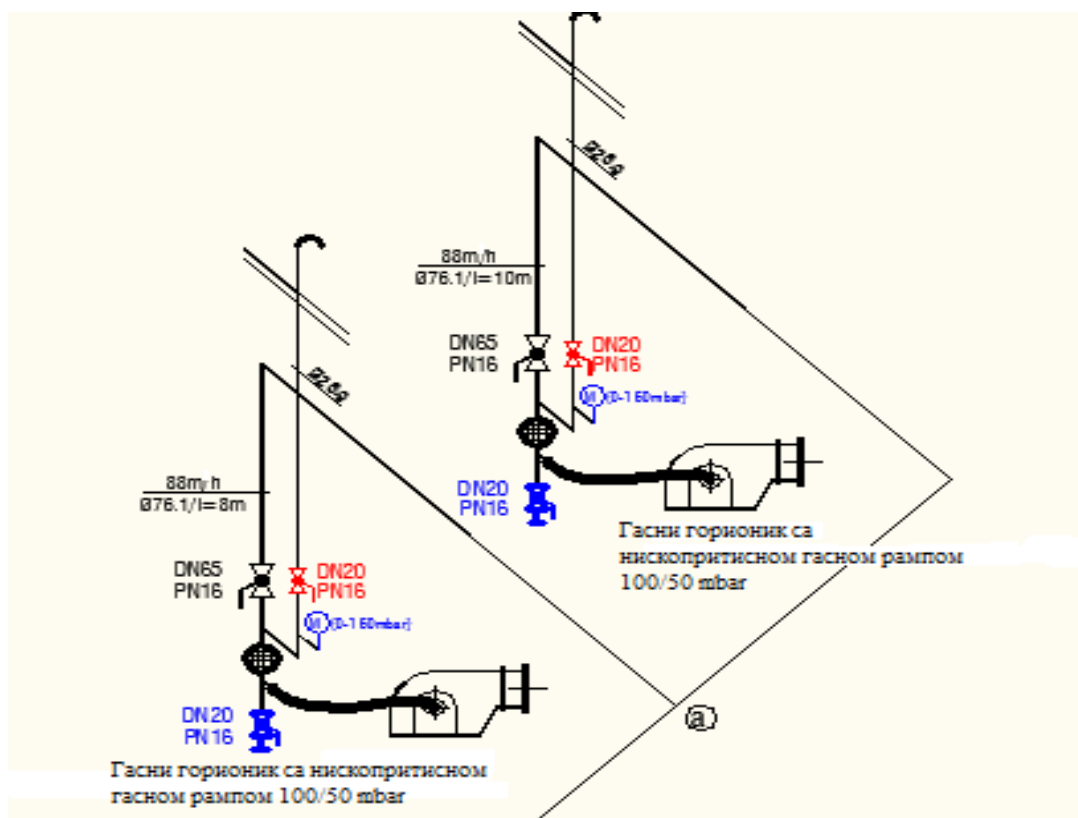
Основни технички подаци:

$$Q=750 \text{ kW}$$

Гориво: земни гас

Мотор: P = 1.85 кВт, 230/400V; 50Hz

Модулирајуће регулисање снаге.



Слика 13. Деталј аксонометријске шеме гасних горионика

10. ПРЕДМЕР И ПРЕДРАЧУН

ТОПЛОВОДНИ ДЕО КОТЛАРНИЦЕ

1. Топловодни котао 110/75°C, модел REX 75, производ ICI CALDAIE, инсталисаног капацитета $Q=750 \text{ kW}$, са погоном на земни гас, за радни притисак 4 bar, израђен од чел. лима Č.1204 и бешавних цеви квалитета Č.1214. Котао се испоручује термоизолован, са прикључцима према документацији произвођача, са озидом главе горионика, стаклом за надгледање ватре у пламеној цеви, димоводним наставком, експлозивном клапном и припадајућим контролним панелом на котлу. Обим испоруке обухвата још и: - граничну сонду за заштиту котла од нестанка воде, - групу за заштиту котла коју чине: - рецикулациона пумпа модел BPH 120/250.40T – DAB, - арматура (три вентила, одвајач нечистоће и оцењљене, све DN 40), - належући термостат и др..... **компл. 2 * 1.550.000,00 = 3.100.000,00 дин**
2. Челични самостојећи димњак Ø300mm/15m од црног лима прописане дебљине, са темељном плочом, термоизолацијом од минералне вуне у плашту од Al-лима и капом, производ "Мип-тимо" – Ћуприја**ком. 2 * 180.00000 = 360.000,00 дин**
3. Израда и монтажа димоводног прикључка пречника Ø300 mm (или према котлу), од челичног лима дебљине 4 mm, са топлотном изолацијом од минералне вуне дебљине 100 mm у плашту од Al. Тачне димензије и геометрију димоводних прикључака одредити на лицу места..... **ком. 2 * 30.000,00 = 60.000,00 дин**
4. Гасни горионик модел C 100 GX 507/8 T1 - "CUENOD". Основни технички подаци: $Q=750 \text{ kW}$, гориво: земни гас, мотор: $P=1.85 \text{ kW}$, 230/400 V; 50 Hz, модулирајућа регулација снаге. Уз горионик се испоручује и филтер за гас Rp 1 1/2 (WF 515/1 für Allgas PB Pb 0.5 bar), манометар за опсег 0-400 mbar са издувном цеви, савитљиво метално црево прописаног квалитета и нископритисна гасна рампа (p1/p2=100/50mbar) у свему према спецификацији испоручиоца **компл. 2 * 990.000,00 = 1.980.000,00 дин**
5. Хемијска припрема напојне воде ХПВ модел MOV 2 - МИП - Ћуприја, капацитета $V=2\text{m}^3/\text{h}$, у комплекту са посудом за со, арматуром DN15, водомером и масом за омекшавање.....**ком. 1 * 280.000,00 = 280.000,00 дин**
6. Затворена експанзиона посуда модел тип ERCE 500/3/6 -ELBI- Италија ($V_k = 215 \text{ l} > DV$)**ком. 3 * 55.000,00 = 165.000,00 дин**
7. Вентил сигурности са опругом DN50PN16..... **ком. 1 * 35.000,00 = 35.000,00 дин**
8. Циркулациона (мрежна) пумпа (радна и резервна), модел CP 65/2640, технички подаци: капацитет: $37 \text{ m}^3/\text{h}$, напор: 2.3 bar, max. темп. воде: 140°C, снага електромотора: 4.9/4 kW, 3x400 V, 50 Hz, произвођач: DAB..... **ком. 2 * 360.000,00 = 720.000,00 дин**

9. Разделник топле воде DN200x800 mm, PN6, у свему према законским прописима, са пројектованим прикључцима. Позиција обухвата комплетан разделник са ослонцима и прикладном носећом конструкцијом од профилног гвожђа и изолацијом од минералне вуне дебљине 70 mm у облози од Al лима.....

.....ком. 1 * 110.000,00 = 110.000,00 дин

10. Сабирник DN200x1200 mm, PN6, у свему према законским прописима, са пројектованим прикључцима. Позиција обухвата комплетан сабирник са ослонцима и прикладном носећом конструкцијом од профилног гвожђа и изолацијом од минералне вуне дебљине 70 mm у облози од Al лима.....

.....ком. 1 * 170.000,00 = 170.000,00 дин

11. Челичне бешавне цеви према JUS C.B5.221, и то:

Ø 21,3 x 2,0.....m 12 * 400,00 = 4.800,00 дин

Ø 26,9 x 2,3.....m 12 * 560,00 = 6.720,00 дин

Ø 33,7 x 2,6.....m 24 * 720,00 = 17.280,00 дин

Ø 42,4 x 2,6.....m 12 * 880,00 = 10.560,00 дин

Ø 48,3 x 2,6.....m 6 * 960,00 = 5.760,00 дин

Ø 60,3 x 2,9.....m 12 * 1.200,00 = 14.400,00 дин

Ø 88,9 x 3,2.....m 6 * 2.020,00 = 12.120,00 дин

Ø 114,3.....m 12 * 2.880,00 = 34.560,00 дин

Ø 139,7 x 4,0.....m 35 * 4.035,00 = 141.225,00 дин

12. Хамбуршки лукови према DIN 2605, 90°, R=1.5D

Ø 114,3.....m 4 * 3.000,00 = 12.000,00 дин

Ø 139,7 x 4,0.....m 18 * 6.000,00 = 108.000,00 дин

13. Концентричне редукције према DIN 2616

Ø114.3/Ø13.....ком. 2 * 3.000,00 = 6.000,00 дин

14. Равни пролазни вентил PN6 за топлу воду, са прирубничким спојевима и помоћним материјалом:

DN125.....ком. 6 * 42.000,00 = 252.000,00 дин

DN100.....ком. 4 * 28.888,00 = 115.552,00 дин

DN80.....ком. 4 * 18.000,00 = 72.000,00 дин

DN32.....ком. 3 * 9.000,00 = 27.000,00 дин

DN20.....ком. 2 * 5.600,00 = 11.200,00 дин

15. Вентил сигурности са опругом DN50PN.....ком. 2 * 35.000,00 = 70.000,00 дин

16. Неповратни вентил, са прирубничким спојевима и помоћним материјалом, према JUS DN80PN6.....ком. 2 * 18.000,00 = 36.000,00 дин

17. Хватач нечистоће, са прирубничким спојевима и помоћним материјалом DN80PN6.....ком. 2 * 18.000,00 = 36.000,00 дин

18. Локални мерни инструменти за мерење притиска и температуре, према JUS, и то:

- манометар (0-6) bar.....ком. 4 * 2.000,00 = 8.000,00 дин
- термометар (0-150) °C..... ком. 4 * 2.000,00 = 8.000,00 дин

19. Одзрачни суд DN125x150 mm, са испусним вентилом DN15PN6..... ком. 2 * 10.000,00 = 20.000,00 дин

20. Чишћење цевовода у котларници до белог сјаја и двострука заштита антикорозивном бојом.....m 150 * 100,00 = 15.000,00 дин

21. Израда изолације цевовода и колектора у котларници од минералне вуне дебљине према прорачуну и техничким условима, у облози од Al лимаm² 50 * 2.000,00 = 100.000,00 дин

22. Мобилна опрема за почетно гашење пожара:

ПП – апарат тип S-6.....ком. 2 * 15.000,00 = 30.000,00 дин

ПП – апарат тип CO₂-5.....ком. 1 * 30.000,00 = 30.000,00 дин

23. Аутоматика за регулацију температуре полазне воде. За клизну регулацију температуре полазне воде из котларнице предвиђен је регулациони круг производ SAUTER који садржи следећу опрему: - Трокраки регулациони вентил DN100PN16 (V=40.3 m³/h, Δp_v=7 kPa), са електромоторним погоном (ком.1); - Микропроцесорски регулатор – контролер са софтвером за локалну регулацију тип: EQJW 135 (ком. 1); Спољашњи сензор температуре (ком. 1); - Цевни сензор температуре: (ком. 1) компл. 1 * 380.000,00 = 380.000,00 дин

24. Вентилационе Al или челичне решетке – фиксне жалужине (доводни и одводни отвори) које се монтирају у фасадним зидовима

- доводни отвор 1000x600 mm.....ком. 2 * 6.000,00 = 12.000,00 дин

- одводни отвор 1000x600mm.....ком. 1 * 6.000,00 = 6.000,00 дин

25. За сав остали ситан помоћни и потрошни материјал и евентуалне непредвиђене радове даје се.....паушално 50.000,00 дин

УКУПНО ЗА ТОПЛОВОДНИ ДЕО КОТЛАРНИЦЕ.....8.632.177,00 дин

ГАСНИ ДЕО КОТЛАРНИЦЕ

1. Челичне бешавне цеви према JUS C.B5.021, 023, 026, 027, 222, 225

Ø 76,1 x 2,9.....m 12 * 1.750,00 = 21.000,00 дин

Ø 88,9 x 3,2.....m 12 * 2.020,00 = 24.240,00 дин

Ø 114,3 x 3,6.....m 1 * 3.000,00 = 3.000,00 дин

2. Челични цевни лукови према JUS M.B6.821, "LUK"- F267 90°, R=1.5D

Ø 88,9 x 3,2.....ком 3 * 3.000,00 = 9.000,00 дин

Ø 76,1 x 2,9.....ком 3 * 2.500,00 = 7.500,00 дин

3. Т-комад, према JUS ISO 3419 (d1/d2)

Ø 114,3/Ø 88,9.....ком 1 * 2.500,00 = 2.500,00 дин

4. Концентричне редукције, према JUS ISO 3419 (d1/d2)

Ø 114,3/Ø 88,9.....ком 1 * 8.000,00 = 8.000,00 дин

Ø 114,3/Ø 60,3.....ком 1 * 8.000,00 = 8.000,00 дин

5. Радиографско снимање свих завара на гасном цевоводу.....
.....паушално 50.000,00 дин

6. Гасне лоптасте славине према JUS C5.450, 451 и 452 са прирубничким спојевима, са контраприрубницама, спојним и заптивним материјалом

DN100 PN16 (PPV).....ком 1 * 45.000,00 = 45.000,00 дин

DN80 PN16 (PPV)ком 1 * 35.000,00 = 35.000,00 дин

DN65 PN16.....ком 2 * 30.000,00 = 60.000,00 дин

7. Бушење отвора у зидовима за пролаз гасног челичног цевовода, са постављањем заштитних пролазних чаура, са крпљењем.....ком 1 * 1.000,00 = 1.000,00 дин

8. Чишћење гасног челичног цевовода до белог сјаја, двострука заштита антикорозивном бојом и фарбање уљаном жутом бојом.....
.....m 36 * 130,00 = 4.680,00 дин

9. Испитивање унутрашње гасне инсталације на чврстоћу и заптивеност, у свему према Правилнику о УГИ и техничким условима.....паушално 30.000,00 дин

УКУПНО ЗА ГАСНИ ДЕО КОТЛАРНИЦЕ..... 308.920,00 дин

РЕКАПИТУЛАЦИЈА

ТОПЛОВОДНИ ДЕО КОТЛАРНИЦЕ.....8.632.177,00 дин

ГАСНИ ДЕО КОТЛАРНИЦЕ.....308.920,00 дин

УКУПНО.....8.941.097,00 дин

11. ЗАКЉУЧАК

Природни гас је чист извор енергије који не загађује околину, лако се користи, практичан је, доступан и не захтева додатни простор за складиштење.

Савремени начин живота подразумева уштеду времена, новца и развијену еколошку свест.

Природни гас је најпопуларнији извор енергије данас у свету. Као енергент је економичан и постиже врло висок степен искоришћења.

Доказане резерве природног гаса у свету гарантују његову расположивост за дуги низ година. Он је еколошки најпогодније гориво јер при сагоревању не оставља пепео, његовим сагоревањем нема емисије продуката који би узроковали аерозагађење.

Проблем енергетског контекста нашег времена креће се унутар дилеме потребе обезбеђења гаранција снабдевања енергијом и потребе спречавања климатских промена, као последице масовног коришћења фосилних горива. Популистички сценарио је склон фаворизовању примене обновљивих извора енергије за решавање оба наведена проблема. Међутим, обновљиви извори енергије нису довољни за решавање проблема снабдевања енергијом у свету и захтевају гориво као подршку. Природни гас је, без сумње, идеално гориво за ову намену.

Управо зато интерес гасне привреде јесте залагање за енергетско балансирање кроз синергију природног гаса и обновљивих извора енергије.

С обзиром на све горе наведено, приметан је пораст све већег броја корисника природног земног гаса као енергента. Према подацима ЈП „Србијагас“, број прикључака на дистрибутивној гасоводној мрежи се свакодневно повећава, како у категорији домћинства, тако и у категорији индустрије.

У овом раду је описан комплетан поступак прикључења једног индустријског објекта, у коме ће се природни гас користити за загревање просторија и погона, са могућношћу да се природни гас користи и у процесу производње. У раду је приказан начин извођења прикључка, изградња мернорегулационе станице и изградња контејнерске гасне котларнице, у којој су смештена два гасна котла, капацитета по 750 kW.

12. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Богнер Мартин, Исаиловић Миодраг, *Природни гас*, ЕТА, Београд, 2008.
- [2] www.vrbasgas.com, датум приступа 25.02.2018.
- [3] Ђајић Ненад, Прстојевић Божидар, Вулетић Војислав, *Дистрибуција природног гаса*, Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду, Београд, 2005.
- [4] <http://www.srbijagas.co.rs/>, датум приступа 02.03.2018.
- [5] <http://www.srbijagas.co.rs/potrosaci/specificnosti-prirodnog-gasa.77.html>, датум приступа 02.03.2018.
- [6] Богнер Мартин, Исаиловић Миодраг, *Технички прописи у гасној техници* СМЕИТС, Београд, 2000.
- [7] Исаиловић М, Богнер М, *Прописи о изградњи објеката*, СМЕИТС, Београд, 2000.
- [8] *Интерна техничка правила за пројектовање и изградњу гасовода и гасоводних објеката на систему ЈП "Србијагас"*, ЈП"Србијагас", Нови Сад, 2009.
- [9] *Упутство за одржавање гасоводних објеката*, ЈП"Србијагас", Нови Сад, 2007.
- [10] <http://gasteh.com/sr/>, датум приступа 15.04.2018.
- [11] <http://www.icicaldaie.com/>, датум приступа 13.05.2018.
- [12] https://www.sauter.co.rs/fileadmin/documents/ebooks/sbci/en/catalogue_2017_18/#18, датум приступа 18.05.2018.
- [13] <http://ultraterm.rs/proizvod/ventil-ravni-zaporni-mip-cuprija/>, датум приступа 20.05.2018.
- [14] <http://www.etazgrejanje.com/katalog/zatvorene-ekspanzione-posude-2-5000-lit-elbi/>, датум приступа 20.05.2018.
- [15] Богнер Мартин, Исаиловић Миодраг, *Технички прописи о грејању, хлађењу и климатизацији*, СМЕИТС, Београд, 2002.
- [16] <https://www.cuenod.com/>, датум приступа 31.05.2018.