EVROPSKA UNIJA

Projekat: „*PODRŠKA CIVILNOM DRUŠTVU*“

Realizator: „*CeSID*“

CENTAR ZA SLOBODNE IZBORE I DEMOKRATIJU

EKSPERTIZA

OPTIMALNOG SNABDEVANJA TOPLOTNOM ENERGIJOM SISTEMA DALJINSKOG GREJANJA

VRBASA I KULE

- R E Z I M E -

Projekat: **EKSPERTIZA OPTIMALNOG SNABDEVANJA TOPLOTNOM ENERGIJOM SISTEMA DALJINSKOG GREJANJA VRBASA I KULE**

Finansijer: **Delegacija EU u RS, Projekat: *"Podrška civilnom društvu"***

Naručilac: **CENTAR ZA SLOBODNE IZBORE I DEMOKRATIJU „CeSID"**
11000 Beograd, Belimarkovićeva br. 9

Korisnik: **OPŠTINE VRBAS I KULA**

Izvršilac: **BIRO ZA INŽENJERING "SV"**
11000 Beograd, Bulevar Oslobođenja 80
tel: +381 064 -353 11 27

Ugovor: **br: UG-01/12 od 23. 01. 2012. godine**

Odgovorni konsultanti: **Milojević Radivoje** dipl. maš.inž.
Vojinović Sreten dipl.maš.inž.

Nadzor naručioca: **Marko Blagojević** izvršni direktor
Aleksandar Macura savetnik za energetsku efikasnost

Korisnik dokumenta: **Isporučeni elaborat i pripadajuću dokumentaciju može koristiti isključivo za svoje potrebe Finansijer, Naručilac i korisnik Opštine Vrbas i Kula.**

Vojinović Sreten pr

MP

EKSPERTIZA OPTIMALNOG SNABDEVANJA TOPLOTNOM ENERGIJOM SISTEMA DALJINSKOG GREJANJA VRBASA I KULE

S a d r ž a j

U V O D

A. BAZNI PLANSKI, TEHNOLOŠKI, EKOLOŠKI I EKONOMSKI USLOVI ZA IZBOR OPTIMALNOG NAČINA SNABDEVANJA TOPLOTNOM ENERGIJOM SDG VRBASA I KULE

A1. Strateški razvojni dokumenti Republike Srbije u oblasti energetike
A2. Savremeni tehnološki i ekološki pravci razvoja SDG
A3. Očekivani budući trendovi troškova za toplotnu energiju iz SDG
A4. Razvojni planski dokumenti opština Vrbas i Kula

B. PRIKAZ PREDVIĐENIH SISTEMA DALJINSKOG GREJANJA, RASPOLOŽIVIH ENERGETSKIH INFRASTRUKTURNIH SISTEMA I ENERGETSKIH RESURSA NA TERITORIJI OPŠTINA VRBASA I KULE

B1. Opis strukture i dinamike izgradnje predviđenih distributivnih sistema daljinskog grejanja Vrbasa i kule
B2. Raspoloživi energetski infrastrukturni sistemi i resursi u okviru naseljenih mesta Vrbasa i Kule

C. PREDLOG VARIJANTNIH IDEJNIH REŠENJA ENERGETSKIH POSTROJENJA ZA PROIZVODNJU TOPLOTNE ENERGIJE PREMA RASPOLOŽIVIM ENERGETSKIM RESURSIMA I LOKACIJAMA ZA NJIHOVU IZGRADNJU

C1. Definisanje koncepta varijantnih idejnih rešenja energetskih postrojenja za snabdevanje toplotnom energijom Vrbasa i Kule
C2. Utvrđivanje tehno-ekonomskih i ekoloških kriterijuma za definisanje varijantnih idejnih rešenja TI

D. RANGIRANJE PREDLOŽENIH VARIJANTNIH IDEJNIH REŠENJA ENERGETSKIH POSTROJENJA ZA SNABDEVANJE TOPLOTNOM ENERGIJOM SDG VRBASA I KULE

D1. Ocena i rangiranje predloženih idejnih rešenja energetskih postrojenja prema utvrđenim kriterijumima
D2. Utvrđivanje optimalnog koncepta snabdevanje toplotnom energijom SDG Vrbasa i Kule

E. OPIS PREDLOŽENOG KONCEPTA SNABDEVANAJA TOPLOTNOM ENERGIJOM SDG VRBASA I KULE SA DINAMIKOM FAZNE IZGRADNJE ENERGETSKIH POSTROJENJA

E1. Opis predloženog optimalnog koncepta snabdevanja SDG Vrbasa i Kule toplotnom energijom
E2. Dinamika fazne izgradnje energetskih postrojenja SDG Vrbasa i Kule

Z A K LJ U Č A K

P R I L O Z I

EKSPERTIZA OPTIMALNOG SNABDEVANJA TOPLOTNOM ENERGIJOM SISTEMA DALJINSKOG GREJANJA VRBASA I KULE

U V O D

U skladu sa potrebama na projektu „**Uključivanje organizacija civilnog društva u proces donošenja energetskih i klimatskih politika na lokalnom nivou**“, koji realizuje **Centar za slobodne izbore i demokratiju** (**CeSID**) u okviru programa „**Podrška civilnom društvu**“, predviđena je izrada **Ekspertize optimalnog snabdevanja toplotnom energijom sistema daljinskog grejanja Vrbasa i Kule**, prema sklopljenom ugovoru br: UG-01/12 od 23. 01. 2012. godine sa konsultantskom firmom **BIRO ZA INŽENJERING "SV"** iz Beograda. Projekat finansira Evropska unija preko **Delegacije EU u Republici Srbiji**, a implementaciju Programa kontroliše **GOPA Consultants**.

Potreba da se izradi Ekspertiza optimalnog snabdevanja toplotnom energijom sistema daljinskog grejanja Vrbasa i Kule iz jednog ili više **toplotnih izvora** (u nastavku teksta skraćeni naziv: (**EKSPERTIZA TI VRBASA I KULE**), proizašla je na osnovu odluke gradova Vrbasa i Kule da obezbede savremene ekološke i ekonomske standarde efikasnosti u snabdevanju toplotnom energijom objekata za stanovanje i sprovođenje različitih društvenih i privrednih aktivnosti izgradnjom centralizovanih sitema daljinskog grejanja (SDG). Polazeći od navedenog, ovaj dokument definisan je na osnovu:

- dugoročnih projekcija potreba u snabdevanju Vrbasa i Kule toplotnom energijom, definisanih u okviru Tehno-ekonomskih analiza izgradnje distributivnih sistema daljinskog grejanja ovih naseljenih mesta;
- raspoloživosti dostupnih energetskih resursa;
- uvažavanja ekoloških ograničenja, odnosno principa održivog razvoja lokalne zajednice i
- tehničkih, regulatornih, ekonomskih i strateških razvojnih dokumenata RS, odnosno opština Vrbasa i Kula.

Imajući na umu napred navedeno u okviru EKSPERTIZE TI VRBASA I KULE obuhvaćena su istraživanja i analize za definisanje optimalnog koncepta toplotnih izvora (TI), kroz:

- Prethodna istraživanja sa bilansnim analizama;
- Predlog varijantnih idejnih rešenja energetskih postrojenja za proizvodnju toplotne energije prema raspoloživim energetskim resursima i lokacijama za njihovu izgradnju;
- Rangiranje predloženih varijantnih idejnih rešenja energetskih postrojenja za snabdevanja toplotnom energijom SDG Vrbasa i Kule na osnovu tehno-ekonomske analize isplativosti
- Opis prvo rangiranog koncepta toplotnih (toplotnog) izvora sa dinamikom fazne izgradnje.

Usvojena EKSPERTIZA TI VRBASA I KULE treba da obezbedi osnovu za:

- ❖ Procenu investicionih ulaganja za analizirana varijantna energetska postrojenja, sa ocenom dugoročnih proizvodnih i eksploatacionih troškova toplotne energije na osnovu sprovedene tehno-ekonomske analize.
- ❖ Izradu razvojnih i regulacionih planova toplifikacionih sistema naseljenih mesta Vrbasa i Kule (kratkoročnih, srednjoročnih i dugoročnih);
- ❖ Izradu Generalnog projekta prve faze izgradnje toplifikacionih sistema (TS) Vrbasa i Kule;
- ❖ Sprovođenje potrebnih aktivnosti za obezbeđenje odgovarajućih izvora finansiranja za planiranu faznu izgradnju TS Vrbasa i Kule i
- ❖ Sprovođenje promotivnih aktivnosti u sredstvima javnog informisanja za priključenje što većeg broja korisnika na TS ovih naseljenih mesta.

Pri izradi EKSPERTIZE TI VRBASA I KULE ostvarena je saradnja sa odgovornim subjektima u oblasti planiranja razvojne energetske strategije ovih naseljenih mesta uz uvažavanje savremenih standarda i normativa u ovoj oblasti. Poseban doprinos za sagledavanje aktuelnog stanja postojećih i planiranih energetskih infrastrukturnih sistema i rasporoživih energetskih resursa, pružili su stručni timovi JP Direkcije za izgradnju i Gradski energetski menadžeri. Sprovedena istraživanja, analize i sagledana moguća tehnološko-tehnička rešenja za buduću izgradnju toplotnih izvora Vrbasa i Kule obrađeni su u okviru sledećih poglavlja:

A. Bazni planski, tehnološki, ekološki i ekonomski uslovi za izbor optimalnog načina snabdevanja toplotnom energijom SDG Vrbasa i Kule;
B. Prikaz predviđenih sistema daljinskog grejanja, raspoloživih energetskih infrastrukturnih sistema i energetskih resursa na teritoriji opština Vrbasa i Kule;
C. Predlog varijantnih idejnih rešenja energetskih postrojenja za proizvodnju toplotne energije prema raspoloživim energetskim resursima i lokacijama za njihovu izgradnju;
D. Rangiranje predloženih varijantnih idejnih rešenja energetskih postrojenja za snabdevanje toplotnom energijom SDG Vrbasa i Kule i
E. Opis predloženog koncepta snabdevanaja toplotnom energijom SDG Vrbasa i Kule sa dinamikom fazne zgradnje energetskih postrojenja

Polazeći od strukture budućih toplifikacionih sistema Vrbasa i Kule kao jedinstvenih tehnoloških celina (**izvor – distributivni sistem – konzum**), realizacija Eksperize za utvrđivanje koncepta izgradnje budućih toplotnih izvora, urađena je u saradnji sa konsultantskim timom firme **TEKON-ENERGY** d.o.o. iz Beograda, koji je na osnovu sprovedenih istraživanja i tehno-ekonomskih analiza definisao konzumna područja, dugoročne projekcije potošnje toplotne energije i na osnovu toga strukturu budućih distributivnih sistema ovih naseljenih mesta, čime su obezbeđeni bazni parametri za definisanje tehničkih parametara predloženih budućih varijantnih rešenja toplotnih izvora.

Odgovorni konsultanti: **Milojević Radivoje** dipl. maš. inž.

Vojinović Sreten dipl. maš. inž.

A. BAZNI PLANSKI, TEHNOLOŠKI, EKOLOŠKI I EKONOMSKI USLOVI ZA IZBOR OPTIMALNOG NAČINA SNABDEVANJA TOPLOTNOM ENERGIJOM SDG VRBASA I KULE

Kako je u Uvodu istaknuto, osnovu za definisanje koncepta TEA SDG VRBASA čine sledeći bazni planski, tehnološki, ekološki i ekonomski elementi:

- **Strateški razvojni dokumenti Republike Srbije u oblasti energetike;**
- **Savremeni tehnološki i ekološki pravci razvoja SDG;**
- **Očekivani budući trendovi troškova za toplotnu energiju iz SDG;**
- **Razvojni planski dokumenti Opština Vrbas i Kula.**

A1. Strateški razvojni dokumenti Republike Srbije u oblasti energetike

Dokument **Strategija dugoročnog razvoja energetike Republike Srbije do 2015. godine**, sačinjen je sa namerom da preporuči Vladi/Skupštini Republike Srbije da saglasno **Zakonu o energetici RS usvoji** osnovne ciljeve nove energetske politike, **utvrdi** prioritetne pravce razvoja u energetskim sektorima i **odobri** program donošenja odgovarajućih instrumenata, kojim se omogućuje realizacija ključnih prioriteta u radu, poslovanju i razvoju celine energetskog sistema (u sektorima proizvodnje i potrošnje energije) Srbije. Osnovna premisa pri izboru ciljeva, utvrđivanju prioriteta i odgovarajućih instrumenata, zasnovana je na političkom opredeljenju zemlje za racionalno usklađivanje razvoja celine energetike sa privredno-ekonomskim razvojem zemlje i njenom uključivanju u evropske integracije. Radi ostvarivanja promovisanih ciljeva energetske politike i realizacije prioritetnih pravaca strategije, ovim dokumentom se predlaže i dinamika donošenja odgovarajućih instrumenata, kako bi sve ukupne promene u energetskim delatnostima bile ostvarene u saglasnosti sa odgovarajućim političkim, socio-ekonomskim, energetskim i ekološkim opredeljenjima zemlje. Povećan interes za utvrđivanje i vođenje nacionalne energetske politike u skladu sa potrebama reformisanja energetskog sektora i njenih delatnosti, harmonizovanja nacionalne energetske prakse i regulative sa praksom EU, uvažavajući stanje energetskih resursa, infrastrukture energetskih proizvodnih sektora i strukture energetskih potreba (usluga). U cilju dostizanja održivog socio-ekonomskog razvoja zemlje, što podrazumeva i sveukupnu zaštitu životne sredine, potrebno je osim uvažavanja opštih-generičkih ciljeva posebnu pažnju posvetiti ostvarivanju specifičnih ciljeva, koji odražavaju posebnosti svake zemlje.

Zbog poznatih okolnosti u proteklom periodu, Srbija je upravo primer zemlje, koja radi dostizanja višeg nivoa socio-ekonomskog razvoja, mora u kratkoročnom periodu da uskladi ne samo razvoj energetike sa privredno ekonomskim razvojem već i razvoj energetskih proizvodnih sektora sa sektorima potrošnje energije. Energetska problematika Srbije obrazložena u ovom dokumentu, uvažavala je potrebu "prepoznavanja" specifičnih ograničenja sa stanovišta potreba za usklađivanje razvoja celine energetskog sistema sa dugoročnim privredno-ekonomskim razvojem Srbije.

Saglasno promovisanim ciljevima energetske politike Srbije i osnovnim premisama za utvrđivanje Strategije razvoja energetike Srbije, odabrano je **pet osnovnih Prioritetnih programa**, koji su raznorodni po programskim sadržajima ali komplementarni sa stanovišta usklađivanja rada i razvoja celine energetskog sistema, tj. energetskih proizvodnih sektora i sektora potrošnje energije i postupnog ali doslednog ostvarivanja promovisanih ciljeva u narednom periodu realizacije TEA SDG VRBASA.

- **Prvi-osnovni Prioritet kontinuiteta tehnološke modernizacije** postojećih energetskih objekata/sistema/izvora, u sektorima: nafte, prirodnog gasa, uglja; sa površinskom i podzemnom eksploatacijom, sektora elektreenergetike; sa proizvodnim objektima: termoelektrane, hidroelektrane i **termoelektrane-toplane i prenosnom sistemom odnosno distributivnim sistemima**, i **sektor toplotne energije-gradske toplane** i industrijske energane.
- **Drugi-usmereni Prioritet racionalne upotrebe kvalitetnih energenata** i povećanja energetske efikasnosti u proizvodnji distribuciji i korišćenju energije kod krajnjih korisnika energetskih usluga.
- **Treći-posebni Prioritet korišćenja NOIE** (novih obnovljivih izvora energije) i novih energetski efikasnijih i ekološko prihvatljivih energetskih tehnologija i uređaja/opreme za korišćenje energije.
- **Četvrti-opcioni Prioritet za vanredna/urgentna ulaganja u nove elektroenergetske izvore**, sa novim gasnim tehnologijama (kombinovano gasno-parno termeenergetsko postrojenje).
- **Peti-dugoročno razvojni i regionalno strateški Prioritet,** gradnje novih energetskih infrastrukturnih objekata i elektroenergetskih i toplotnih izvora u okvirima energetskih sektora Srbije, kao i kapitalno-intenzivne energetske infrastrukture, u okvirima regionalnih i panevropskih infrastrukturnih sistema povezanih sa našim sistemima.

Prva tri Prioritetna programa prepoznati su i pre utvrđivanja energetskih potreba do 2015. godine, saglasno odabranim scenarijima ekonomskog i industrijskog razvoja Srbije. Oni predstavljaju preduslov ekonomski izvesnom, energetski efikasnom i ekološki prihvatljivom razvoju energetike Srbije u narednom periodu. Sadržaj programa, dinamika realizacije i obim ulaganja u nove elektroenergetske izvore (saglasno četvrtom Prioritetu), odnosno sadržaj programa/projekata, obim ulaganja i dinamika pripreme za gradnju novih energetskih infrastrukturnih objekata i novih elektroenergetskih izvora (saglasno petom Prioritetu), uslovljen je dinamikom privredno-ekonomskog razvoja i s tim u vezi obimom i strukturom energetskih potreba, kao i ekonomsko-energetskim okolnostima u okruženju, posebno sa stanovišta razvoja regionalanog i panevropskog tržišta električne energije i prirodnog gasa.

Programski i sistemski instrumenti obuhvataju izradu i donošenje sledećih Programa (za period od 6 godina, saglasno Zakonu o energetici):

1. Program za racionalnu upotrebu energije i povećanje energetske efikasnosti, na nivou celine energetskog sistema Srbije (energetski proizvodni sektori i sektori potrošnje energije). Za svaki sektor potrošnje energije treba sačiniti Program sa procenom odgovarajućih potencijala za ostvarenje energetskih ušteda (tehnički, ekonomski i tržišni potencijal), opisom mera za njihovo ostvarenje (organizaciono-operativne i tehničko-tehnološke) sa ciljno definisanim "metama" za ostvarenje energetskih ušteda, određivanjem liste prioriteta, po kriterijumu: ulaganja/dobit, odnosno po vremenu povraćaja uloženih sredstava. Osim nivoa ulaganja, svaku od predloženih mera treba valorizovati prema efektima na: povećanje energetske efikasnosti, ekonomske efektivnosti, u smislu smanjenjenja energetskog intenziteta (u slučaju proizvodnih aktivnosti i uticaj na konkurentnost naše industrije), uključujući efekte na životnu sredinu, porodični budžet i dr. Navedeni efekti, kvantitaivno iskazani, će predstavljati dragocene indikatore za vođenje aktivne i dugoročne energetske politike.

Navedeni Program mora da sadrži i predlog za donošenje specifične regulative, propisa i energetskih standarda, kojima se energetski subjekti obavezuju/podstiču na sprovođenje mera za povećanje efikasnosti korišćenja energije. Saglasno praksi, ne samo zemljama EU već i zemljama kandidatima za pridruživanje u EU, svaki čak i veoma profesionalno konzistentno sačinjen i realno ostvarljiv Program energetske efikasnosti, neće dati očekivane efekte bez odgovarajućih "instrumenata" kojim se stvaraju preduslovi za njihovu potpunu realizaciju. Reč je o postojanju Agencije za energetsku efikasnost, sa statusom koji joj omogućuje korišćenje namenskih budžetskih sredstava, sredstava nacionalnog Fonda za energetsku efikasnost, formiranog prema modelima zemalja grupe *ASS*, a posebno statusa koji omogućuje korišćenje stranih donacija, fondova EU i drugih finasijskih i specijalizovanih institucija zaduženih za podsticanje i sufinansiranje, kako Programa za energetsku efikasnost i Programa za korišćenje novih obnovljivih izvora energije tako i Programa za zaštitu životne sredine. Prema do sada obavljenim analizama o obimu i strukturi eneregenata u sektorima potrošnje energije (bez Programa supstitucije električne energije, korišćenjem prirodnog gasa za obavljanje toplotnih energetskih usluga u sektoru Domaćinstva), moguće je u 2015. godini, ostvariti ukupnu uštedu od 0.6 M t.en., sa finasijskim efektom od oko 600 miliona $, za nabavku uzvoznih energenata. Samo jedna trećina ovih sredstava usmerena Fondu za energetsku efikasnost obezbeđuje finansijsku podršku za realizaciju značajnog dela Programa energetske efikasnosti u narednih 11 godina.

2. Program za selektivno korišćenje novih obnovljivih izvora energije, kojim bi se uspostavio Programski usmereni okvir za sve aktivnosti koje bi se sprovodile u cilju povećanog i efikasnog korišćenja obnovljivih izvora energije, u periodu do 2015. Pod obnovljivim izvorima energije ovde se podrazumeva biomasa, hidropotencijal malih vodotokova, geotermalna energija, energija sunčevog zračenja i energija vetra. Iako postoji značajan potencijal obnovljivih izvora energije, oni su i dalje u najvećoj meri neiskorišćeni bez obzira što je reč o malim (od kW do najviše nekoliko MW) i relativno jednostavnim objektima za proizvodnju energije za lokalne potrebe. U Srbiji postoji određen broj firmi koje proizvode ili su ranije proizvodile opremu za korišćenje obnovljivih izvora energije. Nezavisno što je EU, svojom Direktivom broj 77 od 2001. godine postavila ciljne "mete" za svoje članice (da se u 2010. godini, oko 12% finalne energije proizvede na bazi korišćenja obnovljivih izvora energije), naša potreba za povećanim korišćenjem obnovljivih izvora, u saglasnosti je sa praksom razvijenih zemalja i njihovoj težnji ka smanjenju emisije štetnih materija i podsticanju održivog razvoja. Osim očiglednih energetskih efekata (smanjenje potrošnje uvoznih energenata i ugrožavanja okoline), realizacijom ovog Programa bi se angažovao domaći investicioni kapital, podstakla mala i srednja preduzeća i podstakla domaća proizvodnja i usavršavanje opreme za korišćenje obnovljivih izvora energije. Istovremeno bi se pomoglo domaćoj privredi da participira u ponudama stranih firmi za ulaganja u energetske izvore, na bazi korišćenja obnovljivih izvora energije, po osnovu sticanja privilegovanog položaja na smanjenje nacionalnih kvota za SO2 i druge efluenate, **čime bi se povećale mogućnosti zapošljavanja lokalnog stanovništva, iz seoskih sredina, gde se i nalaze najveći potencijali ove energije**.

Ukoliko bi se ovim Programom u 2010. godini dostiglo korišćenje raspoloživog potencijala od samo 10 % (i to bez drvne biomase), godišnje energetske uštede iznosile bi preko 0.1 M. t. en, čime bi se za 30 miliona $ smanjili godišnji troškovi za uvoz kvalitetnih energenata, ne računajući finasijske efekte po osnovu angažovanja domaće industrije i radne snage, pa i potpunije zaštite životne sredine. Poseban interes za strana ulaganja u realizaciju pojedinih projekata u okviru ovog Programa proističe iz sve veće zainteresovanosti ino-partnera za sticanja tzv. **Zelenog sertifikata**, po

osnovu proizvodnje električne energije korišćenjem novih izvora energije, i po toj osnovi mogućnost slobodnog raspolaganja sopstvenim "kvotama" emisija i obezbeđenja dodatnih finasijskih izvora za ino-ulaganja u razvoj energetskog sektora Srbije.

Za realizaciju ovog Programa neophodno je utvrditi podsticajne mere za uvođenje savremenih tehnologija sagorevanja biomase i otpada za ulaganja u nova postrojenja i kupovinu opreme za korišćenje obnovljivih izvora energije, zatim mere za upoznavanje šire i stručne javnosti o mogućnostima korišćenja različitih obnovljivih izvora i o pogodnostima koje pružaju međunarodni Fondovi za realizaciju konkretnih Projekata, **uključujući i veće angažovanje lokalne samouprave o pozitivnim efekatima ovih aktivnosti na zaposlenost i razvoj lokalne infrastrukture**. Saglasno najavljenoj harmonizaciji prakse i regulative u ovoj oblasti sa regulativom EU, u okviru ovog Programa uvela bi se posebna regulativa, propisi i standardi radi organizovanog podsticanja širokog spektra aktivnosti u vezi korišćenja obnovljivih izvora energije. Slično Programu za racionalnu upotrebu i efikasno korišćenje energije, za realizaciju ovog Programa, potrebno je "razviti" posebne"šeme"/modele finasijske podrške za uvođenje mera kojim se omogućuje intenzivnije korišćenje novih i obnovljivih izvora energije u Srbiji.

3. Program za zaštitu životne sredine, koji zbog raznolikog porekla štetnih materija i raznorodnog uticaja odnosno manifestacija nepoželjnih efekata na biološkim i nebiološkim elementima prirodne sredine (na lokalnom, regionalnom i globalnom nivou), prevazilazi nadležnost i kompentencije Ministarstva rudarstva i energetike Srbije. Saglasno navedenim okolnostima, očekuje se izrada celovitog-nacionalnog Programa koji obuhvata sve fenomene i efekte relevantne za celinu socio-ekonomskog sistema Srbije, uključujući i tzv, prekograničnu emisiju. Zbog mogućnosti preklapanja sadržaja dva predhodno obrazložena programa sa Programom za zaštitu životne sredine, neophodno je da u izradi i donošenju tri navedena Programa, uključujući i Program naučno-tehnološkog razvoja u domenu energetskih tehnologija/delatnosti, učestvuju i druga nadležna Ministarstava Vlade Republike Srbije, radi programskog usklađivanja i operativnog "razgraničenja" realiazacije pojedinih delova programa, čiji će sadržaji biti detaljno obrazloženi u dokumentu **Strategija održivog razvoja Republike Srbije** (danas u pripremnoj fazi)**.** Nezavisno od toga, saglasno Zakonu o energetici, u Strategiji razvoja energetike Srbije, ovim Programom se obrazlažu uslovi i način za obezbeđenje zaštite životne sredine pri radu energetskih objekta, kao i pri procesima sagorevanja fosilnih goriva kako u energetskim proizvodnim sektorima tako i u sektorima potrošnje energije, pre svega u sektorau Sabraćaja, a zatim u industriji i građevinarstvu.

Termoelektrane na fosilna goriva i industrija nafte i naftnih derivata spadaju u najveće zagađivače životne sredine. Zagađivanje životne sredine može se javiti praktično u svim delatnostima u okviru elektroprivrede: u proizvodnji uglja, kao i u proizvodnji, prenosu i distribuciji električne energije, zatim u sektoru nafte i gasa, počev od istraživanja, eksploatacije, a posebno prerade i transporta nafte i njenih derivata.U emisiji dimnih gasova, koji nastaju u radu energetskih objekata, po okolinu su najopasniji sumpordioksid (SO_2), ugljenmonoksid (CO), ugljendioksid (CO_2), azotni oksidi (NO_x) i čestice prašine. Svi ovi elementi se pojavljuju u procesu rada termoelektrana na ugalj. Nedopustiva visoka emisija čestica (preko **50.000** tona/god.), programom fazne zamene elektrofiltera, biće skoro desetostruko manja, dok se za odlaganje velike količine pepela (preko **5.5 miliona** tona/god.), moraju iznaći nova tehnička rešenja, obzirom na mogućnost zagađenja podzemnih i površinskih voda. Značajne površine rudarski iskorišćenog a nerekultivisanog zeljišta na površinskim kopovima uglja Kolubare i Kostolca, kao i zagađenja naftinim derivatima nakon bombardovanja rafinerija Pančevo i Novi Sad, predstavljaju ozbiljne ekološke probleme, u naseljima oko navedenih lokacija. Zagađenje lokaliteta rafinerija nafte Novi Sad predstavlja opasnost visokog rizika za vodosnabdevanje grada Novog Sada zbog neposredne blizine (manje od 1. km)

vodozahvata Ratno ostrvo. Osim značajnog zagađenja vazduha u procesu rafinerijske prerade nafte, usled prisustva lako isparljivih ugljovodonika i drugih aromata, u postupcima prerade i sušenja uglja, u ispuštenim gasovima može se pojaviti i fenol. Veoma ozbiljnu ekološku opasnost predstavlja veliko zagađenje zemljišta na odlagalištima pepela, jalovine i taloga iz taložnika otpadnih voda, kao i odlagališta rafinerijskog mulja. Zbog činjenice, da najveći uticaj na životnu sredinu u našem energetskom sistemu imaju termoelektrane, pri izgradnji novih ovakvih energetskih izvora, obavezna je primena svih zakonskih propisa i tehničkih normi EU u pogledu zaštite životne sredine. Ove mere na novim objektima neće biti efektivne, sa stanovišta značajnijeg sniženja postojećeg nivoa emisija, obzirom da je prosečna starost postojećih termoelektrana oko 25 godina, sa merama zaštite iz doba njihove gradnje. Obzirom da je nivo tekućih emeisija iz energetskih izvora i objekata, višestruko veći od svih normi postavljenih odgovarajućom strategijom EU u ovoj oblasti, Kjoto protokolom ili Bazelskom konvencijom, realni cilj za dostizanje evropskih i svetskih standarda u pogledu zaštite životne sredine je trajni cilj koji će se postupno ostvarivati tokom realizacije Strategije. Ovako postavljen cilj realno je ostvariv u okviru Prioritetnog programa tehnološke modernizacije energetskih objekta, odnosno revitalizacijom i produženjem radnog veka termoelektrana, uključujući i revitalizaciju i tehnološko unapređenje rafinerija i drugih energetskih objekata zamenom sadašnjih tehnologija novim tehnologijama uz obaveznu primenu savremenih tehnologija/uređaja za zaštitu životne sredine. Takođe, u periodu do 2015. godine, treba izvršiti i zamenu svih transformatora i drugih energetskih uređaja punjenih piralenom. Osim toga, značajnu ekološku opasnost predstavlja olovo koje nastaje pri sagorevanju motornih benzina u automobilskim motorima i koje se deponuje u zemljištu pored puteva. Zato kada je reč o naftnom sektoru, osim remedijacije zagađenog zemljišta u rafinerijama, potrebno je što pre uspostaviti sistem upravljanja zaštitom životne sredine, zasnovan na evropski prihvaćenim standardima za kapacitete za preradu nafte, **ISO 14001**. Unapređenje kvaliteta motornih benzina i dizel goriva, odnosno dostizanje evropskog nivoa u kvalitetu derivata nafte u domaćim rafinerijama je takođe ne samo ekološki cilj utvrđen ovom Strategijom, već i politički cilj radi pristupanja Srbije EU. Ovaj cilj je moguće postiće jedino modernizacijom postojećih i izgradnjom novih postrojenja kao što su postrojenja hidrodesulfurizacije,hidrokrekinga, izomerizacije itd.

Svako zanemarivanje ekoloških aspekata, eventualno zbog privremeno bržeg ekonomskog razvoja može da dovede do trajnog ugrožavanja životne sredine i zdravlja populacije, a da kasnije nametnute nam sanacije šteta zahtevaju znatno veća sredstva. Zbog globalnog uticaja lokalnih energetskih izvora, nijednoj zemlji nije dopušteno zanemarivanje ekoloških efekata uticajnih na održivi razvoj šire međunarodne zajednice, po kom osnovu proističu i obaveze svake od evropskih zemalja, o poštovanju međunarodnih dogovora. Ako je politički cilj Republike Srbije, njeno priključenje EU, prirodno je da kao jedan od politički važnih ciljeva Strategije razvoja energetike, bude i dostizanje standarda EU u pogledu zaštite životne sredine i ispunjavanje normi definisanih u međunarodnim dokumentima (Kjoto protokol, međunarodni sporazumi, Direktiva EU i dr.).

4. Program naučnog i tehnološkog razvoja u energetskim delatnostima u Srbiji, sačinjen sa stanovišta efikasnije valorizacije energetskih rezervi Srbije, tehnoloških i operativnih potencijala postojećih energetskih infrastrukturnih objekata i sistema, kao i energetskih proizvodnih sistema/izvora, a posebno proizvodnih i tehnoloških potencijala domaće mašino-elektrogradnje u najavljenoj tehnološkoj modernizaciji energetskih izvora posebno sa stanovišta razvoja i proizvodnje opreme u okviru Programa/projekata zaštite životne sredine. Postojeći Program energetske efikasnosti pod okriljem Ministarstva nauke i životne sredine i stečena iskustva iz dosadašnje realizacije pojedinih Usmerenih programa/projekata predstavljaju dragocene podloge za utvrđivnje usmerenog Programa naučnog i tehnološkog razvoja, primeren tekućim, a posebno budućim potrebama energetskih subjekata/delatnosti u Srbiji. Neophodno je da Program naučnog i tehnološkog razvoja u energetskim delatnostima Srbije, bude usklađen sa svim

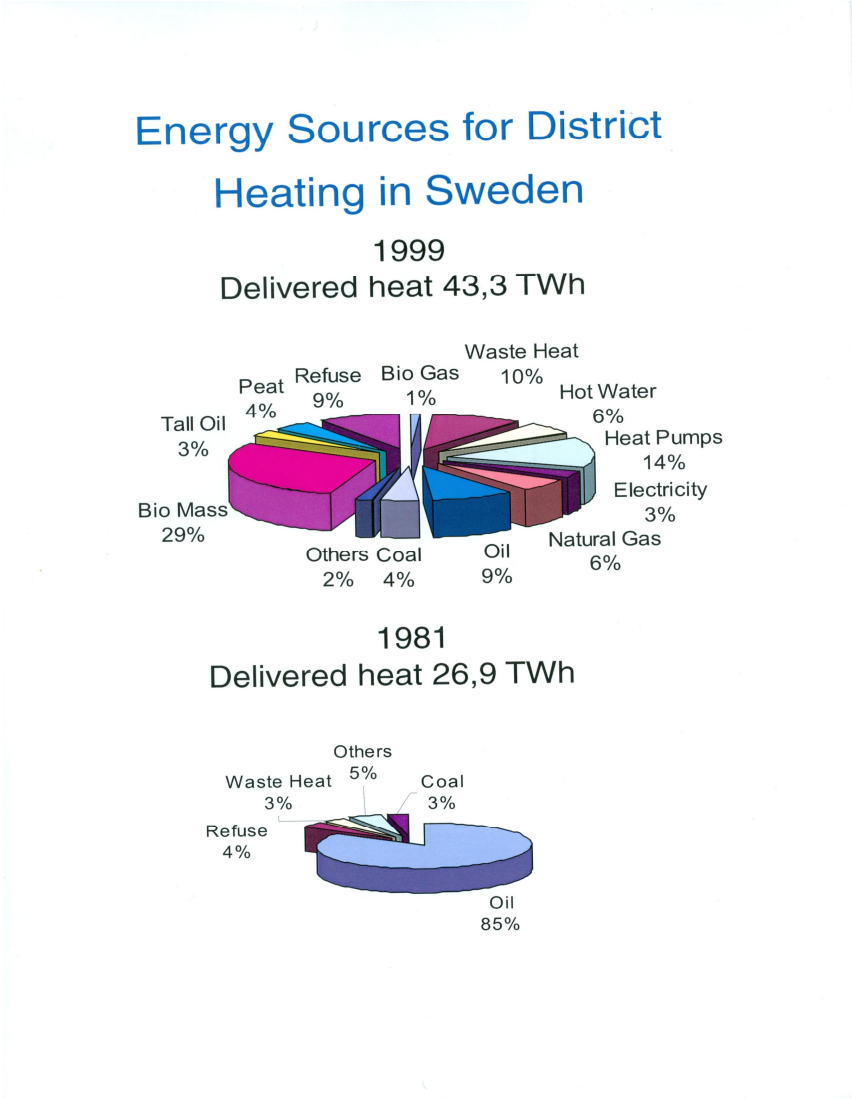
gore navedenim Programima, uključujući i Program usmerenog obrazovanja i usavršavanja kadrova za nove profesionalne aktivnosti u energetskim delatnostima, ne samo u okviru Republike Srbije, već i u okvirima regionalnog i panevropskog energetskog tržišta, i "internacionalizovane" zaštite životne sredine.

5. Uspostavljanje savremenog sistema energetske statistike, ima za cilj da Vladi i ostalim energetskim subjektima, omogući potpuni uvid u energetsku stavrnost zemlje, radi "vođenja" efektivne energetske politike zemlje, odnosno poslovne politike preduzeća. Reč je o uspostavljanju i ažuriranju sistema sakupljanja, obrade i verifikacije potpunih i pouzdanih podataka o proizvodnji i potrošnji energije (po energetskim sektorima), i detaljnog uvida u strukturu energenata po sektorima potrošnje energije, uključujući i relevantne makro-ekonomske, demografske i sektorske parametre i struturne indikatore (ekonomsko-energetske i energetsko-proizvodne/uslužne), saglasno EUROSTAT sistemu utvrđivanja i prikaza nacionalnih energetsko-ekonomskih pokazatelja. U okviru aktivnosti na harmonizaciji energetske regulative za EU, uz finasijsku podršku međunarodnih organizacija, realizuje se ideja formiranja Centra za energetsku statistiku u Republičkom zavodu za statistiku Srbije. U ovom centru biće uspostavljen savremeni sistem za prikupljanje, selekciju, verifikaciju i arhiviranje baze podataka, sa detaljnim prikazom energetskih tokova (bilansa) na nacionalnom nivou, u okvirima: **prirodnog sistema,** koji razmatra eksploataciju domaćih energetskih rezervi i uvoz primarne energije; **energetskog sistema,** koji razmatra energetske sektore/objekte tehnologije za transforamaciju/konverziju primarne energije i za proizvodnju sekundarne/finalne energije; i **socio-ekonomskog sistema** koji razmatra strukturu energetskih potreba i tehnologije/uređaji za obavljanje energetskih usluga u sektorima potrošnje energije.

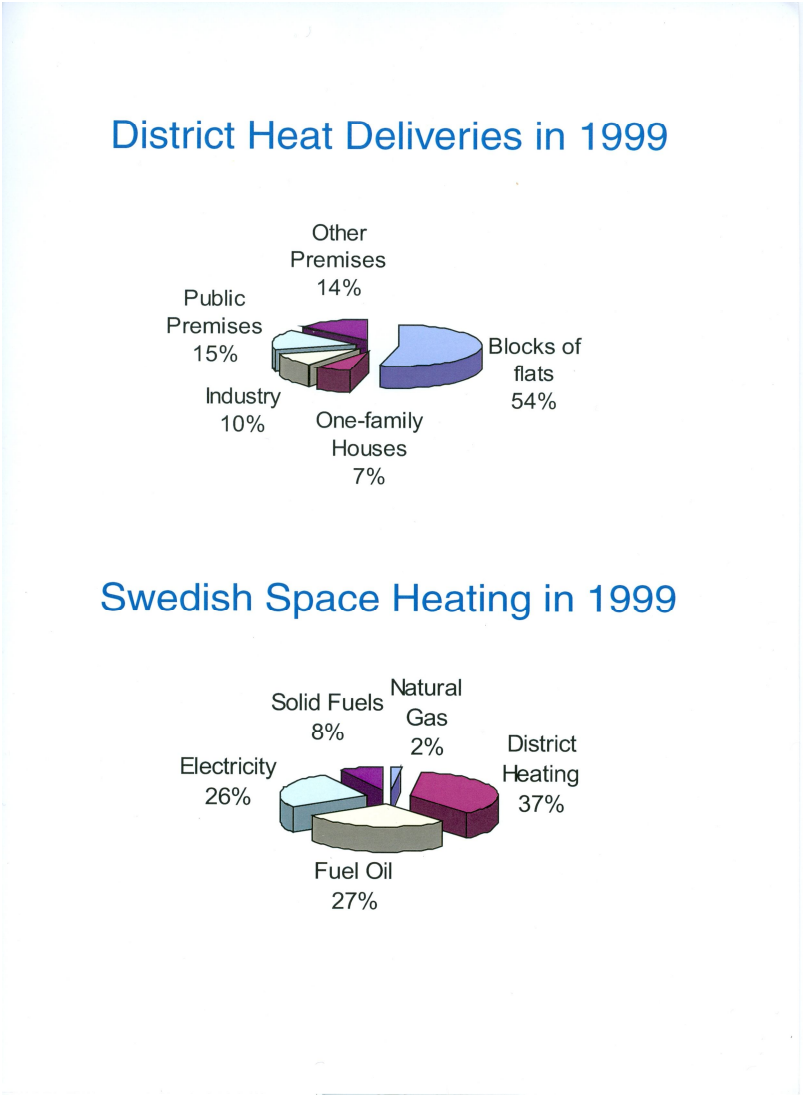
A2. <u>Savremeni tehnološki i ekološki pravci razvoja SDG</u>

Tokom druge polovine prošlog veka intenzivno su građeni centralizovani sistemi daljinskog grejanja (SDG) za snabdevanje gradova i naselja toplotnom energijom, uglavnom u zemljama sa dugačkom grejnom sezonom (Rusija, Kanada, Nordijske zemlje i zemlje Istočne i srednje Evrope). Pošto su cene energije u to vreme bile niske postojalo je ekonomsko opravdanje za izgradnju skupih infrastrukturnih distributivnih sistema. Posle prvog naftnog šoka sedamdesetih godina prošlog veka, došlo je do preispitivanja u potrošnji naftnih derivata (uglavnom mazuta) kao goriva u toplotnim izvorima SDG.

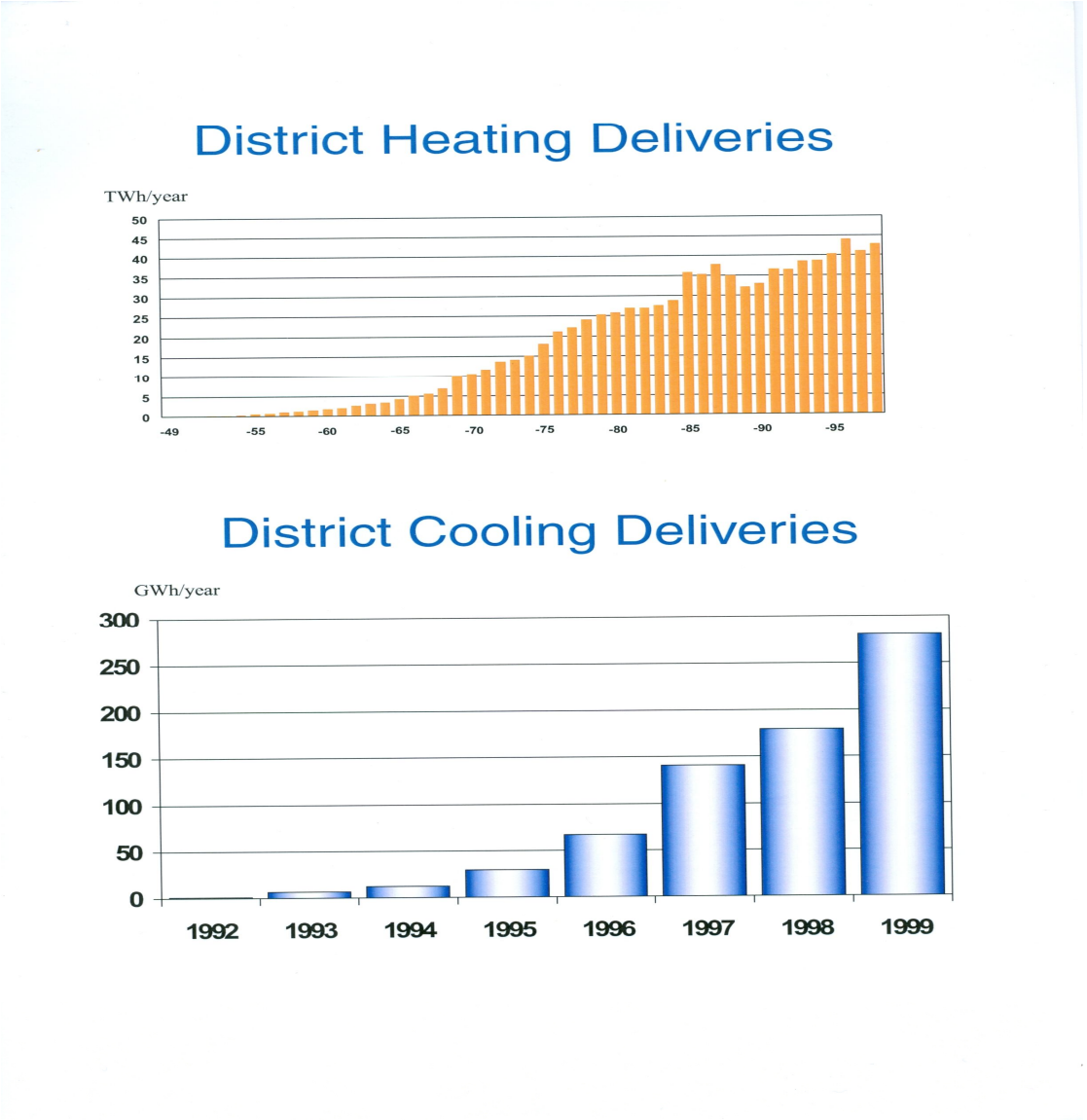
Ekonomski razvijene zemlje poput Švedske izvršile su diversifikaciju u potrošnji goriva, odnosno energije za potrebe SDG, što se može videti u Prilozima ove tačke (**A2_01 do 04)**. U periodu od približno dve decenije učešće mazuta u strukturi potrošnje goriva se izmenilo od 85% u 1981. na 9% u 1999. Godini. Takođe u tom periodu je došlo do povećanja obima isporuke toplotne energije iz SDG oko 160%, od 26,9 na 43,3 TWh/god, odnosno ovi sistemi su bili zastupljeni sa 37% u odnosu na druge oblike individualnog snabdevanja toplotnom energijom. Struktura priključenih korisnika zastupljena je sa: 54% objekti kolektivnog stanovanja, 15% javni objekti, 14% ostali objekti, 10% industrja i 7% individualni objekti.



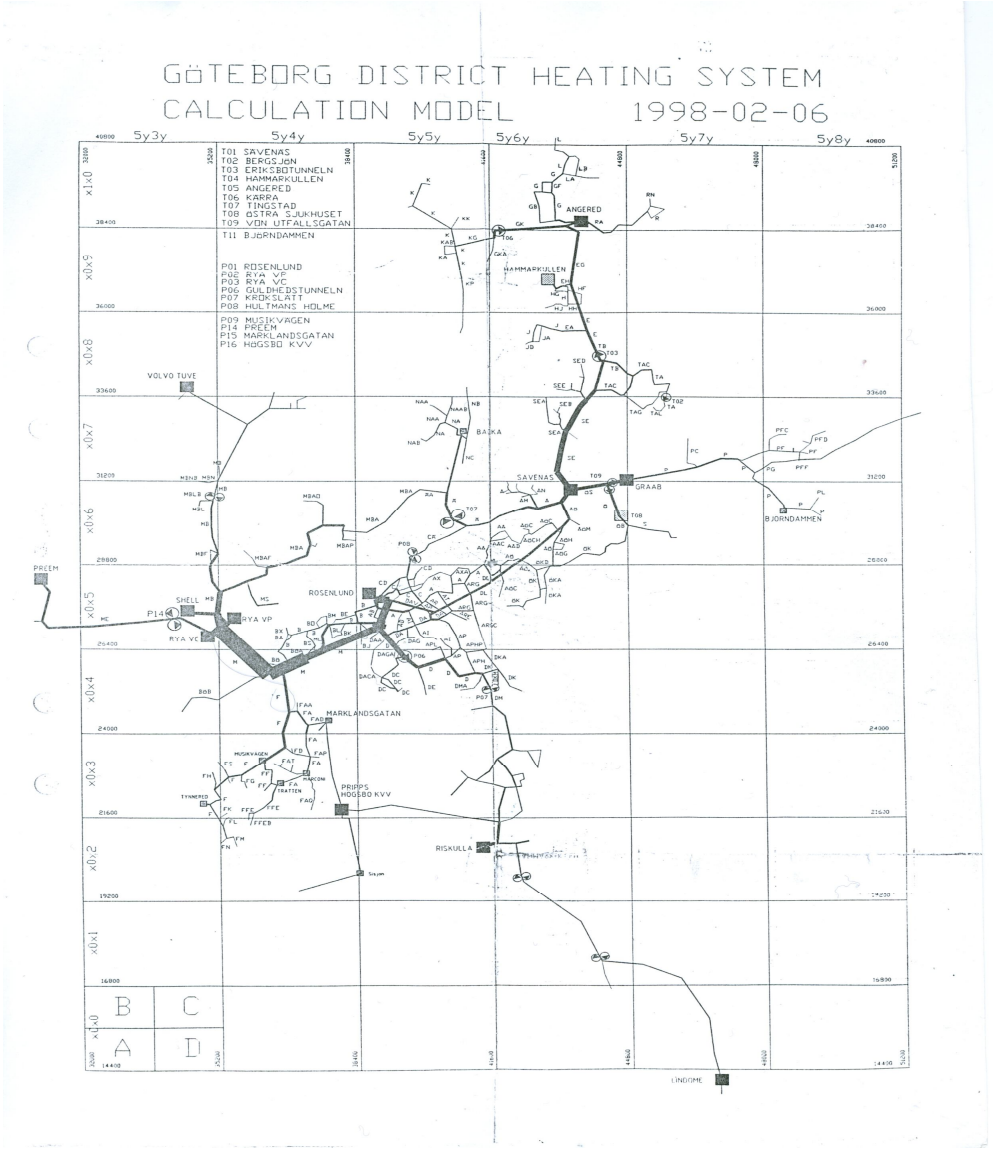
A2_01 Energetski resursi iz kojih su snabdevani SDG u Švedskoj 1999. i 1981.



A2_02 Struktura potrošnje toplotne energije iz SDG u Švedskoj 1999.
A2_03 Struktura sistema iz kojih su snabdevani potrošači toplotne energije



A2_04 Trend rasta isporuka energije za grejanje i hlađenje iz SDG u Švedskoj



A2_05 Situacioni plan SDG Geteborga-Švedska

Na ovako značajno povećanje zastupljenosti SDG u isporuci toplotne energije, uticalo je vrlo anagažovano sprovođenje zacrtane politike zaštite prirodne sredine u segmentu smanjenja emisije gasova staklene bašte. To se može slikovito videti u strukturi potrošnje goriva, odnosno energije koju koriste toplotni izvori SDG Švedske za 1999. godinu, gde su zastupljeni sa: 29% bio masa, 14% toplotne pumpe, 10% otpadna toplota, 9% smeće-otpad, 9% mazut, 6% prirodni gas, 6% topla voda, 4% ugalj, 4% treset, 3% otpadno ulje, 3% elektro energija (hidro), 2% ostalo i 1% bio gas. Pored navedenog, tokom poslednje decenije 20-og veka intenzivno je počelo korišćenje SDG za rashlađivanje komercijalnih i poslovnih prostora u letnjem periodu pomoću apsorpcionih sistema koji koriste toplu vodu (oko 100 ^{0}C) umesto električne energije (za čiju se proizvodnju koriste značajno fosilna goriva). U Švedskoj je do 2000. godine potrošnja rashladne energije iz centralizovanih sistema dostigla oko 300 GWh/god uz istovremenu potrošnju toplotne energije od 45 TWh/god.

Sve napred izloženo ukazuje na prednosti ovakog koncepta SDG, što potvrđuje i struktura i obim toplotnih izvora, odnosno mreža grada Geteborga (videti Prilog **A2_05**). U početnoj fazi razvoja ovog sistema (od 1950. Godine) izgrađene su lokalne toplotne mreže na širokom području u kvadrantu 26,4 x 19,2 km. Kasnije su svi sistemi povezani u jedan. Od 1980. godine počela je eksploatacija energije iz gradskog otpada, otpadnih voda (kanalizacije), spalionica smeća i otpadne toplote iz industrije, čime je udeo fosilnih goriva opao sa 100% na 30-35%, čime su ostvareni značajni finansijski benefiti i smanjeno zagađenje životne sredine. Karkteristično za ovaj sistem je korišćenje energije iz otpadnih prečišćenih voda iz gradskog kanalizacionog kolektora pomoću dve toplotne pumpe ukupne snage 150 MW. Iz ovog toplotnog izvora obezbeđuje se 20% toplotne energije u sistemu.

A3. Očekivani budući trendovi troškova za toplotnu energiju iz SDG

Struktura troškova za toplotnu energiju sintetizovana je u okviru jednog parametra, **jedinične cene toplotne energije** (EUR/kWh). Konkurentnost ovog tržišnog parametra u odnosu na ostale sistemime za isporuku toplotne energije (prirodni gas iz sistema široke potrošnje, elektrčna energija, indivdulna ložišta i dr.) biće opredeljujući za buduću izgradnju SDG. Jedinična cena proizvedene toplotne energije u SDG, takođe predstavlja bazni kriterijum za definisanje optimalnog tehnološkog koncepta toplotnog izvora i distributivnog sistema za isporuku korisniku (kupcu). **Jedinična cena toplotne energije** za neki konkretan toplifikacioni sistem definisana je odnosom ukupnih kumulativnih **operativnih proizvodnih troškova** (**varijabilni** i **fiksni**) SDG i isporučene**,** odnosno potrošene **količine toplotne energije** svim potrošačima u obračunskom periodu tokom jedne poslovne godine koji participiraju oko 60% u ceni isporučene toplotne energije. Iz navedenog se može zaključiti da se optimalna jedinična cena toplotne energije postiže kroz niske ukupne proizvodne troškove i povećanu ponudu, odnosno isporuku toplotne energije.

Baznu komponentu **varijabilnih operativnih troškova**, ili direktnih proizvodnih troškova i zarada, čini **gorivo** ili neki oblik **energije** (otpadne, odnosno obnovljive) od čije cene zavisi budući trend rasta jedinične cene toplotne energije. Uticaj **fiksnih operativnih troškova** na promenu jedinične cene energije je zanemarljiv, pa nije uzet kao uticajni faktor u ovoj analizi. Zavisno od **vrste** i **stepena zastupljenosti** potrošnje **goriva**, odnosno **energije** pri proizvodnji toplotne energije **budući trend troškova direktno će zavisiti od očekivanog trenda rasta cene baznog proizvodnog inputa**.

Kao bazni proizvodni inputi u okviru sistema za snabdevanje toplotnom energijom, mogu biti zastupljeni:

a) **Fosilna goriva** (ugalj, mazut, lako lož ulje, propan-butan i prirodni gas);
b) **Obnovljiva goriva** (ogrevno drvo, drvni otpad, bio masa proizvedena za energetske potrebe, otpadna bio masa od poljoprivredne proizvodnje, bio gas i dr.);
c) **Električna energija iz elektroenergetskog sistema** (minimalni energetski ekvivalent potrošnje uglja 3/1);
d) **Obnovlji izvori energije** (geotermalna, solarna, energija vetra, mini hidro elektrane);
e) **Otpadna toplotna energija** (termoenergetska postrojenja, industrijska postrojenja, prerada gradskog smeća i drugi proizvodni procesi).

Navedeni bazni proizvodni inputi mogu biti zastupljeni **neposredno** (direktno sagorevanje goriva u ložištu, ili energije u transformisanom sekundarnom obliku kao toplotna energija), ili **kombinovano** zavisno od tipa postrojenja toplotnog izvora, odnosno sistema.

Kao što je poznato **fosilna goriva** su neobnovljiv energetski resurs i očekuje se permanentni rast cena ovih goriva, **posebno derivata nafte**. S obzirom na ekstenzivno širenje sistema potrošnje prirodnog gasa, može se takođe očekivati stalna stopa rasta cene ovog goriva. Ugalj za široku potrošnju i industriju u značajnom procentu predstavlja domaći resurs, a preostali deo se uvozni, kao što se većim delom uvozi i sirova nafta, odnosno naftni derivati i prirodni gas, što na makroekonomskom planu iziskuje odgovarajuću kompenzaciju u izvozu roba i usluga za njihovu nabavku. Evidentno je da će u perspektivi **toplotni izvori koji neposredno sagorevaju uvozna fosilna goriva imati permanenti rast cene baznog inputa**, odnosno trend porasta troškova toplotne energije, što je prepoznato u tržišno razvijenim zemljama i kako je navedeno u predhodnoj tački, akceptirano je sprovođenjem politike supstitucije fosilnih goriva sa drugim oblicima energije.

Obnovljiva goriva su sada zastupljena uglavnom kroz ogrevno drvo, a znatno manjim delom u ostalim oblicima. Očekuje se da će ova goriva perspektivno biti znatno više zastupljena pre svega iz ekoloških i ekonomskih razloga, pošto predstavljaju domaći resurs i očekuje se njihova stabilna proizvodna cena. Generalno, svi oblici bio mase koji se koriste kao gorivo u evropskoj energetskoj regulativi se tretiraju kao ekološki „čista“ goriva i kao takva se favorizuju kroz razne finansijske i druge podsticaje. Navedeno opredeljenje je utemeljeno na prirodnom ciklusu nastajanja i korišćenja bio mase kao goriva, koji je baziran na procesu fotosinteze u periodu rasta, odnosno formiranja bio mase kada se iz atmosfere apsorbuje ugljen dioksid uz istovremeno oslobađanje kiseonika, a tokom sagorevanja se odigrava obrnuti proces čime se uspostavlja ravnoteža eko sistema. Pored navedenog kao dodatni benefit pri korišćenju drvne bio mase povećava se iskorišćenje zapuštenih šumskih površina kroz njihovu melioraciju i formiranje novih pošumljenih površina na zemljištima koje nije pogodno za korišćenje u gajenju klasičnih poljoprivrednih kultura.

Elektična energija iz elektroenergetskog sistema proizvedena u termoelektranama, pre svega nije ekološki „čista“ energija, uprkos raširenom shvatanju, već je intenzivni zagađivač atmosfere vodnih resursa i zemljišta. Za proizvodnju jednog kWh električne energije na pragu termoelektrane potrebno je sagoreti količinu uglja u energetskom ekvivalentnu od minimalno 3 kWh (300%). Kada se uzmu u obzir gubici u prenosu i distribuciji energetski ekvivalent se povećava na 400%, odnosno od jednog kilograma uglja iskoristi se ¼ ili stepen skorišćenja baznog resursa uglja iznosi 25%. Imajući na umu tehnološku složenost postrojenja termoelektrane, sistema otkopavanja i transporta uglja, kao i sistema prenosa i distribucije električne energije, sadašnje depresirane cene će u bliskoj perspektivi dostići tržišni evropski nivo i trend rasta koji je neizbežan zbog rastućih potreba za ovim oblikom „plemenite“ energije.

Uprkos značajno raspoloživoj bazi **obnovljivih izvora energije** kod nas, zbog depresiranih cena klasičnih oblika energije, korišćenje ovih izvora je praktično na marginalnom nivou. Perspektivno se očekuje veće korišćenje ovih oblika energije iz istih razloga kao i **obnovljivih goriva**. Ovde treba napomenuti da se u sistemima daljinskog grejanja ovi toplotni izvori uglavno koriste kao dopunski, pošto su manjih kapaciteta. Treba istaći potpuno ekonomski prihvatljiv oblik korišćenja sunčeve energije za toplotnu pripremu potrošne vode za sanitarne potrbe u domaćinstvima preko sučevih kolektora, odnosno panela.

S obzirom da je u okviru industrijske zone naseljenog mesta Vrbas u eksploataciji postrojenje šećerane „Bačka“, otvara se mogućnost iskorišćenja **otpadne toplotne energije** iz ovog industrijskog postrojenja.

A4. Razvojni planski dokumenti opština Vrbas i Kula

A4.1 Prostorni plan Opštine Vrbas

U nastavku teksta su apostrofirani integralni delovi Prostornog plana Opštine Vrbas, koji su od značaja za izgradnju centralizovanog snabdevanja toplotnom energijom svih potencijalnih korisnika naseljenog mesta Vrbas.

Ad 1) УВОД

Скупштина општине Врбас је 2005. године донела Одлуку о приступању изради Просторног плана општине Врбас ("Службени лист општине Врбас", број 5/05) и Програм израде просторног плана општине Врбас. У току 2008. године завршена је прва фаза ППО Врбас: Стратегија развоја планског подручја, након чега се приступило изради Просторног плана општине Врбас (у даљем тексту: план).

Ad 5) 4. ПРОСТОРНИ РАЗВОЈ САОБРАЋАЈА И ИНФРАСТРУКТУРНИХ СИСТЕМА

4.1.Саобраћајна инфраструктура

Друмски саобраћај

Железнички саобраћај

Водни саобраћај

4.2. Водна инфраструктура

Водоводни систем

Одвођење отпадних вода

4.3. Енергетска инфраструктура

Снабдевање електричном енергијом

Снабдевање топлотном енергијом

Гасификациони систем

Обновљиви извори енегрије

Топлификациони систем

Мере енергетске ефикасности изградње

4.5. Комунална инфраструктура

Ad 6) 7.2. Заштита, уређење, коришћење и развој културних добара

Заштита ваздуха

A4.2 Prostorni plan Opštine Kula

U nastavku teksta su apostrofirani integralni delovi Prostornog plana Opštine Kula, koji su od značaja za razvoj centralizovanog snabdevanja toplotnom energijom svih potencijalnih korisnika naseljenog mesta Kula.

Ad 1) УВОД

На основу члана 216. став 4. Закона о планирању и изградњи ("Сл. гласник РС", број 72/2009 , 81/2009, 64/2010УС и 24/2011) за потребе израде урбанистичког плана јединице локалне самоуправе, донета је Одлука о изради Плана генералне регулације насељеног места Кула (Службени лист општине Кула" број: 6/2009). У складу са чланом 48. по објављивању Одлуке израђен је Концепт плана генералне регулације Куле и исти је био предмет стручне контроле комисије за планове.

Ad 2) 1.3. ИЗВОД ИЗ ПРОСТОРНОГ ПЛАНА ОПШТИНЕ КУЛА

Инфраструктурни системи

Саобраћај

Водопривреда

Енергетика

Електроенергетска и телекомуникациона инфраструктура

Комунални објекти

Привреда (пољопривреда и индустрија)

Пољопривреда

Индустрија

Трговина

Угоститељство

Занатство и друге услуге

Туризам

Заштита животне средине

Непокретна културна добра

B. PRIKAZ PREDVIĐENIH SISTEMA DALJINSKOG GREJANJA, RASPOLOŽIVIH ENERGETSKIH INFRASTRUKTURNIH SISTEMA I ENERGETSKIH RESURSA NA TERITORIJI OPŠTINA VRBASA I KULE

U cilju sagledavanja ukupne problematike vezane za optimalno snabdevanje toplotnom energijom iz novih toplotnih izvora: rezidencijalnih, društvenih, administrativnih, poslovnih i industrijskih objekata naseljenih mesta Vrbas i Kula, preko distributivnih sistema definisanih u okviru Tehno-ekonomskih analiza izgradnje distributivnih sistema daljinskog grejanja ovih naseljenih mesta, izvršeno je sagledavanje izgrađene energetske infrastrukture i raspoloživosti energetskih resursa u okviru sledećih tačaka:

- **Opis strukture i dinamike izgradnje predviđenih distributivnih sistema daljinskog grejanja Vrbasa i Kule;**
- **Raspoloživi energetski infrastrukturni sistemi i resursi u okviru naseljenih mesta Vrbasa i Kule**

B1. Opis strukture i dinamike izgradnje predviđenih distributivnih sistema daljinskog grejanja Vrbasa i Kule

Sistem daljinskog grejanja u tehnološkom smislu sačinjavaju međusobno povezani sistemi: **konzum-distributivni sistem-toplotni izvor**, u okvuru napred navedenih elaborata izvršeno je istraživanje i definisanje koncepta **distributivnog sistema i konzuma** kome se isporučuje toplotna energija, a problematika vezana za definisnje koncepta **toplotnog izvora** je obrađena u okviru predmetne **Ekspertize optimalnog snabdevanja toplotnom energijom sistema daljinskog grejanja Vrbasa i Kule.**

B1.1 *Opis distributivnog sistema daljinskog grejanja Vrbasa*

U nastavku teksta prikazani su izvodi iz Tehno-ekonomske analize izgradnje distributivnog sistema daljinskog grejanja naseljenog mesta Vrbas.

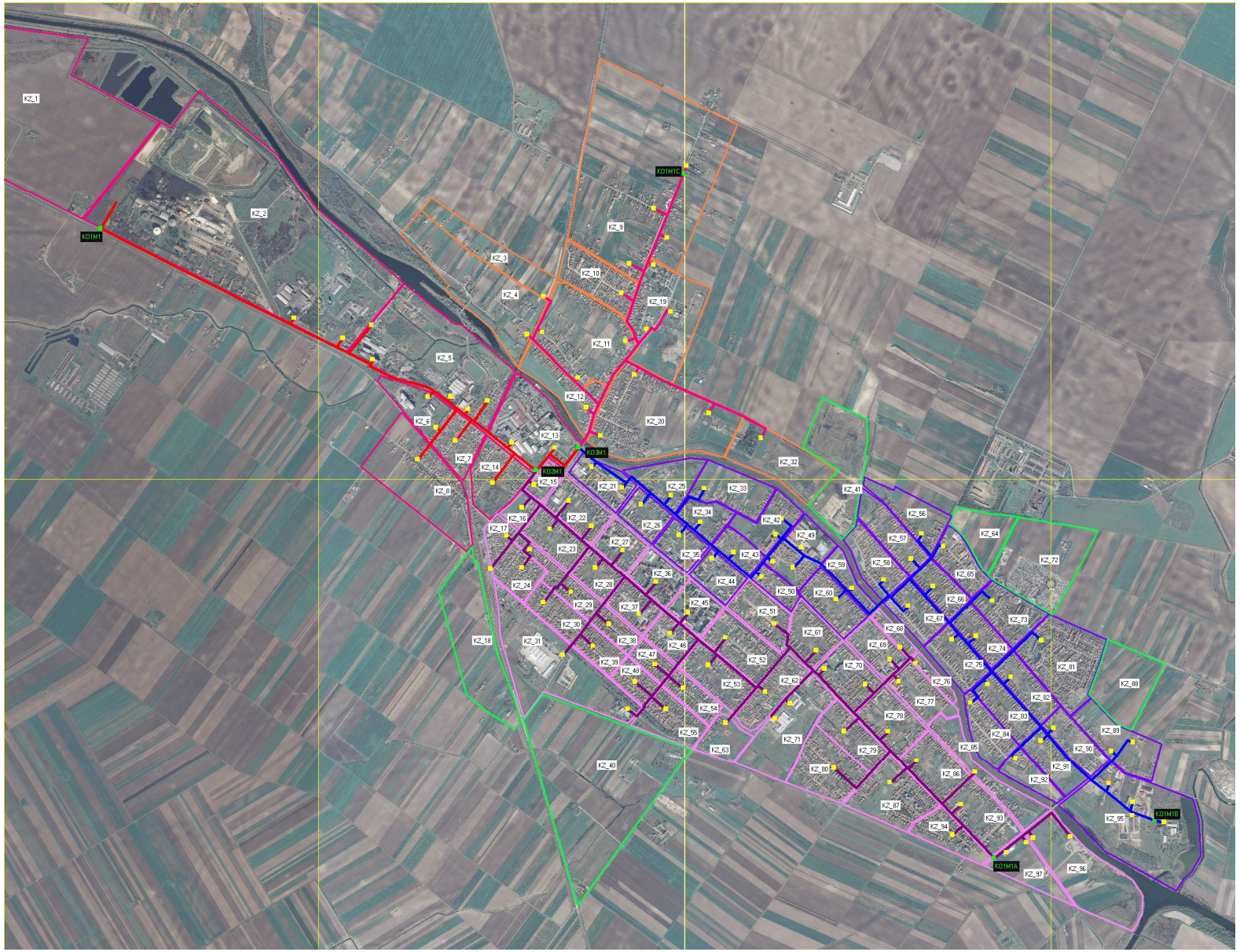
Tačka C2. T-EA izgradnje DSDG Vrbasa:

U cilju sagledavanja dugoročnih potreba u snabdevanju toplotnom energijom za grejanje stambenih i drugih prostora celovitog područja naseljenog mesta Vrbas u periodu do 2035 godine, kao **konzumne zone** (**KZ**) potrošnje toplotne energije usvojena su planska urbanistička područja prema **Prostornom planu razvoja Opštine Vrbas**. Kako je navedeno u tački „**A4"**, postojeće područje grada sa industrijskom zonom je isparcelisano u okviru **97** planskih urbanističkih područja, koja predstavljaju okvirne granice obuhvata **planova detaljne regulacije** (**PDR**).

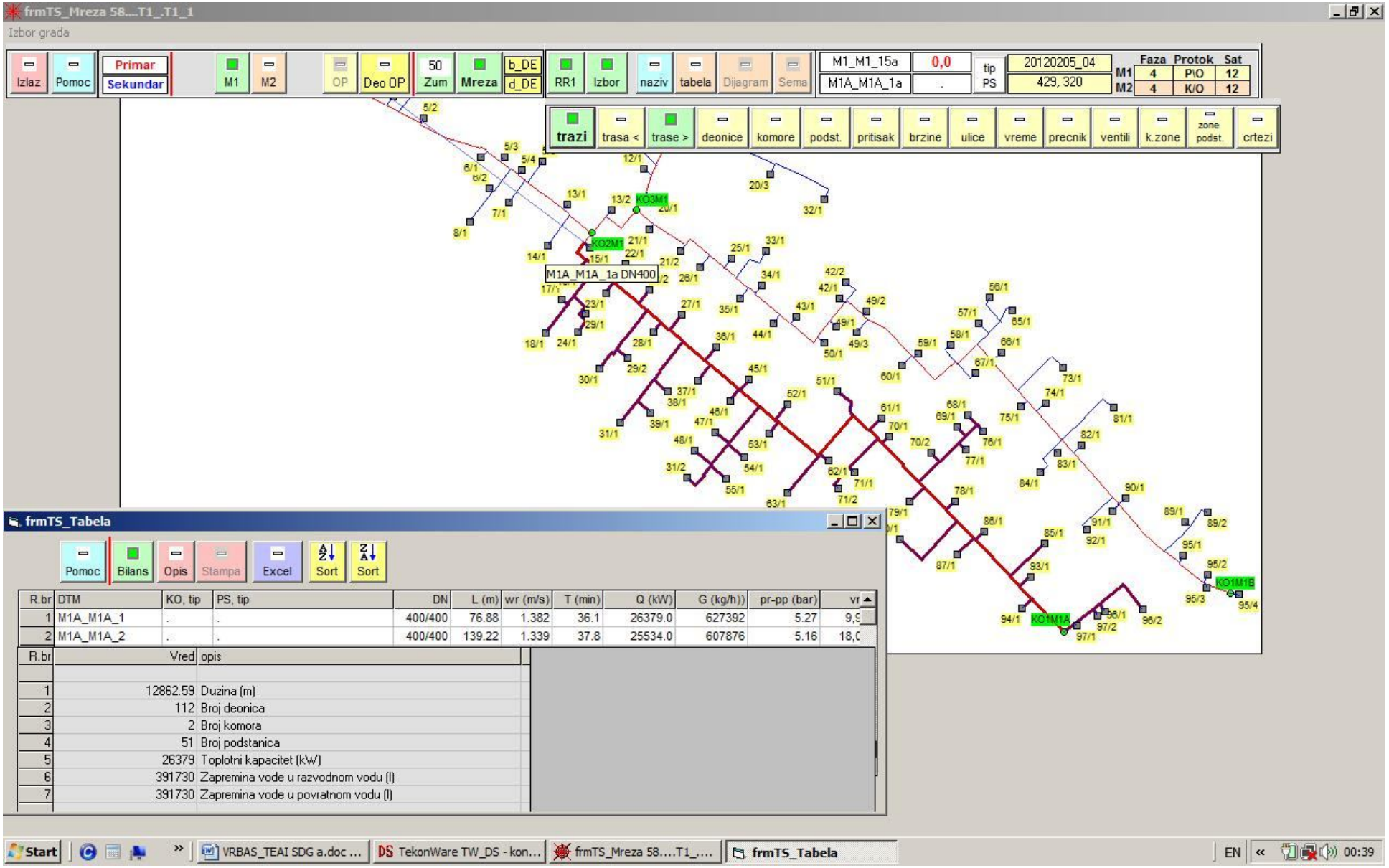
KZ su prikazane na geo-referenciranim orto-foto prostornim podlogama pomoću softverskog paketa ***TekonWare TW-DS/VK*** u razmeri **1 : 5000** sa oznakama **KZ 1** do **KZ 97**, videti prilog **C2_02**. Naseljeno mesto Vrbas je planski uređeno sa centralnom gradskom zonom, stambenim blokovima u kojima preovlađuju objekti za individualno stanovanje i razvijenom industrjskom zonom izgrađenom duž regionalnog puta koji povezuje Vrbas, Kulu, Crvenku i Sombor sa magistralnim autoputem na evropskom koridoru E10. Vrbas je osno lociran na pravcu severo-zapad jugo-istok, duž Kulskog regionalnog puta i Velikog Bačkog kanala, koji deli gradsko naselje na dve zone (severna i južna). Analizom ruže vetrova, gustine naseljenosti, odnosno budućih centara potrošnje (industrijska i centralna gradska zona), kao moguća lokacija toplotnog izvora, odnosno pravac iz kojeg se mogu snabdevati industrija i gradsko naselje, predpostavljena je **reperna tačka** toplifikacione mreže pored šećerane „**Bačka**" na kraju industrijske zone.

Kao što je već istaknuto koncept budućeg toplifikacionog sistema je baziran na predpostavci da se iz jednog ili više toplotnih izvora obezbedi dugoročno ekonomično snabdevanje toplotnom energijom za grejanje svih vrsta prostora, celokupnog područja naseljenog mesta Vrbas. Transport toplotne energije iz predpostavljene reperne tačke, odnosno toplotnog izvora predviđen je primarnom toplovodnom mrežom (PTM) do centara potrošnje (**132** toplotne podstanice TP) u okviru predviđenih konzumnih zona (**97** KZ). Distribucija toplotne energije iz TP vrši se do krajnjih korisnika (kupaca toplotne energije KTE) preko sekundarne toplovodne mreže (STM) locirane u okviru objekata ili konzumne zone sa snabdevanjem korisnika preko zonske TP.

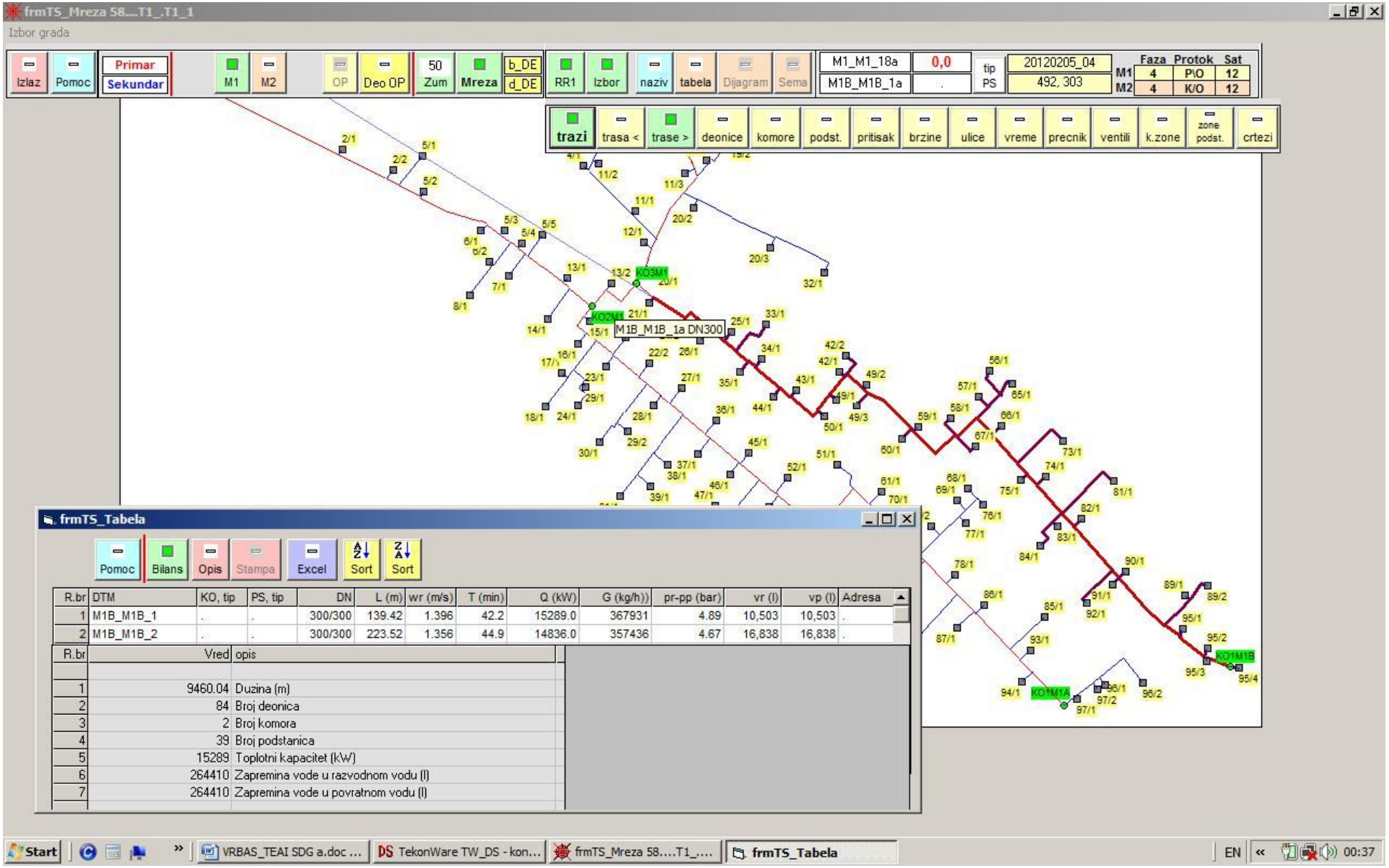
Uzimajući u obzir postojeću gradsku infrastrukturu, trase osnovne PTM su locirane uglavnom duž putnog koridora prema Kuli i pored gradskih saobraćajnica. Primarna toplifikaciona mreža je kofigurisana na sledeći način:



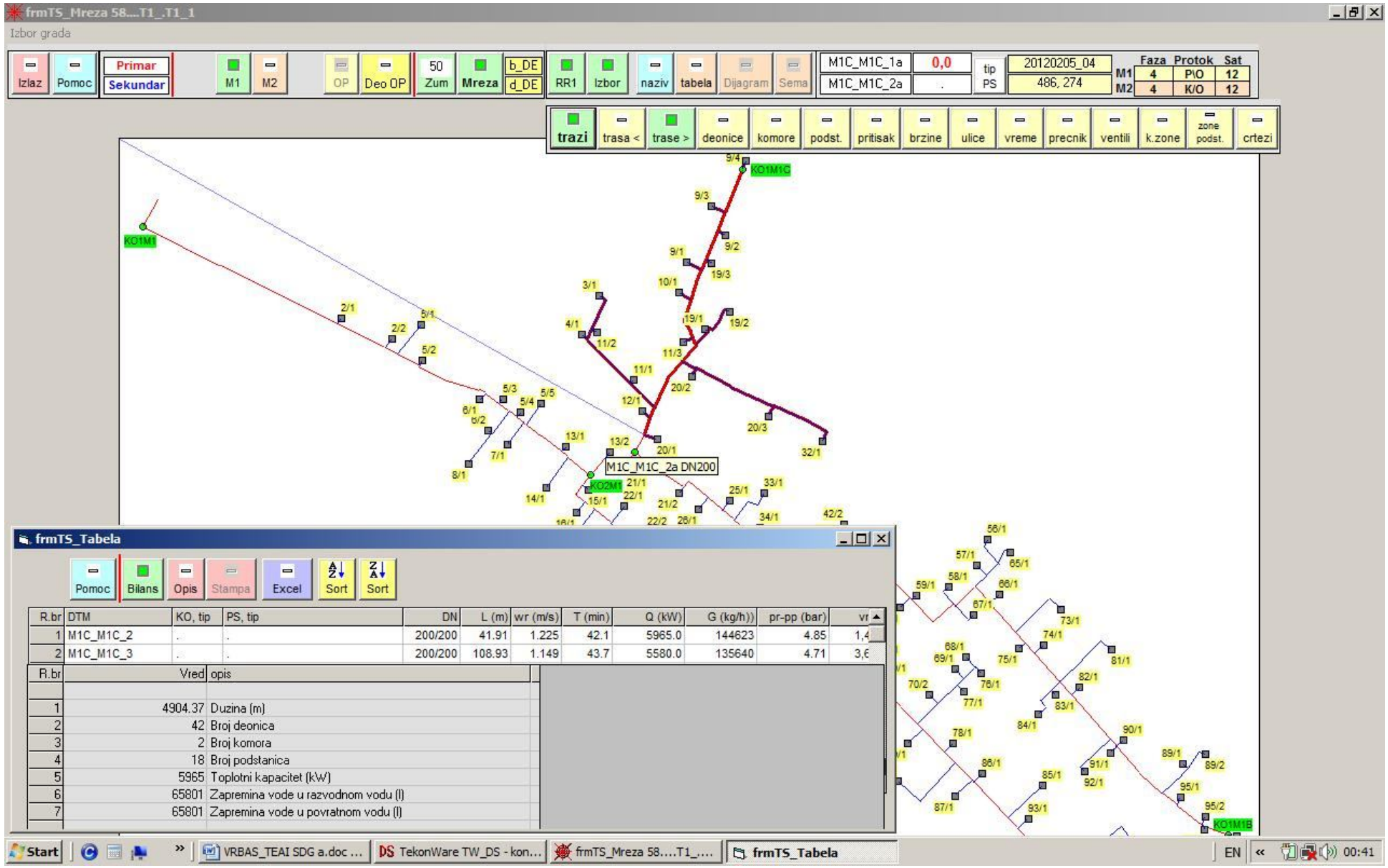
B1.1-C2_02 Situacioni prikaz primarne distributivne mreže magistrale M1 do KZ



B1.1-C2_03 Prikaz magistralne grane M1A



B1.1-C2_04 Prikaz magistralne grane M1B



B1.1-C2_05 Prikaz magistralne grane M1C

Glavni magistralni toplovod M1 lociran je sa desne strane regionalnog puta Vrbas-Kula, od komore **KO1M1** do **KO2M1** u dužini trase od **2.568,0** m i **KO3M1** u dužini trase od **384,5** m. Na ovom delu **M1** preko **13** priključnih grana snabdeva se **14** TP u okviru **7** KZ, od kojih su **4** industrijske, a **3** stambene KZ, videti prikaz **C2_02** na kome je početni deo M1 označen crvenom bojom, a magistralne grane sa: **M1A** ljubičastom, **M1B** plavom i **M1C** narandžastom;

Grana M1A magistralnog toplovoda locirana je duž glavnih gradskih saobraćajnica, od komore **KO2M1** do **KO1M1A** u dužini trase od **4.159,0** m. Na ovom delu **M1A** preko **33** priključnih grana snabdeva se **51** TP u okviru **43** KZ, od kojih su **4** industrijske, a ostale stambene KZ, videti prikaz **C2_03**;

Grana M1B magistralnog toplovoda locirana je duž glavnih gradskih saobraćajnica, od komore **KO3M1** do **KO1M1B** u dužini trase od **4.888,5** m. Na ovom delu **M1B** preko **34** priključnih grana snabdeva se **39** TP u okviru **31** KZ, od kojih je **1** industrijska, **1** rekreativna, a ostale stambene KZ. Ova magistralna grana je trasirana preko Velikog Bačkog kanala gde je priključeno **17** stambenih zona, videti prikaz **C2_04**;

Grana M1C magistralnog toplovoda locirana je duž glavnih gradskih saobraćajnica, od komore **KO3M1** do **KO1M1C** u dužini trase od **1.877,3** m. Na ovom delu **M1C** preko **12** priključnih grana snabdeva se **18** TP u okviru **9** stambenih KZ. I ova magistralna grana je trasirana preko Velikog Bačkog kanala gde su priključene sve KZ, videti prikaz **C2_05**.

Izvod iz tačke E2. T-EA izgradnje DSDG Vrbasa:

Na osnovu sprovedenih proračuna i bilansnih analiza dat je tabelarni i dijagramski prikaz bilansa instalisane snage i časovne potrošnje toplotne energije (**kW**) na nivou predviđenog distributivnog sistema i planiranih perioda-faza izgradnje.

B1.1 Tabela E2-1.

BILANSI (1)	**F1-2015** (2)	**F2-2020** (3)	**F3-2025** (4)	**F4-2035** (5)
Qinst (kW)	**40.200**	**121.670**	**155.205**	**164.725**
Qmax (kWh/h)	**41.118**	**112.440**	**127.728**	**136.351**
***Qgmr** (kWh/h)	**918 (2,2%)**	**2.949 (2,6 %)**	**3.136 (2,5 %)**	**3.143 (2,3 %)**
Qh (kWh/h)	**19.470**	**52.248**	**60.476**	**64.062**
***Qgmr** (kWh/h)	**524 (2,7%)**	**1.680 (3,2 %)**	**1.799 (3,0 %)**	**1.791 (2,8 %)**

***Qgmr** –Gubici u mreži su obračunati ukupno za razvodni i povratni cevovod

U prilozima bilansa instalisanih snaga potrošača **(Qinst)** dat je prikaz strukture potrošača po vrsti korisne energije (**KE**) priključenih na toplotne podstanice, odnosno obračunske zone potrošnje (**ZP**). Obračun energetskih bilansa (**Qmax)** i (**Qh**) izvršen je za **F1** sa ukupnim stepenom angažovanja toplotnog izvora **100**%, za **F2** sa **90 %**, a za faze izgradnje **F3** i **F4** sa ukupnim stepenom angažovanja toplotnog izvora **80 %.** U prvoj fazi izgradnje SDG ne može se očekivati optimalna isporuka toplotne energije i racionalno ponašanje potrošača, tako da su bilansi F1 urađeni prema punoj instalisanoj snazi potrošača.

Iz obračunatih energetskih bilansa proizilazi sledeće:

- energetski bilansi pri prosečnim spoljnim uticajnim faktorima (Qh) su niži u odnosu na maksimalno projektovanu potrošnju (Qmax) za **47,33** %;
- gubici u primarnoj distributivnoj mreži su relativno niski i kreću se u proseku za **Qgmax** od **2,2 do 2,6** % i **Qgh** od **2,7 do 3,2** %;
- energetski bilansi Qmax/Qh magistrale **M1** povezane na toplotni izvor **TI** lociran pored šećerane Bačka, iznose u F4 **136,35/64,06**MW.

Polazeći od proračunate ukupne časovne potrošnje planiranog toplotnog konzuma u F4 izgradnje pri projektovanim parametrima od **136,35** MW, kao baznog parametra maksimalno instalisane toplotne snage koju treba obezbediti za snabdevanje priključenih korisnika, na sezonskom, odnosno godišnjem nivou potrebno je da se obezbedi **107.498,34** MWh/god toplotne energije u okviru predviđenih centara potrošnje.

Kad se uzme u obzir proizvodni stepen iskorišćenja raspoložive energije goriva u savremenim toplifikacionim postrojenjima od **90,0** %, na godišnjem nivou potrebno je da se obezbedi **119.442,6** MWh/god raspoložive energije u okviru korišćenih energetskih resursa, odnosno goriva. U odnosu na postojeću potrošnju energije za finalnu potrošnju od procenjenih **180.965,3** MWh/god pri stepenu iskorišćenja postojećih postrojenja i uređaja od **50,0** %, na godišnjem nivou ušteda bi iznosila **61.522,7** MWh/god ili **34,0** % u odnosu na sadašnji nivo potrošnje finalne energije, odnosno **51,5** % od proračunate vrednosti za predviđeni SDG Vrbasa.

Pored navedene uštede, treba imati na umu sve druge prednosti koje obezbeđuje savremeni sistem daljinskog grejanja: **celovito grejanje stambenog i drugih prostora u odnosu na sadašnje stanje redukovanog grejanja (od 30 do 80 %); smanjeno zagađenje životne sredine preko 50,0 %; poboljšani konfor stanovanja i zdravstvenog stanja stanovništva, kao i druge pogodnosti u povećanju ukupnog standarada građana i privrednih subjekata**.

Izvod iz tačke E3. T-EA izgradnje DSDG Vrbasa:

U cilju sagledavanja dinamičkog ponašanaja SDG pri promeni parametara za transport-distribuciju toplotne energije, uslovljenih spoljnim uticajnim faktorima, analizirani su bilansi za radne režime sa projektnim spoljnim temperaturama **Qmax** (-15 ^{0}C, radni režim obračuna **RR2**) i prosečnim spoljnim temperaturama u grejnoj sezoni **Qh** (+3,5 ^{0}C, radni režim obračuna **RR1**). Iz predhodnog opisa prikazane su mogućnosti koje pruža razvijeni softverski alat za generisanje analitičkih podloga potrebnih za sagledavanje i definisanje budućih elemenata SDG koji obezbeđuju optimalnu funkciju isporuke toplotne energije do predviđenih centara potrošnje (TP). Na osnovu prikazanih bilansnih analiza stanja u primarnoj mreži po fazama izgradnje **F1** do **F4** (videti priloge **E3_06-25** i **Tabelu E3-1.**), može da se dinamički sagleda promena pogonskih parametara u ovom sistemu, čime se omogućava definisanje optimalnih projektnih rešenja postrojenja za izgradnju distributivnog sistema i pumpnog postrojenja za transpot toplotne energije od toplotnog izvora do

centara potrošnje, toplotnih podstanica. Pored navedenog tehnološkog aspekta, pomoću ovog alata definisane su podloge za sagledavanje investicionog ulaganja u predviđene primarne distributivne sisteme, koje su date u okviru sledećeg poglavlja.

B1.1 Tabela E3-1. Parametri mreže na pragu toplotnog izvora (pumpnog postrojenja)

Faza izgrad.	Duž. mreže (m)	Radni režim	Qum (kWh/h)	Qgm (kWh/h)	Gm (t/h)	ΔPiz (bar)	Vr (min)
F1	**4.522,0**	**RR1**	**19.470**	**524**	**448,6**	**1,0**	**304**
		RR2	**41.118**	**918**	**904,8**	**2,5**	**150**
F4	**8.605,0**	**RR1**	**64.062**	**1.791**	**1.480,0**	**9,8**	**133**
		RR2	**136.351**	**3.143**	**2.982,0**	**25,5**	**66**

B1.2 ***Opis distributivnog sistema daljinskog grejanja Kule***

U nastavku teksta prikazani su izvodi iz Tehno-ekonomske analize izgradnje distributivnog sistema daljinskog grejanja naseljenog mesta Kule.

Tačka C2. T-EA izgradnje DSDG Kule:

Sistem daljinskog grejanja u tehnološkom smislu sačinjavaju međusobno povezani sistemi: **konzum-distributivni sistem-toplotni izvor**, u okvuru ovog elaborata predviđeno je istraživanje i definisanje koncepta **distributivnog sistema i konzuma** kome se isporučuje toplotna energija, a problematika vezana za definisnje koncepta **toplotnog izvora** je obrađena u okviru posebnog elaborata **Ekspertiza optimalnog snabdevanja toplotnom energijom sistema daljinskog grejanja Kule.**

U cilju sagledavanja dugoročnih potreba u snabdevanju toplotnom energijom za grejanje stambenih i drugih prostora celovitog područja naseljenog mesta Kula u periodu do 2035 godine, kao **konzumne zone** (**KZ**) potrošnje toplotne energije usvojena su planska urbanistička područja prema **Prostornom planu razvoja Opštine Kula**. Kako je navedeno u tački „**A4“**, postojeće područje grada sa industrijskom zonom je isparcelisano u okviru **71** planskih urbanističkih područja, koja predstavljaju okvirne granice obuhvata **planova detaljne regulacije** (**PDR**).

KZ su prikazane na geo-referenciranim orto-foto prostornim podlogama pomoću softverskog paketa ***TekonWare TW-DS/VK*** u razmeri **1 : 5000** sa oznakama **KZ 101** do **KZ 171**, videti prilog **C2_01**. Naseljeno mesto Kula je planski uređeno sa centralnom gradskom zonom, stambenim blokovima u kojima preovlađuju objekti za individualno stanovanje i razvijenom industrijskom zonom izgrađenom duž regionalnog puta koji povezuje Vrbas, Kulu,

Crvenku i Sombor sa magistralnim autoputem na evropskom koridoru E10. Kula je osno locirana na pravcu severo-zapad jugo-istok, duž Kulskog regionalnog puta i Velikog Bačkog kanala, koji deli gradsko naselje na dve zone (severna i južna). Analizom ruže vetrova, gustine naseljenosti, odnosno budućih centara potrošnje (industrijska i centralna gradska zona), kao moguća lokacija toplotnog izvora, odnosno pravac iz kojeg se mogu snabdevati industrija i gradsko naselje, predpostavljena je **reperna tačka** toplifikacione mreže pored šećerane „**Bačka**“ na kraju industrijske zone.

Kao što je već istaknuto koncept budućeg toplifikacionog sistema je baziran na predpostavci da se iz jednog ili više toplotnih izvora obezbedi dugoročno ekonomično snabdevanje toplotnom energijom za grejanje svih vrsta prostora, celokupnog područja naseljenog mesta Kula. Transport toplotne energije iz predpostavljene reperne tačke, odnosno toplotnog izvora predviđen je primarnom toplovodom mrežom (PTM) do centara potrošnje (**122** toplotne podstanice TP) u okviru predviđenih konzumnih zona (**71** KZ). Distribucija toplotne energije iz TP vrši se do krajnjih korisnika (kupaca toplotne energije KTE) preko sekundarne toplovodne mreže (STM) locirane u okviru objekata ili konzumne zone sa snabdevanjem korisnika preko zonske TP.

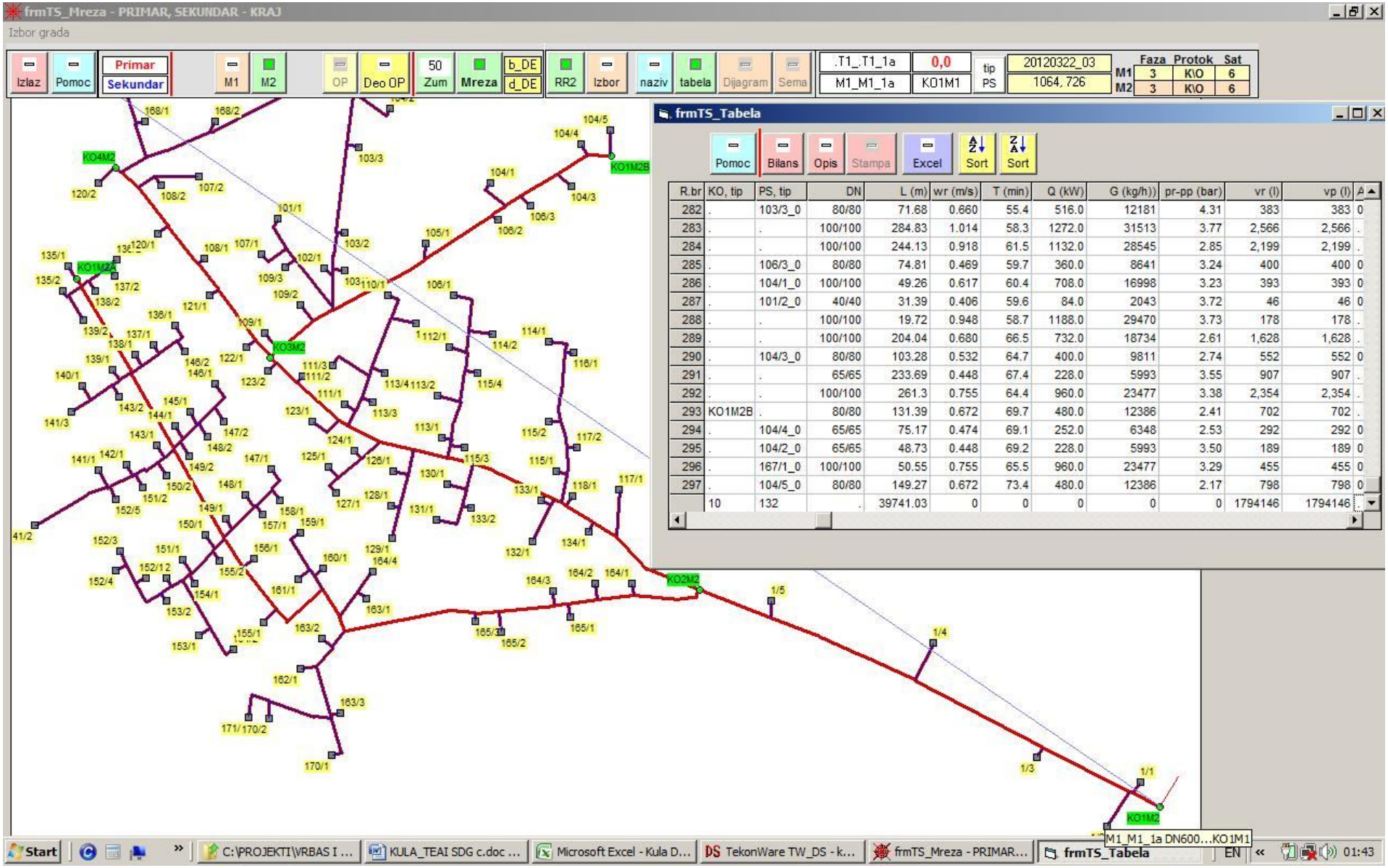
Uzimajući u obzir postojeću gradsku infrastrukturu, trase osnovne PTM su locirane uglavnom duž putnog koridora prema Crvenki i pored gradskih saobraćajnica. Primarna toplifikaciona mreža je kofigurisana na sledeći način:

Glavni magistralni toplovod M2 lociran je sa leve strane regionalnog puta Vrbas-Kula, od komore **KO1M2** do **KO2M2** u dužini trase od **2.894,3** m, **KO3M2** u dužini trase od **3.029,3** m i **KO4M2** u dužini trase od **1.194,4** m. Sa magistrale **M2** ukupne dužine **7.118,0** m, snabdeva se preko **25** priključnih grana **51** TP u okviru **30** KZ, od kojih su **8** industrijske, a ostale stambene i mešovite TP, videti prikaz **C2_02** na kome je osnovna trasa magistrale M2 označena crvenom bojom, a magistralna grana **M2A** ljubičastom i **M2B** plavom bojom.

Grana M2A magistralnog toplovoda locirana je duž glavnih gradskih saobraćajnica, od komore **KO2M2** do **KO1M2A** u dužini trase od **4.901,8** m. Na ovom delu **M2A** preko **20** priključnih grana snabdeva se **62** TP u okviru **34** KZ, od kojih su **12** industrijske, a ostale mešovite TP, videti prikaz **C2_03**;

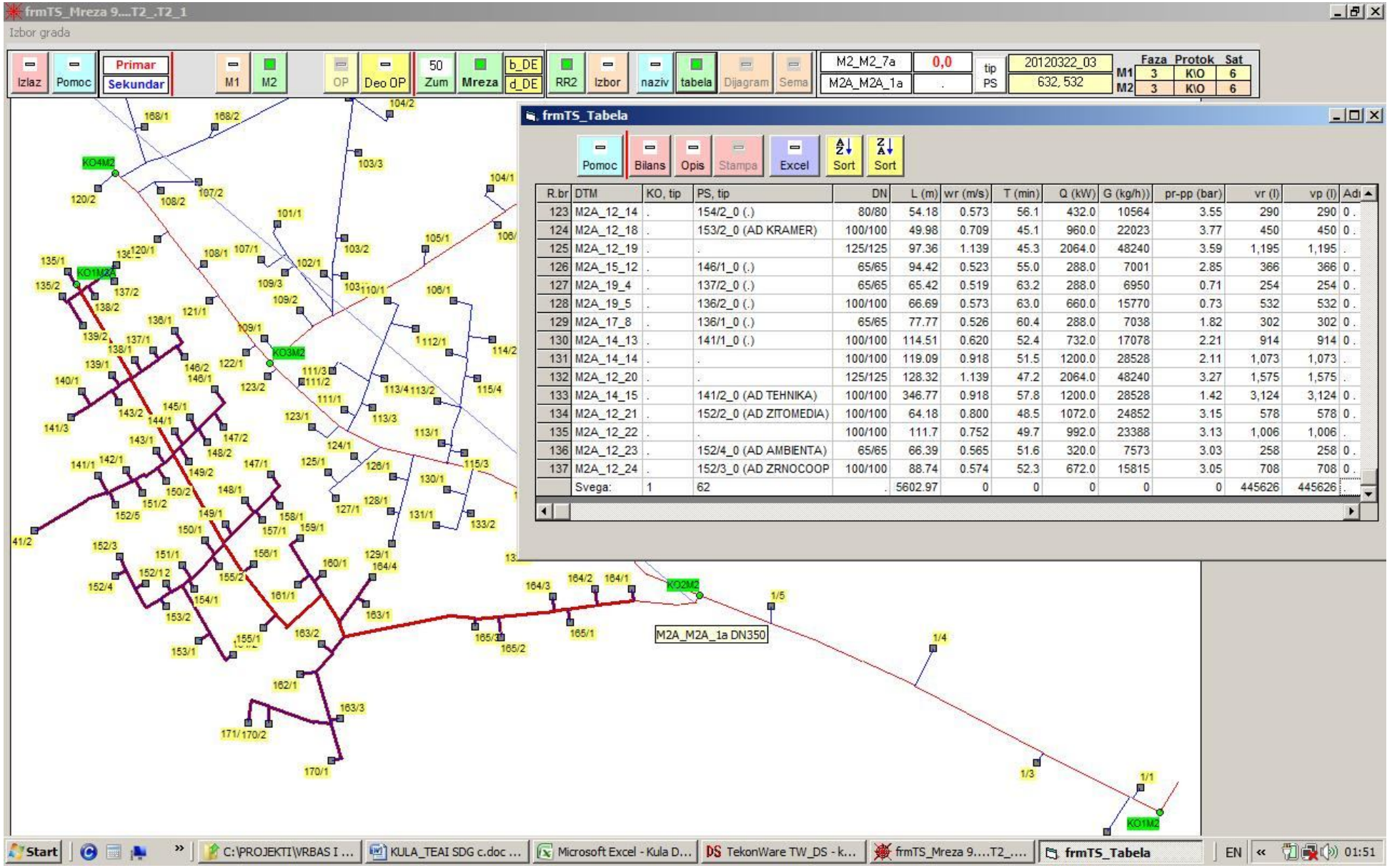
Grana M2B magistralnog toplovoda locirana je duž glavnih gradskih saobraćajnica, od komore **KO3M2** do **KO1M2B** u dužini trase od **2.276,9** m. Na ovom delu **M2B** preko **10** priključnih grana snabdeva se **19** TP u okviru **9** KZ, od kojih je **1** industrijska TP, a ostale snabdevaju stambene i ostale strukture korisnika, videti prikaz **C2_04**

B1.2-C2_02 Situacioni prikaz primarne distributivne mreže magistrale M2 do KZ

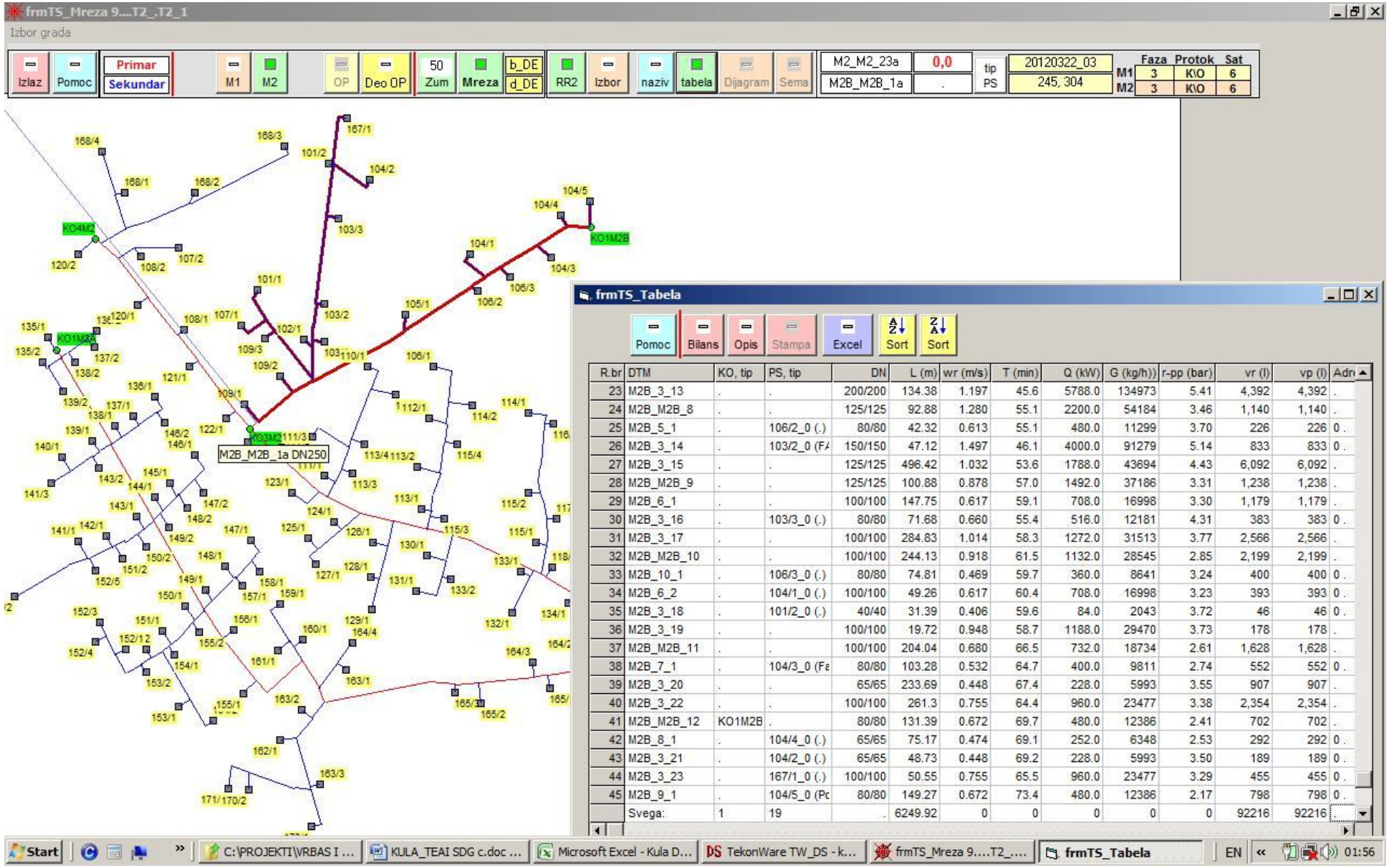


R.br	KO, tip	PS, tip	DN	L (m)	wr (m/s)	T (min)	Q (kW)	G (kg/h))	pr-pp (bar)	vr (l)	vp (l)	A
282	.	103/3_0	80/80	71.68	0.660	55.4	516.0	12181	4.31	383	383	0
283	.	.	100/100	284.83	1.014	58.3	1272.0	31513	3.77	2,566	2,566	.
284	.	.	100/100	244.13	0.918	61.5	1132.0	28545	2.85	2,199	2,199	.
285	.	106/3_0	80/80	74.81	0.469	59.7	360.0	8641	3.24	400	400	0
286	.	104/1_0	100/100	49.26	0.617	60.4	708.0	16998	3.23	393	393	0
287	.	101/2_0	40/40	31.39	0.406	59.6	84.0	2043	3.72	46	46	0
288	.	.	100/100	19.72	0.948	58.7	1188.0	29470	3.73	178	178	.
289	.	.	100/100	204.04	0.680	66.5	732.0	18734	2.61	1,628	1,628	.
290	.	104/3_0	80/80	103.28	0.532	64.7	400.0	9811	2.74	552	552	0
291	.	.	65/65	233.69	0.448	67.4	228.0	5993	3.55	907	907	.
292	.	.	100/100	261.3	0.755	64.4	960.0	23477	3.38	2,354	2,354	.
293	KO1M2B	.	80/80	131.39	0.672	69.7	480.0	12386	2.41	702	702	.
294	.	104/4_0	65/65	75.17	0.474	69.1	252.0	6348	2.53	292	292	0
295	.	104/2_0	65/65	48.73	0.448	69.2	228.0	5993	3.50	189	189	0
296	.	167/1_0	100/100	50.55	0.755	65.5	960.0	23477	3.29	455	455	0
297	.	104/5_0	80/80	149.27	0.672	73.4	480.0	12386	2.17	798	798	0
	10	132	.	39741.03	0	0	0	0	0	1794146	1794146	

B1.2-C2_03 Prikaz magistralne primarne mreže M2



B1.2-C2_04 Prikaz magistralne grane M2A



B1.2-C2_05 Prikaz magistralne grane M2B

Izvod iz tačke E2. T-EA izgradnje DSDG Kule:

Na osnovu sprovedenih proračuna i bilansnih analiza dat je tabelarni i dijagramski prikaz bilansa instalisane snage i časovne potrošnje toplotne energije (**kW**) na nivou predviđenog distributivnog sistema i planiranih perioda-faza izgradnje.

B1.2 Tabela E2-1.

BILANSI (1)	**F1-2015** (2)	**F2-2020** (3)	**F3-2025** (4)	**F4-2035** (5)
Qinst (kW)	**39.290**	**101.727**	**140.015**	**140.015**
Qmax (kWh/h)	**41.207**	**95.533**	**117.007**	**117.007**
***Qgmr** (kWh/h)	**1.917 (4,7%)**	**3.684 (3,9 %)**	**3.703 (3,2 %)**	**3.703 (3,2 %)**
Qh (kWh/h)	**18.517**	**45.198**	**54.987**	**54.987**
***Qgmr** (kWh/h)	**1.095 (5,6%)**	**2.095 (4,6 %)**	**2.113 (3,8 %)**	**2.113 (3,8 %)**

***Qgmr** –Gubici u mreži su obračunati ukupno za razvodni i povratni cevovod

U prilozima bilansa instalisanih snaga potrošača **(Qinst)** dat je prikaz strukture potrošača po vrsti korisne energije (**KE**) priključenih na toplotne podstanice, odnosno obračunske zone potrošnje (**ZP**). Obračun energetskih bilansa (**Qmax)** i (**Qh**) izvršen je za **F1** sa ukupnim stepenom angažovanja toplotnog izvora **100**%, za **F2** sa **90 %**, a za faze izgradnje **F3** i **F4** sa ukupnim stepenom angažovanja toplotnog izvora **80 %.** U prvoj fazi izgradnje SDG ne može se očekivati optimalna isporuka toplotne energije i racionalno ponašanje potrošača, tako da su bilansi F1 urađeni prema punoj instalisanoj snazi potrošača.

Iz obračunatih energetskih bilansa proizilazi sledeće:

- energetski bilansi pri prosečnim spoljnim uticajnim faktorima (Qh) su niži u odnosu na maksimalno projektovanu potrošnju (Qmax) za **47,0** %;
- gubici u primarnoj distributivnoj mreži su relativno niski i kreću se u proseku za **Qgmax** od **3,2 do 4,7** % i **Qgh** od **3,8 do 5,6** %;
- energetski bilansi Qmax/Qh magistrale **M2** povezane na toplotni izvor **TI** lociran pored šećerane Bačka, iznose u F4 **117,01/54,99** MW.

Polazeći od proračunate ukupne časovne potrošnje planiranog toplotnog konzuma u F4 izgradnje pri projektovanim parametrima od **117,01** MW, kao baznog parametra maksimalno instalisane toplotne snage koju treba obezbediti za snabdevanje priključenih korisnika, na sezonskom, odnosno godišnjem nivou potrebno je da se obezbedi **86.991,0** MWh/god toplotne energije u okviru predviđenih centara potrošnje.

Kad se uzme u obzir proizvodni stepen iskorišćenja raspoložive energije goriva u savremenim toplifikacionim postrojenjima od **90,0** %, na godišnjem nivou potrebno je da se obezbedi **96.656,6** MWh/god raspoložive energije u okviru korišćenih energetskih resursa, odnosno goriva. U odnosu na postojeću potrošnju energije za finalnu potrošnju od procenjenih **179.058,7** MWh/god pri stepenu iskorišćenja postojećih postrojenja i uređaja od **55,0** %, na godišnjem nivou ušteda bi iznosila **82.402,1** MWh/god ili **46,0** % u odnosu na sadašnji nivo potrošnje finalne energije, odnosno **85,25** % od proračunate vrednosti za predviđeni SDG Kule.

Pored navedene uštede, treba imati na umu sve druge prednosti koje obezbeđuje savremeni sistem daljinskog grejanja: **celovito grejanje stambenog i drugih prostora u odnosu na sadašnje stanje redukovanog grejanja (od 30 do 80 %); smanjeno zagađenje životne sredine preko 50,0 %; poboljšani konfor stanovanja i zdravstvenog stanja stanovništava, kao i druge pogodnosti u povećanju ukupnog standarda građana i privrednih subjekata**.

Izvod iz tačke E3. T-EA izgradnje DSDG Kule:

U cilju sagledavanja dinamičkog ponašanaja SDG pri promeni parametara za transport-distribuciju toplotne energije, uslovljenih spoljnim uticajnim faktorima, analizirani su bilansi za radne režime sa projektnim spoljnim temperaturama **Qmax** (-15 ^{0}C, radni režim obračuna **RR2**) i prosečnim spoljnim temperaturama u grejnoj sezoni **Qh** (+3,5 ^{0}C, radni režim obračuna **RR1**). Iz predhodnog opisa prikazane su mogućnosti koje pruža razvijeni softverski alat za generisanje analitičkih podloga potrebnih za sagledavanje i definisanje budućih elemenata SDG koji obezbeđuju optimalnu funkciju isporuke toplotne energije do predviđenih centara potrošnje (TP). Na osnovu prikazanih bilansnih analiza stanja u primarnoj mreži po fazama izgradnje **F1** do **F4** (videti priloge **E3_06-25**), može da se dinamički sagleda promena pogonskih parametara u ovom sistemu, čime se omogućava definisanje optimalnih projektnih rešenja postrojenja za izgradnju distrbutivnog sistema i pumpnog postrojenja za transpot toplotne energije od toplotnog izvora do centara potrošnje, toplotnih podstanica.

B1.2 Tabela E3-1. Parametri mreže na pragu toplotnog izvora (pumpnog postrojenja)

Faza izgrad.	**Duž. mreže** (m)	**Radni režim**	**Qum** (kWh/h)	**Qgm** (kWh/h)	**Gm** (t/h)	**ΔPiz** (bar)	**Vr** (min)
F1	**7.786,0**	**RR1**	**19.617**	**1.095**	**472,4**	**1,5**	**363**
		RR2	**41.207**	**1.917**	**936,3**	**4,4**	**186**
F4	**8.189,3**	**RR1**	**55.005**	**2.112**	**1.291,0**	**6,3**	**124**
		RR2	**116.003**	**3.698**	**2.585,0**	**23,1**	**62**

Polazeći od predpostavke da će naseljena mesta Vrbas i Kula istovremeno pristupiti realizaciji projekata izgradnje sopstvenih sistema daljinskog grejanja, otvara se mogućnost da se pored izgradnje posebnih toplotnih izvora za svaki SDG ova dva mesta, sagleda i mogućnost izgradnje zajedničkog toplotnog

izvora iz koga bi se snabdevala oba mesta. Imajući napred navedeno na umu, napravljena je objedinjena bilansna tabela na osnovu koje bi se definisao koncept zajedničkog toplotnog izvora za oba naseljena mesta.

Tabela B1-1u.

BILANSI (1)	F1-2015 (2)	F2-2020 (3)	F3-2025 (4)	F4-2035 (5)	
Qinst (kW)	**79.490**	**223.397**	**295.220**	**304.740**	
Qmax (kWh/h)	**82.325**	**207.973**	**244.735**	**253.358**	
***Qgmr** (kWh/h)	**2.835**	**6.633**	**6.839**	**6.846**	
Qh (kWh/h)	**37.987**	**97.446**	**115.463**	**119.049**	
***Qgmr** (kWh/h)	**1.619**	**3.775**	**3.912**	**3.904**	
QVrg (MWh/god)	**32.417,4**	**86.647,7**	**100.700,7**	**107.499,1**	**55,27 %**
QKug (MWh/god)	**30.635,3**	**71.024,0**	**86.988,6**	**86.988,6**	**44,73 %**
Qug (MWh/god)	**63.052,7**	**157.671,7**	**187.689,3**	**194.487,7**	**100,00 %**

U tabeli je označeno sa: **Qinst**-instalisana snaga priključenih potrošača; **Qmax**-maksimalna potrošnja konzuma ukupno; **Qgmr**-gubici u mreži; **Qh**-potrošnja konzuma za uprosečenu temperaturu; **QVrg**-godišnja (sezonska) potrošnja toplotne energije u Vrbasu; **QKug**-godišnja (sezonska) potrošnja toplotne energije u Kuli; **Qug**-godišnja (sezonska) ukupna potrošnja toplotne energije oba grada.

B2. Raspoloživi energetski infrastrukturni sistemi i resursi u okviru naseljenih mesta Vrbasa i Kule

U okviru naseljenih mesta Vrbasa i Kule raspoloživi su sledeći energetski infrastrukturni sistemi:

- **magistralni gasovod Gospođinci-Vrbas-Kula-Crvenka-Sombor-Apatin na kome su priključeni svi veći industrijski kompleksi;**
- **gradske prenosne trafostanice Vrbas I i II, 110/20 kV, ukupno instalisane snage 94,5 MVA.**

Od energetskih resursa na teritoriji opština Vrbas i Kula postoji veliki bilansni potencijal poljoprivredne otpadne biomase koja se sada relativno malo i neorganizovano koristi.Takođe postoje značajni potencijali u bilansima otpadne drvne biomase, koja se delimično koristi u ruralnim sredinama. Energetski potencijal geotermalnih bušotina koristi se delimično za grejanje sportskog centra u Vrbasu.

Detaljan bilans raspoloživih energetskih resursa na teritoriji opština Vrbas i Kula biće istražen u posebnom Elaboratu.

C. PREDLOG VARIJANTNIH IDEJNIH REŠENJA ENERGETSKIH POSTROJENJA ZA PROIZVODNJU TOPLOTNE ENERGIJE PREMA RASPOLOŽIVIM ENERGETSKIM RESURSIMA I LOKACIJAMA ZA NJIHOVU IZGRADNJU

Na osnovu izloženih **strateških, planskih, tehnoloških, ekoloških i ekonomskih** elemenata za izradu ove Ekspertize i sprovedenih **tehnološko-tehničkih bilansnih analiza** u okviru **Elaborata za izgradnju distributivnih sistema daljinskog grejanja naseljenih mesta Vrdasa i Kule**, obezbeđene su sve potrebne analitičke podloge za:

- **definisanje koncepta varijantnih idejnih rešenja energetskih postrojenja za snabdevanje toplotnom energijom Vrbasa i Kule i**
- **utvrđivanje tehno-ekonomskih i ekoloških kriterijuma za definisanje varijantnih idejnih rešenja TI.**

Polazeći od bilansnih parametara koji determinišu pojedinačne kapacitete TI potrebne za snabdevanje SDG Vrbasa i Kule, izgrađenih energetskih infrastrukturnih sistema i raspoloživih energetskih resursa (videti tačku B.) u daljoj analizi biće razmatrana energetska postrojenja u rangu gradskih toplana sa adekvatnim energetskim inputnim resursima, kao što su:

- **kotlovska postrojenja na fosilna goriva (**prirodni gas, mazut i ugalj**);**
- **kotlovska postrojenja na obnovljiva goriva (**drvni otpad, bio masa proizvedena za energetske potrebe i otpadna bio masa od poljoprivredne proizvodnje**);**
- **termoenergetska postrojenja za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije (kogeneraciona)** i
- **postrojenja za iskorišćenje otpadne toplote niskog toplotnog potencijala pomoću toplotne pumpe** (industrijska postrojenja, postrojenja za prečišćavanje gradskih kanalizacionih voda i prerada gradskog smeća).

C1. Definisanje koncepta varijantnih idejnih rešenja energetskih postrojenja za snabdevanje toplotnom energijom Vrbasa i Kule

U cilju definisanja koncepta najpovoljnije **tehno-ekonomske varijante toplotnog izvora**, kao predmet uporedne analize biće razmotreni i upoređeni postojeći osnovni tipovi energetskih postrojenja za proizvodnju toplotne energije koji su u savremenoj praksi najčešće zastupljeni, a mogu se primeniti u okviru SDG Vrbasa i Kule, i to:

1) **Kotlovska postrojenja na fosilna ili obnovljiva goriva;**
2) **Kogeneraciona postrojenja (tipa A) sa: parnim kotlovima (fosilna ili obnovljiva goriva), protv-pritisnim ili kondenzacionim turbinama i izmenjivačima para/vrela-topla voda;**

3) **Kogeneraciona postrojenja (tipa B) sa gasnim turbinama i vrelovodnim ili parnim utilizacionim kotlovima;**
4) **Kogeneraciona postrojenja (tipa C) generator-stabilni klipni motor (prirodni gas ili mazut)-utilizacioni kotao dimnih gasova sa toplovodnim utilizacionim izmenjivačima (utilizacioni blok);**
5) **Postrojenja sa toplotnom pumpom za iskorišćenje otpadne toplote niskog temperaturskog potencijala sa pogonskim elektromotorom.**

C1.1 *Kotlovska postrojenja na fosilna ili obnovljiva goriva*

Kotlovska postrojenja na fosilna ili obnovljiva goriva (prirodni gas, mazut, ugalj, drvni otpad, bio masa proizvedena za energetske potrebe i otpadna bio masa od poljoprivredne proizvodnje), uglavnom su zastupljena kao toplotni izvori u postojećim sistemima daljinskog grejanja (SDG) izgrađenim u Srbiji. Ova postrojenja na biomasu građena su uglavnom za manje toplifikacione sisteme u okviru poljoprivrednih ili prerađivačkih industrijskih kombinata. Osnovni razlog navedene investicione prakse bio je uslovljen depresiranim cenama energije, odnosno goriva i niskim standardima zaštite životne sredine, što je investitore opredeljivalo za izgradnju postrojenja sa najnižim finansijskim ulaganjima u kojima se energija goriva transformisala direktno u sekundarni oblik toplotne energije niskog toplotnog potencijala (vrelovodni i toplovodni sistemi).

Tehnološku strukturu toplotnih izvora sa kotlovskim postrojenjem sačinjavaju kotlovski uređaji vrelovodni, ili parni sa izmenjivačko-pumpnom stanicom za transport i distribuciju vrele vode i sistemi za: održavanje pritiska i dilataciju vrele vode u primarnom cirkulacionom krugu; hemijsku pripremu vode; snabdevanje kotlova gorivom; odvod produkata sagorevanja, kao i drugi potrebni prateći sistemi za snabdevanje električnom energijom, vodom i dr. Zavisno od vrste goriva uslovljena je konstrukcija kotla, odnosno ložnog uređaja sa sistemima za skladištenje, pripremu i dopremu goriva što direktno utiče na investiciono ulaganje u izgradnju kompletnog kotlovskog postrojenja. U odnosu na primenjeno gorivo kotlovi na prirodni gas sa stanovišta investicionog ulaganja predstavljaju najpovoljnije rešenje, tako da su uglavnom zastupljeni na lokacijama na kojima je izgrađena gasovodna infrastruktura.

Pored niskog investicionog ulaganja u toplotni izvor kotlovi koji sagorevaju prirodni gas imaju visok efektivni stepen korisnosti (preko 90%) i relativno nisko zagađenje životne sredine (elimisani su čađ i oksidi sumpora). Pri navedenom stepenu iskorišćenja kotla, za **1,0** kWh toplotne energije potrebnoje da se iz goriva obezbedi energetski ekvivalent od **1,111** kWh. Osnovni nedostatak toplotnih izvora na prirodni gas je neposredna zavisnost od isporučioca ovog većim delom uvoznog goriva, odnosno distributera, pogotovo u periodima niskih spoljnih temperatura kada se javljaju „špicevi“ u potrošnji, što uslovljava kod većih sistema centralizovanog snabdevanja izgradnju sistema za rezervno tečno gorivo (mazut). Sistem rezervnog goriva znatno povećava investiciono ulaganje (oko 30%), što se pri sadašnjem obimu izgrađenosti gasovodnih sistema ne može izbeći. Drugi nepovoljni faktor kod primene ovog goriva je cena koja u osnovi prati tržišne trendove sirove nafte. Pri sadašnjem paritetu nabavne cene različitih fosilnih goriva indeks cene gasa je oko 38% viši od nabavne cene uglja za široku potrošnju (poređenje prema jedinici toplotne vrednosti), a mazuta za 73%, što prirodnom gasu daje prednost kada se uzmu u obzir svi negativni investicioni, opertativni proizvodni i ekološki troškovi pri sagorevanju uglja. Indeksi cena ostalih goriva derivata nafte znatno su viši, tako da nisu razmatrani u daljoj analizi.

Polazeći od sadašnjih cena, perspektivnog stanja raspoloživosti fosilnih goriva i ekoloških ograničenja, kako je napred istaknuto korišćenje obnovljivih energetskih izvora (domaća biomasa u kombinaciji sa ugljem kao dopunskim gorivom), zaslužuje posebno razmatranje sa stanovišta aktuelnih savremenih kotlovskih uređaja koji koriste ova goriva.

U nastavku opisa, dat je prevod komentara uz prikaz prezentacije tehnologije kotla za sagorevanje biomase i uglja u stacionarnom fluidizovanom sloju firme Babcock & Wilcox Power Generation Group.

Prilog: B&W Sl_01 Kotao sa stacionarnim fluidizovanim slojem

Kotlovi sa stacionarnim fluidizovanim slojem omogućavaju:

- **Spaljivanje biomase i jeftinih goriva,**
- **Čisti su, efikasni i laki za rukovanje.**

Prilog: B&W Sl_02 Razvoj tehnologije sagorevanja u SFS

Još od 1867. godine, mnogim industrijama širom sveta bile su od pomoći inženjerska ekspertiza, proizvodna tehnologija i operativno iskustvo The Babcock & Wilcox kompanije, kao jednog od najvećih snabdevača pogona za proizvodnju pare. **Babcock & Wilcox Power Generation Group, Inc. (B&W PGG)** je podružnica The Babcock & Wilcox kompanije, koja nastavlja ovu tradiciju liderstva u pouzdanoj proizvodnji pare u kotlovima sa stacionarnim fluidizovanim slojem (SFS).
Angažman B&W PGG u radu na tehnologiji fluidizovanog sloja počeo je pedesetih godina prošlog veka sa prvom komorom za sagorevanje u svom vrhunskom istraživačkom centru u Alijansu u Ohaju. Danas sa iskustvenom bazom od 30 SFS jedinica, ova postrojenja pomažu svetu da ostvari obećanje o čistoj energiji iz širokog opsega različitih goriva.

Prilog: B&W Sl_03 Vrste goriva koje se sagorevaju u kotlovima SFS

U B&W PGG kotlovima sa stacionarnim fluidizovanim slojem mogu da se sagorevaju najrazličitija jeftina odgovarajuća goriva.
Mogućnost korišćenja različitih izvora i tipova goriva vlasnicima omogućava fleksibilnost sa kojom mogu u svoju korist da okrenu promenljivost cena i dostupnost goriva.
B&W PGG SFS kotlovi su projektovani tako da je ostavljen veoma veliki slobodan prostor za rukovanje što omogućava spaljivanje različitih vrsta goriva, odvojeno ili zajedno.
Ovo je od najvećeg značaja jer svojstva goriva mogu u velikoj meri da variraju. Na primer, biomasa može da ima najrazličitije vrednosti vlage, a njena toplotna vrednost zavisi od njenog porekla i doba godine.

Naši SFS kotlovi su dizajnirani sa visokim stepenom fleksibilnosti u potpomaganju kretnji vazduha između stacionarnog sloja i vazdušnog sistema iznad ložišta, u variranju zapremina gasne recirkulacije i u podešavanju dopremanja goriva u sloj. Ova funkcionalna fleksibilnost dopušta vlasnicima da sagorevaju jeftinija odgovarajuća goriva i da kontrolišu troškove goriva.

Goriva pogodna za sagorevanje u SFS kotlu:

- **Drvni otpad**
- **Kora drveta**
- **Pulpa iz fabrika papira**
- **Pulpa od recikliranog papira**
- **Kanalizacioni otpad**
- **Goriva dobijena iz guma (u kombinaciji)**
- **Nafta**
- **Prirodni gas**
- **Ugalj (u kombinaciji)**
- **Treset**
- **Biomasa**
- **Otpad od šećerne trske**
- **Poljoprivredni otpad**

Prilog: **B&W Sl_04 Uticaj kotlova SFS na životnu sredinu. Kroz SFS tehnologiju postižu se značajne dobiti za životnu sredinu**

Nox: Zbog nisko-temperaturnih pod-stehiometrijskih procesa sagorevanja u stacionarnom sloju, stvaranje **azotnih oksida (NOx)** je značajno smanjeno u odnosu na kotlove sa klasičnim ložištima.
Zbog dobrog sagorevanja uglja, sistem za **selektivnu katalitičku redukciju (SKR)** može da se uz male troškove locira ispred opreme za uklanjanje prašine za još efikasnije uklanjanje NOx.

CO i ŠOJ: Zbog bliskog kontakta između materijala u sloju i goriva odvija se poboljšano sagorevanje goriva. Ovo rezultuje sa veoma niskim emisijama **ugljen monoksida (CO)** i **štetnih organskih jedinjenja (ŠOJ)**.

SO_2: Bliski kontakt između materijala u sloju i goriva omogućava da se **supmor dioksid (SO_2)** zadrži u sloju. **Kada se sagoreva biomasa u kombinaciji sa sumpornim gorivima, alkali koji su normalno prisutni u biomasi rezultovaće sa redukcijom SO_2**. Takođe, dodavanjem krečnjaka u materijal iz sloja može da se obezbedi veće zadržavanje SO_2.

Čestice: Zbog unapređenog sagorevanja uglja u poređenju sa klasičnim kotlom, mogućnost požara na okolnoj opremi je značajno smanjena. Ovo omogućava upotrebu kolektora prašine kako bi se zadovoljili zahtevi za manjom emisijom čestica.

B&W Sl_01 Kotao sa stacionarnim fluidizovsnim slojem

Since 1867, industries worldwide have benefited from The Babcock & Wilcox Company's engineering expertise, manufacturing technology and operating experience as a major supplier of steam generating equipment. Babcock & Wilcox Power Generation Group, Inc. (B&W PGG), a subsidiary of The Babcock & Wilcox Company, continues this tradition as a leader in reliable steam generation with our bubbling fluidized-bed (BFB) boiler.

B&W PGG's involvement with fluid-bed technology began in the 1950s with the first combustor at its state-of-the-art research center in Alliance, Ohio. Now, with an experience base of more than 30 BFB units, these facilities are helping the world realize the promise of clean energy from a wide variety of fuels.

B&W Sl_02 Razvoj tehnologije sagorsevanja u SFS

Fuel Flexible

B&W PGG's bubbling fluidized-bed boilers can burn a wide range of low-cost opportunity fuels.

The ability to utilize various fuel sources and types provides owners with the flexibility to take advantage of changing cost and availability.

B&W PGG's BFB boiler is designed with a very large operating window to allow a wide range of fuels to be burned, separately or in combination.

This is necessary because fuel properties vary widely. For example, biomass fuels have a wide range of moisture and heating values depending upon their source and the time of year.

Our BFB boilers are designed with a high degree of flexibility to facilitate air movement between the bubbling bed and the overfire air system, to vary the gas recirculation volumes, and to adjust the fuel delivery to the bed. This operational flexibility allows owners to burn cheaper opportunity fuels and control fuel costs.

Viable fuels for a BFB:

- Wood waste
- Bark
- Paper mill sludge
- Recycled paper facility sludge
- Sewage sludge
- Tire-derived fuels (in combination)
- Oil
- Natural gas
- Coal (in combination)
- Peat
- Biomass
- Sugar cane waste
- Agricultural waste

B&W Sl_03 Vrste goriva koje se sagorevaju u kotlovima SFS

Low Emissions

Significant environmental benefits are achieved with BFB technology.

NO_x
Due to the low temperature sub-stoichiometric combustion processes that occur in the bubbling bed, the generation of nitrogen oxides (NO_x) is inherently lower than that of a stoker-fired boiler.

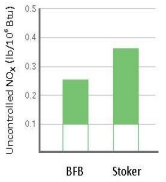
Because of good carbon burnout, a selective catalytic reduction (SCR) system can cost-effectively be located before dust removal equipment to further reduce NO_x.

CO and VOCs
Due to the intimate contact between the bed material and the fuel, improved fuel burnout occurs. This results in very low carbon monoxide (CO) and volatile organic compound (VOC) emissions.

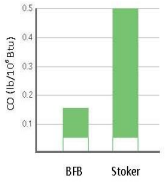
SO_2
The intimate contact between the fuel and bed material allows for in-bed capture of sulfur dioxide (SO_2). When burning biomass in combination with sulfur fuels, alkali normally present in the biomass will result in reduced SO_2. Limestone can also be added to the bed material for greater SO_2 capture.

Particulate
Due to improved carbon burnout compared with a stoker boiler, the potential for fires in back-end environmental equipment is significantly reduced. This allows for the use of a baghouse to meet lower particulate requirements.

NO_x Comparison

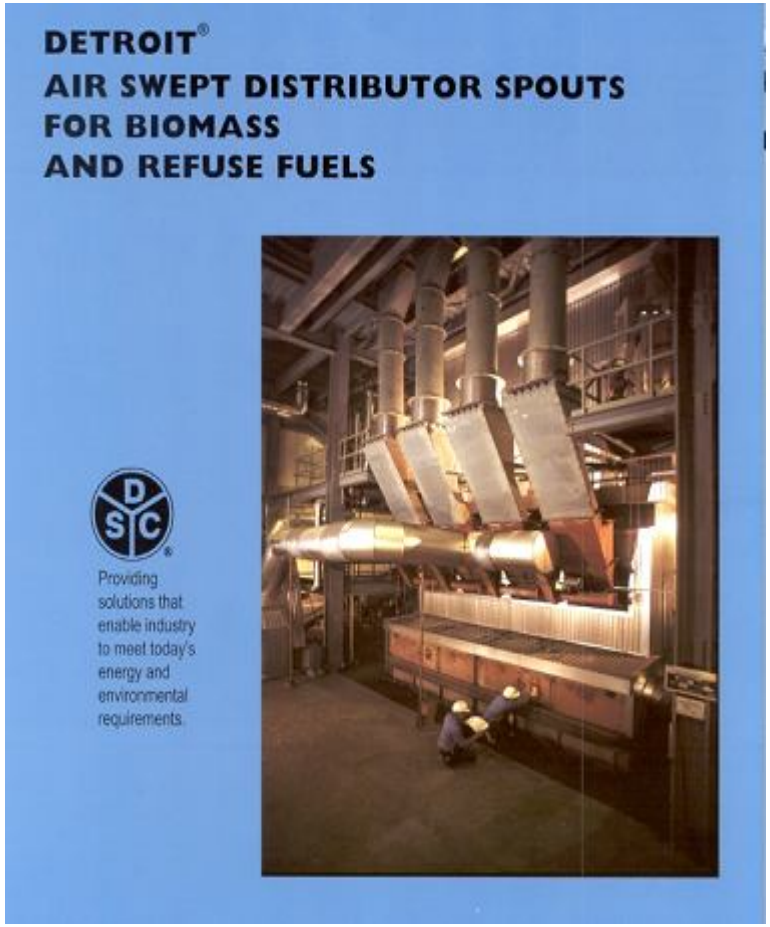


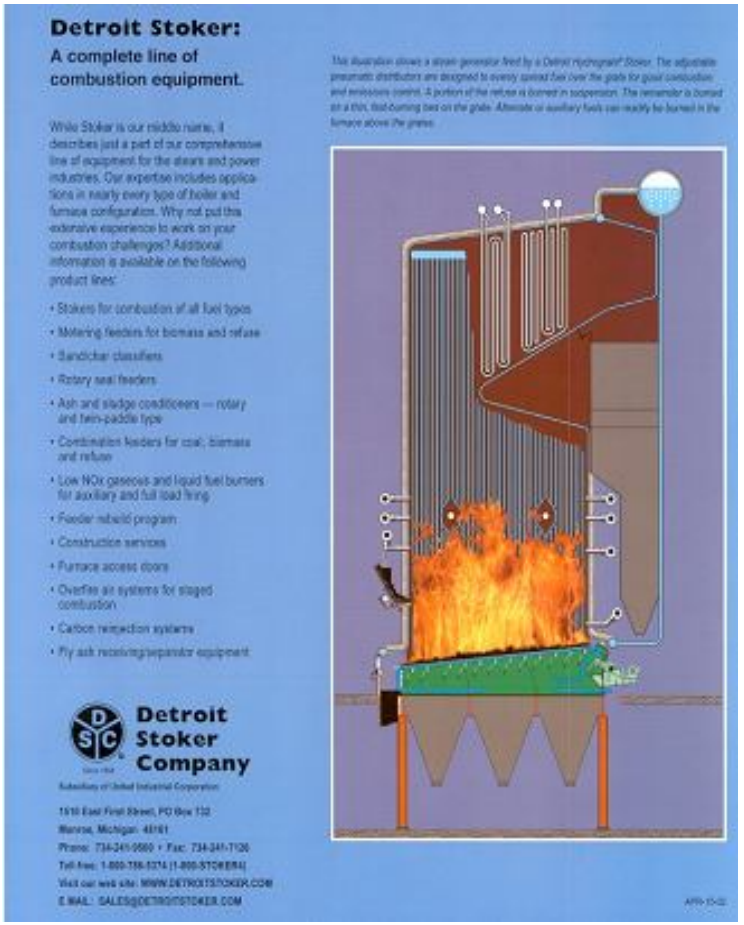
CO Comparison



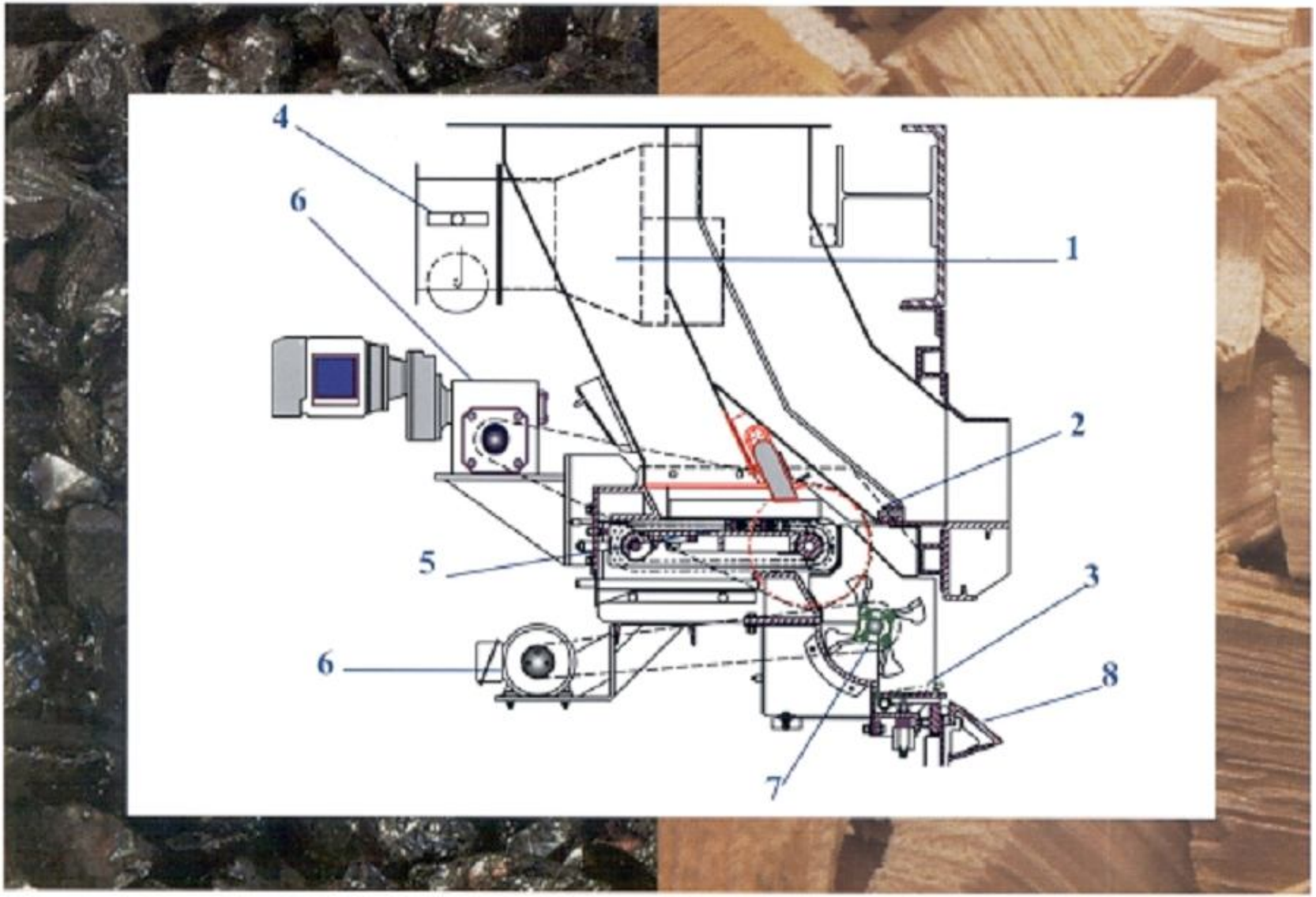
B&W Sl_04 Uticaj kotlova SFS na životnu sredinu

Pored napred izložene savremene tehnologije efikasnog sagorevanja različitih tipova biomase u miksu sa ugljem, takođe su u praksi uspešno primenjeni ložni uređaji za mešovito ili nezavisno sagorevanje biomase i uglja u energetskim kotlovima srednjih i većih toplotnih snaga pomoću uređaja „Detrioit stokera“.





Detroit Stoker_01 Kotlovski uređaji sa ložnim uređajima za biomasu i ugalj



Detroit Stoker_02 Ložni uređaji za kombinovano loženje biomase i ugalja Detroit Stoker

C1.2 *Kogeneraciona postrojenja (tipa A) sa parnim kotlovima, protv-pritisnim ili kondenzacionim turbinama i izmenjivačima para/vrela-topla voda*

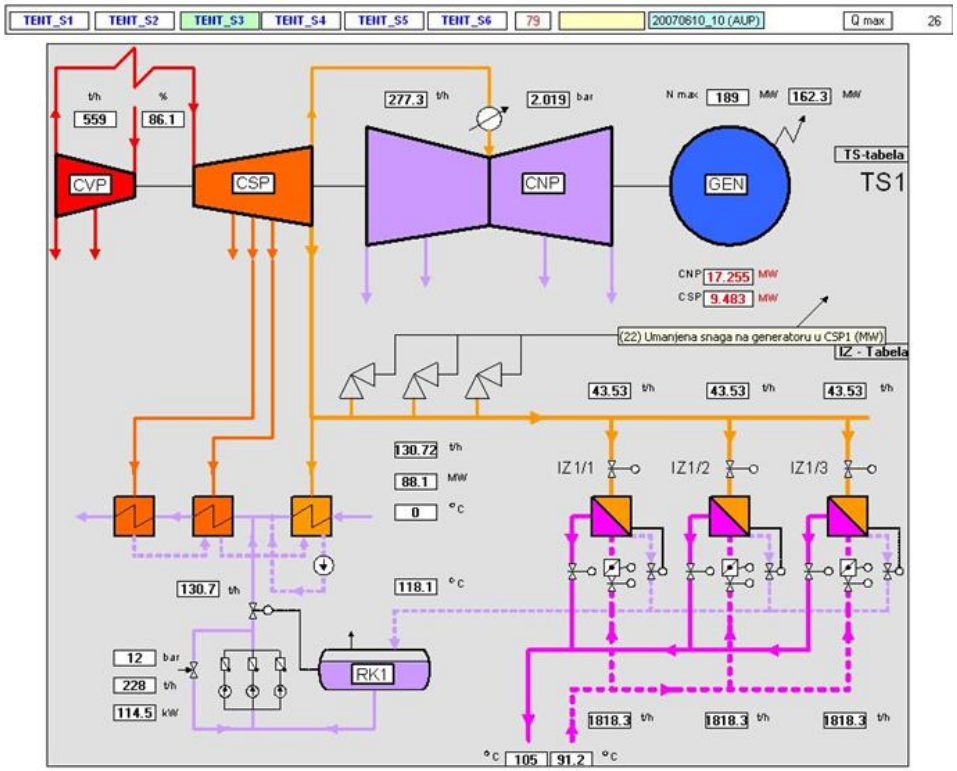
U Srbiji je izgrađeno nekoliko termoelektrana-toplana (TE-TO) Novi Sad, Zrenjanin, Matroz Sremska Mitrovica, Zastava Kragujevac, Viskoza Loznica i dr. Navedeni energetski objekti ne koriste se namenski u kogeneracionom režimu rada, već se koriste kao vršne kondenzacione termoelektrane ili kao parna kotlovska postrojenja za snabdevanje industrijskih potrošača i toplifikacionih sistema gradova. Osnovni razlog za navedeno stanje je neadekvatno, odnosno skupo gorivo (mazut, prirodni gas, mrki ugalj) i zagađenje životne sredine iznad dozvoljenih standarda. U redovnoj eksploataciji su dva kogeneraciona postrojenja termoelektrana TENT-A i KOSTOLAC-A iz kojih se toplotnom energijom snabdevaju gradovi Obrenovac i Požarevac. Kao komparativno postrojenje ovog tipa prikazano je kogeneraciono postrojenje TENT-A.

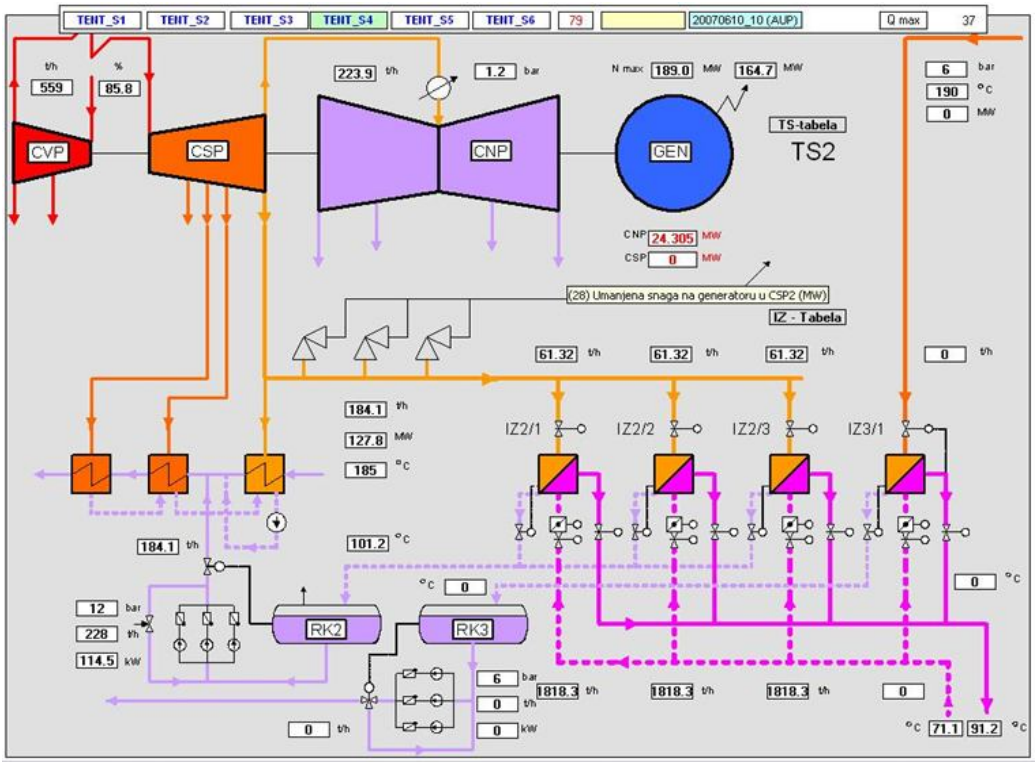
Postrojenje iz koga se snabdeva toplotnom energijom Obrenovac građeno je u dve faze 1985. i 1988. godine kada je izvršena rekonstrukcija na turbinama termoenergetskih blokova A1 i A2 za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije. Postrojenje za proizvodnju toplotne energije **PTE** u okviru **TENT-A** sačinjavaju: uređaji i oprema za zagrevanje vrele vode parom niskog i srednjeg pritiska **IZ** (sistem parnih izmenjivača i rezevoari kondenzata sa pumpama**)** u okviru termoenergetskih blokova **A1** i **A2**; pumpni sistem za transport i distribuciju vrele vode **CP** (sistem cirkulacionih pumpi**)** i sistemi za nadoknadu vode u toplifikacionoj mreži usled toplotne dilatacije i curenja **NS** i **ES** i (napojni i ekspanzioni rezervoari sa pumpama**)** u okviru toplifikacionog bloka **A7** (videti priloge **C1.2_01 i 02** sa bilansnim šemama blokova A1 i A2 iz optimizacionog softverskog paketa ***TekonWare*** autora dipl. maš. inž. **Radivoja Milojevića)**.

Osnovnu komponentu **operativnih varijabilnih troškova** u proizvodnji toplotne energije u okviru ovog postrojenja čini **neostvareni prihod na tržištu od neproizvedene električne energije**, nastao oduzimanjem pare na izlazu iz cilindra srednjeg pritiska radi zagrevanja vrele vode u toplifikacionim izmenjivačima. U konkretnom slučaju on iznosi približno **20 do 30%** u energetskom odnosu manje isporučene električne energije i isporučene toplotne energije na pragu toplotnog izvora. Ovaj odnos se zavisno od angažovanosti toplotnog izvora kreće i preko **30%**, pa kada se uzme u obzir ukupni stepen korisnosti bloka (efektivno oko **30%**), proizvedeni kWh toplotne energije u odnosu na energetsku vrednost kWh baznog goriva (uglja, alternativno mazuta) iznosi **66,66 do 100,0%**. Pri maksimalno raspoloživom kapacitetu proizvodnje toplotne energije od **135** MWto u kogeneracionom režimu rada bloka od **210** MWel, umanjila bi se isporuka električne energije elektroenergetskom sistemu za približno **27,0 do 40,5** MWel, odnosno snaga termoenergetskog bloka bi iznosila između **183 i 169,5** MWel. Ovde treba istaći da je osnovna troškovna komponenta toplotne energije upravo električna energija čija je cena sada depresirana i ima tendeciju daljeg rasta.

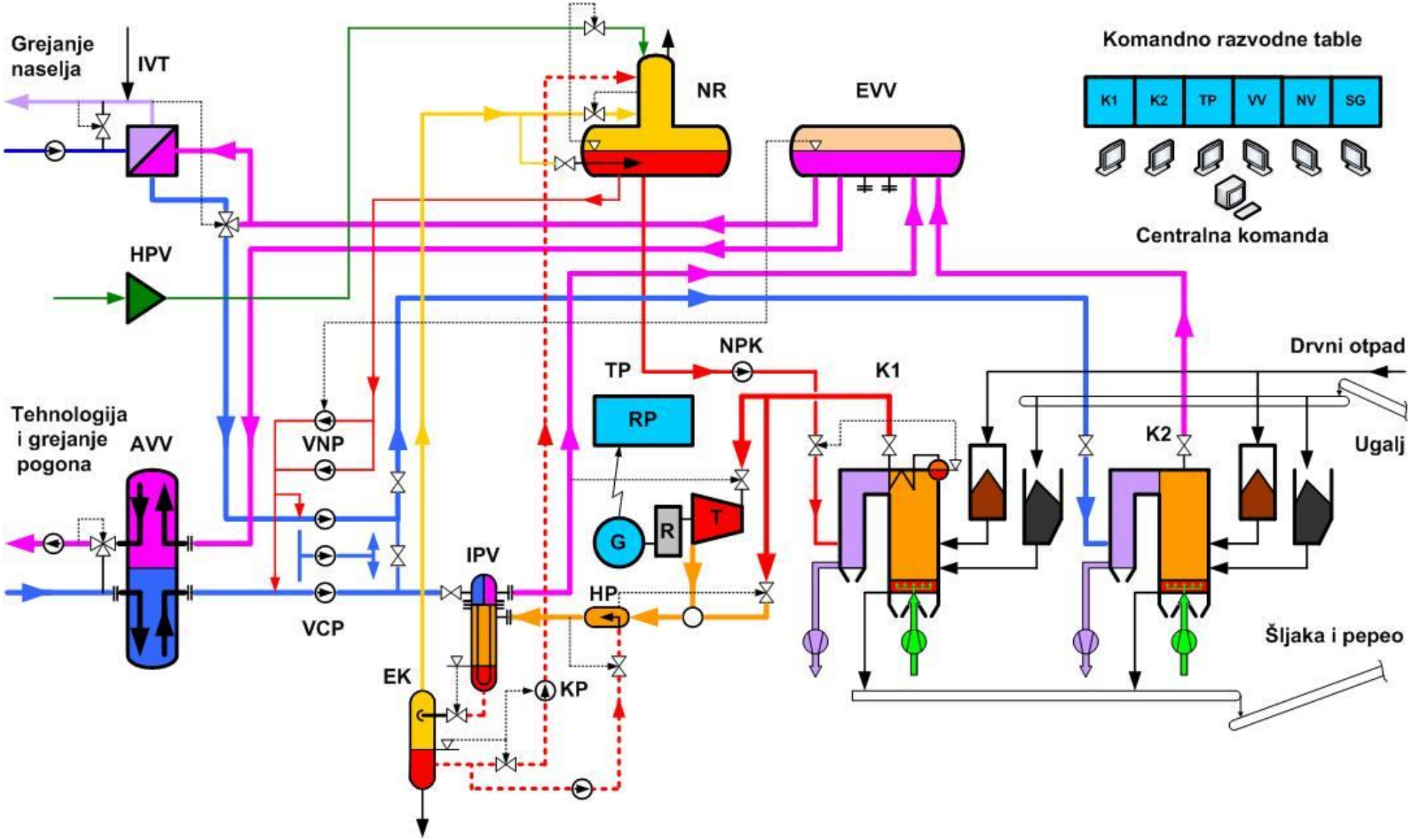
Kao što je poznato, najefikasnija postrojenja za kombinovanu proizvodnju toplotne i električne energije u spojenom ciklusu su toplane–termoelektrane (**TO-TE**), sa protivpritisnim turbinama i direktnom kondenzacijom u izmenjivačima toplifikacionog sistema (**KOT-PPT-GEN-IZ**). Ukupni stepen iskorišćenja ovih postrojenja u odnosu na primarno gorivo biomasu ili ugalj iznosi oko **86%** (uračunata sopstvena potrošnja). Za proizvodnju toplotne energije koristi se **70%** toplotne energije primarnog goriva, a za proizvodnju električne energije **16%**. U prilogu **C1.2_03** prikazana je principijelna tehnološka šema novog energetskog postrojenja Drvno-industrijskog VEKTRA-JAKIĆ Pljevlja (Ekspertiza snabdevanja toplotnom i električnom energijom industrijskog kompleksa i SDG Pljevalja, autora dipl. maš. inž. **Radivoja Milojevića**).

C1.2_01 Tehnološka šema kogeneracionog energetskog postrojenja, bloka A1 TENT-A





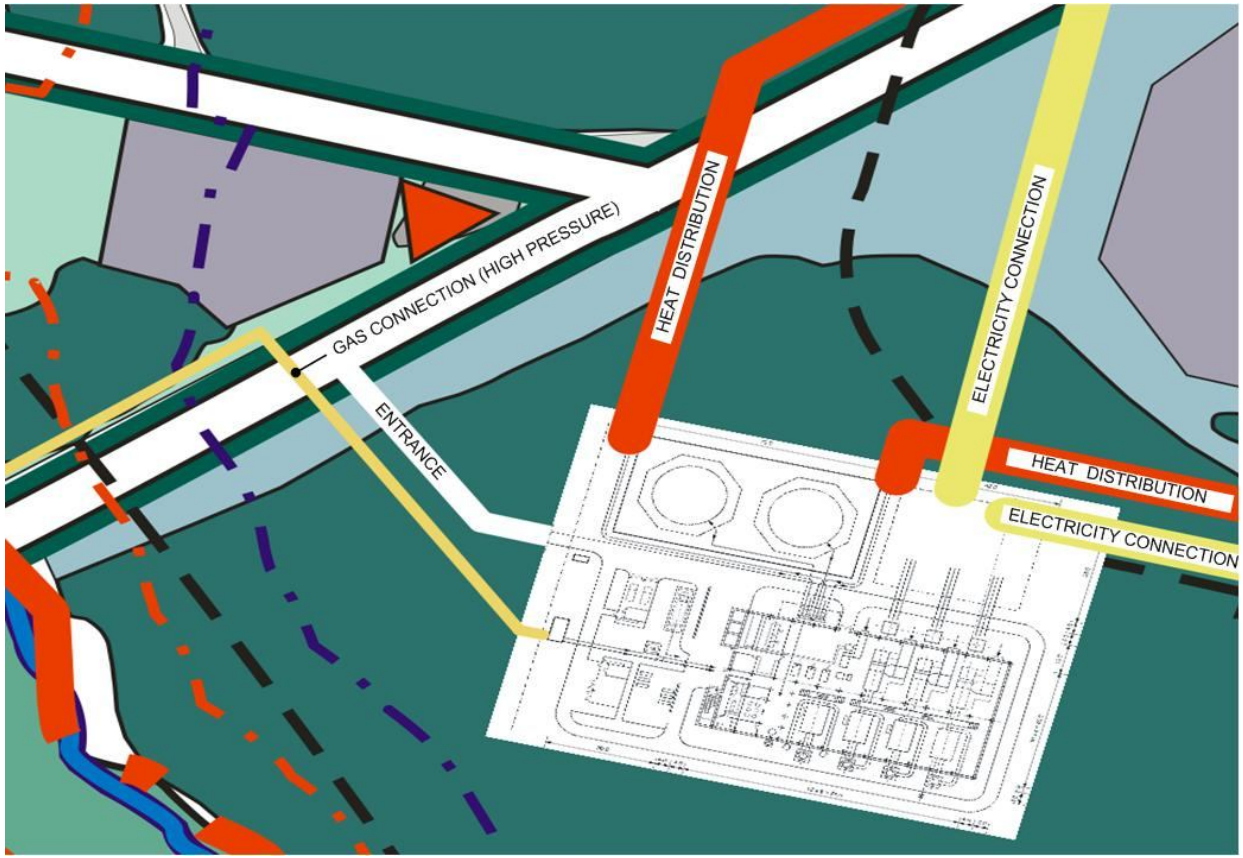
C1.2_02 Tehnološka šema kogeneracionog energetskog postrojenja, bloka A2 TENT-A



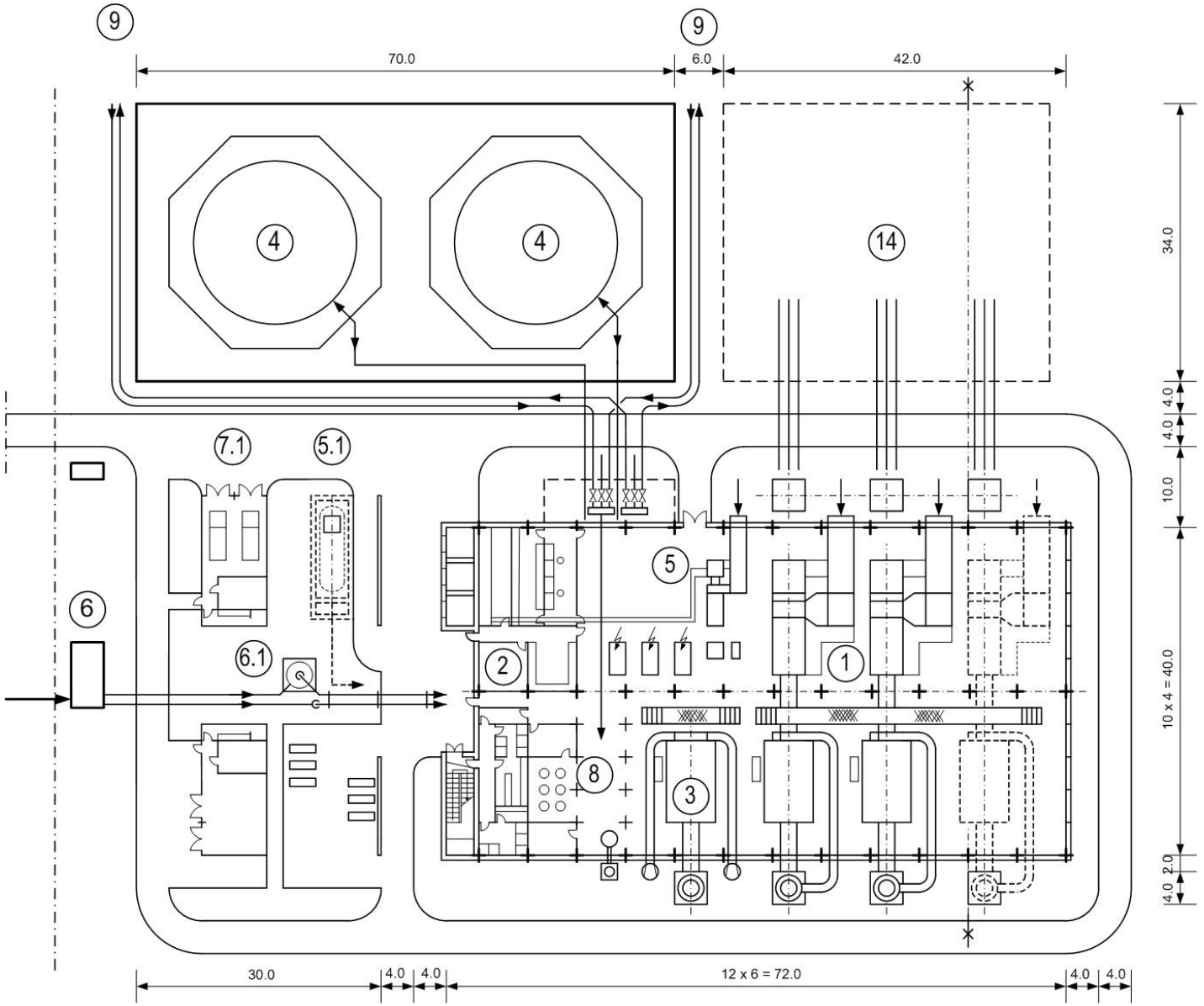
C1.2_03 Principijelna tehnološka šema novog energetskog postrojenja VEKTRA-JAKIĆ Pljevlja

C1.3 *Kogeneraciona postrojenja (tipa B) sa gasnim turbinama i vrelovodnim ili parnim utilizacionim kotlovima*

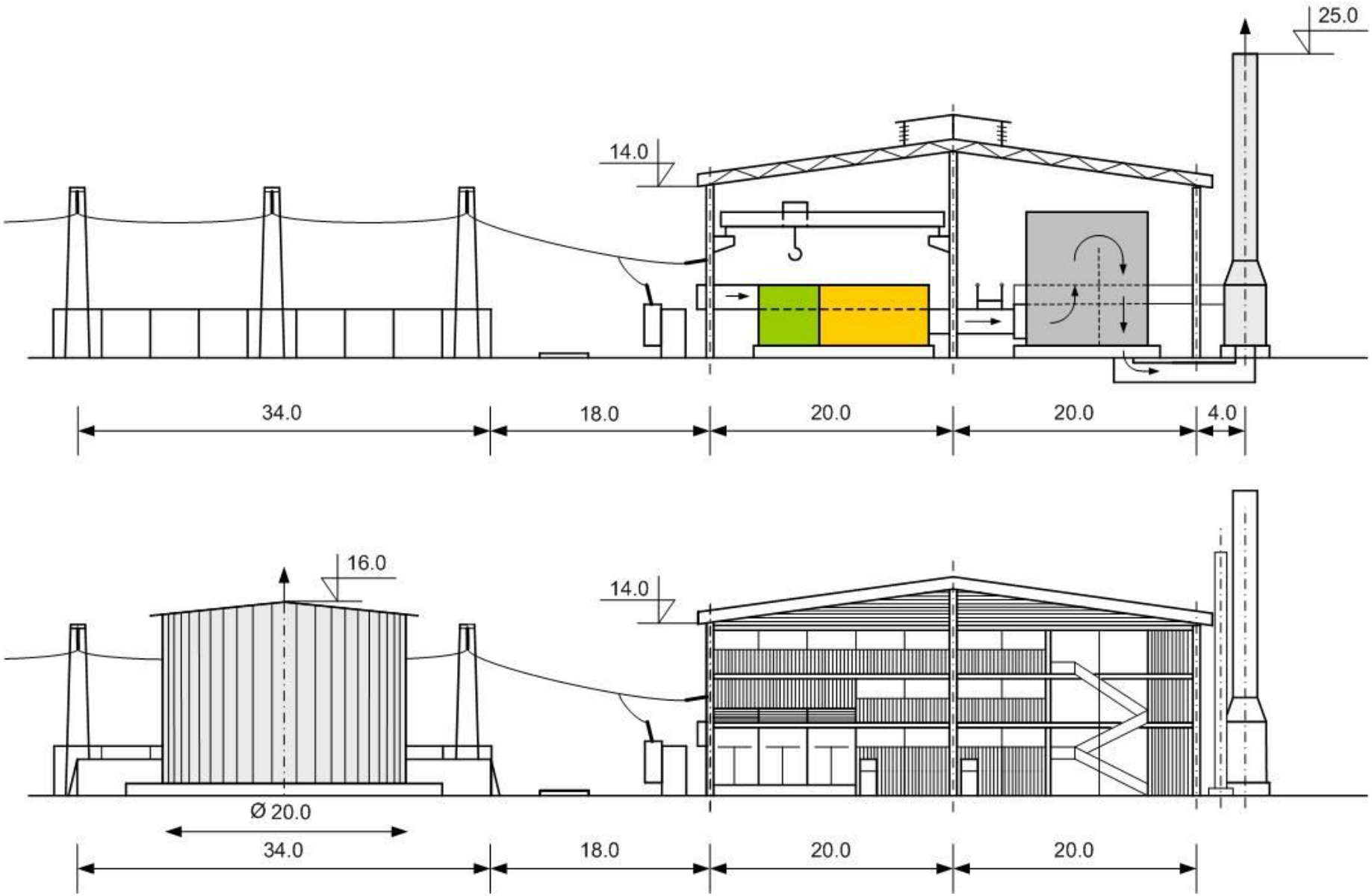
Koncept kogeneracionog energetskog postrojenja sa gasnim i vrelovodnim utilizacionim kotlovima, prikazan je na primeru prdviđene **TE-TO** za potrebe grada Dimitrovgrada u Ruskoj federaciji (oblast Samare) na osnovu urađene Ekspertize za revitalizaciju i modernizaciju postojećih lokalnih toplovodnih sistema za grejnje grada i industrije. Opredeljenje autora ove Ekspertize (**Kovačević Aleksandar** i **Milojević Radivoje**) za ovakav koncept je izvršeno na osnovu bilansne analize gradskog i industrijskog konzuma (potrošnja toplotne energije tokom cele godine) i aktuelnog ekonomski nepovoljnog snabdevanja grada električnom energijom.



C1.3_01 Situacioni prikaz novog postrojenja TE-TO za Dimitrovgrad u Rusiji



C1.3_02 Dispozicioni prikaz uređaja i opreme novog postrojenja TE-TO za Dimitrovgrad (osnova)



C1.3_03 Dispozicioni prikaz uređaja i opreme (presek) sa izgledom objekta novog postrojenja TE-TO za Dimitrovgrad

U okviru priloga **C1.3_01 do 03**, prikazan je situcioni i dispozicioni koncept nove gradske termoelektrane-toplane (TE-TO) za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije u spojenom ciklusu. Predviđen je savremeni koncept postrojenja TE-TO sa gasnim turbinama koje imaju stepen iskorišćenja prirodnog gasa kao goriva u proizvodnji električne energije preko 40 % i utilizacionim vrelovodnim kotlovima izlaznih gasova za proizvodnju toplotne energije oko 50 %, tako da ukupni stepen iskorišćenja primarne energije prirodnog gasa iznosi preko 90 % u kombinovanoj proizvodnji električne i toplotne energije. Na dispozicionom prikazu osnove (prilog **C1.3_02**), prikazani su uređaji i oprema novog postrojenja TE-TO: gasni turbogeneratori od 42,0 MWel (poz.1), vrelovodni kotlovi 50,0 MWto (poz.3), dizel-električni generator nužnog napajanja sa rezervoarom tečnog goriva (poz. 5 i 5.1), mernoregulaciona stanica prirodnog gasa sa kompenzacionim rezervorom niskog pritska za dodtno napajanje vrelovodnih kotlova gasom (poz. 6 i 6.1), akumulacioni rezervoari tople vode sa sistemom primarne toplifikacione mreže (poz.4 i 9), hemijska priprema vode sa pumpnim postrojenjem (poz.8), rzvodnim elektro postrojenjem (poz.14), uređajima centralnog nadzora i monitoringa (poz.2) i drugim pomoćni sistemima i objektima.

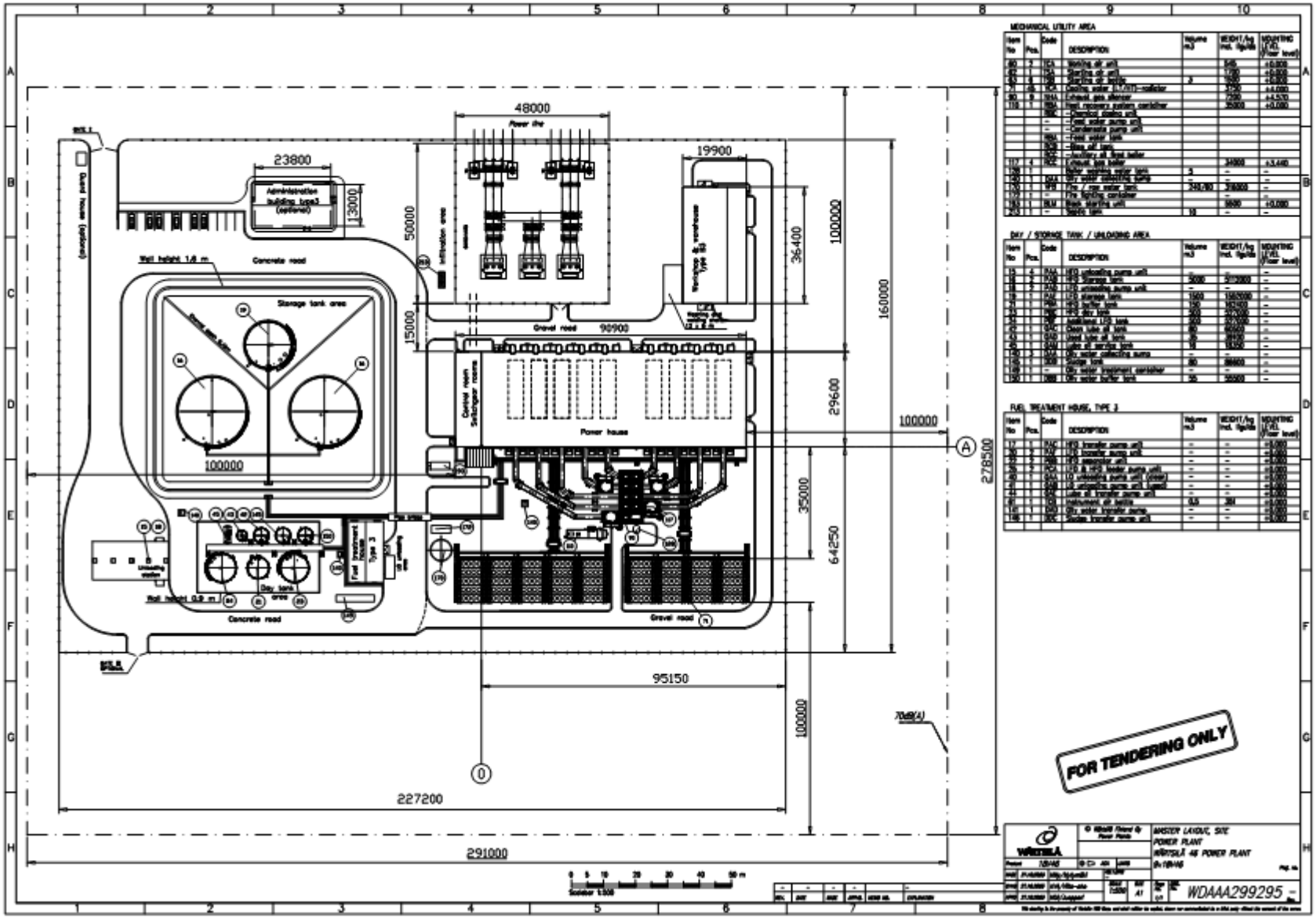
U slučaju snabdevanja industrijskih potrošača tehnološkom parom, umesto vrelovodnih kotlova, mogu se ugraditi utilizacioni parni kotlovi sa parnom kondenzacionom turbinom sa regulisnim oduzimanjima za obezbeđenje toplotne energije za sistem daljinskog grejanja preko toplotnih izmenjivača para-vrela voda i tehnološke pare za industrijske potrebe, odnosno proizvodnju dodatne električne enrgije tokom cele godine.

C1.4 *Kogeneraciona postrojenja (tipa C) sa agregatima generator-motor-utilizacioni blok*

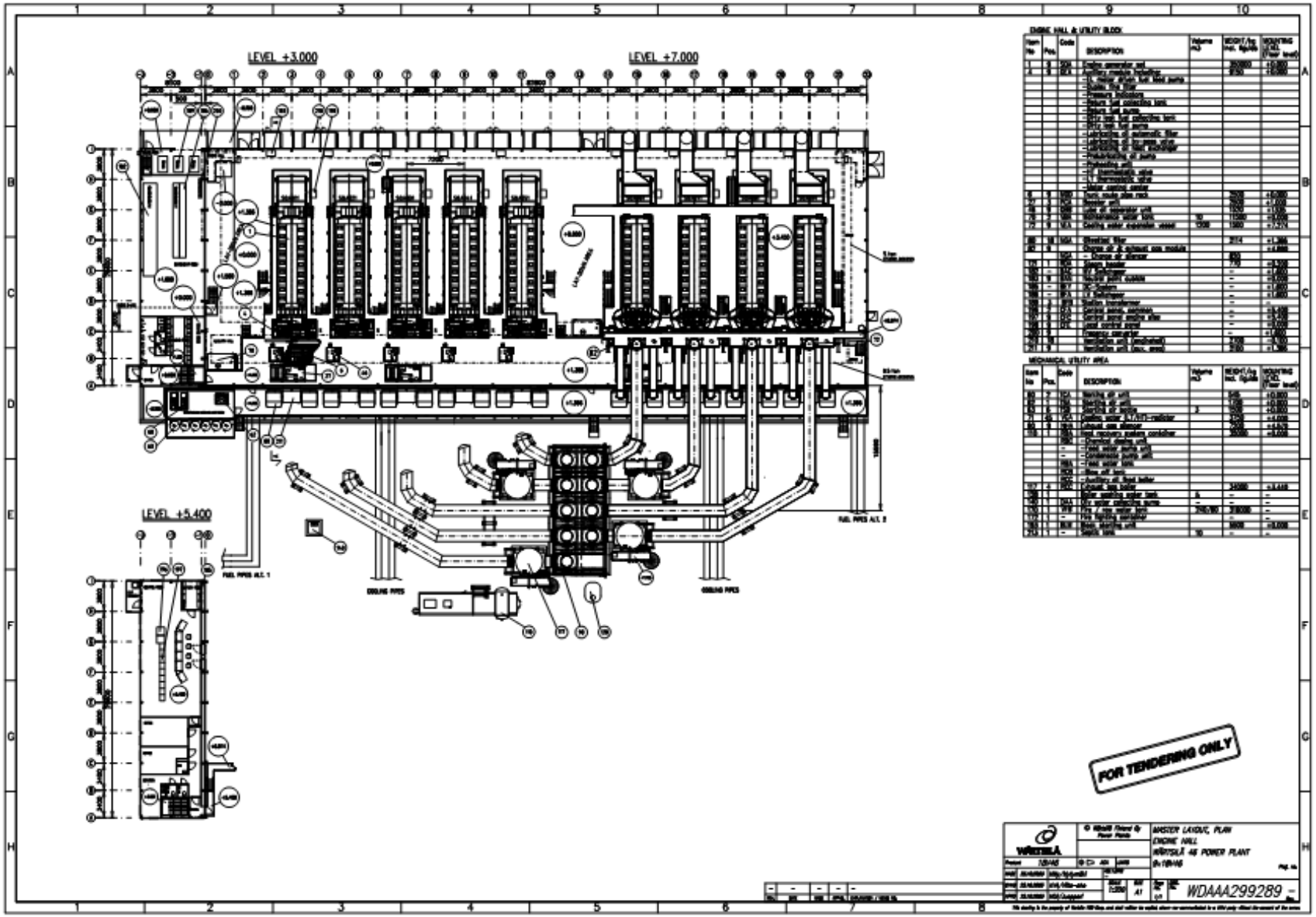
Kogeneraciona postrojenja (tipa C) koje sačinjavaju: električni generator - stabilni klipni motor (prirodni gas ili mazut) - utilizacioni kotao dimnih gasova sa toplovodnim utilizacionim izmenjivačima (utilizacioni blok), razvijena su na platformi pogonskih agregata korišćenih na velikim prekookeanskim brodovima. U prilozima **C1.4_01 do 03** prikazano je postrojenje TE-TO finske firme „Vartsila“, koje koristi tečno gorivo (mazut) instalisane električne snage 9 x 16,62 (**150,0** MWel) sa raspoloživom istom toplotnom snagom u otpadnoj toploti pogodnoj za snadevanje SDG. Stepen efikasnosti ovog energetskog postrojenja u proizvodnji električne energije prelazi 45 % sa verzijom pogonskog motora na prirodni gas, te se kao ukupni stepen iskorišćenja ovog kogeneracionog postrojenja može računati preko 90 % u odnosu na raspoloživu energetsku vrednost potrošenog goriva.

Glavnu karakteristiku ovog tipa postrojenja čini visoka unificiranost svih elemenata koji se prozvode u velikim serijama, čime se obezbeđuje visoka fleksibilnost u izboru potrebnog kapaciteta pogonskih jedinica, kratki rokovi izgradnje i niska investiciona ulaganja. Takođe treba imati u vidu da su svi pogonski uređaji konstruisani i fabrikovani po visokim tehničkim standardima brodogradnje, što obezbeđuje visoku pogonsku pouzdanost, energetsku efikasnost i niske pogonske troškove opsluživanja i održavanja.

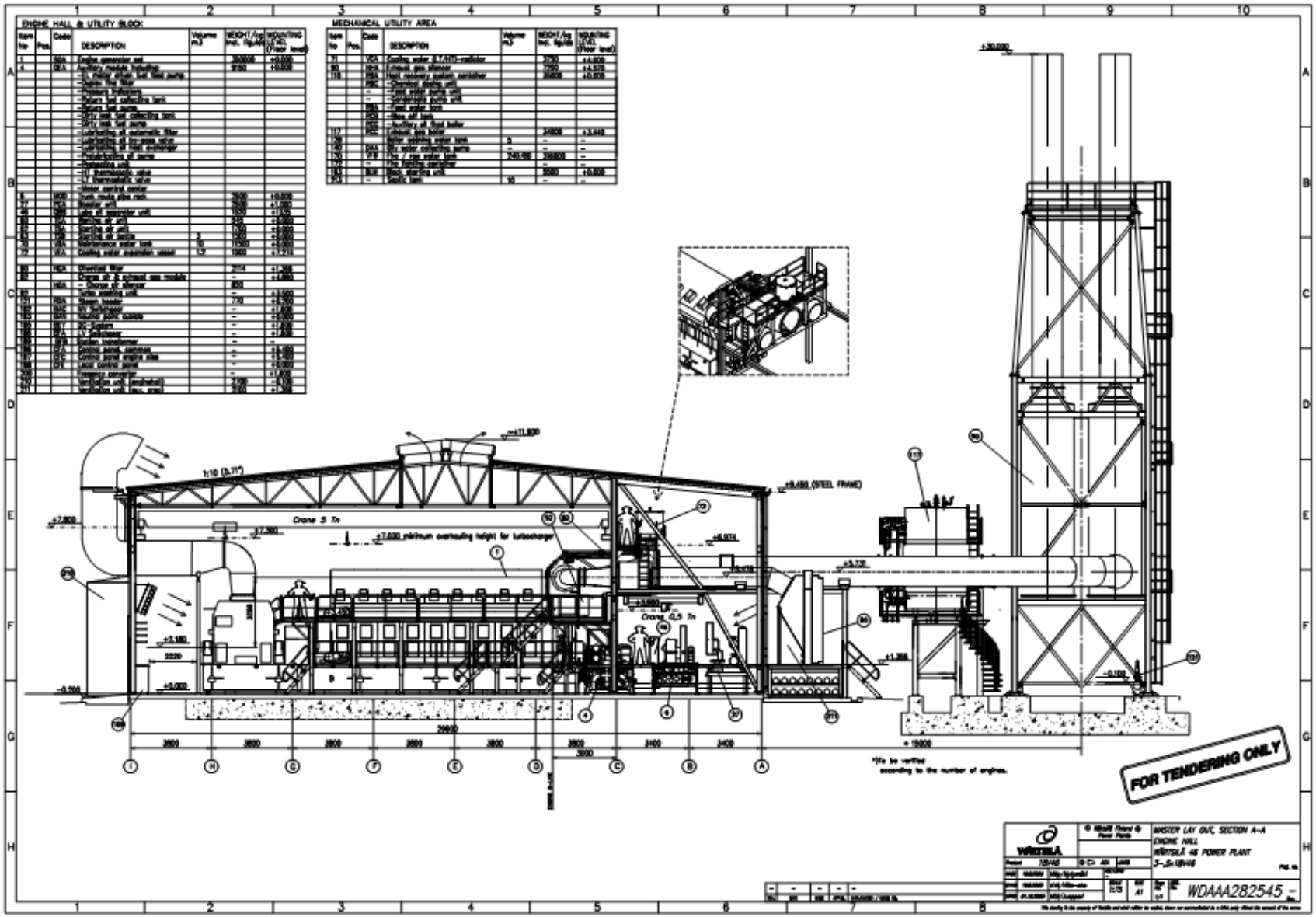
Korišćenjem ovakvog tipa postrojenja za pogon toplotnih pumpi mogu se ostvariti veoma povoljni ukupni stepeni iskorišćenja pogonskog goriva, o čemu će biti reči u narednoj tački ovog teksta.



C1.4_01 Situacioni prikaz postrojenja TE-TO sa agregatima generator-motor-utilizacioni blok



C1.4_02 Dispozicioni prikaz uređaja i opreme postrojenja TE-TO sa agregatima generator-motor-utilizacioni blok (osnova)



C1.4_03 Dispozicioni prikaz uređaja i opreme postrojenja TE-TO sa agregatima generator-motor-utilizacioni blok (presek)

C1. 5 *Postrojenja za iskorišćenje otpadne toplote niskog temperaturkog potencijala pomoću toplotne pumpe*

Komercijalna primena toplotnih pumpi pri iskorišćavanju toplotne energije niskog temperaturskog potencijala za grejanje rezidencijalnih prostora i sanitarne vode datira još od **1936**. godine i ima stalni porast u različitoj primeni. U poslednjoj deceniji dvadesetog veka zahvaljujući masovnoj proizvodnji, odnosno pristupačnom investicionom ulaganju toplotna pumpa je našla široku primenu u rezidencijalnim i poslovnim objektima u obliku takozvanih »split« sistema za hlađenje i grejanje, gde se kao toplotni izvor koristi spoljni vazduh temperature do -15 ^{0}C. Početkom osamdesetih godina otpočela je primena toplotnih pumpi u našoj zemlji u banjskim i hotelskim kompleksima (Rehabilitacioni kompleks u Igalu, Višegradska Banja, »Slovenska plaža« u Budvi, »Geneks apartmani« u Beogradu, Dom vojske u Tivtu i dr.). Za potrebe toplifikacionog sistema Geteborga u Švedskoj izgrađene su dve jedinice toplotnih pumpi ukupnog kapaciteta 150 MW, koje kao toplotni izvor koriste gradski kanalizacioni kolektor iz koga se obezbeđuje 20% toplotnog konzuma.

Na Dijagramu iskorišćenja primarnog goriva toplotnih pumpi sa toplotnim izvorom vazduh **+5** ^{0}C i elektromotornim pogonom (videti prilog **C1.5_01,** plavi dijagram Sl. 18), sa koeficijentom iskorišćenja toplotne pumpe za navedene uslove **COP=3,187**, ukupni stepen iskorišćenja u odnosu na jediničnu energetsku vrednost baznog goriva (mrkog uglja), iznosi **102%**. Na Dijagramu iskorišćenja primarnog goriva toplotnih pumpi sa toplotnim izvorom vazduh **+5** ^{0}C i pogonom kompresora sa motorom na prirodni gas (videti prilog **C1.5_01,** narandžasti dijagram Sl. 19), sa koeficijentom iskorišćenja toplotne pumpe za navedene uslove **COP=3,828**, ukupni stepen iskorišćenja u odnosu na jediničnu energetsku vrednost **100%** baznog goriva (prirodnog gasa), iznosi **185%** od toga, toplotni dobici od otpadne toplote hlađenja i izduvnih gasova pogonskog gasnog motora iznose **51%**. Ukoliko bi se kao toplotni izvor koristila rashladna voda iz kondenzatora termoenergetskog bloka, ukupni stepen iskorišćenja u odnosu na bazno gorivo prirodni gas bi iznosio **210%.** Pri ovoj analizi treba imati na umu koji je primenjeni bazni input (gorivo), odnosno njegova jedinična cena energetske toplotne moći (kWh). U prilogu **C1.5_02** prikazana je dispozicija toplotne pumpe sa dvostepenim turbo kompresorom, koja sa izvorom tople vode od **25** ^{0}C (otpadna toplota kondenzacije termoenergetskih blokova) i pogonskom snagom elektro motora od **6,8** MWel obezbeđuje autput u toplotnoj energiji od **24,5** MWto izlazne temperature vode iz kondenzatora toplotne pumpe od **80** ^{0}C (ukupni COP=3,6). Temperatura toplotnog izvora na ulazu u isparivač toplotne pumpe, odnosno rashladne vode na izlazu iz kondenzatora termoenergetskih blokova, promenljiva je u intervalu od **15** do **30** ^{0}C i direktno zavisi od temperature vode iz reke kojom se hladi kondezator bloka TE (u grejnoj sezoni sa kreće u opsegu od **5** do **20** ^{0}C). Zavisno od temperature toplotnog izvora **COP** na vratilu kompresora se kreće u opsegu od **3,361** do **3,623**, ili na klemama elektromotora od **3,279** do **3,535**. Pri koeficijentu transformacije **3,4** za jedan **kWhto** toplotne energije troši se **0.294** kWh električne energije ili **0,98** kWh energetske vrednosti baznog goriva za proizvodnju električne energije.

Na principijelnoj šemi (prilog **C1.5_03**) bloka spregnute toplotne pumpe sa izvorom niskog potencijala do **25^0** C i gasnog generatora, prikazana je mogućnost iskorišćenja toplotne energije iz raspoloživih izvora niskog potencijala za snabdevanje distributivnih sistema daljinskog grejanja sistema **105/65 ^{0}C**. Korišćenjem savremenih toplotnih pumpi u navedenim temperaturskim režimima postiže se COP preko **4**, odnosno za uloženi **jedan kWhel** proizvedene električne energije, dobija se **četiri kWhto** toplotne energije. Pri stepenu korisnosti preko **45** % savremenih gasnih motora pri prozvodnji električne energije uz iskorišćenje **50** % otpadne energije koju oslobađa motor (hlađenje agregata i izduvnih gasova), za proizvedeni **jedan kWhto** toplotne energije potroši se **0,435 kWhg** raspoložive energije prirodnog gasa.

Bild 18 Energieflußbild
Wärmepumpe: Verdichter mit Elektromotor gekoppelt

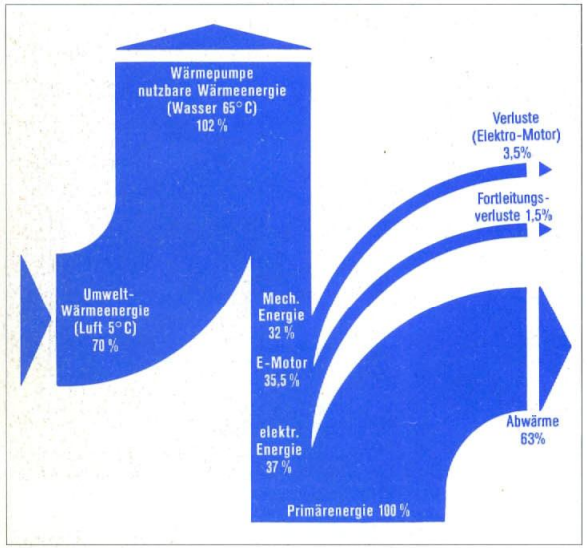


Bild 19 Energieflußbild
Wärmepumpe: Verdichter mit Gasmotor gekoppelt

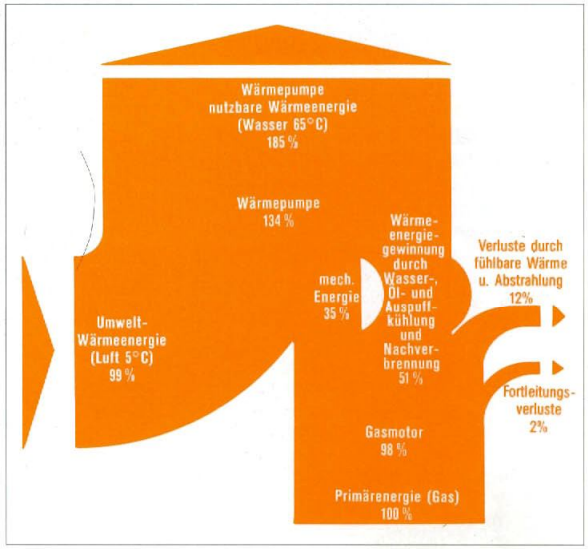


Bild 20
Gemeinsamer Heizwasserkreislauf bei der Abwärmenutzung des Verbrennungsmotors

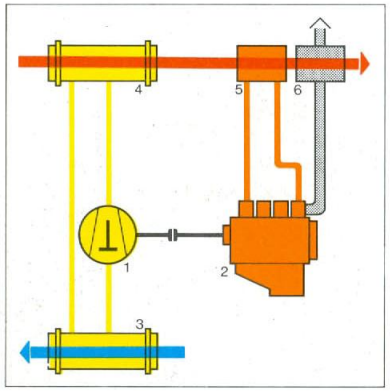
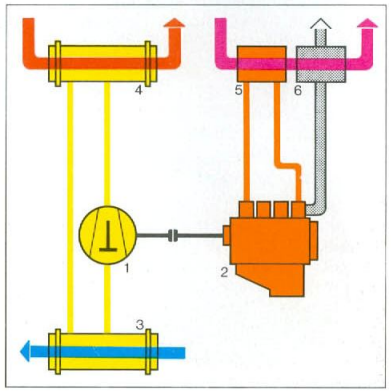
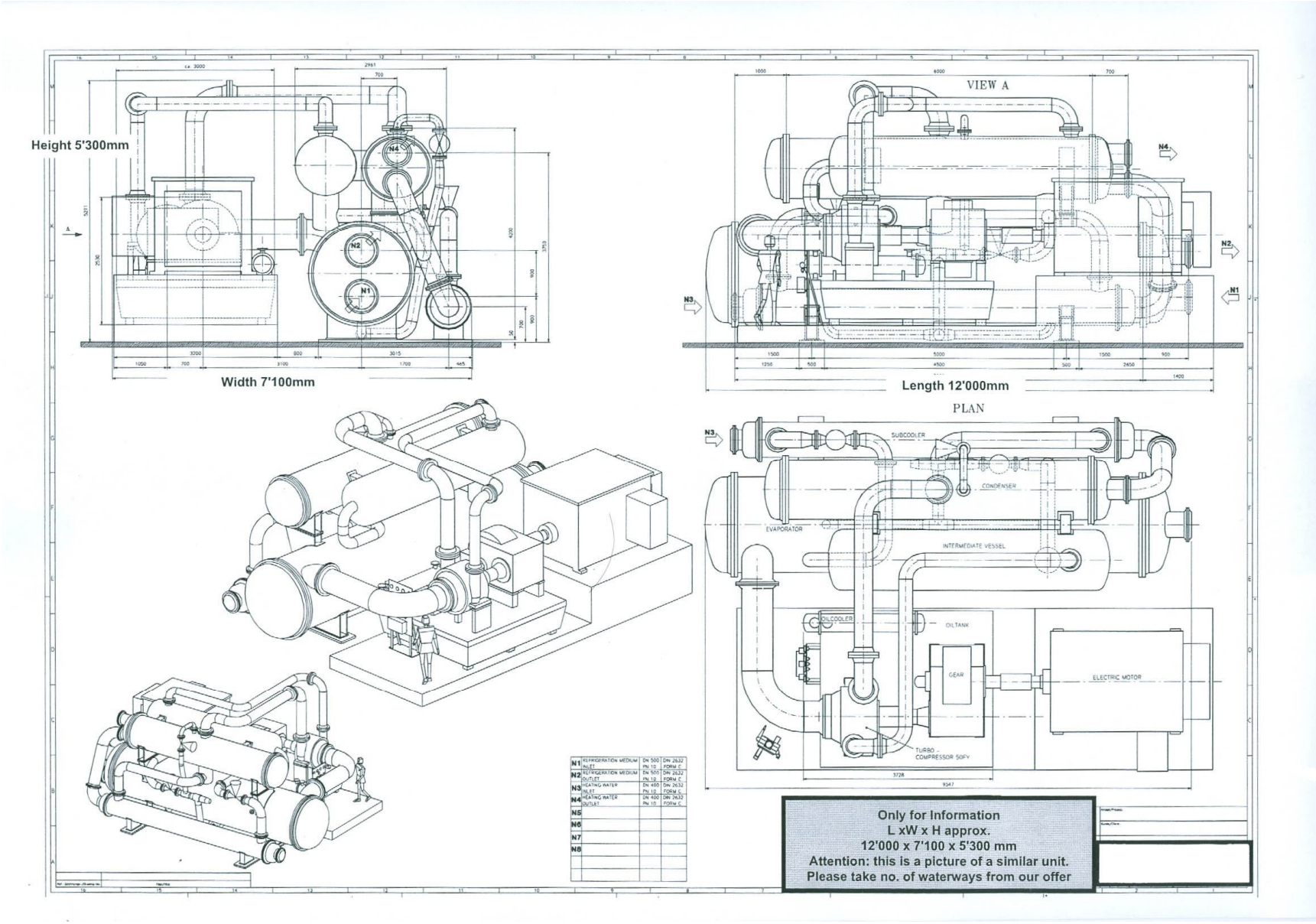


Bild 21
Getrennter Heizwasserkreislauf bei der Abwärmenutzung des Verbrennungsmotors

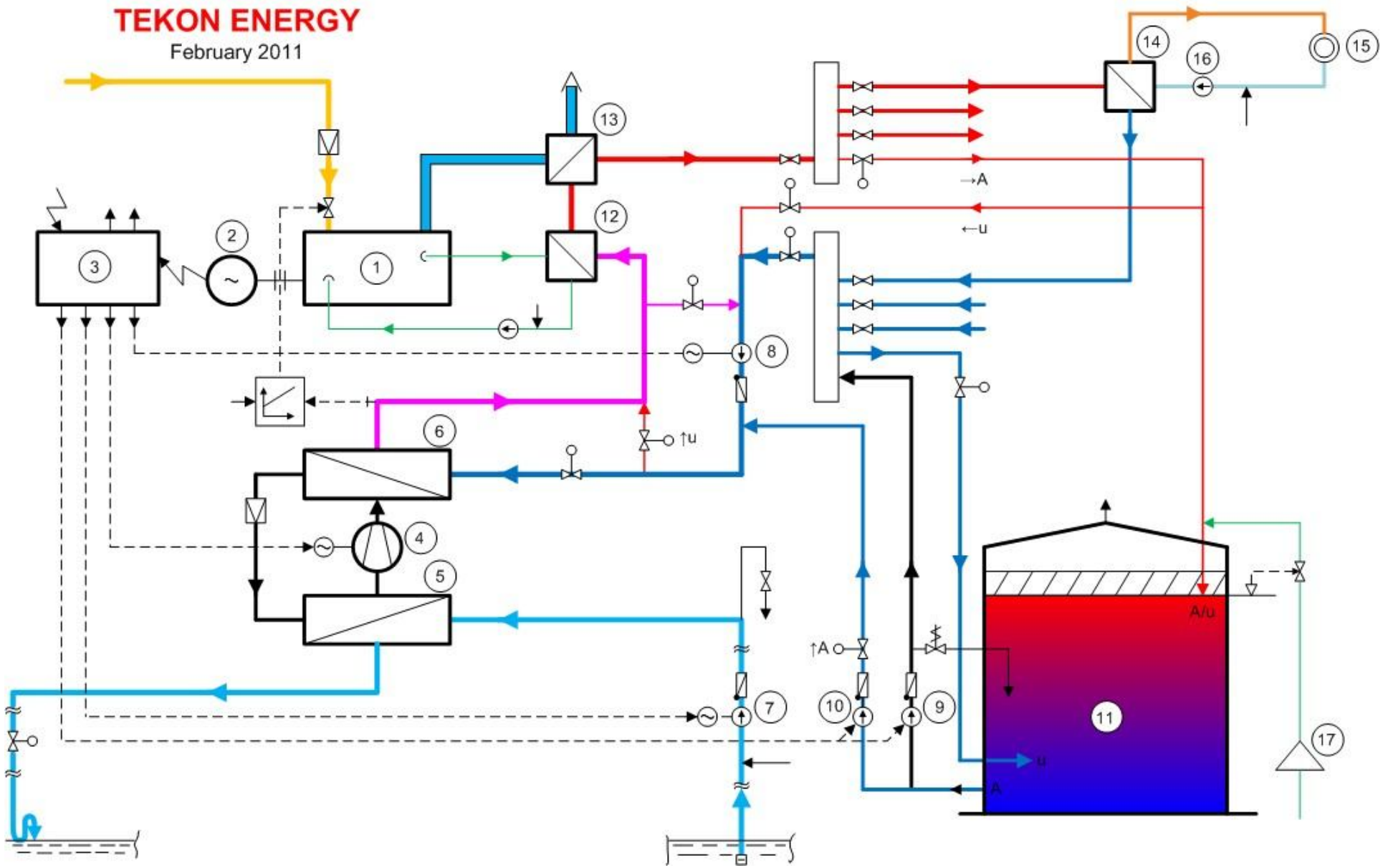


1 Verdichter
2 Verbrennungs-Antriebsmotor
3 Verdampfer
4 Kältemittel-Verflüssiger
5 Wärmeaustauscher Motorkühlwasser
6 Wärmeaustauscher Abgas
Kältemittelkreislauf
Wärmequelle
Heizwasser (Niedertemperatur)
Heizwasser (Hochtemperatur)
Motorkühlwasser und Schmierölkühlung
Abgas

C1.5_01 Dijagram iskorišćenja primarnog goriva toplotnih pumpi sa izvorom vazduh 5 ^{0}C, pogon el. motor – prirodni gas



C2.5_02 Dispozicioni prikaz toplotne pumpe sa izvorom voda 25 ^{0}C, pogon el. motor 6,8 MWel, autput 24,5 MWto, 80 ^{0}C



C1.5_03 Principijelna šema bloka spregnute toplotne pumpe i gasnog generatora sa izvorom niskog temperturskog potencijala

C2. Tehno-ekonomski i ekološki kriterijumi za definisanje varijantnih idejnih rešenja TI

Tehno-ekonomski i ekološki kriterijumi za analizu predviđenih varijantnih rešenja toplotnih izvora (TI) iz kojih bi se obezbedilo optimalno snabdevanje toplotnom energijom prespektivnih korisnika SDG Vrbasa i Kule, bazirani su na osnovu napred izloženih: Strateških razvojnih i zakonskih dokumenata Republike Srbije u oblasti energetike; Savremenih tehnološko-razvojnih i ekoloških trendova u ovoj oblasti, očekivanih troškovnih inputa u proizvodnji toplotne energije; Raspoloživosti energetskih resursa na regionalnom nivou, kao i na osnovu planskih razvojnih dokumenata opština Vrbasa i Kule.

U cilju definisanja osnovnog ekonomskog kriterijuma, zastupljenosti **baznog troškovnog proizvodnog inputa** (goriva, energije) za proizvodnju jednog **kWhto** u predviđenim energetskim postrojenjima za proizvodnju toplotne energije, napravljene su prema aktuelnim cenama goriva i električne energije, sledeće tabele sa tehno-ekonomskim parametrima za sprovođenje komparativne analize u cilju izbora tipova toplotnih izvora sa optimalnim marginalnim proizvodnim troškovima.

Tabela C2-1. Aktuelne cene goriva, odnosno energije zaključno sa decembrom 2011. godine

Naziv parametra (1)	Oznaka jedin. (2)	Prir. gas (3)	Mazut (4)	Ugalj (5)	Biom. drvo (7)	Biom. polj. (8)	El. energija (9)	Napomena
Jedinica mere gor. – ener.	**j.m.**	Sm^3	kg	kg	kg	kg	kWhel	
Cena goriva-energije	**din/j.m.**	**40,0**	**60,0**	**14,0**	**3,0**	**____**	**7,0**	
Donja topl. moć – Hd	**kJ/j.m.**	33.000	39.700	16.015	9.209	____	3.600	
Donja topl. moć – Hd	**kWh/j.m.**	9,167	11,028	4,449	2,558	____	1,000	
Jedinična cena gor. – ener.	**din/kWhgo**	**4,36**	**5,44**	**3,15**	**1,17**	**____**	**7,00**	
Jedinična cena gor. – ener.	**index %**	**100,00**	**124,70**	**72,10**	**26,90**	**____**	**160,40**	

Jedinične cene goriva i energije su indeksirane prema jediničnoj ceni prirodnog gasa (**4,36** din/kWhgo index: **100,00** %).

Iz prikazane **Tabele 1**, očigledan je postojeći disparitet cena goriva i energije na našem tržištu.

U okviru **Tabele C2-2.** prikazani su uporedni tehno-ekonomski proizvodni parametri za proizvodnju jedinice toplotne energije **kWhto**, za opisana energetska postrojenja prema aktuelnim cenama raspoloživih goriva i električne energije prikazanih u **Tabeli C2-1**.

TabelaC2-2. Uporedni jedinični troškovi baznih proizvodnih inputa (goriva, energije) prema normativu potrošnje i aktuelnim cenama

Postrojenje (1)	Jedinice (2)	Prir. gas (3)	Mazut (4)	Ugalj (5)	Biom. drvo (7)	Biom. polj. (8)	El. ener. (9)	Napomena (10)
1 – Kotlovska postroj.	kWhgo/kWhto	1,087	1,111	1,136	1,136	0,000	0,000	**index 4,743***
na fosilna ili	**din/kWhto kot.**	4,743*	**6,045**	**3,576**	**1,333**	0,000	0,000	**din/kWhto**
obnovljiva goriva	**index %**	**100,00**	**127,46**	**75,40**	**28,10**	0,000	0,000	**100,00 %**
2 - Kogeneraciono	kWhgo/kWhto	1,351	1,389	1,429	1,429	0,000	0,000	
postrjenje „A“	**din/kWhto kp**	**5,897**	**7,557**	**4,496**	**1,675**	0,000	0,000	
	din/kWhel	**1,514**	**1,556**	**1,600**	**1,600**	0,000	0,000	
	SUM	**4,383***	**6,001**	**2,896**	**0,075**	0,000	0,000	
	index %	**100,00**	**136,91**	**66,06**	**1,72**	0,000	0,000	**92,41***
3 - Kogeneraciono	kWhgo/kWhto	2,222	2,222	0,000	0,000	0,000	0,000	
postrjenje „B“	**din/kWhto kp**	**8,727**	**10,882**	0,000	0,000	0,000	0,000	
	din/kWhel	**5,600**	**5,600**	0,000	0,000	0,000	0,000	
	SUM	**3,127***	**5,282**	0,000	0,000	0,000	0,000	
	index %	**100,00**	**168,89**	0,000	0,000	0,000	0,000	**65,93***
4 - Kogeneraciono	kWhgo/kWhto	2,222	2,128	0,000	0,000	0,000	0,000	
postrjenje „C“	**din/kWhto kp**	**9,697**	**11,576**	0,000	0,000	0,000	0,000	
	din/kWhel	**7,311**	**6,702**	0,000	0,000	0,000	0,000	
	SUM	**2,386***	**4,874**	0,000	0,000	0,000	0,000	
	index %	**100,00**	**204,29**	0,000	0,000	0,000	0,000	**50,30***
5 - Toplotna pumpa	kWhgo/kWhto	0,435	0,435	0,000	0,000	0,000	0,294	
t.i. 25 ^{0}C	**din/kWhto tp**	**1,897***	**2,366**	0,000	0,000	0,000	**2,059**	
motor gas/maz.	**index %**	**100,00**	**124,69**	0,00	0,00	0,00	**108,52**	**40,00***
elektro mot. TP								

U izloženoj **Tabeli C2-2**, za navedene tipove toplotnih izvora, prikazani su sledeći parametri:

a) (**kWhgo/kWhto**) potrošnja totlotne energije primenjenog goriva za proizvodnju jedinice toplotne energije na pragu izvora prema ukupnom stepenu iskorišćenja postrojenja;
b) (**din/kWhto**) vrednost potrošenog goriva za proizvodnju jedinice toplotne energije prema jediničnim vrednostima primenjenog goriva **din/kWhgo** izloženim u predhodnoj Tabeli C2-1;
c) (**din/kWhel**) vrednost proizvedene električne energije prema tržišnoj ceni izloženim u predhodnoj Tabeli C2-1. (7,0 din/kWh), što predstavlja dobitnu stavku koja se oduzima od ukupnih troškova goriva za proizvodnju jednog kWhto toplotne enrgije;
d) **SUM** - obračunati ukupni trošak za proizvodnju **kWhto** toplotne energije;
e) **index %** - procentualni iznos obračunatog troška za proizvodnjujedinice toplotne energije indeksiran prema ceni proizvedenog **kWhto** u postrojenju koje troši prirodni gas.

D. RANGIRANJE PREDLOŽENIH VARIJANTNIH IDEJNIH REŠENJA ENERGETSKIH POSTROJENJA ZA SNABDEVANJE TOPLOTNOM ENERGIJOM SDG VRBASA I KULE

Na osnovu izloženih **strateških, planskih, tehnoloških, ekoloških i ekonomskih** elemenata za izradu Studije i sprovedenih **tehnološko-tehničkih bilansnih analiza,** i prema **varijantnim rešenjima energetskih postrojenja** u predhodnoj tački, obezbeđene su sve potrebne analitičke podloge za:

- **ocenu i rangiranje predloženih idejnih rešenja energetskih postrojenja prema utvrđenim kriterijumima i**
- **utvrđivanje optimalnog koncepta snabdevanje toplotnom energijom SDG Vrbasa i Kule.**

D1. Ocena i rangiranje predloženih idejnih rešenja energetskih postrojenja prema utvrđenim kriterijumima

Polazeći od izloženih uporednih parametara baznog varijabilnog trškovnog inputa goriva, odnosno električne energije **prema oceni** predloženih varijantnih rešenja energetskih postrojenja, može se zaključiti sledeće:

1. Proizvodnja toplotne energije neposredno u **kotlovskom uređaju** (vrelovodni ili parni kotao), prema aktuelnom paritetnom odnosu cena goriva, bila bi najpovoljnija sa kotlovima loženim na drvnu biomasu sa troškovnim inputom goriva od **1,333** din/kWhto. Prema proračunatoj ukupnoj maksimalnoj sezonskoj-godišnjoj potrošnji toplotne energije Vrbasa i Kule od **194.500,0** MWhto/god, trškovi za nabavku goriva bi iznosili **259,207** miliona dinara ili **2,468** miliona EUR na paritetu **105 din/EUR**. Potrebna količina drvne biomase bi iznosila **86.402,6** t/god.

2. Proizvodnja toplotne i električne energije u **kogeneracionom postrojenju tipa „A“**, koje sačinjavaju parni energetski kotao srednjeg pritiska, prtivpritisna turbina i toplotni izmenjivači pra/vrela-topla voda, prema aktuelnom paritetnom odnosu cena goriva, bila bi najpovoljnija sa kotlovima

loženim na drvnu biomasu sa troškovnim inputom goriva od **0,075** din/kWhto. Ovaj troškovni input bi bio na **nuli** pri ceni električne energije od **7,34** din/kWhel. Prema proračunatoj ukupnoj maksimalnoj sezonskoj-godišnjoj potrošnji toplotne energije Vrbasa i Kule od **194.500,0** MWhto/god, troškovi za nabavku goriva koji bi pokrivali proizvodnju električne energije bi iznosili **325,861** miliona dinara ili **3,103** miliona EUR na paritetu **105 din/EUR**. Potrebna količina drvne biomase bi iznosila **108.620,4** t/god. Ova količina goriva koristila bi se za proizvodnju **44,457** miliona kWhel/god električne energije koja bi se prodavala elektroenergetskom sistemu, što bi pokrivalo troškovni input goriva za proizvodnju toplotne energije.

3. Proizvodnja toplotne i električne energije u **kogeneracionom postrojenju tipa „B“**, koje sačinjavaju gasna turbina koja koristi gasno ili tečno gorivo i utilizacioni vrelovodni ili parni kotlovi, prema aktuelnom paritetnom odnosu cena goriva, bila bi najpovoljnija turbina koja sagoreva prirodni gas sa troškovnim inputom goriva od **3,127** din/kWhto. Ovaj troškovni input bi bio na **nuli** pri ceni električne energije ispod **11,0** din/kWhel. Prema proračunatoj ukupnoj maksimalnoj sezonskoj-godišnjoj potrošnji toplotne energije Vrbasa i Kule od **194.500,0** MWhto/god, troškovi za nabavku goriva koji bi pokrivali proizvodnju toplotne i električne energije bi iznosili **1.697.454.545,5** dinara ili **16,166** miliona EUR na paritetu **105 din/EUR**. Potrebna količina prirodnog gasa bi iznosila **42,436** miliona Sm^3/god. Ova količina goriva koristila bi se za proizvodnju navedene količine toplotne energije i **155,600** miliona kWhel/god električne energije koja se prodaje elektroenergetskom sistemu.

4. Proizvodnja toplotne i električne energije u **kogeneracionom postrojenju tipa „C“**, koje sačinjavaju: električni generator - stabilni klipni motor (prirodni gas ili mazut) - utilizacioni kotao dimnih gasova sa toplovodnim utilizacionim izmenjivačima (utilizacioni blok), prema aktuelnom paritetnom odnosu cena goriva, bio bi najpovoljniji stabilni motori na prirodni gas sa troškovnim inputom goriva od **2,386** din/kWhto. Ovaj troškovni input bi bio na **nuli** pri ceni električne energije ispod **9,3** din/kWhel. Prema proračunatoj ukupnoj maksimalnoj sezonskoj-godišnjoj potrošnji toplotne energije Vrbasa i Kule od **194.500,0** MWhto/god, troškovi za nabavku goriva koji bi pokrivali proizvodnju toplotne i električne energije bi iznosili **1.886.060.606,1** dinara ili **17,962** miliona EUR na paritetu **105 din/EUR**. Potrebna količina prirodnog gasa bi iznosila **47,151**miliona Sm^3/god. Ova količina goriva koristila bi se za proizvodnju navedene količine toplotne energije i **194,500** miliona kWhel/god električne energije.

5. Proizvodnja toplotne energije u **postrojenju bloka spregnute toplotne pumpe sa izvorom niskog potencijala do 25^0 C i gasnog generatora**, prema aktuelnom paritetnom odnosu cena goriva, bila bi najpovoljnija sa stabilnim motorom na prirodni gas sa troškovnim inputom goriva od **1,897** din/kWhto. Prema proračunatoj ukupnoj maksimalnoj sezonskoj-godišnjoj potrošnji toplotne energije Vrbasa i Kule od **194.500,0** MWhto/god, troškovi za nabavku goriva bi iznosili **369,012** miliona dinara ili **3,514** miliona EUR na paritetu **105 din/EUR**. Potrebna količina prirodnog gasa za pogon gasnih motora bi iznosila **9,225** miliona Sm^3/god.

Kao što je napred izloženo, troškovni input goriva pri proizvodnji toplotne energije u kogeneracionim postrojenjima **TO-TE** tipa „A“ sa kotlovima koji sagorevaju drvnu ili poljoprivrednu otpadnu biomasu, je najniži i konkretno iznosi pri aktuelnim cenama goriva i električne energije oko **0,0** din/kWhto. Ukoliko bi se primenila „zelena“ tarifa na proizvedenu električnu energiju pri prodaji elektroenergetskom sistemu od **13,0** din/kWhel, pored navedenog benefita u proizvodnji toplotne energije, ostvarila bi se dodatna dobit od prodaje električne energije od **252.081.510,3** din/god, ili **2.400.776,3** EUR/god na paritetu **105 din/EUR**. Ova bi dobit obezbedila značajno smanjenje godišnjih anuiteta za otplatu investicionog ulaganja u izgranju ovih postrojenja. Osnovni uslov za realizaciju ove varijante energetskog postrojenja je **obezbeđenje potrebnih količina energetskog resursa za ovu namenu**, koja je sada deficitarna.

Kao potencijalna varijantna postrojenja koja se mogu međusobno kombinovati, zavisno od raspoloživosti energetskog resursa, njegove cene na duži vremenski rok i cene električne energije ukoliko se radi o kogeneracionom postrojenju, spadaju sledeća markirana postrojenja u okviru **Tabele C2-2**:

- **Kotlovska postrojenja na biomasu i alternativno ugalj;**
- **Kogeneraciona postrojenja tipa „A“ na biomasu i alternativno ugalj;**
- **Kogeneraciona postrojenja tipa „C“ na prirodni gas i**
- **Blok postrojenje spregnute toplotne pumpe sa izvorom niskog potencijala do 25^0 C i gasnog generatora.**

Rangiranje napred navedenih varijantnih energetskih postrojenja izvršeno je na osnovu najnižih godišnjih troškovnih inputa za gorivo potrebnog za grejanje prosečnog individualnog domaćinstva instalisane snage **15,0** kW, za koje prema prethodnim bilansnim analizama treba obezbediti oko **9.574,0** kWh/god.

1) **Kogeneraciono postrojenje tipa „A“ na biomasu**, troškovi goriva iznose: **718,05** din/god. Ukoliko bi postrojenje radilo u režimu prodaje „zelene“ električne energije (fiding tarifa), ostvareni benefit na nivou jednog domaćinstava bi iznosio **12.407,9** din/god. **Za ovu opciju jedini je ograničavajući faktor raspoživost biomase**.
2) **Kotlovsko postrojenje na biomasu**, troškovi goriva iznose: **12.762,1** din/god. U odnosu na prethodno postrojenje angažovanost raspoložive biomase u kotlovskom postrojenju je niža za **79, 5** %, pošto se u njemu ne prozvodi električna energija u spojenom ciklusu. Takođe su investiciona ulaganja u ovaj tip postrojenja niža za deo postrojenja u kome se proizvodi električna energija, kao i u kotlovsko postrojenje sa pomoćnim sistemima koje je po kapacitetu manje od kotlovskog kogeneracionog postrojenja.
3) **Blok postrojenje spregnute toplotne pumpe sa izvorom niskog potencijala do 25^0 C i gasnog generatora**, troškovi goriva iznose: **18.161,9** din/god. Ograničavajući faktor za izgradnju ovog tipa postrojenja je raspoloživost toplotnnih izvora niskog potencijala.
4) **Kogeneraciona postrojenja tipa „C“ na prirodni gas**, aktuelni troškovi goriva iznose: **22.843,5** din/god. Ukoliko bi cena električne energije imala tržišni nivo iznad **9,3** din/kWhel, troškovi za nabavku goriva bi dostigli nulti nivo, pošto bi se kompenzovali prihodom od prodate električne energije. Ovaj tip postrojenja ima takođe prednosti zbog svoje fleksibilnosti u izgradnji i eksploataciji.
5) **Kogeneraciono postrojenje tipa „A“ na ugalj**, troškovi goriva iznose: **27.726,3** din/god. Izgradnja ovog tipa postrojenja je uslovljena odgovarajućom saobraćajnom infrastrukturom za ekonomično snabdevanje ugljem. Ovaj tip postrojenja je pogodan da se kombinuje sa kogeneracionim postrojenjem na biomasu (**1**) u obliku kotlovskih uređaja sa ložnim uređajima za sagorevanja u miksu biomase i uglja kao dopunskog goriva, ukoliko raspoloživost biomase nije dovoljna da obezbedi potrebnu isporuku toplotne energije.
6) **Kotlovsko postrojenje na ugalj**, troškovi goriva iznose: **34.236,6** din/god. Izgradnja ovog tipa postrojenja je uslovljena odgovarajućom saobraćajnom infrastrukturom za ekonomično snabdevanje ugljem. Ovaj tip postrojenja je pogodan da se kombinuje sa kotlovskim postrojenjem na biomasu (**2**) u obliku kotlovskih uređaja sa ložnim uređajima za sagorevanja u miksu biomase i uglja kao dopunskog goriva, ukoliko raspoloživost biomase nije dovoljna da obezbedi potrebnu isporuku toplotne energije.

D2. Utvrđivanje optimalnog koncepta snabdevanje toplotnom energijom SDG Vrbasa i Kule

Kao što je već izloženo, snabdevanje toplotnom energijom planiranih naselja preko sistema daljinskog grejanja (SDG), u tehnološkom smislu sačinjavaju međusobno povezani sistemi: **konzum-distributivni sistem-toplotni izvor**.

U okviru tačke „**B1**“ ovog elaborata opisana je struktura i dinamika izgradnje predviđenih **distributivnih sistema daljinskog grejanja Vrbasa i Kule,** na osnovu istražene strukture **konzumnih područja** i projekcija očekivane potrošnje toplotne energije po fazama priključenja budućih korisnika na izgradjene SDG ova dva naseljena mesta. Sa priključenjem perspektivnih korisnika na SDG, istovremeno proizilazi i obaveza da im se obezbedi snabevanje toplotnom energijom iz izgrađenih **toplotnih izvora**, što ukazuje da dinamika izgradnje toplotnih izvora treba u potpunosti da bude usglašena sa dinamikom izgradnje distributivnih sistema.

Na osnovu definisane dinamike izgradnje distributivnih sistema Vrbasa, potrebno je da se obezbede sledeći kapaciteti toplotnog izvora sa odgovarajućim parametrima energetskih postrojenja:

Tabela D2-1.1 **Kapaciteti toplotnog izvora Vrbasa**

Parametri ener. postr.		**F1-2015**	**F2-2020**	**F3-2025**	**F4-2035**
(1)		**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(5)**
Qinst	(kW)	**40.200**	**121.670**	**155.205**	**164.725**
Nmax	(kW)	**41.118**	**112.440**	**127.728**	**136.351**
Npro.	(kW)	**19.470**	**52.248**	**60.476**	**64.062**
QVrb	(MWh/god)	**32.417,4**	**86.647,7**	**100.700,7**	**107.499,1**

Tabela D2-2.1 **Parametri mreže na pragu toplotnog izvora (pumpnog postrojenja) Vrbasa, magistrala M1**

Faza izgrad.	**Duž. mreže** (m)	**Radni režim**	**Qum** (kWh/h)	**Qgm** (kWh/h)	**Gm** (t/h)	**ΔPiz** (bar)	**Vr** (min)
F1	**4.522,0**	**RR1**	**19.470**	**524**	**448,6**	**1,0**	**304**
		RR2	**41.118**	**918**	**904,8**	**2,5**	**150**
F4	**8.605,0**	**RR1**	**64.062**	**1.791**	**1.480,0**	**9,8**	**133**
		RR2	**136.351**	**3.143**	**2.982,0**	**25,5**	**66**

Na osnovu definisane dinamike izgradnje distributivnih sistema Kule, potrebno je da se obezbede sledeći kapaciteti toplotnog izvora sa odgovarajućim parametrima energetskih postrojenja:

Tabela D2-1.2 **Kapaciteti toplotnog izvora Kule**

Parametri ener. postr.	**F1-2015**	**F2-2020**	**F3-2025**	**F4-2035**
(1)	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(5)**
Qinst (kW)	**39.290**	**101.727**	**140.015**	**140.015**
Nmax (kW)	**41.207**	**95.533**	**117.007**	**117.007**
Npro. (kW)	**18.517**	**45.198**	**54.987**	**54.987**
QKule (MWh/god)	**30.635,3**	**71.024,0**	**86.988,6**	**86.988,6**

Tabela D2-2.2 **Parametri mreže na pragu toplotnog izvora (pumpnog postrojenja) Kule, magistrala M2**

Faza izgrad.	**Duž. mreže** (m)	**Radni režim**	**Qum** (kWh/h)	**Qgm** (kWh/h)	**Gm** (t/h)	**ΔPiz** (bar)	**Vr** (min)
F1	**7.786,0**	**RR1**	**18.517**	**1.095**	**472,4**	**1,5**	**363**
		RR2	**41.207**	**1.917**	**936,3**	**4,4**	**186**
F4	**8.189,3**	**RR1**	**55.005**	**2.112**	**1.291,0**	**6,3**	**124**
		RR2	**117.003**	**3.698**	**2.585,0**	**23,1**	**62**

Polazeći od predpostavke da će naseljena mesta Vrbas i Kula istovremeno pristupiti realizaciji projekata izgradnje sopstvenih sistema daljinskog grejanja, otvara se mogućnost da se pored izgradnje posebnih toplotnih izvora za svaki SDG ova dva mesta, sagleda i mogućnost izgradnje zajedničkog toplotnog izvora iz koga bi se snabdevala oba mesta. Ova predpostavka se temelji na sledećim povoljnostima koje pruža ovaj koncept TI:

- neposredna blizina oba naseljena mesta čije se industrijske zone direktno graniče;
- raspoloživa lokacija za smeštaj perspektivnog energetskog postrojenja sa odgovarajućim prostorom za skladištenje goriva;
- neposrena blizina saobraćajne infrastrukture (Veliki bački kanal, industrijski železnički kolosek, regionalni putni pravac I reda M-3) i
- neposredna blizina gasovoda, gradskog trafo postrojenja, vodovoda i kanalizacije i drugih infrastrukturnih sistema.

Pored navedenih investicionih troškovnih prednosti, ovaj koncept bi imao smanjene eksploatacione troškove zbog nižih troškova radne snage za opsluživanje i održavanje perspektivnog postrojenja, kao i drugih troškova u poslovanju. Imajući napred navedeno na umu, napravljena je objedinjena bilansna **Tabela D2-3** na osnovu koje bi se definisao koncept zajedničkog toplotnog izvora za oba naseljena mesta.

Tabela D2-3. **Kapaciteti zajedničkog toplotnog izvora Vrbasa i Kule**

Parametri ener. postr.		**F1-2015**	**F2-2020**	**F3-2025**	**F4-2035**
(1)		**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(5)**
Qinst	(kW)	**79.490**	**223.397**	**295.220**	**304.740**
Nmax	(kW)	**82.325**	**207.973**	**244.735**	**253.358**
Npro.	(kW)	**37.987**	**97.446**	**115.463**	**119.049**
Qug	(MWh/god)	**63.052,7**	**157.671,7**	**187.689,3**	**194.487,7**

Parametri mreža na pragu zajedničkog toplotnog izvora ostaju isti (videti Tabele D2.1 i D2.2) i predstavljaju osnovu za projektovanje nezavisnih pumpnih postrojenja za transport tople vode u primarnim mrežama **M1** i **M2**.

U tabelama kapaciteta TI označeno je sa: **Qinst**-instalisana snaga priključenih potrošača; **Nmax** maksimalno angažovana toplotna snaga TI; **Npro.**-prosečno angažovana toplotna snaga TI; **QVrbg**-godišnja (sezonska) potrošnja toplotne energije u Vrbasu; **QKulg**-godišnja (sezonska) potrošnja toplotne energije u Kuli; **Qug**-godišnja (sezonska) ukupna potrošnja toplotne energije oba grada.

U tabelama parametara mreže na pragu TI označeno je sa: **RR1**-radni režim postrojenja pri prosečnom opterećenju konzuma Npro; **RR2**-radni režim postrojenja pri maksimalnom opterećenju konzuma Nmax; **Qum**-ukupna potrošnja toplotne energije na priključenoj magistrali; **Qgm**-ukupni gubitci toplotne energije na priključenoj magistrali; **Gm**-maseni protoci u primarnoj mreži prema toplotnom opterećenju magistrale; **Δpiz**-hidraulički pad pritiska u magitralnoj mreži na pragu TI; **Vr**-vreme transporta do perifernih delova primarne mreže.

Na osnovu prethodnih sagledavanja, sprovedenih analiza i usvojenih **tehno-ekonomskih i ekoloških kriterijuma** za definisanje optimalnog koncepta snabdevanja toplotnom energijom, izgrađenih energetskih infrastrukturnih sistema i raspoloživost energetskih resursa, neobnovljivih i obnovljivih na teritoriji opština Vrbas i Kula, ocenjeno je kao optimalno rešenje, da se oba mesta snabdevaju iz zajedničkog toplotnog izvora.

U okviru zajedničkog toplotnog izvora, u **F1 izgradnje** treba izgraditi dve proizvodne jedinice kapaciteta **50,0** MWto, u **F2 izgradnje** jednu proizvodnu jedinicu kapaciteta **100,0** MWto i u **F3 izgradnje** još jednu proizvodnu jedinicu kapaciteta **100,0** MWto. Na osnovu izračunatih parametara, za svaku magistralnu mrežu, odnosno grad, u okviru zajedničkog TI treba izgraditi nezavisne pumpno-izmenjivačke stanice za transport toplotne energije do toplotnih podstanica u konzumnim zonama potrošnje.

E. OPIS PREDLOŽENOG KONCEPTA SNABDEVANAJA TOPLOTNOM ENERGIJOM SDG VRBASA I KULE SA DINAMIKOM FAZNE IZGRADNJE ENERGETSKIH POSTROJENJA

Na osnovu usvojenog koncepta optimalnog snabdevanja toplotnom energijom SDG Vrbasa i Kule sa industrjskim objektima, predmetni opis je izložen u okviru sledećih tačaka:

- **opis predloženog optimalnog koncepta snabdevanja SDG Vrbasa i Kule toplotnom energijom i**
- **dinamika fazne izgradnje energetskih postrojenja SDG Vrbasa i Kule.**

E1. Opis predloženog optimalnog koncepta snabdevanja SDG Vrbasa i Kule topotnom energijom

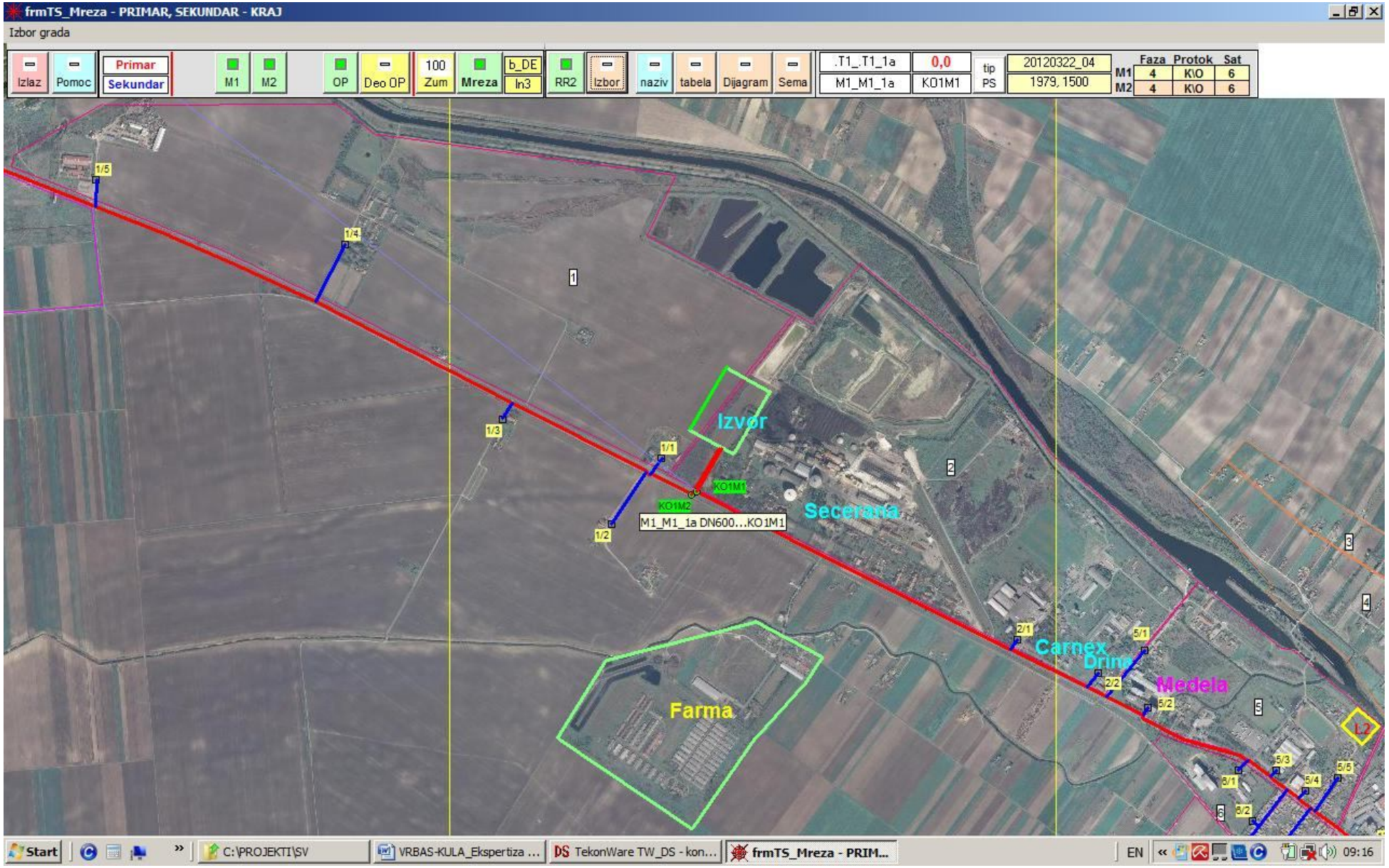
Na osnovu sagledanih svih relevantnih uticajnih faktora koji obezbeđuju optimalno snabdevanje toplotnom energijom građana i ostalih korisnika naseljenih mesta Vrbas i Kula, preko sistema daljinskog grejanja, predloženi koncept izgradnje zajedničkog toplotnog izvora baziran je na rang listi varijantnih idejnih rešenja energetskih postrojenja za proizvodnju toplotne i alternativno električne energije i izloženih prednosti koje pruža zajednički toplotni izvor na lokaciji graničnog podruručja ova dva naseljena mesta.

Predviđena lokacija perspektivnog toplotnog izvora pored industrijskog kompleksa šećerane „Bačka“ nalazi se u neposrednoj blizini saobraćajne infrastrukture (Veliki bački kanal, železnički industrijski kolosek, regionalni putni pravac autput-Vrbas-Kula-Sombor), regionalnog gasovoda, gradske trafo-stanice, gradskog vodovoda i budućeg kanalizacionog kolektora Kula-Vrbas. Predviđena lokacija, takođe ima povoljan položaj sa stanovišta zaštite životne sredine, pošto se nalazi na periferiji industrjske zone udaljena od nasljenog mesta preko 2 km (videti prilog **E1_01**).

U prvoj fazi izgradnje F1, potrebno je da se izgradi objekat novog toplotnog izvora sa dva proizvodna postrojenja kapaciteta po **50,0** MWto. Prema očekivanoj raspoloživosti biomase u F1 predlaže se izgradnja jednog kogeneracionog postrojenja tipa „A“ na biomasu kapaciteta 50,0 MWto (blok B1) i jednog kogeneracionog postrojenja tipa „C“ na prirodni gas kapaciteta 50,0 MWto (B2).

Blok **B1** bi pokrivao bazno opterećenje konzuma sa sezonskom proizvodnjom od **39.420,0** MWhto/god, a blok **B2** bi pokrivao ostatak od **23.633,0** MWhto/god. Za predviđenu proizvodnju toplotne energije u bloku **B1** potrošilo bi se **22.015,0** t/sez. biomase ukupne, vrednosti od **66,043** mil. din. U spojenom ciklusu proizvelo bi se **9,01** mil. kWhel/sez. električne energije po ceni od **13,0** din/kWhel u „fiding tarifi“, ukupne vrednosti **117,133** mil. din. **Ostvarena dobit** iz proizvedene električne energije kada se odbiju troškovi goriva iznosi **51,09** mil. din ili **486.571,4** EUR.

Za predviđenu proizvodnju toplotne energije u bloku **B2** od **23.633,0** MWhto/god. potrošilo bi se **5.729,0** Sm^3/sez. prirodnog gasa, ukupne vrednosti od **229,168** mil. din. U spojenom ciklusu proizvelo bi se **23,633** mil. kWhel/sez. električne energije po aktuelnoj ceni od **7,0** din/kWhel, ukupne vrednosti **117,133** mil. din. Iz razlike u nabavnoj ceni goriva i ostvarene dobit od proizvedene električne energije, dobija se vrednost troškovnog inputa goriva za proizvodnju potrebne toplotne energije od **56,385** mil. din ili **537.000,0** EUR.

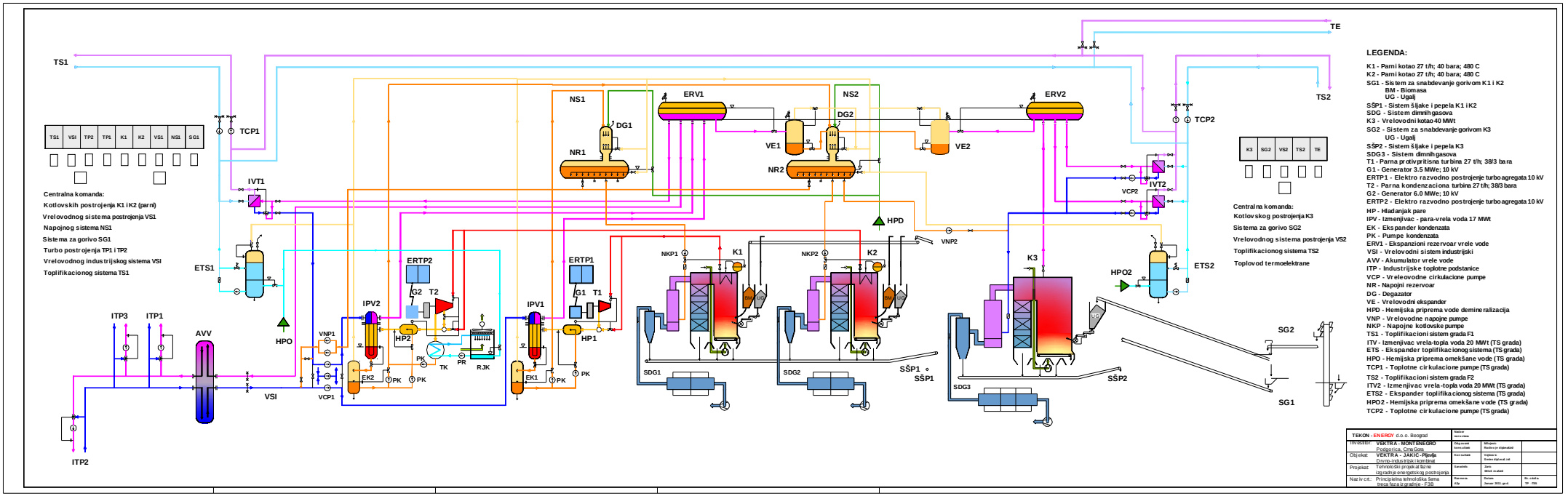


E1-01 Situacioni prikaz lokacije zajedničkog toplotnog izvora SDG Vrbasa i Kule

Ukupni troškovni bilans goriva oba proizvodna bloka za proizvodnju od **63.053,0** MWhto/sez. toplotne energije i **32,643** mil. kWhel/sez. električne energije iznosi **5.294.748,5** din/sez. ili **50.426,0** EUR. Jedinični troškovni input goriva iznosi **0,084** din/kWhto, ili **804,2** din/sez. za uprosečeno individualno domaćinstvo.

Napominjemo da prikazana proračunska tehno-ekonomska analiza baznog troškovnog inputa u proizvodnji toplotne nergije, okvirno ukazuje na mogućnosti koje stoje na raspolaganju u realizaciji ovog projekta. Detaljne bilansne analize ostala dva proizvodna bloka (**B3** i **B4**) od **100,0** MWto, moguće je uraditi tek nakon realnog sagledavanja svih bitnih faktora koji bi uticali na izbor njihovog tehnološkog koncepta.

Shodno izloženom u **Aneksu 1.** ovog elaborata priložen je primer utvrđivanja optimalnog koncepta fazne izgradnje nove **TO-TE** u Pljevljima na osnovu troškovnih elementa za proizvodnju toplotne i električne energije. U prilozina **E1_02** i **03** prikazana je tehnološka šema i situacioni prikaz energetskog bloka iz Idejnog projekta fazne izgradnje novog energetskog postrojenja za snabdevanje toplotnom i električnom energijom Drvno-industrijskog kompleksa **VEKTRA-JAKIĆ** i naseljenog mesta **Pljevlja**, konsultantske firme **TEKON-ENERGY** iz Beograda.



E1-02 Principijelna tehnološka šema energetskog postrojenja treća faza izgradnje varijanta F3B

E2. Dinamika fazne izgradnje energetskih postrojenja SDG Vrbasa Kule

Iz napred izloženog sagledavanja svih bitnih elemenata i sprovedenih analiza može se zaključiti da postoje realni tehno-ekonomski preduslovi za realizaciju ovog složenog infrastrukturnog projekta. Za sprovođenje ovog projekta pored aktivnog angažovanja svih odgovornih subjekata na nivou pokrajinske uprave i lokalne zajednice, **neophodno je da se obezbedi potpuna podrška i saglasnost građana, društvenih i privrednih subjekata kao budućih korisnika**.

Polazeći od tehnološke strukture SDG, čiji se kapaciteti grade na osnovu dugoročno planirane potrošnje konzumnih područja (vremenski horizont preko 20 godina) i njihovog prostornog obuhvata za obezbeđenje njihove dostupnosti svim potencijalnim korisnicima, dolazi do klasične povratne sprege na relaciji investicionog ulaganja i broja priključenih korisnika koji participiraju u njihovoj otplati. Ukoliko se u planiranim periodima na SDG ne priključi predviđeni broj korisnika-kupaca očekivana jedinična ulaganja na nivou domaćinstava se neće ostvariti što će direktno uticati na izvodljivost projekta.

Imajući navedeno na umu, kao prvi korak u pripremi realizacije ovog projekta treba započeti dobro osmišljenu kampanju u javnosti o svim pozitivnim efektima projekta koji utiču na budući održivi razvoj svih delatnosti u okviru lokalne zajednice, poboljšanje kvaliteta životne sredine i ukupnog standarda građana.

Drugi bitan preduslov za realizaciju projekta je formiranje multidisciplinarnog tima za upravljanje projektom, koji će prema utvrđenom dinamičkom planu koordinirati sprovođenje svih napred navedenih aktivnosti na:

a) **obezbeđenju odgovarajućih saglasnosti nadležnih subjekata pokrajinske uprave i lokalne zajednice za predloženi koncept izgradnje SDG Vrbasa i Kule;**
b) **pripremi odgovarajuće tehničke dokumentacije potrebne za izradu Studije opravdanosti izgradnje SDG;**
c) **obezbeđenju finansijskih sredstava za realizaciju projekta;**
d) **izradi potrebne projektne dokumentacije za izvođenje radova;**
e) **izradi i raspisivanju tendera za izbor izvođača radova;**
f) **formiranju JKP u izgradnji za proizvodnju i isporuku toplotne energije;**
g) **sprovođenju nadzora nad izgradnjom toplotnog izvora i distrbutivnih sistema;**
h) **obuci rukovaoca za upravljanje SDG i**
i) **ispitivanju i puštanju u eksploataciju izgrađenog SDG.**

Dinamički plan realizacije predviđenih aktivnosti i poslova treba bazirati prema napred definisanim fazama izgradnje.

ZAKLJUČAK

Odluka da se izradi predmetna inicijalna dokumentacija u cilju rešavanja postojeće ekološke i ekonomske problematike u snabdevanju naseljenih mesta Vrbas Kula toplotnom energijom za grejanje prostora, pokazala se kao potpuno opravdana, pošto su nakon sprovedenih istraživanja i analiza u okviru ovog razvojnog dokumenta otvorena sva bitna pitanja za definisanje savremenog koncepta sistema daljinskog grejanja grada sa industrijskom zonom. Nakon razmatranja i usvajanja, ova Ekspertiza za izgradnju toplotnog izvora i distrbutivnog sistema daljinskog grejanja naseljenog mesta Vrbasa i Kule pružiće solidnu analitičku podlogu za:

- **Izradu razvojnih i regulacionih planova SDG Vrbasa i Kule (kratkoročnih, srednjoročnih i dugoročnih);**
- **Izradu Generalnog projekta prve faze izgradnje distributivnih sistema i toplotnog izvora toplifikacionih sistema Vrbasa i Kule;**
- **Sprovođenje potrebnih aktivnosti za obezbeđenje odgovarajućih izvora finansiranja za planiranu faznu izgradnju SDG ova dva grada i**
- **Sprovođenje promotivnih aktivnosti u sredstvima javnog informisanja za priključenje što većeg broja korisnika na SDG.**

Odgovorni konsultanti: **Milojević Radivoje** dipl.maš.inž. i

Vojinović Sreten dipl.maš.inž.

EU disclaimer: This report has been produced with the assistance of the European Union. The contents of this report are the sole responsibility of CeSID, and can in no way be taken to reflect the views of the European Union.
EU obaveštenje: Stvaranje ovog izveštaja pomogla je Evropska unija. Sadržaj izveštaja je isključivo odgovornost CeSID-a i ne predstavlja stavove Evropske unije.

Aneks 1.

G. UTVRĐIVANJE OPTIMALNOG KONCEPTA FAZNE IZGRADNJE TO-TE NA OSNOVU TROŠKOVNIH ELEMENTA ZA PROIZVODNJU TOPLOTNE I ELEKTRIČNE ENERGIJE

Kao što je poznato operativne troškove za proizvodnju toplotne energije čine **varijabilni** i **jedinični fiksni** operativni troškovi, koji su između ostalog uslovljeni **obimom i dinamikom proizvedene energije**. U okviru opreativnih troškova su zastupljeni: **direktni proizvodni troškovi** (**gorivo**, električna energija, hemijski pripremljena voda i dr.), **troškovi zarada zaposlenih** i ostali troškovi (varijabilni nematerijalni trošak, fiksni nematerijalni trošak, finansijski trošak poslovanja, trošak poreza i doprinosa i **amortizacioni trošak**). U navedenoj strukturi troškova najznačajnije (preko 90 %) su zastupljeni **jedinični troškovni input za gorivo** i **jedinični amortizacioni-kapitalni trošak**, koji zavise neposredno od tipa postrojenja, dok na ostale troškove tip, odnosno projektni koncept energetskog postrojenja relativno malo ima uticaja, pa u ovoj analizi nisu zastupljeni.

Polazeći od napred sprovedenog istraživanja i definisanih varijantnih rešenja energetskog postrojenja po fazama izgradnje, **kao osnovni kriterijum za utvrđivanje optimalnog projektnog koncepta budućeg energetskog postrojenja** na lokaciji Drvno-industrijskog kompleksa VEKTRA-JAKIĆ, za snabdevanje toplotnom energijom industrijskog kompleksa i grada Pljevlja, izračunat je iznos (vrednost) troškovnih inputa za **potrošeno gorivo (Tg) i kapitalno ulaganje (Tk),** na nivou **isporučene (proizvedene) jedinice toplotne i električne energije (EUR/kWh)**.

Proračun navedenih parmetara za sva predložena varijantna rešenja sproveden je tabelarno i prikazan u nastavku teksta.

BILANSNA TABELA ENERGETSKOG POSTROJENJA VEKTRA-JAKIC

R. br.	Parametar	Oznaka	Jedinica	F0	F1	F2A	F3A	F2B	F3B	F2Bmax
(1`)	(2`)	(3`)	(4`)	(5`)	(6`)	(7`)	(8`)	(9`)	(10`)	(11`)
1	Instal. toplotna snaga - zima	Qi-z	MW							
2	Potrosnja toplote - zima	Qp-z	MWh/z							
3	Cas. potrosnja toplote - zima	Qhp-z	MW							
4	Instal. toplotna snaga - leto	Qi-l	MW							
5	Potrosnja toplote - leto	Qp-l	MWh/l							
6	Cas. potrosnja toplote - leto	Qhp-l	MW							

7	**Potrosnja toplote - god.**	**Qp-g**	**MWh/g**
8	Cas. potrosnja toplote - god.	Qhp-g	MW
9	Proizvedena el. energ-zima	E-z	MWh/z
10	Cas.Proizv. el. energ-zima	Eh-z	MW
11	Proizvedena el. energ-leto	E-l	MWh/l
12	Cas.Proizv. el. energ-leto	Eh-l	MW
13	Proizvedena el. energ-god.	E-g	MWh/g
14	Cas.Proizv. el. energ-god.	Eh-g	MW
15	Isporka energije potr. kompl.-god.	Qg+Eg	MWh/g
16	Produkcija kotla toplotna-zima	Qk-z	MWh/z
17	Cas. Produk. kotla toplotna-zima	Qhk-z	MW
18	Produkcija kotla toplotna-leto	Qk-z	MWh/l
19	Cas. Produk. kotla toplotna-leto	Qhk-z	MW
20	Produkcija kotla toplotna-god	Qk-g	MWh/g
21	Cas. produk. kotla toplotna-god.	Qhk-g	MW
22	Potrosnja topl. energ. goriva-god.	Qg-g	MWh/g
23	Donja toplotna moc uglja	Hd-ug	kWh/kg
24	Donja toplotna moc biomase	Hd-bm	kWh/kg

25	Raspoloziva biomasa-god	Bbm-g	t/g
26	Energetski potencijal biomase-god	Qbm-g	MWh/g
27	Energetski potencijal uglja-god	Qug-g	MWh/g
28	Potrosnja uglja-god	Bug-g	t/g
29	Donja toplotna moc ug+bm-mix	Hd-mix	kWh/kg
30	Potrosnja biomasa+ug. kotao-god.	Bgor-g	t/g
31	Cas.potrosnja topl+el en.-max	Qhen-max.	MW
32	Cas. produk. kotla toplotna-max.	Qhk-max	MW
33	Cas. potr. kotla topl. goriva-max.	Qhgk-max	MW
34	Cas. potr. biomase. u kotlu-max.	Bhbm-max	t/h
35	Cas. potr. uglja. u kotlu-max.	Bhug-max	t/h
36	Cas. potr. miks. u kotlu-max.	Bhmiks-mx	t/h
37	Cena biomase	Cbm	€/t
38	Trosak za biomasu-god	Tbm/g	€/g
39	Jedinicni trosak biomase	Tbm/kWh	€C/kWh
40	Cena uglja	Cug	€/t
41	Trosak za ugalj-god	Tug/g	€/g
42	Jedinicni trosak uglja	Tug/kWh	€C/kWh
43	Cena ug+bm-mix	C-mix	€/t

44	Trosak za gorivo ug+bm-god	Tug+bm/g	€/g
45	Jedinicni trosak miks uglja+biom.	Tmiks/kWh	€C/kWh
46	Budzetski nivo investicije	Ti	€
47	Otplata investicije-god	A-god	€/god
48	Jedinicni trosak investicije	Ti/kWh	€c/kWh
49	Cena isporucene elektricne energ.	Cel.en.	€/kWhel.
50	Prihod od proizvedene el. Energije	Pel-god	€/god
51	Kapitalni trosak investicije-god	Tka-god	€/god
52	Jedinicni kapitalni trosak	Tka/kWh	€c/kWh
53	Ukupni trosak Tg+Tka-god	Tu	€/god
54	Ukupni jedinicni trosak za toplotnu I elektricnu energiju	Tu/kWh to+el	€c/kWh
55	Ukupni jedinicni trosak za toplotnu energiju	Tu/kWh to	€/MWh
56	Ukupni jedinicni trosak za toplotnu energiju F2-F3		
57	Indeksirani jedinicni troskovni input	Tu/Tu_{indx}	%
58	Indeksiran jedinicni troskovni input zbirni za F2+FB	Tu/Tu_{indx}	%
59	Razlika Tuk u odnosu na Tuk_{indx}	$Tu-Tu_{indx}$	€/god
60	Razlika Tuk u odnosu na Tuk_{indx} zbirni za F2+FB	$Tu-Tu_{indx}$	€/god

Evidentno je da kogeneraciono postrojenje predviđeno u F1 izgradnje ima visoku isplativost i tokom perioda otplate investicionih ulaganja. Ostala varijantna rešenja u periodu otplate investicionog ulaganja imaju povećane troškove koji funkcionalno zavise od cene finansijkog kapitala i prodajne cene električne energije. Na osnovu sagledanih potreba u snabdevanju toplotnom energijom industrijskog kompleksa i raspoloživog resursa u biomasi, prema mišljenju autora ovog elaborata treba odmah pristupiti realizaciji izgradnje kogeneracionog postrojenja predviđenog u F1. U drugom koraku, nakon izgradnje prve faze izgradnje sistema daljinskog grejanja grada treba zameniti preostali vrelovodni kotao sa drugim kogeneracionim blokom predviđenim u drugoj fazi izgradnje, varijanta F2B. Za treću fazu izgradnje treba izvršiti ažuriranje ove analize prema aktuelnom stanju izgrađenosti sistema daljinskog grejanja i ostalih uticajnih faktora.

Odgovorni konsultant **Milojević Radivoje** dipl.maš.inž.