

ZBORNIK RADOVA

PROCEEDINGS

14. SKUP O PRIRODNOM PLINU, TOPLINI I VODI
14th NATURAL GAS, HEAT AND WATER CONFERENCE

7. MEĐUNARODNI SKUP O PRIRODNOM PLINU, TOPLINI I VODI
7th INTERNATIONAL NATURAL GAS, HEAT AND WATER CONFERENCE

HEP-Group
HEP-Plin Ltd.
HR-31000 Osijek, Cara Hadrijana 7

J. J. Strossmayer University of Osijek
Mechanical Engineering Faculty in Slavonski Brod
HR-35000 Slavonski Brod, Trg I. B. Mažuranić 2

University of Pécs
Faculty of Engineering and Information Technology
H-7624 Pécs, Boszorkány u. 2



Suorganizatori
Co-organizers



Uz potporu
Supported by
Ministarstvo znanosti, obrazovanja i sporta Republike Hrvatske
Ministry of Science, Education and Sports of the Republic of Croatia

Osijek, 28.- 30.09.2016.



PLIN 2016

ZBRONIK RADOVA 7. MEĐUNARODNOG SKUPA O PRIRODNOM PLINU, TOPLINI I VODI

PROCEEDINGS OF 7th INTERNATIONAL NATURAL GAS, HEAT AND WATER CONFERENCE

Izdavač / Publisher: Strojarški fakultet u Slavonskom Brodu

Email: plin@sfsb.hr

URL: <http://konferencija-plin.sfsb.hr>

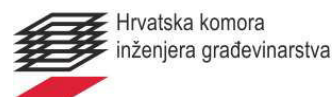
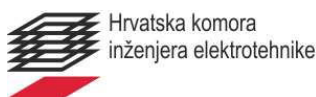
Urednici / Editors:

Pero RAOS, glavni urednik
Tomislav GALETA
Dražan KOZAK
Marija RAOS
Josip STOJŠIĆ
Zlatko TONKOVIĆ

PLIN 2016 Organizacijski odbor / PLIN 2016 Organization committee:

Marija RAOS, Hrvatska, predsjednica organizacijskog odbora
Tomislav GALETA, Hrvatska
Miroslav DUSPARA, Hrvatska
Renata ĐEKIĆ, Hrvatska
Nada FLANJAK, Hrvatska
Ismeta HASANBEGOVIĆ, BiH
Miroslav MAZUREK, Hrvatska
Ana RADONIĆ, Hrvatska
Pero RAOS, Hrvatska
Josip STOJŠIĆ, Hrvatska
Zlatko TONKOVIĆ, Hrvatska

Strukovna potpora / Professional support:





Sponzori / Sponsors



PLIN 2016 Počasni odbor / PLIN 2016 Honor committee:

Ivan SAMARDŽIĆ, predsjednik, Hrvatska
Bálint BACHMANN, Mađarska
Zvonko ERCEGOVAC, Hrvatska
Perica JUKIĆ, Hrvatska
Tomislav JUREKOVIĆ, Hrvatska
Damir PEĆUŠAK, Hrvatska
Božo UDOVIČIĆ, Hrvatska

PLIN 2016 Znanstveni odbor / PLIN 2016 Scientific committee:

Dražan KOZAK, predsjednik, Hrvatska
Antun STOIĆ zamjenik pred., Hrvatska
Darko BAJIĆ, Crna Gora
Károly BÉLINA, Mađarska
Ivan BOŠNJAK, Hrvatska
Aida BUČO-SMAJIĆ, BiH
Zlatan CAR, Hrvatska
Robert ČEP, Češka
Majda ČOHODAR, BiH
Ejub DŽAFEROVIĆ, BiH
Tomislav GALETA, Hrvatska
Antun GALOVIĆ, Hrvatska
Nenad GUBELJAK, Slovenija
Sergej HLOCH, Slovačka
Nedim HODŽIĆ, BiH
Željko IVANDIĆ, Hrvatska
Željka JURKOVIĆ, Hrvatska
Ivica KLADARIĆ, Hrvatska
Milan KLJAJIN, Hrvatska
Janez KOPAČ, Slovenija
Grzegors KROLCZYK, Poljska
Stanislaw LEGUTKO, Poljska
Leon MAGLIĆ, Hrvatska
Damir MILJAČKI, Hrvatska
Ferenc ORBÁN, Mađarska
Branimir PAVKOVIĆ, Hrvatska
Denis PELIN, Hrvatska
Miroslav PLANČAK, Srbija
Marijan RAJSMAN, Hrvatska
Marko RAKIN, Srbija
Miomir RAOS, Srbija
Pero RAOS, Hrvatska
Alessandro RUGGIERO, Italija
Aleksandar SEDMAK, Srbija
Marinko STOJKOV, Hrvatska
Igor SUTLOVIĆ, Hrvatska
Tomislav ŠARIĆ, Hrvatska
Mladen ŠERCER, Hrvatska
Damir ŠLJIVAC, Hrvatska

Vedran ŠPEHAR, Hrvatska
Zlatko TONKOVIĆ, Hrvatska
Zdravko VIRAG, Hrvatska
Nikola VIŠTICA, Hrvatska
Jurica VRDOLJAK, Hrvatska
Marija ŽIVIĆ, Hrvatska



Sadržaj

APLIKATIVNI SUSTAV ZA UPRAVLJANJE PRIRODNIM PLINOM UNUTAR HEP GRUPE	1
P. Franković, P. Čulina, H. Čevapović, D. Zvonarić, Z. Frlan, G. Krstičević, L. Kolembus	
REKONSTRUKCIJA KUĆIŠTA TROKRAKE KUGLASTE SLAVINE	16
B. Hrsak, A. Čikić, E. Kozić	
DIJAGNOZA KVARA U DISTRIBUTIVNOJ MREŽI POMOĆU UZROČNOG STABLA.....	26
S. Kaluđer	
UTISKIVANJE BIOGASA U GASNU MREŽU / AKTIVNOSTI DVGW U PODRUČJU BIOGASA	36
A. Bučo-Smajić	
DVGW TSM SISTEM UPRAVLJANJA TEHNIČKOM SIGURNOŠĆU ISKUSTVO KJKP SARAJEVOGAS	44
A. Bučo-Smajić, N. Glamoč	
SIGURNA OPSKRBA ENERGIJOM	53
S. Franjić	
PLINSKO-TURBINSKA ELEKTRANA OSIJEK U SUSTAVU HEP D.D.....	59
H. Glavaš, I. Petrović, M. Ivanović	
TEHNOLOGIJA BUŠENJA TLA U CILJU KORIŠTENJA GEOTERMALNE ENERGIJE.....	71
M. Duspara, D. Matjačić, D. Marić, M. Stoić, A. Pranić, I. Samardžić, A. Stoić	
SIMULACIJA BRZOG PRAŽNENJA PLINSKE BOCE	86
Z. Virag, A. Galović, M. Živić	
ANALIZA EKONOMSKE ISPLATIVOSTI HEP OSIJEK 1 FN ELEKTRANE OD 30 kWp.....	94
M. Opačak	
RAZVOJ PLINOFIKACIJE NA DISTRIBUTIVNOM PODRUČJU TVRTKE BROD-PLIN D.O.O. SLAVONSKI BROD	106
D. Bukvić, M. Stojkov, K. Hornung, A. Čikić, Z. Živić	
PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA TEKSTILNE INDUSTRIJE UPORABOM FILTRA OD KATIONIZIRANE CELULOZE.....	121
A. Tarbuk, B. Vojnović, A. Sutlović	
RFID U INDUSTRIJI NAFTE I PLINA.....	127
M. Čičak, G. Zeba	
ANALIZA RADA NADNAPONSKE ZAŠTITE U POLJU KOMPENZACIJE NA DISTRIBUCIJSKOM PODRUČJU ELEKTROSLAVONIJE	137
S. Kaluđer	
VRSTE NEURONSKIH MREŽA ZA DIJAGNOZU KVARA U ELEKTROENERGETSKOM SUSTAVU.....	146
S. Kaluđer	



POLOŽAJ REPUBLIKE HRVATSKE U OKVIRU FLEKSIBILNIH MEHANIZAMA KYOTO PROTOKOLA	156
D. Tumara, I. Sutlović, P. Raos	
SKRIPTA NAČIN RADA DC IZVORA FOTONAPONSKOG EMULATORA	166
D. Pelin, M. Opačak	
RAZVOJ PLINOFIKACIJE U VUKOVARSKO-SRIJEMSKOJ ŽUPANIJI	177
M. Ivanović, K. Hornung	
FRICITION IN METAL FORMING – THE COEFFICIENT OF FRICTION μ AND THE FACTOR OF FRICTION m	189
B. Grizelj, B. Bandić	
PRIMJENA CIRKULARNE EKONOMIJE	199
To. Grizelj, J. Hrnjica Bajramović, Ti. Grizelj	
EKOLOŠKI, ENERGETSKI I EKONOMSKI ASPEKTI U TRETMANU MULJA KAO OBNOVLJIVI IZVOR ENERGIJE	205
J. Hrnjica Bajramović, To. Grizelj, Te. Grizelj	
ENERGETSKA UČINKOVITOST U RADU RECIRKULACIJSKIH FONTANA	215
Ti. Grizelj, To. Grizelj, Te. Grizelj, H. Šahinović	
UTJECAJ KLIME, SUNČEVOG ZRAČENJA I EKONOMSKE SITUACIJE NA POTROŠNJU PRIRODNOG PLINA	223
K. Hornung, M. Stojkov, M. Hornung, A. Čikić	
40 GODINA HEP-PLINA D.O.O. OSIJEK	232
Z. Tonković, M. Ivanović	
MOGUĆNOSTI PRIMJENE SUVREMENIH STRATEGIJA ODRŽAVANJA ZA SLOŽENE TEHNIČKE SUSTAVE	243
D. Vidaković, H. Glavaš, K. Pavelić	
UTJECAJ SPREMNIKA TOPLINE NA UČINKOVITOST I EKONOMIČNOST TOPLIFIKACIJSKOG SUSTAVA NISKOAKUMULATIVNIH OBJEKATA	254
A. Čikić, M. Stojkov, Z. Janković, R. Končić	
KOROZIJSKA POSTOJANOST KOMPENZATORA U CJEVOVODU	264
S. Aračić, T. Šolić, I. Tomljenović	
ORGANIZACIJA VISOKO-DISTRIBUIRANE DBMS BAZE PODATAKA OPERATORA PLINSKOG SUSTAVA U CLOUD OKRUŽENJU I INTEGRACIJA U SUSTAV KOMPANIJA ENERGETSKOG SEKTORA	273
J. Dizdarević	
PARTICIONIRANJE TRANSAKCIJSKE DBMS CLOUD BAZE PODATAKA OPERATORA PLINSKOG SUSTAVA KORIŠTENJEM NAPREDNIH TEHNIKA I ALGORITAMA	284
J. Dizdarević	



Plinsko-turbinska elektrana Osijek u sustavu HEP d.d. Osijek Gas turbine power plant in the system of HEP d.d.

H. Glavaš^{1,3}, *, I. Petrović², M. Ivanović³

¹ Fakultet elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija Osijek, Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku, Osijek, Hrvatska

² HOPS Osijek, Osijek, Hrvatska

³ Panon institut za strateške studije, Osijek, Hrvatska

*Autor za korespondenciju. E-mail: hrvoje.glavas@etfos.hr

Sažetak

Nakon otkrića plinskog polja Bokšić Lug (1973. godine) u proces plinifikacije regije uključila se "Elektroslavonija" Osijek izgradnjom Plinsko-turbinske elektrane Osijek (2 x 25 MW). PTE Osijek je izgrađena tijekom 1975. godine, a nakon probnog pogona puštena je u rad 13. veljače 1976. godine. U radu se daje povijesni pregled za Plinsko-turbinsku elektranu Osijek; prikazuje se izgradnja PTE Osijek, njena tehnološka struktura i dogradnje te proizvodnje električne energije tijekom 40 godina.

Abstract

After the discovery of the gas field Bokšić Lug (1973) at Eastern Slavonia in the process of gasification of the region the "Elektroslavonija" Osijek Ltd also was including with construction of gas turbine power plant (2 x 25 MW) in Osijek. Power plant was built during 1975, and after the trial run was put into operation on February 13, 1976. The paper provides a historical overview of the gas turbine power plant in Osijek; shows its construction, technological upgrading and electricity production over 40 years.

Ključne riječi: Elektroslavonija, Osijek, plinifikacija Slavonije, plinsko turbinska elektrana, proizvodnja električne energije

1. Plinsko-turbinska elektrana Osijek

Plinsko-turbinska elektrana Osijek (2x25 MW) je prvi proizvodni elektroenergetski objekt u elektroenergetskom sustavu RH na području slavonsko-baranjske regije.

1.1. Inicijative i razlozi za izgradnju

Za izgradnju Plinsko-turbinske elektrane Osijek (PTE) važna su dva događaja s početka 70-tih godina XX. stoljeća:

- a) Otkriće plinskog polja Bokšić Lug 1973. godine [5] [6]
- b) Elektroenergetska kriza u kojoj se našla SR Hrvatska krajem 1973.godine



- Bokšić Lug je naselje koje pripada općini Đurđenovac, nedaleko Našica u Osječko-baranjskoj županiji. Po popisu stanovništva iz 2011. godine broji 262 stanovnika [11]

- INA-„Naftaplin“ je - na temelju ankete industrijskih potrošača - izradila studiju "Problematika plinifikacije i istraživanje tržišta prirodnog plina na području slavonsko-baranjske makroregije" (I. i II. dio). Ova je studija pokazala da je najveća potrošnja supstituabilne energije u gradovima, sjedištima tadašnjih općina, a među njima posebice su se isticali Osijek i Valpovo s Bilišćem, što je i odredilo smjerove gradnje prvih dionica magistralnih plinovoda. INA-„Naftaplin“ je studiju dostavila Privrednoj komori Slavonije i Baranje u Osijeku na razmatranje (i provedbu). No, zbog nedovoljne pripremljenosti potencijalnih potrošača na području regije za prihvata plina (vrijeme za izradu projekata i nabavu te izgradnju plinskih postrojenja kao i financijski problemi) ovaj se projekt u Slavoniji nije mogao brzo realizirati, [7].



Slika 1. Geografski položaj Bokšić Luga u RH [11]

Elektroenergetska kriza u kojoj se našla SR Hrvatska krajem 1973.godine dovela je do temeljitog sagledavanja prilika u elektroenergetskom sustavu SRH za period do 1977. godine te je Sabor SRH - kao hitno i prioritarno rješenje značajnih manjkova električne energije (kad u elektroenergetskim sistemima drugih republika nema viškova el. energije) donio odluku da se hitno izgrade četiri plinsko-turbinske elektrane (rok izgradnje 12 - 18 mjeseci). Tako je izvršen rebalans investicija za razdoblje 1971-1975. godine, a najbrže su završeni projekti za PTE Jertovec (70 MW) i PTE Osijek (2 x 25 MW), [7], [10].

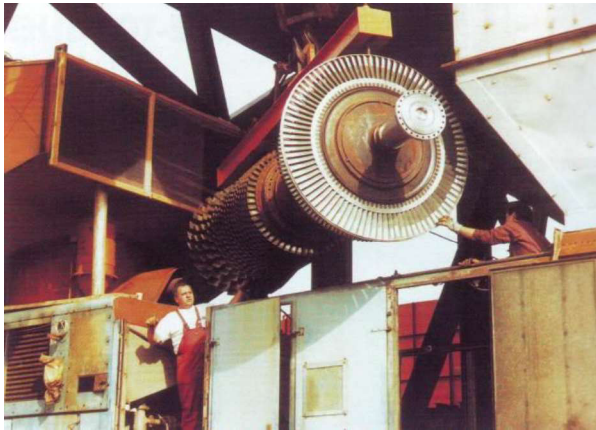
Tih se događaja prisjeća i Vladimir Tomić, dipl. ing., tada generalni direktor „Elektroslavonije“; „*Investicijski program trebalo je napraviti u veoma kratkom roku, pa su ga izradili inženjeri iz „Elektroslavonije“ i to za snagu 2 x 25 MW. Zahvaljujući našoj brzini u Republički program ušla je plinska termoelektrana Osijek te smo pristupili realizaciji projekta. Nakon saborske odluke INA je pristupila izgradnji magistralnog plinovoda Beničanci–Osijek. Plinsku elektranu smo locirali na istočnom dijelu grada Osijeka tako da je plinovod prošao duž cijelog grada, što je kasnije omogućilo direktan priključak gradskih redukcijских stanica, uz minimalne troškove priključnih plinovoda. Moram napomenuti da plinska elektrana može osim plina koristiti i ekstra lako lož ulje, za što je izgrađen poseban rezervoar. Mislim da je još jedan podatak zanimljiv za čitatelja; pri izgradnji Plinske termoelektrane Osijek na jednu*

turbinu smo postavili kotao na otpadnu toplinu (oko 500 °C) iz kojeg smo dopunski snabdijevali gradsku toplinsku mrežu, a uz minimalne troškove za toplinarstvo.“, [7]. Izgradnja PTE Osijek započinje u XII mjesecu 1974., slika 2, 3 i 4.



Slika 2.,3. i 4. Izgradnja PTE izvor [12] ,
 Faksimil napisa o PTE u listu „Elektroslavonija“ 1974. [1]

PTE je 12. II. 1976. godine - nakon uspješnog probnog roka - puštena u rad u okviru jugoslavenskog elektroenergetskog sustava. Ukupna ulaganja u izgradnju PTE — Osijek iznosila su 430 milijuna dinara. Na taj je način slavonska regija dobila prvi značajni elektroenergetski proizvodni objekt i izvor električne energije, s obzirom da je do tog razdoblja imala samo industrijske energane (Kombinat Borovo, SOUR „Đuro Đaković“, DI „Slavonija“, Kombinat Belišće i DIK Đurđenovac) koje nisu bile uključene u elektroenergetsku bilancu Hrvatske jer su proizvodile samo za potrebe vlastitih poduzeća, [5]. Projekt PTE potpisuje " Elektroprojekt" Zagreb, savjetodavnu podršku pružio je Institut za elektroprivredu – Zagreb, a radove su izveli "Tehnogradnja" Zagreb i "Đuro Đaković"-Slavonski Brod, [12].



Dovršena izgradnja PTE Osijek

Obavljenim tehničkim pregledom i nakon toga otklanjanjem uočenih nedostataka, PTE Osijek će se pustiti u redovnu proizvodnju

Ako PROMATRAMO VELIČINE OD POČETKA IZGRADNJE PLINSKO-TURBINSKE ELEKTRANE U OSIJEKU OD 27. XII 1974. GODINE, PA PUSTANJA U PROBNI RAD 12. II 1976. GODINE I PUSTANJE U REDOVNU PROIZVODNJU PREMA PREDVIĐANJIMA I TOKU OPOSREDOVANJA MJEŠTICA O. G., ONDA SLOBODNO MOŽEMO REČI, DA JE OVAJ VELIKI ZAHVAT IZ MALO PREKORACENJE PREDVIĐENOG VREMENA ZA IZGRADNJU USPIJESNO ZAVRŠEN.

Tako još danas graditelji ovog od montažne i radničke, koji obavljaju poslove montaže toplinskog dijela postrojenja, nisu smele se slobodno konstatirati, da su radovi na električnom dijelu postrojenja potpuno dovršeni i spremni za obavljanje tehničkog pregleda, koji je obavljen u drugoj polovini ovoga mjeseca.

U razgovoru s Marjanom Bakircićem, čelnim inženjerskim radnikom Plinske elektrane i Robertson Mandićem, direktorom jedinice od stručnjaka Elektroslavonije, koji rukovode izgradnjom ovog velikog objekta, činilo nam je, da je vrijeme probnog rada povučeno zadržati u najboljem redu, za otklanjanje uočenih nedostataka u radu. Prema njihovim riječima, električni dio objekta, u koji su uključena različitih vrsta postrojenja, su dovršeni, i provodnja su podvili na sveobuhvatnu kontrolu i potpunu dovršeno protipodarme zaštite.

Od početka probnog rada, električna energija je proizvodena sa plinom kao pogonskim gorivom, kojega je u istom mjesecu bila dovoljno, radi male potrošnje ovog energijskog goriva od strane centrala postrojenja. Međutim, zbog nedovoljne količine plina u zimskim mjesecima, sigurno je da će osnovna pogonska goriva biti elektra tako sile, da mogu sa zadovoljstvom PTE isporučiti tri puta veći

Izgrađeno postrojenje PTE Osijek

Uskoro probni pogon PTE Osij

Ukoliko u Republičkom sekretarijatu za Izdavanje građevinskih dozvola bude razumijevanja, dozvolu za početak probnog pogona mogli bi dobiti do 20. siječnja

DA BI PLINSKI AGRIGATI BILI SPREMI ZA PROIZVODNJI ELEKTRIČNE ENERGIJE POTREBNO JE DA SU OSIM NJIH ZAVRŠENA I SUZNA POMOCNA POSTROJENJA. STANJE RADOVA I PROBLEMI VEZANI SU ZA POSTROJENJA SU SLJEDECI:

PLINSKO TURBINSKI TIGRIGATI

Montaža i ispitivanja su završena. Za primjena plinovitog goriva na različe se kontinuirano je provedena ista proba na plinastim instalacijama. Ista je provedena 16. II. o. e. za prisustvo sudjeluju ispitivati i time smatramo, da su zadovoljeni uvjeti za primjena osnovnog plina kao goriva.

INSTALACIJE ZA PLINOVITO GORIVO

Plinovod od Bakit Luga je završen i 13. XII je izvršena tlačna proba i time ispitivanje su obavljeno.

Montaža redukcijske stanice je u toku i prema stanju radova realno je za očekivati, da će sile biti nalikanje do kraja godine spreman za primjena.

Plinovod između redukcijske stanice i turbine je položen i ispitivan. Za nedostatak dio između filtera za sile, bez kojih se može ići u probni pogon, su ostala ostalo je primjena i treba obaviti samo građevinske formalnosti da se ista može primjeniti na gradnju. Do kraja godine moguće je izvršiti sve radove.

INSTALACIJE TEKUĆEG GORIVA

Instalacije za isparavanje mlijekovite stanice i cijevovima na području usklađivanja goriva su u završnoj fazi. Razvojni su montirani i spremni za ispitivanje i antikorozivnu zaštitu. Međutim, zbog nedostatka razlika, dodatnih oprema za određene dijelove, protokom radova, daljnji radovi su obustavljeni i očekuje se dostavu dodatne opreme. Kao i u neobavljeno došlo vremenski period nepovoljan za probu parjenja vodosa, a naročito za izvršbu antikorozivne zaštite do daljinske ne treba očekivati mogućnost primjene tekućeg goriva.

Eventualni rad s autocisternama bi dio u obit samo za probu rada turbine sa EL uljem, ali zbog osnovni uvjeti tokom rada ne namjerava se ići u izvršbu.

ELEKTRIČNA POSTROJENJA

Električna postrojenja potrebna za sprovođenje električne energije su u završnoj fazi.

Bavreći se ovim tokom transformatora snage 2x28 MVA, koji stoje tri i još nekoliko namontirani na gradnju. Nalaze se u dobrom stanju. Završena je garancija od Komunalne banke koja će biti dobivena nakon sastanka Izvršne odbora. Površina o osiguranju sredstvima od SDR, se i polovno završeno za dobivanje sredstava do kraja, IV – faza izgradnje.

Ukoliko u nadležnom Republičkom sekretarijatu za izdavanje građevinskih dozvola i prikupljene. Završena je garancija od Komunalne banke koja će biti dobivena nakon sastanka Izvršne odbora. Površina o osiguranju sredstvima od SDR, se i polovno završeno za dobivanje sredstava do kraja, IV – faza izgradnje.

Ukoliko u nadležnom Republičkom sekretarijatu za izdavanje građevinskih dozvola i prikupljene. Završena je garancija od Komunalne banke koja će biti dobivena nakon sastanka Izvršne odbora. Površina o osiguranju sredstvima od SDR, se i polovno završeno za dobivanje sredstava do kraja, IV – faza izgradnje.

Zaključno se može konstatirati da izvršenje navedenih isporuka i radova te



Slika 5., 6. i 7. Plinska turbina, [12];
 Faksimil napisa o PTE u listu „Elektroslavonija“ 1975. [1]

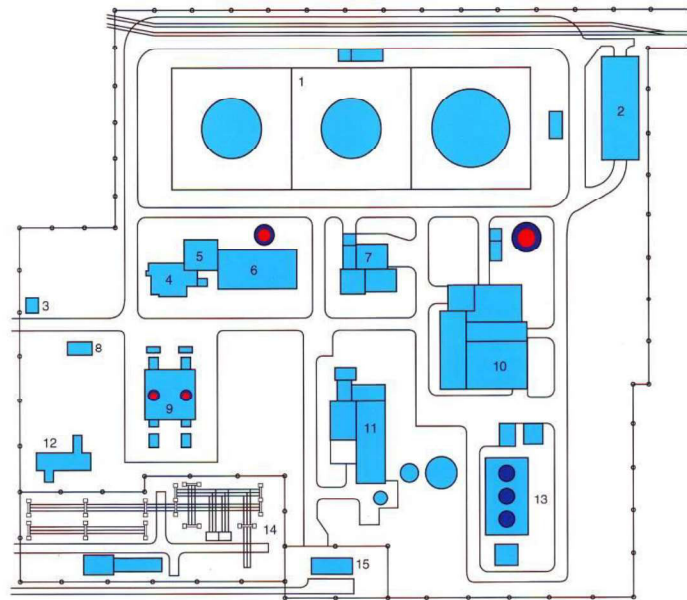
Smještaj elektrane na prostoru Zelenog polja obuhvaća površinu od 125.822 m², a vidljiv je na slici 8.



Slika 8. Kompleks TE-TO Osijek, Izvor: [12]



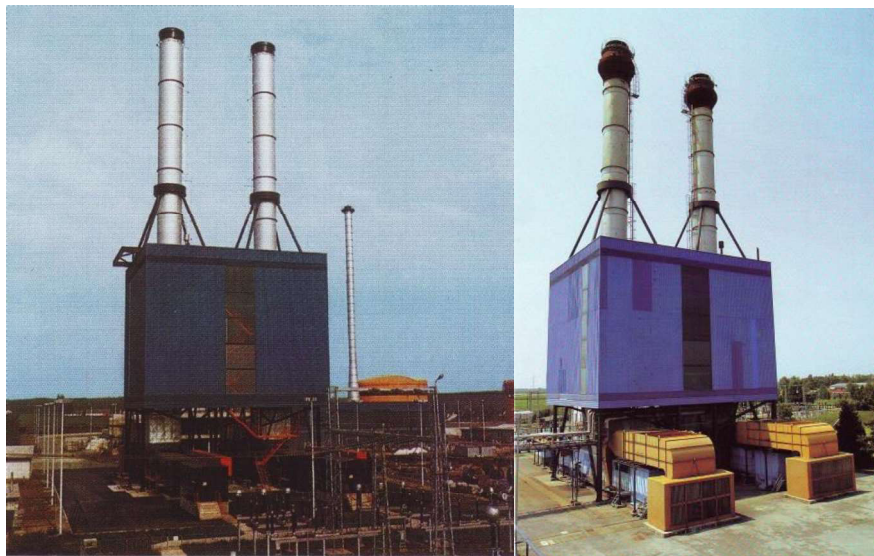
Područje na kojem se nalazi PTE sadrži više objekata kompleksa TE-TO Osijek. Na slici 9. numerirane su svi elementi toplane: 1 – gospodarstvo tekućih goriva, 2- skladište, 3- vratarnica, 4- društvene prostorije – radionica, 5- termička priprema vode, 6- steamblock kotlovnica, 7- strojarska radionica, 8- zgrada za vanjske izvođače, 9- PTE, 10- TE-TO glavni pogonski objekt 45 MW, 11- kemijska priprema vode, 12- sklonište, 13- rashladni tornjevi, 14- visokonaponsko postrojenje i 15- plinsko redukcijaska stanica.



Slika 9. Smještaj PTE na prostoru kompleksa TE-TO Osijek, Izvor: [12]

1.2. Tehničke karakteristike PTE

Osnovne tehničke karakteristike PTE prikazane na slici 10, najbolje opisuju tablica 1.

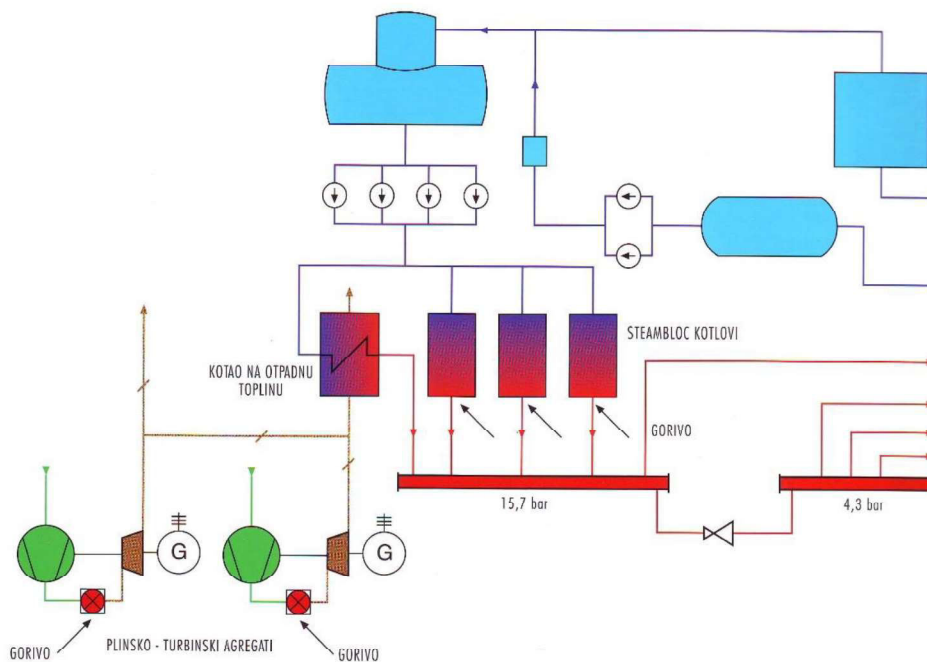


Slika 10. Plinsko-turbinska elektrana Osijek

Tablica 1. Osnovne tehničke karakteristike PTE, [12]

Plinska turbina	Proizvođač	AEG Kanis, Njemačka
	Nazivna snaga	pri 15°C 2x24 MW (vršna 2x25,6 MW)
	Broj okretaja	5100 min ⁻¹
	Vrsta goriva	Zemni plin /ekstra lako loživo ulje
Generator	Proizvođač	KONČAR Zagreb
	Nazivna snaga	2x25,6 MWe (2x32 MVA)
	Broj okretaja	3000 min ⁻¹
	Nazivni napon	10,5 kV
	Faktor snage	0,8
Transformator	Proizvođač	Volta Werke, Njemačka
	Nazivna snaga	28 MVA
	Prijenosni omjer	10,5/110 kV
Kotao na otpadnu toplinu	Proizvođač	Steinmüller, SR Njemačka
	Tip kotla	Prisilna optočna cirkulacija "LA MONT"
	Učin	56 t/h
	Parametri pare	19 bar/ 250 °C
	Parametri napojne vode	30 bar/125 °C

Blok prikaz toplinske sheme PTE opisan je na slici 11.

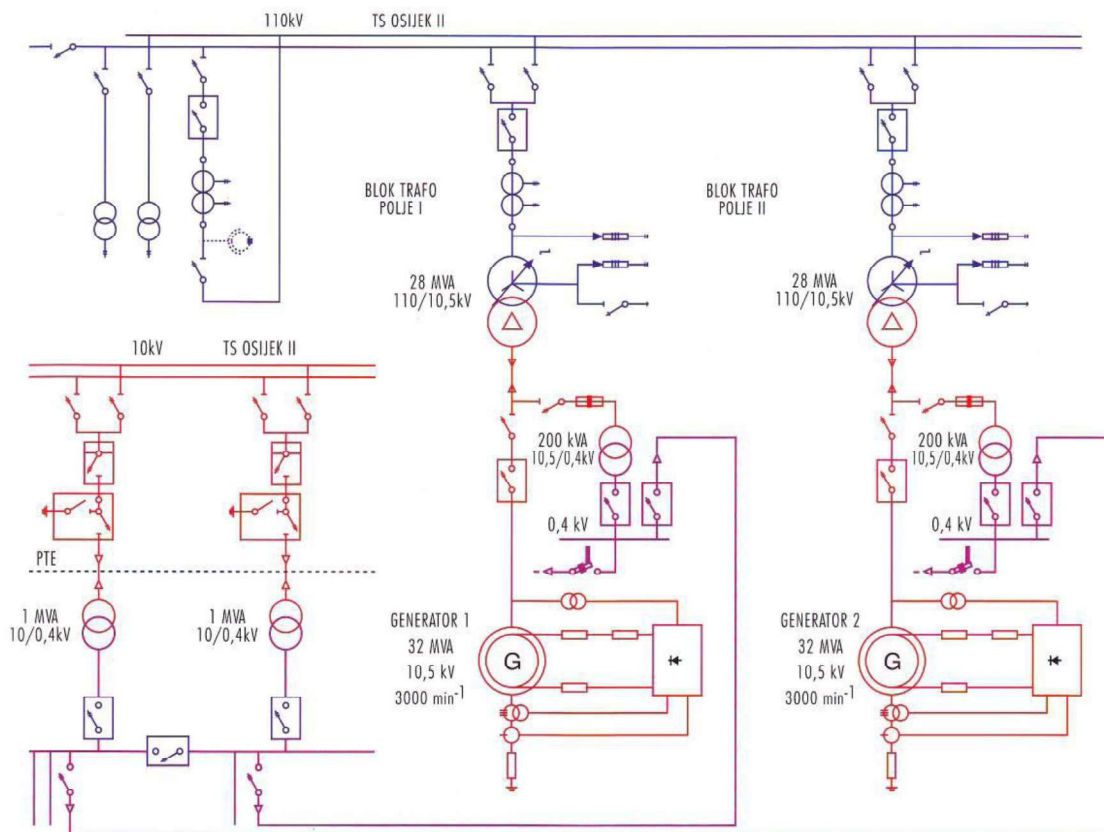


Slika 11. Toplinska shema plinsko-turbinska elektrana Osijek, Izvor: [12]

Bitno je napomenuti da je kotao na otpadnu toplinu naknadno ugrađen na agregat PTA-1 i nije bio predviđen u konstrukcijskom projektu PTE iz 1974. godine. Kotao na otpadnu toplinu (KNOT) iskorištava visoku temperaturu izlaznih plinova za proizvodnju pare. Temperatura



dimnih plinova ispred kotla je oko 480°C, a iza oko 180°C. Brzina vrtnje turbine je 5120 min⁻¹. Temperatura pred prvim stupnjem turbine je 943°C. Tehnički minimum 1 MW. Dimovodi turbina su spojeni, te je rad kotla moguć i uz rad PTA-2 (ali ne istovremeno oba agregata), [13]. Svaka turbina ima svoj ispust, a visina ispusta iznosi 60 m. Jednopolna električna shema prikazana je na slici 12.

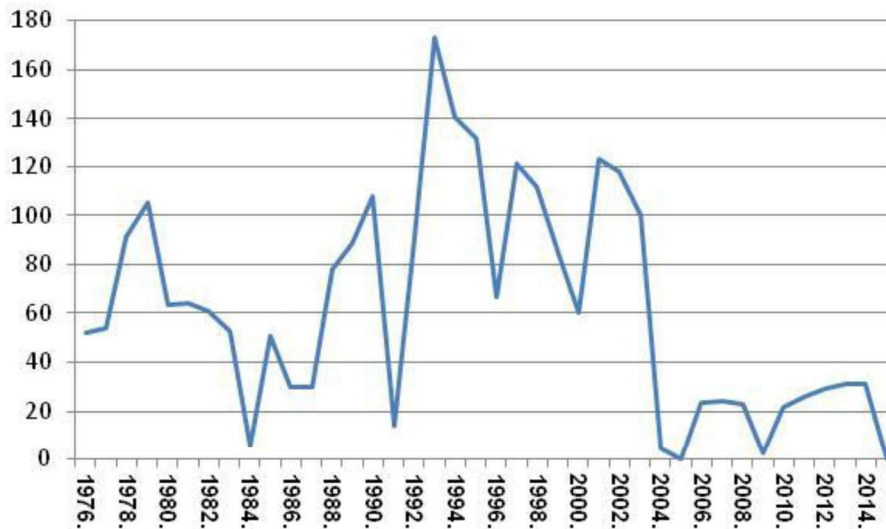


Slika 12. Jednopolna električna shema Plinsko-turbinske elektrane Osijek, Izvor: [12]

PTE za rad koristi isključivo prirodni plin preko mjerno-redukcijske stanice (MRS) s tlakom 17 bara te je neophodna redukcija na 12 bar pred sapnicama. Potrošnja plina pri nazivnoj snazi je oko 9500 m³/h. Kada bi se kao gorivo koristilo ekstra lako ulje bilo bi potrebno izvršiti dopremu goriva pumpama iz skladišta pod tlakom 4 bar pri čemu bi potrošnja pri nazivnoj snazi iznosila 7500 kg/h, [13].

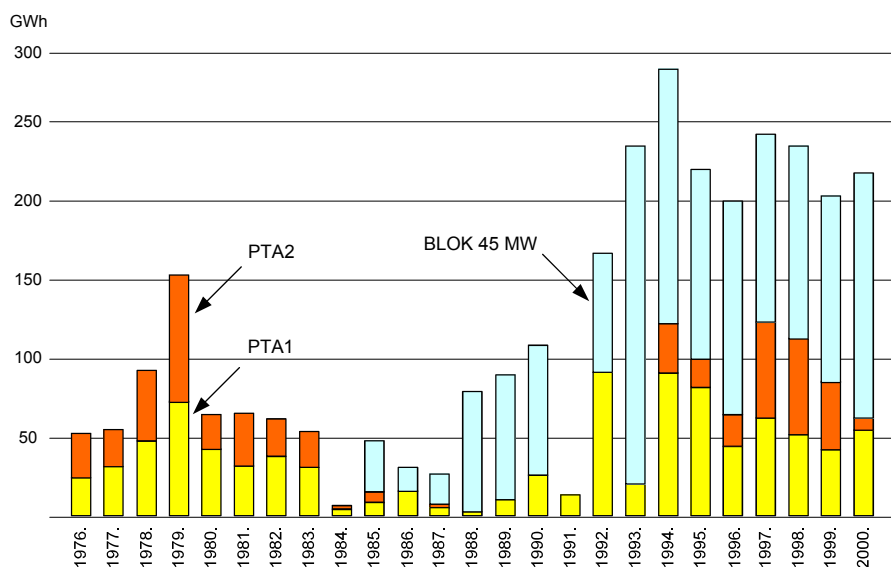
2. Proizvodnja električne energije u PTE Osijek

Već po svojoj interventnoj namjeni predviđeno je da PTE radi kao vršna elektrana od 1000 do 2000 sati godišnje s proizvodnjom od 50 GWh do 100 GWh godišnje, a u hidrološki nepovoljnim godinama prema potrebi i više. Tako je PTE tijekom svoga dosadašnjeg vijeka radila svih 40 godina i u tome je razdoblju proizvela ukupno 2488 GWh električne energije; graf 1.



Grafikon 1. Proizvodnja električne energije u PTE Osijek od 1976. do 2015. godine (GWh), Izvor: [4],[10]

Kako se vidi iz grafikona 1 – najveća je godišnja proizvodnja ostvarena 1993. godine (u vrijeme agresije na RH), a u dvije godine nije se uključivala u elektro-energetski sustav RH (EES) 2005. i 2015. godine, odnosno najmanja je proizvodnja (ispod 10 GWh) bila 1984.; 2004. i 2007. godine. Studija [13] pruža podatak o prosječnom radu do 1200 h od čega PT1 radi od 637 h odnosno PT2 365 h godišnje. KNOT rad do 1400 h godišnje, prosječno 956 h. Da doprinos pojedinih agregata proizvodnji električne energije nije podjednak vidljivo je iz slike 13.



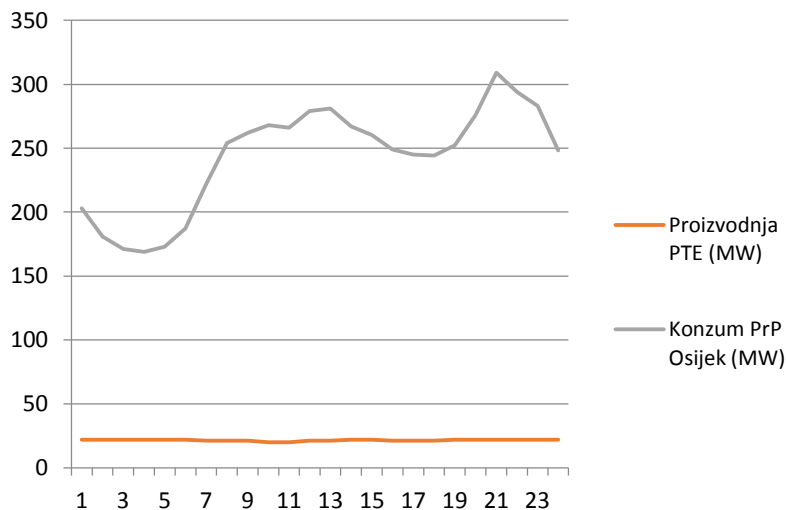
Slika 13. Proizvodnja električne energije iz pojedinih agregata TE-TO Osijek, Izvor: [12]

Dinamiku mjesečne proizvodnje PTE prikazuje tablica 1; ne može se utvrditi pravilnost uključivanja u EES – jer se u ovaj sustav uključuje prema potrebama interventne proizvodnje.

Tablica 1. Proizvodnja električne energije u PTE Osijek – po mjesecima (GWh), [4]

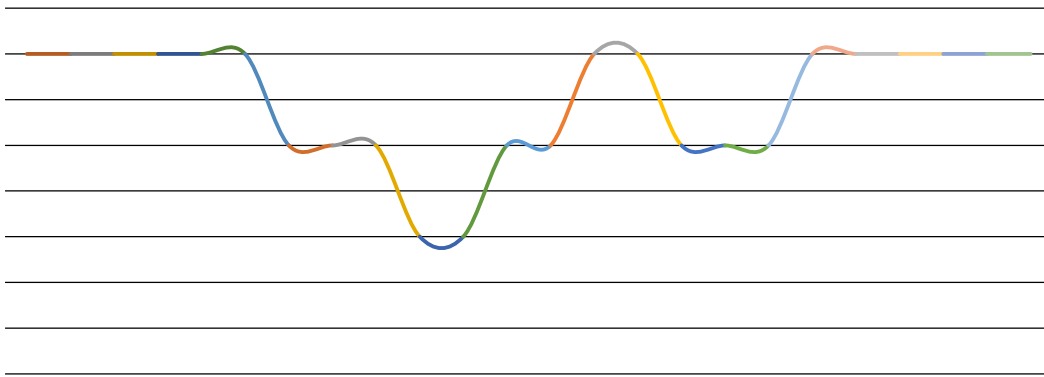
Mjesec	1990.	1991.	1992.	1993.	1994.	1995.	1996.	1997.	1998.	1999.
1	17,7	0,42	10,88	10,54	13,46	12,73	0,51	1,04	8,55	0,00
2	15,9	0,13	13,89	14,20	10,85	7,62	0,00	0,46	12,65	0,00
3	15,1	0,04	11,28	11,99	9,29	2,94	0,08	0,27	7,47	0,08
4	9,3	0,03	6,29	12,58	8,63	18,08	3,30	1,14	0,05	0,04
5	0,2	0,05	12,30	12,11	8,22	16,58	6,55	14,38	4,02	12,68
6	0,0	0,02	11,39	12,11	6,95	13,32	13,00	2,23	12,58	13,56
7	0,0	0,00	9,98	10,01	7,91	14,96	13,42	20,90	13,26	11,65
8	0,0	0,06	11,26	11,45	13,21	14,67	12,68	26,79	20,06	10,38
9	12,2	0,00	3,14	18,99	17,43	13,32	13,47	26,34	19,05	12,20
10	12,9	0,00	0,20	18,36	13,39	14,08	3,04	14,44	11,68	9,50
11	8,5	2,44	0,48	19,54	15,38	3,25	0,07	6,45	2,09	8,64
12	15,6	11,05	0,03	21,22	16,19	0,01	0,32	6,72	0,26	5,56
Ukupno	107,5	14,2	91,1	173,1	140,9	131,6	66,4	121,2	111,7	84,3

Dnevni dijagram potrošnje Prijenosnog područja Osijek i udio PTE Osijek u podmiranju dnevnih potreba prikazani su slikom 14. Konzum se kreće od 169 MW sve do 309 MW a PTE u prosjeku podmiruje 8,8% ukupnih dnevnih potreba konzuma.



Slika 14. Proizvodnja električne energije u PTE Osijek i ukupan konzum PrP Osijek – po satima u karakterističnom danu

Proizvodnja električne energije iz PTE Osijek uobičajeno se kreće od 20 MW do 22 MW. Slika 15 prikazuje izlaznu snagu PTE Osijek u MW tijekom 24 sata.



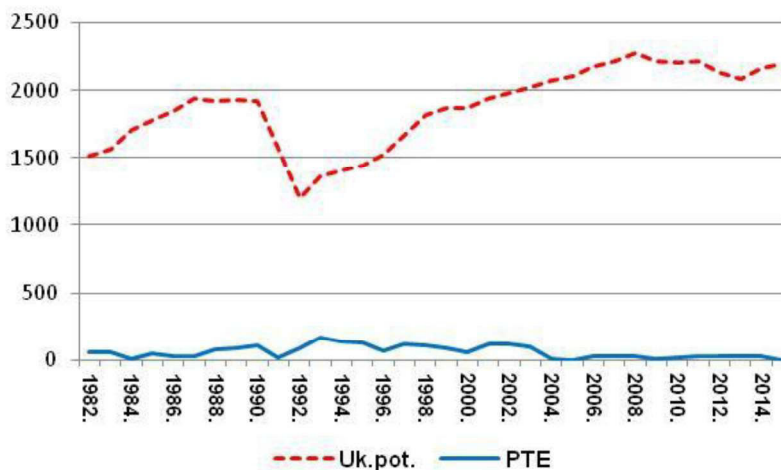
Slika 15. Proizvodnja PTE Osijek po satima u MW, u karakterističnom danu

3. Inženjerski timovi PTE Osijek

U proteklih 40 godina PTE je bila u stalnoj pogonskoj spremnosti i funkcionirala je vrlo dobro zahvaljujući inženjerskim timovima koju su bili zaposleni u kompleksu TE-TO Osijek. Na održavanju pogonske spremnosti PTE u prosjeku je bilo zaposleno 17 djelatnika; 7 inženjera i 10 tehničara koji su u tri smjene održavali pogonsku spremnost elektrane 24 sata dnevno.

4. Značaj PTE Osijek za područje istočne Hrvatske

PTE je vršna elektrana koja se uključuje u interventnim situacijama, a električnu energiju isporučuje u EES Republike Hrvatske. No, ipak se u ovom radu prikazuje (graf 2) razina odnosa potrošnje el. energije na području regije te proizvodnja PTE Osijek.



Grafikon 2. Isporučena el. en. na HOPS prijenosnom području Osijek

(uključuje operatere distribucijskih područja Osijek, Sl.Brod, Požega, Vinkovci i Virovitica te industrijske potrošače na tim područjima) i proizvodnja PTE Osijek od 1976. do 2015. godine (GWh), izvor [4]



Iako (teorijski) pokriva mali dio potrošnje električne energije na području istočne Hrvatske značaj PTE Osijek je veliki, jer u izvanrednim uvjetima njena je uloga vrlo važna, a što se pokazalo i u vrijeme Domovinskog rata (1991.-1995.) kada je zajedno s drugom osječkom elektranom TE-TO bila nositelj energetske opskrbe na ovom području.

5. Zaključak

Dva važna događaja dovela su do izgradnje PTE Osijek:

- a) Otkriće plinskog polja Bokšić Lug 1973. godine
- b) Elektroenergetska kriza u kojoj se našla SR Hrvatska krajem 1973.godine

Izgradnja PTE Osijek važna je iz više razloga:

- a) To je bio prvi proizvodni elektroenergetski objekt u elektroenergetskom sustavu Republike Hrvatske na području slavonsko-baranjske regije – što je u skladu s politikom dekoncentracije razmještaja proizvodnih objekata EES-a RH.
- b) U izvanrednim uvjetima njena je uloga vrlo važna, a što se pokazalo i u vrijeme Domovinskog rata (1991.-1995.) kada je zajedno s drugom osječkom elektranom (TE-TO) bila nositelj energetske opskrbe na ovom području.
- c) Ne treba zanemariti ni razvojnu društveno-ekonomsku i tehničko-tehnološki doprinos izgradnje i proizvodnje PTE na području slavonske regije; njena je izgradnja pridonijela i ekipiranju inženjerskih timova na ovom području.
- d) Na izradi investicijske studije, projektiranju, izvedbi radova tijekom gradnje bili su angažirani stručnjaci „Elektroslavonije“ što je, također, važna referenca za slavonsko-baranjsku regiju.

Vrlo je značajna dinamika izgradnje PTE; od Odluke Sabora SRH da je potrebno graditi nove proizvodne objekte (prosinac 1973.) preko izrade investicijske studije i projektiranja elektrane te njene izgradnje i puštanja u pogon protekle su samo 2 godine – što ilustrira društveno-političku i tehničku sposobnost tadašnjeg hrvatskog društva. Izgradnja PTE započinje u prosincu 1974. a 12. II 1976. je nakon uspješnog probnog rada puštena u rad u okviru jugoslavenskog elektroenergetskog sustava. PTE tijekom 40 godina proizvela je ukupno 2488 GWh električne energije. Stalnu pogonsku spremnosti PTE i nesmetano funkcioniranje možemo zahvaliti isključivo stručnom osoblju koje 24 h dnevno nadzire i brine o tehničkim sustavima.

6. Literatura

- [1] „Elektroslavonija“; list radne organizacije „Elektroslavonija“, godišta 1974.-1990.
- [2] „Elektroslavonija“; Plinsko turbinska elektrana Osijek; „Elektroslavonija“, Osijek, 1976.
- [3] „Elektroslavonija“; monografija, „Elektroslavonija 1926. – 1986“, Osijek, 1986.
- [4] HOPS d.o.o. Prijenosno područje Osijek; Godišnji izvještaj (1990.-2015.)
- [5] Ibrahimpašić, Ifet et al, Istraživanje i proizvodnja nafte i plina, Nafta, 31 (1980), str. 279-287.
- [6] INA – „Naftaplin“: INA – „Naftaplin“ 1952.-1982.; Zagreb, 1982.
- [7] Milan Ivanović i suradnici; „40 godina HEP Plina d.o.o. Osijek; 1975.-2015.“, ISBN ISBN 978-953-7973-14-8; HEP Plin Osijek, 2016.



-
- [8] Ivanović, Milan; Glavaš, Hrvoje: The Techno-Economical and Enviromental Results of Gasification in the Slavonia Region (Croatia); Acta Tehnica Corviniensis – Bulletin of Engineering, Tome IX [2016] Fascicule 1 [January – March]; ISSN: 2067 – 3809; pp 39 – 43
- [9] Monografija „Petnaest godina privrednog ravoja Slavonije i Baranje '1962.-1977.“; Privredna komora Slavonije i Baranje, Osijek,1978.
- [10] Monografija „Slavonija '85.“; Privredna komora Slavonije i Baranje, Osijek,1986.
- [11] https://hr.wikipedia.org/wiki/Bokšić_Lug
- [12] HEP TE-TO Osijek "25 godina Termoelektrana-toplana Osijek", Osijek, 2001.
- [13] HEP Proizvodnja d.o.o. - Tehničko-tehnološko rješenje usklađenja postojećih postrojenja TE-TO Osijek, Zagreb 2013