



Univerza v Mariboru

---

Fakulteta za energetiko

# **IDEJNI PROJEKT IN ŠTUDIJA IZVEDLJIVOSTI GRADNJE DRUGEGA BLOKA TERMOELEKTRARNE PLJEVLJA**

magistrsko delo

Študentka: Jovana Rovčanin  
Študijski program: Magistrski študijski program 2. stopnje Energetika  
Mentor: red. prof. dr. Jurij Avsec  
Lektor: Marjeta Vozlič

Velenje, avgust 2016



Univerza v Mariboru

Fakulteta za energetiko

Hočevarjev trg 1  
8270 Krško, Slovenija

Številka: 04-126-40/2016NL  
Kraj in datum: Krško, 25.04.2016

Na osnovi 330. člena Statuta Univerze v Mariboru (Ur. l. RS, št.44/2015,UPB-11) izdajam

## SKLEP O MAGISTRSKEM DELU

**Jovana Rovčanin**, študentu-ki

študijskega programa: **2. stopnje**

**ENERGETIKA,**

se dovoljuje izdelati magistrsko delo.

Tema magistrskega dela je s področja katedre/oddelka/inštituta:

**Znanstvenoraziskovalni in razvojni inštitut**

Mentor-ica: **red. prof. dr. Jurij Avsec**

Somentor-ica:

Naslov magistrskega dela:

**IDEJNI PROJEKT IN ŠTUDIJA IZVEDLIVOSTI GRADNJE DRUGEGA BLOKA TERMoeLEKTRARNE  
PLJEVLJA**

Naslov magistrskega dela v angleškem jeziku:

**PRELIMINARY DESIGN AND FEASIBILITY STUDY FOR THE CONSTRUCTION OF THE SECOND  
BLOCK THERMAL POWER PLANT PLJEVLJA**

Datum veljavnosti teme: **19.04.2017**

Magistrsko delo je potrebno izdelati skladno z »Navodili za izdelavo zaključnega dela« in ga v 3 (spiralno vezanih) izvodih, oddati do **19.04.2017** v Referat za študentske zadeve FE UM. Hkrati se odda tudi izjava mentorja o ustreznosti zaključnega dela.

Pravni pouk:

Zoper ta sklep je možna pritožba na Senat Fakultete za energetiko v roku 3 delovnih dni.

Dekan Fakultete za energetiko UM:  
izr. prof. dr. Bojan Štumberger



Obvestiti:  
-Jovana Rovčanin  
-red. prof. dr. Jurij Avsec  
-arhiv

## ZAHVALA

*Rada bi se zahvalila prof.dr. Juriju Avsecu za mentorstvo in za vse strokovne nasvete in velikodušno pomoč pri nastajanju magistrskega dela.*

*Posebej bi se zahvalila svojim staršem, za vso ljubezen, podporo, razumevanje in spodbujanje v času študija.*

*Hvala tudi vsem ostalim, ki ste mi vsa ta leta stali ob strani.*

# IDEJNI PROJEKT IN ŠTUDIJA IZVEDLJIVOSTI GRADNJE DRUGEGA BLOKA TERMoeLEKTRARNE PLJEVLJA

**Ključne besede:** termoelektrarna, drugi blok termoelektrarne, občina Pljevlja

**UDK:** 621.311.22(497.16Pljevlja)(043.2)

## *Povzetek*

*V magistrski nalogi smo predstavili možnost gradnje drugega bloka termoelektrarne v občini Pljevlja. Z gradnjo novega bloka TE Pljevlja želimo pokriti potrebe po električni energiji v Črni Gori in zmanjšati negativni vpliv na okolje obstoječe termoelektrarne.*

*Predstavili smo tudi oceno vrednosti investicije za novo enoto v okviru obstoječe TE.*

# PRELIMINARY DESIGN AND FEASIBILITY STUDY FOR THE CONSTRUCTION OF THE SECOND BLOCK THERMAL POWER PLANT PLJEVLJA

**Key words:** thermal power plant, second block of the thermal power plant, municipality of Pljevlja

**UDK:** 621.311.22(497.16Pljevlja)(043.2)

## *Abstract*

*In this paper we present the possibility for construction of the second block thermal power plant in the municipality of Pljevlja. With the construction of a new block TPP Pljevlja we want to cover electricity demand in Montenegro and reducing the negative environmental impact of existing thermal power plants.*

*We also presented an assessment of the value of the investment for a new unit within the existing thermal power plants.*

# KAZALO VSEBINE

1	UVOD .....	1
1.1	CILJ IN NAMEN PROJEKTA .....	1
1.2	OBČINA PLJEVLJA .....	2
2	ANALIZA SUROVIN .....	3
2.1	KOLIČINA IN KAKOVOST PREMOGA - ZALOGE.....	3
2.1.1	Področje Pljevalja v ožjem pomenu (Potrlica, Kalužiči, Rabičje, Grevo, Komini) .....	3
2.1.2	Bakrenjače .....	5
2.1.3	Otiloviči.....	5
2.1.4	Maoče .....	5
2.1.5	Mataruge.....	6
2.2	REZERVE IN KAKOVOST PREMOGA V POSAMEZNIH BAZENIH .....	7
2.2.1	Področje Pljevlja.....	7
2.2.2	Področje Maoče .....	8
2.2.3	Področje Pljevlja in Maoče skupaj .....	9
3	ENERGETSKA OSNOVA .....	10
3.1	ANALIZA ENERGETSKEGA POTENCIALA ČRNE GORE .....	11
3.1.1	Fosilna goriva .....	11
3.1.1.1	Zemeljski plin.....	11
3.1.1.2	Surova nafta.....	12
3.1.2	Obnovljivi viri energije .....	12
3.1.2.1	Hidropotencial Črne Gore .....	12
3.1.2.2	Majhne hidroelektrarne .....	13
3.1.2.3	Vetrne elektrarne .....	14
3.1.2.4	Elektrarne na biomaso .....	16
3.1.2.5	Sončne elektrarne .....	17

3.2	ANALIZA STRUKTURE PORABE ELEKTRIČNE ENERGIJE DO LETA 2050 .....	18
3.2.1	Analiza porabe električne energije v obdobju 2008 do 2010 leta .....	18
3.2.1.1	Končna poraba električne energije .....	18
3.2.1.2	Industrija.....	18
3.2.1.3	Gospodinjstva .....	19
3.2.1.4	Gradbeništvo, promet in kmetijstvo .....	19
3.2.1.5	Drugi porabniki .....	19
3.2.2	Kritičen pogled na projekcije porabe električne energije do leta 2025 .....	20
3.2.2.1	Gradbeništvo in kmetijstvo.....	20
3.2.2.2	Industrija.....	21
3.2.2.3	Promet .....	22
3.2.2.4	Gospodinjstva in storitve (javni sektor, turizem in druge poslovne dejavnosti) .....	23
3.2.2.5	Skupna pričakovana poraba električne energije iz javnega omrežja .....	24
3.2.2.6	Energija za zagon .....	25
3.2.2.7	Izgube električne energije.....	26
3.2.2.8	Predvidena poraba električne energije, ki jo zagotavlja elektrogospodarstvo.....	26
3.2.3	Ocena projekcije porabe električne energije do leta 2050.....	27
3.3	TRENTNA STRUKTURA PROIZVODNIH OBJEKTOV .....	29
3.3.1	Hidroelektrarne.....	29
3.3.2	Majhne hidroelektrarne .....	32
3.3.3	Termoelektrarna Pljevlja .....	33
3.3.3.1	Vloga TE v energetske oskrbi .....	35
3.3.3.2	Življenjska doba .....	36
3.3.3.3	Ekološki indikatorji .....	36
4	PROJEKT TERMOELEKTRARNA PLJEVLJA II .....	39
4.1	PROJEKT DALJINSKEGA OGREVANJA PLJEVLJA .....	40
4.2	POVEZOVANJE BLOKA NA EES ČRNE GORE.....	42

5	ANALIZA STANJA LOKACIJE .....	44
5.1	DEJAVNIKI NARAVNEGA OKOLJA .....	44
5.1.1	Topografski faktorji.....	44
5.1.1.1	Morfologija terena.....	44
5.1.1.2	Nadmorska višina.....	44
5.2	GEOLOŠKI DEJAVNIKI .....	45
5.2.1	Stratigrafija.....	45
5.2.2	Geomehanika terena.....	46
5.2.3	Seizmična aktivnost.....	47
5.3	HIDROLOŠKI DEJAVNIKI.....	47
5.3.1	Površinski vodotoki.....	47
5.3.2	Podzemne vode.....	50
5.3.3	Kakovost površinskih in podtalnih voda .....	50
5.4	Klimatski dejavniki .....	52
5.4.1	Meteorološki parametri .....	52
5.4.2	Padavine .....	53
6	TERMOTEHNIČNI IN STROJNI DEL .....	54
6.1	KONFIGURACIJA OPREME IN OSNOVNE ZNAČILNOSTI .....	54
6.1.1	Obrazložitev za izbiro in konfiguracijo osnovnih značilnosti .....	58
6.1.1.1	Izbira kotla.....	58
6.1.1.2	Parametri pare in napajalne vode.....	59
6.1.1.3	SNCR pogon za zmanjševanje emisij NOx.....	60
6.1.1.4	Izstopna temperatura dimnih plinov ~130°C.....	60
6.1.1.5	Razžvepljevanje dimnih plinov .....	61
6.1.1.6	Dvodelni trakt zrak–dimni plini .....	61
6.1.1.7	Parna turbina.....	61
6.1.1.8	Toplotna postaja .....	62



6.1.2	Opis pogona.....	62
6.1.2.1	Turbinski del in toplotna postaja .....	62
6.1.2.2	Kotlovni del.....	63
6.1.2.3	Hladilni sistem vode .....	63
6.1.2.4	Sistem za čiščenje dimnih plinov .....	64
6.1.3	Osnovni podatki bloka 2 moči 220 MW .....	64
6.2	IDEJNA REŠITEV ZA POMOŽNE NAPRAVE .....	65
6.2.1	Oskrba z vodo.....	65
6.2.1.1	Blok moči 220 MW .....	67
6.2.2	Dobava premoga.....	68
6.2.3	Transport produktov zgorevanja.....	69
6.3	KEMIČNA OBDELAVA VODE (KOV).....	70
6.3.1	Dekarbonizacija.....	70
6.3.1.1	Reaktor .....	70
6.3.1.2	Zgoščevalec .....	71
6.3.1.3	Naprave za odmerjanje kemikalij.....	72
6.3.1.4	Naprava za obdelavo blata.....	72
6.3.1.5	Bazen za dekarbonizirano vodo.....	73
6.3.2	Demineralizacija.....	73
6.3.2.1	Večplastni filter .....	74
6.3.2.2	Bazen za odpadne vode .....	74
6.3.2.3	Kationski izmenjevalec .....	74
6.3.2.4	CO <sub>2</sub> – Odplinjevalec .....	75
6.3.2.5	Anionski izmenjevalec .....	75
6.3.2.6	Mešani ionski izmenjevalec .....	76
6.3.2.7	Nevtralizacijski bazen .....	76
6.3.2.8	Rezervoar za shranjevanje kemikalij.....	77

6.4	OBDELAVA ODPADNIH VOD (OOV) .....	77
6.4.1	Obdelava blata iz čistilnih naprav od dekarbonizacije .....	77
6.4.2	Obdelava odpadnih vod od regeneracije stolpcev ionskih izmenjevalcev .....	77
6.4.3	Obdelava odpadnih vod iz kotlovnice in kemično onesnaževanje vode .....	78
6.4.4	Obdelava mastnih odpadnih vod .....	78
6.4.5	Obdelava sanitarno fekalnih odpadnih vod .....	79
6.4.6	Obdelava meteornih vod.....	79
7	ELEKTROENERGETSKI DEL .....	80
7.1	NALOGA BLOKA 2 V ELEKTROENERGETSKEM SISTEMU ČRNE GORE (EES).....	80
7.2	NAČRT BLOKA II.....	80
7.3	ENERGETSKA RAZDELITEV .....	81
7.4	GENERATOR IN TRANSFORMATOR .....	83
7.5	ELEKTRIČNE ZAŠČITE .....	84
7.6	ELEKTRIČNE MERITVE.....	85
7.7	OZEMLJITEV IN IZENAČITEV POTENCIALA.....	86
7.8	ZAŠČITA PRED STRELO .....	87
7.9	TELEFONSKO OMREŽJE .....	87
7.10	INŠTALACIJA LAN RAČUNALNIŠKEGA OMREŽJA .....	88
7.11	PROTIPOŽARNA ZAŠČITA.....	88
7.12	SISTEM ZA VIDEO NADZOR .....	88
8	SISTEM ZA VODENJE BLOKA.....	89
8.1	KONCEPT VODENJA BLOKA .....	89
8.1.1	Nivoji vodenja .....	90
8.2	OSNOVNE ZNAČILNOSTI UPRAVLJANJA BLOKA 2 .....	91
8.3	OPIS SISTEMA VODENJA BLOKA (DCS).....	93
8.4	KOMUNIKACIJSKE POVEZAVE.....	93
9	TEHNOLOŠKE NAPRAVE.....	95

9.1	SISTEM OSKRBE Z ELEKTRIČNO ENERGIJO.....	95
9.2	OSKRBA PORABNIKOV ENERGIJE - DISTRIBUCIJA ELEKTRIČNE ENERGIJE.....	95
9.3	SISTEM VODENJA .....	96
9.4	INŠTALACIJA RAZSVETLJAVE .....	98
10	VREDNOST INVESTICIJE .....	100
11	BILANCA PREMOGA.....	102
12	LASTNA CENA ELEKTRIČNE ENERGIJE .....	104
12.1	ELEMENTI LASTNE CENE ELEKTRIČNE ENERGIJE .....	104
12.1.1	Cena in stroški premoga .....	104
12.1.2	Stroški kurilnega olja.....	105
12.1.3	Stroški drugih materialov .....	105
12.1.4	Stroški odlagališča produktov zgorevanja in razžvepljevanja.....	106
12.1.5	Stroški vzdrževanja opreme .....	106
12.1.6	Stroški dela .....	107
12.1.7	Amortizacija .....	107
12.1.8	Drugi stroški .....	107
12.2	LASTNA CENA ELEKTRIČNE ENERGIJE .....	108
13	ZAKLJUČEK.....	109
	VIRI IN LITERATURA .....	110
	PRILOGE.....	111
	PRILOGA A: IZJAVA O ISTOVETNOSTI TISKANE IN ELEKTRONSKE VERZIJE ZAKLJUČNEGA DELA IN OBJAVI OSEBNIH PODATKOV DIPLOMANTOV .....	111
	PRILOGA B: IZJAVA O AVTORSTVU ZAKLJUČNEGA DELA .....	112

## KAZALO TABEL

Tabela 2.1: Nadmorska višina področja .....	7
Tabela 2.2: Rezerve in kakovost premoga v področju Pljevlja (Vir: Premogovnik Pljevlja).....	7
Tabela 2.3: Povprečne vrednosti parametrov .....	8
Tabela 2.4: Povprečne vrednosti parametrov .....	8
Tabela 2.5: Rezerve in kakovost premoga v področju Maoče.....	8
Tabela 2.6: Rezerve in kakovosti premoga v področju Pljevlja in Maoče (Vir: Premogovnik Pljevlja).....	9
Tabela 2.7: Povprečna vrednost parametrov .....	9
Tabela 3.1: Teoretični hidropotencial Črne Gore na glavnih vodotokih (Elektroprivreda Crne Gore).....	13
Tabela 3.2: Tehnično uporaben potencial majhnih hidroelektrarn na nivoju glavnih povodij vodotokov v Črni Gori .....	13
Tabela 3.3: Tehnično uporaben potencial majhnih hidroelektrarn v Črni Gori (Elektroprivreda Crne Gore) .....	14
Tabela 3.4: Strukturna površina gozda v občini Pljevlja po namenu in lastništvu (Elektroprivreda Crne Gore).....	16
Tabela 3.5: Tabela : Izgube električne energije (%) .....	26
Tabela 3.6: Tehnične karakteristike HE Piva (Elektroprivreda Crne Gore) .....	31
Tabela 3.7: Tehnične karakteristike majhnih hidroelektrarn v Črni Gori (Elektroprivreda Crne Gore) ...	33
Tabela 3.8: Realizirana proizvodnja električne energije v TE Pljevlja (Termoelektrana Pljevlja).....	35
Tabela 4.1: Osnovni podatki o sistemu daljinskega ogrevanja (Termoelektrana Pljevlja) .....	41
Tabela 5.1: Osnovni podatki o akumulaciji Otilovići .....	49
Tabela 5.2: Meteorološki parametri (Meterološka stanica Pljevlja).....	52
Tabela 5.3: Relativna vlažnost zraka (v %) – povprečna mesečna in letna vlažnost, najvišja in najnižja (Meterološka stanica Pljevlja).....	53
Tabela 6.1: Osnovni tehnološki parametri (Termoelektrana Pljevlja) .....	55
Tabela 6.2: Osnovni parametri.....	58
Tabela 6.3: a) Osnovni tehnični podatki bloka 2 moči 220 MW (Termoelektrana Pljevlja).....	64
Tabela 6.4: b) Tehnični podatki za blok 2 moči 220 MW (Termoelektrana Pljevlja).....	64
Tabela 6.5: Vhodni podatki cevovoda.....	67
Tabela 6.6: Tehnični podatki za reaktor (Termoelektrana Pljevlja) .....	71
Tabela 6.7: Tehnični podatki za zgoščevalac (Termoelektrana Pljevlja) .....	71
Tabela 6.8: Tehnični podatki– večplastni filter (Termoelektrana Pljevlja) .....	74

Tabela 6.9: Tehnični podatki – kationski izmenjevalec (Termoelektrana Pljevlja) .....	75
Tabela 6.10: Tehnični podatki – CO <sub>2</sub> – odplinjevalec (Termoelektrana Pljevlja) .....	75
Tabela 6.11: Tehnični podatki – anionski izmenjevalec (Termoelektrana Pljevlja) .....	75
Tabela 6.12: Tehnični podatki – mešani ionski izmenjevalec (Termoelektrana Pljevlja).....	76
Tabela 10.1: Vrednost investicije za enoto 2 (Elektroprivreda Crne Gore).....	100
Tabela 11.1: Primerjava porabe premoga nove enote (Termoelektrana Pljevlja).....	102
Tabela 12.1: Povprečna cena premoga za posamezne variante (Termoelektrana Pljevlja).....	104
Tabela 12.2: Stroški kurilnega olja (Termoelektrana Pljevlja).....	105
Tabela 12.3: Stroški drugih materialov (Termoelektrana Pljevlja) .....	105
Tabela 12.4: Stroški odlagališča produktov zgorevanja in razžvepljevanja .....	106
Tabela 12.5: Elementi in kriteriji za pridobitev lastne cene električne energije (Termoelektrana Pljevlja) .....	108

## KAZALO SLIK

Slika 1.1: a) Geografski položaj mesta Pljevlja b) Pljevlja (Vir: Google) .....	2
Slika 2.1: Pregledna karta nahajališč premoga pljevaljskega območja (Vir: Premogovnik Pljevlja) .....	4
Slika 3.1: Lokacije primerne za gradnjo vetrnih elektrarn (Vir: Google earth) .....	15
Slika 3.2: Sončne elektrarne (Vir: Google).....	17
Slika 3.3: Poraba električne energije v Republiki Črni Gori v razdobju od 2008 do 2010 leta po sektorjih .....	20
Slika 3.4: Pričakovana poraba električne energije iz javnega omrežja v kmetijstvu in gradbeništvu. ....	21
Slika 3.5: Pričakovana poraba električne energije iz javnega omrežjav industriji.....	22
Slika 3.6: Pričakovana poraba električne energije iz javnega omrežja v promet .....	22
Slika 3.7: Pričakovana poraba električne energije iz javnega omrežja v gospodinjstvih in storitvah .....	23
Slika 3.8: Skupna realizirana in pričakovana poraba električne energije iz javnega omrežja .....	24
Slika 3.9: Energija za zagon elektrarn (GWh).....	25
Slika 3.10: Pričakovana poraba električne energije iz javnega omrežja v premogovnikih .....	26
Slika 3.11: Električna energija, ki jo zagotavlja elektrogospodarstvo (GWh) .....	27
Slika 3.12: Skupna realizirana in pričakovana poraba električne energije iz javnega omrežja do leta 2050 .....	28
Slika 3.13: Električna energija razpoložljiva za porabo do leta 2050.....	29
Slika 3.14: HE Perućica (Vir: Google).....	30
Slika 3.15: HE Piva (Vir: Google).....	32
Slika 3.16: Termoelektrarna Pljevlja (Vir: Google) .....	34
Slika 3.17: Največje vrednosti emisij pomembnih onesnaževalcev v letih 2010 in 2011.....	38
Slika 4.1: Drugi blok TE Pljevlja (Vir: Termoelektrarna Pljevlja) .....	39
Slika 5.1: Reka a) Tara in b) Čehotina (Vir: Google) .....	48
Slika 5.2: Reka Lim (Vir: Google) .....	48
Slika 5.3: Jezero Otilovići (Vir: Google).....	49
Slika 6.1: Tehnološka shema bloka 2 moči 220 MW (Vir: Termoelektrarna Pljevlja) .....	55
Slika 6.2: Toplotna shema bloka 2 moči 220 MW - kondenzacijski način dela (Vir: Termoelektrarna Pljevlja).....	57
Slika 6.3: CFB kotel, TE Turow 260MW (Vir: Termoelektrarna Pljevlja) .....	59
Slika 6.4: Blokovna shema oskrbe z vodo (Vir: Termoelektrarna Pljevlja) .....	67
Slika 6.5: Dobava premoga (Vir: Termoelektrarna Pljevlja) .....	68
Slika 8.1: Pogled na prostor vodenja v TE Pljevlja II na monitorjih (Vir: Termoelektrarna Pljevlja) .....	89

Slika 8.2: Primer enega od sklopov upravljanja TE Pljevlja II (Vir: Termoelektrarna Pljevlja).....	91
Slika 9.1: Shema vodenja (Vir: Termoelektrarna Pljevlja).....	97

## UPORABLJENI SIMBOLI

**CO-** ogljikov monoksid

**CO<sub>2</sub>-** ogljikov dioksid

**CaO-** kalcijev oksid

**CaSO<sub>4</sub>-** mavec

**NO<sub>x</sub>-** dušikov oksid

**SO<sub>2</sub>-** žveplov dioksid

**AC-** izmenični tok

**DC-** enosmerni tok

**V-** volt

**GW-** gigavat

**GWh-** gigavatne ure

**kg-** kilogram

**kA-** kiloamperi

**kJ-** kilojoul

**kV-** kilovolt

**kW-** kilovat

**MW-** megavat

**MWh-** megavatne ure

**MW<sub>th</sub>-** indeks th predstavlja toploto

**t-** ton



## **UPORABLJENE KRATICE**

**BAT-** angl. Best Available Techniques- Najboljše razpoložljive tehnike

**CFB-** Tehnologija izgorevanja premoga v vrtinčasti plasti

**ČG-** Črna Gora

**EES ČG-** Elektroenergetski sistem Črne Gore

**EGČG-** Elektrogospodarstvo Črne Gore

**EGS-** Elektrogospodarstvo Srbije

**EU-** Evropska unija

**EUR-** Evropska moneta

**HE-** Hidroelektrarna

**MDK-** Maksimalna dovoljena koncentracija

**NN-** nizkonapetostni nivo

**NSCR-** angl. Non-Selective Catalytic Reduction- Neselektivna katalitična redukcija

**NT-** niskotlačna para

**SBR-** angl. Sequencing Batch Reactor- Sekvenčni biološki reaktor

**SNCR-** angl. System for NO<sub>x</sub> Control- Sistem za nadzor NO<sub>x</sub>

**ST-** srednjetlačna para

**TEP-** Termoelektrarna Pljevlja

**VT-** visokotlačna para

## 1 UVOD

### 1.1 CILJ IN NAMEN PROJEKTA

Republika Črna Gora se že nekaj časa sooča s pomanjkanjem električne energije. Glede na podatke Ministrstva za gospodarstvo Črne Gore načrtovana poraba električne energije za leto 2011 je znašala 4.503 GWh. V to porabo je bila zajeta lastna poraba v višini 3.107 GWh, s pozitivno trgovinsko bilanco z Elektrogospodarstvom Srbije v višini 358 MWh in z uvozom v višini 1.038 GWh.

Elektrogospodarstvo Črne Gore želi z gradnjo novega bloka TE Pljevlja pokriti potrebo po električni energiji v Črni Gori, ki so predvidene za obdobje do leta 2050. Zmogljivosti za proizvodnjo električne energije, s katero EPCG razpolaga, vključujejo HE Perućica (285 MW), HE Piva (342 MW), TE Pljevlja-I (220 MW) in več manjših hidroelektrarn.

EPCG je centralna nacionalna energetska družba, katere dejavnosti vključujejo proizvodnjo, prenos, distribucijo in trgovanje z električno energijo, kot tudi dejavnosti izgradnje in vzdrževanja elektroenergetskih objektov. Pred kratkim je bil končan postopek dokapitalizacije družbe, s katero so bila zagotovljena sredstva za obnovo in posodobitev obstoječih in gradnjo novih energetskega objektov. V lastniški strukturi EPCG nastopata Republika Črna Gora s 55% in italijanska družba A2A z nekaj več kot 44% osnovnega kapitala.

## 1.2 OBČINA PLJEVLJA

Občina Pljevlja je mesto na skrajnem severu Črne Gore (slika 1.1 in 1.2), v gorskem območju Tare in Lima, na meji s Srbijo ter Bosno in Hercegovino. Občina Pljevlja je tretja po velikosti v Republiki Črni Gori in se razteza na 1346 km<sup>2</sup>. Srednja nadmorska višina Pljevaljske kotline je 770 m. Mesto Pljevlja je z vseh strani obdano s hribi Golubinja, Maljevac, Bogiševac in Balibegov hrib. Leži na sotočju treh rek: Breznica, Čehotina in Vežišnica.



Slika 1.1: a) Geografski položaj mesta Pljevlja b) Pljevlja (Vir: Google)

Območje občine Pljevlja ima večinoma zmerno celinsko podnebje z značilnostmi gorskega podnebja, katerih vpliv se kaže tudi v izredno nizkih temperaturah, zaradi česar so Pljevlja med najhladnejšimi kraji v Črni Gori. Pljevlja so tudi mesto z najvišjo stopnjo oblačnosti v Črni Gori. Približno 70% dni v letu je brez vetra in približno 200 dni z meglo.

Občina Pljevlja je ena od glavnih gospodarskih regij v Črni Gori, zaradi premogovnika in termoelektrarne. Po drugi svetovni vojni prišlo je do resne geološke raziskave na območju občine, med katero so raziskovalci ugotovili, poleg premoga na več mestih, tudi rude svinca, cinka, železa, bakra, antimona, barita in nahajališča laporja, mavca, sige, marmorja. Za zdaj se premog izkorišča v občini Pljevlja in Borovici, svinec in cink v rudniku "Šuplja stijena", ki se nahaja trideset kilometrov od mesta [1] [5].

## 2 ANALIZA SUROVIN

Zaloge premoga na širšem območju Pljevalja lahko razdelimo v dve skupine, zaloge na območju Pljevaljskega področja in zaloge na območju področja Maoče. Področje Pljevlja zajema področja *Potrlica, Cementara, Šumani, Kalušiči, Grevo, Rabbitlje, Komini, Bakrenjace, Otilovići in Glisnica*. Področje Maoče zajema področja *Maoče in Mataruge*.

Analize baze surovin – lignita, so narejene na podlagi dostopnih podatkov, pridobljenih iz potrjenih študij o razvrščanju, kategorizaciji in izračunu zalog premoga.

V okviru analize surovinske osnove so prikazani podatki o količini in kakovosti premoga. Količine so predstavljene kot geološke, bilančne in izkoriščane zaloge premoga. Kakovost premoga je predstavljena z nižjo energetske vrednostjo – DTE (kJ/kg), vsebnosti pepela – P (%), vsebnosti vlage – Wu (%) in skupnega žvepla v premogu – S (%).

### 2.1 KOLIČINA IN KAKOVOST PREMOGA - ZALOGE

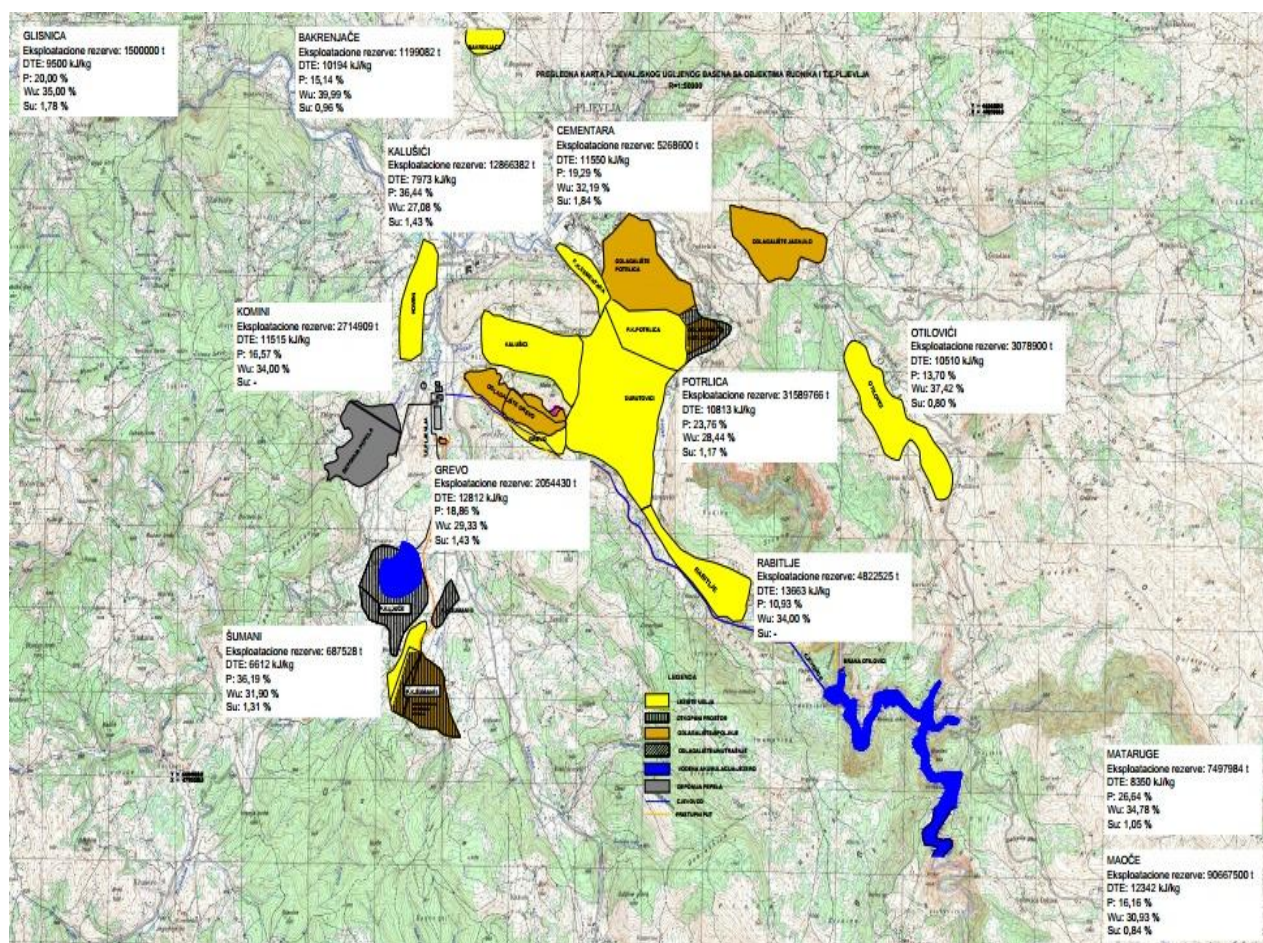
#### 2.1.1 Področje Pljevalja v ožjem pomenu (*Potrlica, Kalušiči, Rabbitje, Grevo, Komini*)

Glavni sloj premoga se nahaja na celotnem območju Potrlice, na območju Kalušiči, Komini in Grevo (slika 2.1), glavna plast premoga je razdeljena še v dve ali tri plasti. Nadmorska višina bazena je med 750 m in 780 m.

V centralnem delu je plast premoga zmerno "nagubana", kar kaže na prisotnost tektonike na tem območju. Z vidika rudarstva in gospodarstva, v smislu diskontinuitete plasti premoga, prisotni

lomi na tem območju nimajo velikega vpliva, vendar pa v veliki meri vplivajo na hidrološke razmere v področju.

Področje Potrlica in Cementara so glede hidroloških razmer temeljito raziskani. Hidrološke razmere v teh bazenih so izredno zapletene. Nadaljnje izkopavanje bazena spremlja izvajanje zelo intenzivnih ukrepov za drenažo na tem področju in preprečevanje stika vode v dnevnem kopu.



Slika 2.1: Pregledna karta nahajališč premoga pljevaljskega območja (Vir: Premogovnik Pljevlja)

Hidrološke značilnosti področja Kalušiči niso bile raziskane, vendar je raven splošne geološke raziskave zadovoljiv. Hidrološke značilnosti področja so ocenjene na podlagi analogije z področjem Potrlica. Na splošno so razmere v področju Kalušiči manj zapletene kot v področju Potrlica. Zaradi tega se pričakuje, da bodo ukrepi za drenažo in preprečevanje stika vode v dnevnem kopu lažje kot v področju Potrlica. Slika 2 prikazuje lokacije premoga.

Na podlagi podatkov iz geološke raziskave v področju Grevo in Rabbitlje in analogije z področjem Potrlica, se ocenjuje, da so hidrološke razmere v teh področjih ugodne, ki temeljijo na morfologiji terena in naklonu dna področja. Zaradi tega se pričakuje, da bodo ukrepi za drenažo in preprečevanje stika vode v dnevnem kopu lažje kot v področju Potrlica [2].

### **2.1.2 Bakrenjače**

Sloj premoga se razprostira na površini 0,1 km<sup>2</sup>, njegova debelina je med 0,1 in 25 m. Nadmorska višina bazena je okoli 890–930 m. V bazenu se ne izvajajo kompleksni hidrološki preizkusi, saj so na osnovi znanih hidroloških značilnosti bazena ocenjene kot enostavne [2].

### **2.1.3 Otilovići**

Področje Otilovići se razteza v dolžini približno 2,5 km, širina se giblje med 150 in 750 m. Raziskava je potrdila glavni sloj na celotnem območju (na vseh vrtinah). Debelina sloja je med 0,4 in 17,8 m. V jugovzhodnem delu bazena se razveji v štiri sloje debeline 1 m do 3 m.

Nadmorska višina bazena je približno 950 m. Na podlagi zaključenih raziskovalnih del je mogoče sklepati, da hidrološke razmere niso zapletene in da ni nobenih težav z vodo, ki bi vplivale na pridobivanje premoga [2].

### **2.1.4 Maoče**

Področje Maoče, ki leži na nadmorski višini med 900 in 1100 m, je dovolj raziskan v smislu količine in kakovosti premoga.

Področje Maoče je sestavljen iz treh nivojih. Pokrivni nivo z več kot 20 plastmi, srednji nivo, ki predstavlja glavni sloj, in osnovni nivo z dveh plasti. Glavni sloj premoga predstavlja srednji

nivo, ki poteka kontinuirano in pokriva površino okoli 6,5 km<sup>2</sup>, s povprečno debelino 14,8 m (največja potrjena debelina je 26 m in najmanjša 0,4m). Največja debelina glavne plasti je v severovzhodnem in centralnem delu, kjer skoraj na celotnem področju preseže 15 m. Približno 90 % izkoriščanja rezerv premoga pripada glavni plasti.

Področje Maoče je značilen po kompleksni geologiji, še posebej po hidroloških pogojih. Na tem področju so prisotne tri vrste podzemnih vod. Potrebno je omeniti, da velik vpliv na podzemne vode v področju Maoče ima akumulacijsko jezero Otiloviči, z najvišjo točko vode 840 m. Premikanje nivoja vode za približno 8 m se čez nekaj dni odraža na območje področja Maoče, kar je določeno z merjenjem nivoja podzemnih vod narejenimi na območju Maoče.

Ocenjeno je, da področje ni dovolj raziskano z vidika hidroloških razmer. Zaradi tega zahtevana bo dodatna sredstva za raziskave, predvsem glede pridobivanja informacij za načrtovanje tehničnih rešitev odvodnjavanja in izkopavanja.

Izkop premoga bo v vsakem primeru odvisen od uspešnega reševanja hidroloških problemov, kar bo nedvomno zahtevalo obsežne aktivnosti na področju drenaže in preprečevanju pretoka vode v dnevni kop. Te dejavnosti bodo povečale stroške izkopa zaradi črpanja vode, izgradnje obsežnih zbiralcev vode v dnevnem kopu, preusmeritve površinskih vodnih tokov, premikanja strojev na višje nivoje itd. To pomeni, da na podlagi znanih hidroloških lastnosti področja lahko govorimo samo o "pogojno izkoriščenih rezervah", oziroma za oceno izkoriščenih rezerv je potrebna "kritična ocena" [2].

### **2.1.5 Mataruge**

Področje Mataruge leži na nadmorski višini 1000–1100 m. Zajema površino približno 1,5 km<sup>2</sup>. Na podlagi hidroloških raziskav in primerjave z drugimi bazeni se ocenjuje, da hidrološke razmere v bazenu niso zapletene in se ne pričakujejo neugodne razmere, ki bi ovirale izkopavanje. Znotraj tega področja se premog nahaja na štirih mestih, vendar večina premoga leži v centralnem delu področja Mataruge, na območju okoli 1,3 km<sup>2</sup>. Debelina "glavne" plasti

premoga na tem področju je od 0,4 m do 13 m. Obstoječi podatki opravljene raziskovalne naloge ne kažejo na prisotnost tektonske aktivnosti v preteklosti, ki bi bistveno vplivale na kontinuiteto plasti. V tabeli 2.1 so podani podatki o nadmorski višini rezervoarja [2].

Tabela 2.1: Nadmorska višina področja

Centralno področje Pljevlja	750 m–780 m
Otiloviči	950 m
Bakrenjače	890 m–930 m
Glisnica	735 m–755 m
Mataruge	1000 m–1100 m
Maoče	900 m–1100 m

## 2.2 REZERVE IN KAKOVOST PREMOGA V POSAMEZNIH BAZENIH

### 2.2.1 Področje Pljevlja

Skupne izkoriščene rezerve v področju Pljevlja znašajo 65.782.122 ton. V tabeli 2.2 dati so podatki o rezervah in kakovosti premoga.

Tabela 2.2: Rezerve in kakovost premoga v področju Pljevlja (Vir: Premogovnik Pljevlja)

	Rezerve [t]			Kakovost premoga			
	Geološke	Bilančne	Izkoriščene	DTE [kJ/kg]	P[%]	Wu[%]	Su [%]
<b>Cementara</b>	6.258.190	5.545.895	5.268.600	11.550	19.29	32.19	1.84
<b>Šumani</b>	2.251.127	791.564	687.528	6.612	36.19	31.90	1.31
<b>Potrlica</b>	35.860.827	35.873.797	31.589.766	10.813	23.76	28.44	1.17
<b>Kalušiči</b>	15.136.920	15.136.920	12.866.382	7.973	36.44	27.08	1.43
<b>Grevo</b>	2.640.215	2.282.700	2.054.430	12.812	18.86	29.33	1.43
<b>Komini</b>	6.996.074	3.016.566	2.714.909	11.515	16.57	34.00	-
<b>Rabitlje</b>	5.358.361	5.358.361	4.822.525	13.663	10.93	34.00	-
<b>Bakrenjače</b>	1.339.040	1.332.313	1.199.082	10.194	15.14	39.99	0.96
<b>Otiloviči</b>	3.421.000	3.421.000	3.078.900	10.510	13.70	37.42	0.80

»se nadaljuje«



»nadaljevanje«

<b>Glisnica</b>	1.666.667	1.666.667	1.500.000	9.500	20.00	35.00	1.78
<b>SKUPAJ</b>	<b>80.928.420</b>	<b>74.389.783</b>	<b>65.782.122</b>	<b>10.518</b>	<b>23.91</b>	<b>29.96</b>	<b>1.29</b>

Povprečne vrednosti parametrov (tabela 2.3) so naslednje:

Tabela 2.3: Povprečne vrednosti parametrov

Spodnji toplotni učinek	10.518 kJ/kg
Vsebnost pepela	23,91 %
Vsebnost skupne vlage	29,96 %
Vsebnost skupnega žvepla	1,29 %

## 2.2.2 Področje Maoče

Izkoriščene rezerve v področju Maoče so pridobljene na podlagi bilančnih rezerv, pri čemer se upošteva 17,5-odstotna izguba pri izkopavanju. Povprečne vrednosti parametrov so prikazane v tabeli 4. V tabelah 2.4 in 2.5 so podani podatki o rezervah in kakovosti premoga.

Tabela 2.4: Povprečne vrednosti parametrov

Spodnji toplotni učinek	12.037 kJ/kg
Vsebnost pepela	16,96 %
Vsebnost skupne vlage	31,22 %
Vsebnost skupnega žvepla	0,86 %

Tabela 2.5: Rezerve in kakovost premoga v področju Maoče

	Rezerve [t]			Kakovost premoga			
	Geološke	Bilančne	Izkoriščene	DTE [kJ/kg]	P[%]	Wu[%]	Su [%]
Maoče	127.023.288	109.900.000	90.667.500	12.342	16.16	30.93	0.84
Mataruge	8.331.093	8.331.093	7.497.984	8.350	26.64	34.78	1.05
<b>SKUPAJ</b>	<b>135.354.381</b>	<b>118.231.093</b>	<b>98.165.484</b>	<b>12.037</b>	<b>16.96</b>	<b>31.22</b>	<b>0.86</b>

### 2.2.3 Področje Pljevlja in Maoče skupaj

Skupne izkoriščene rezerve v tem področju znašajo 163.947.606 ton.

V tabeli 2.6 so podani podatki o rezervah in kakovosti premoga v področju Pljevlja in Maoče.

Tabela 2.6: Rezerve in kakovosti premoga v področju Pljevlja in Maoče (Vir: Premogovnik Pljevlja)

	Rezerve [t]			Kakovost premoga			
	Geološke	Bilančne	Izkoriščene	DTE [kJ/kg]	P[%]	Wu[%]	Su [%]
<b>Cementarna</b>	6.258.190	5.545.895	5.268.600	11.550	19.29	32.19	1.84
<b>Šumani</b>	2.251.127	791.564	687.528	6.612	36.19	31.90	1.31
<b>Potrlica</b>	35.860.827	35.873.797	31.589.766	10.813	23.76	28.44	1.17
<b>Kalušiči</b>	15.136.920	15.136.920	12.866.382	7.973	36.44	27.08	1.43
<b>Grevo</b>	2.640.215	2.282.700	2.054.430	12.812	18.86	29.33	1.43
<b>Komini</b>	6.996.074	3.016.566	2.714.909	11.515	16.57	34.00	-
<b>Rabitlje</b>	5.358.361	5.358.361	4.822.525	13.663	10.93	34.00	-
<b>Bakrenjače</b>	1.339.040	1.332.313	1.199.082	10.194	15.14	39.99	0.96
<b>Otiloviči</b>	3.421.000	3.421.000	3.078.900	10.510	13.70	37.42	0.80
<b>Glisnica</b>	1.666.667	1.666.667	1.500.000	9.500	20.00	35.00	1.78
<b>Maoče</b>	127.023.288	109.900.000	90.667.500	12.342	16.16	30.93	0.84
<b>Mataruge</b>	8.331.093	8.331.093	7.497.984	8.350	26.64	34.78	1.05
<b>SKUPAJ</b>	<b>216.282.801</b>	<b>192.620.876</b>	<b>163.947.606</b>	<b>11.427</b>	<b>19.75</b>	<b>30.72</b>	<b>1.02</b>

Povprečne vrednosti parametrov (tabela 2.7) so naslednje:

Tabela 2.7: Povprečna vrednost parametrov

Spodnji toplotni učinek	11.427 kJ/kg
Vsebnost pepela	19,75 %
Vsebnost skupne vlage	30,72 %
Vsebnost skupnega žvepla	1,02 %

### 3 ENERGETSKA OSNOVA

Glede na rezultate prejšnjih raziskav in trenutno stanje proizvodnje, premog predstavlja najpomembnejši obnovljivi vir energije v Črni Gori. Vsi pomembni parametri kažejo, da bo premog ohranil svojo vlogo v prihodnjih nekaj desetletjih. Zaloge premoga v Črni Gori vključujejo rjavi premog in lignit v širšem območju Pljevalja in rjavi premog v občini Berane.

Izkoriščanje premoga v Črni Gori je tesno povezano z njegovo uporabo za proizvodnjo električne energije, kar pomeni, da je razvoj sistema premoga predvsem odvisen od strategije izgradnje proizvodnih enot v elektroenergetskem sistemu. Količina premoga v opščini Pljevlja lahko zadovolji potrebe lokalne elektrarne. Vsako širitev ali gradnjo novih kapacitet za proizvodnjo električne in/ali toplotne energije na tej lokaciji, bo zahtevalo tudi ustrezne posege za širitev kapacitete premogovnika. Seveda je potrebno vsako prihodnjo širitev sistema izkoriščanja in porabe premoga, izvajati v skladu z evropskimi standardi na področju varstva okolja, ki jih je Črna Gora sprejela v okviru Energetske skupnosti v jugovzhodni Evropi.

Na podlagi prejšnjih študij površinskih vodotokov v Črni Gori, lahko rečemo, da je voda najpomembnejši obnovljivi vir energije v Črni Gori. Drugi obnovljivi viri energije, ki imajo pomemben delež v primarni energetske bilanci, so vetrne in sončne elektrarne ter elektrarne na biomaso [3].

## 3.1 ANALIZA ENERGETSKEGA POTENCIALA ČRNE GORE

### 3.1.1 Fosilna goriva

#### 3.1.1.1 Zemeljski plin

V skladu s podatki (predstavitev Jugopetrol Kotor) potencialne naftne rezerve znašajo približno 7 milijard sodčkov, medtem ko so morebitne rezerve zemeljskega plina 425 milijard m<sup>3</sup>. Resnična komercialnost nafte in plina v Črni Gori se lahko določi le z izgradnjo novih dodatnih vrtin na primernih strukturah.

Možne poti za oskrbo Črne Gore z zemeljskim plinom so skozi Republiko Srbijo (Dimitrovgrad-Niš-Kosovska Mitrovica-Berane-Podgorica) ali predvidena povezava s daljnovodom med Grčijo in Italijo. Ena od možnih poti za dobavo zemeljskega plina na območju Črne Gore je možnost povezave na bodoči plinski sistem na območju Republike Hrvaške, z gradnjo plinovoda Vrbovsko–Split, s predvidenim podaljšanjem do Dubrovnika. S tem bi obstajala možnost priključitve celotnega sistema na povezovalni daljnovod Grčija–Italija, ki bo v kombinaciji z zapiranjem obroča plina na relaciji Luka Ploče–Bosanski Brod bistveno povečala zanesljivost plinskega sistema v regiji.

Pomembnost dobave potrebne količine plina na območju Črne Gore je njen pristop k t.i. Energetski skupnosti, na podlagi Atenskega memoranduma leta 2003.

Proizvodnja električne energije v termoelektrarnah na plin ni predvidena v obdobju do leta 2025 zaradi nezadostnega raziskovanja in pomembnega hidropotenciala kot tudi zaradi domačih zalog premoga [3].

### 3.1.1.2 Surova nafta

Ker še ni dosežena komercialna proizvodnja nafte in plina, v Črni Gori ne obstajajo nobeni objekti in naprave za proizvodnjo naftnih derivatov, vključno s kurilnim oljem (mazut). Tudi v primeru komercialne proizvodnje nafte, je majhno verjetno, da se bo v Črni Gori gradila rafinerija nafte, iz več razlogov: zaradi zaščite turizma in ekološkega potenciala, pomanjkanja ekonomske izvedljivosti zaradi strukture in velikosti trga in zaradi tega ko obstoja več rafinerij velike zmogljivosti v razmeroma bližnjem okolju (Rijeka, Brindisi, grška rafinerija ...).

Gradnja elektrarn na kurilno olje, razmeroma pogosta v 70. letih 20. stoletja, je danes na splošno redka. Nobena država ne namerava graditi novih elektrarn na kurilno olje, vendar se obstoječe naprave v obratovanju ohranijo do konca življenjske dobe oz. se opravlja obnova in prehod na druga goriva (običajno zemeljski plin). Razlogi za to so predvsem ekonomski – zaradi visoke cene kurilnega olja kot goriva (kot posledica visoke cene nafte na splošno), in tudi ekološki [3].

## 3.1.2 Obnovljivi viri energije

Ocenjuje se, da v Črni Gori najboljši razvojni potencial med obnovljivimi viri energije imajo majhne hidroelektrarne in vetrne elektrarne. Ne smemo pozabiti, da ni mogoče pričakovati močnejšega zanašanja na te vire, ko gre za proizvodnjo električne energije, vendar je njihova naloga, da v določenem manjšem odstotku sodelujejo v energetske bilanci.

### 3.1.2.1 Hidropotencial Črne Gore

Skupni hidropotencial v Črni Gori je ocenjen na 18,75 milijardi m<sup>3</sup> oz. 595 m<sup>3</sup>/s, dokler z vidika uporabe vodne energije imamo oceno od 13,34 milijarde m<sup>3</sup> oz. 423 m<sup>3</sup>/s.

Najnovejši načrt vodenja vodnih potencialov Črne Gore je definiran s povprečnim teoretičnim potencialom vodne energije v višini 9,846 GWh, medtem ko je približno 17 % tega potenciala v

komercialnem izkoriščanju [3]. Razdelitev vodnega potenciala po glavnem pretoku je podana v tabeli 3.1.

Tabela 3.1: Teoretični hidropotencial Črne Gore na glavnih vodotokih (Elektroprivreda Crne Gore)

<b>Vodotok</b>	<b>Teoretski hidroenergetski potencial (GWh)</b>
Piva	1 361
Tara	2 255
Čehotina	463
Lim	1 438
Ibar	118
Morača (do Zete)	1 469
Zeta	2 007
Mala Rijeka	452
Cijevna	283
<b>SKUPAJ</b>	<b>9 846</b>

### 3.1.2.2 Majhne hidroelektrarne

V Črni Gori so bile v zadnjih dvajsetih letih opravljene številne študije, z namenom definiranja možnosti za graditev majhnih hidroelektrarn. Podatki, pridobljeni v raziskovalnih študijah, nam povejo, da je mogoče na nekaterih mestih graditi objekte moči večje od 10 MW (meja za majhne hidroelektrarne). Raziskovalna študija je opredelila tehnično uporaben potencial na ravni povodja v višini 601 GWh, ostanek je ocenjen na posreden način, in smo tako prišli do ocene 358 GWh, kar daje pogojno vsoto 957,2 GWh (tabela 3.2).

Tabela 3.2: Tehnično uporaben potencial majhnih hidroelektrarn na nivoju glavnih povodij vodotokov v Črni Gori

<b>Povodja</b>	<b>Stopnja študij (GWh)</b>	<b>Ocenjeno (GWh)</b>	<b>Skupaj (GWh)</b>
Lim	311	50	361
Ibar		36	36
Morača	58		58
Zeta	33		33
Čehotina		55	55

»se nadaljuje«

»nadaljevanje«

Piva	82		82
Komarnica	117		117
Tara	217		217
<b>SKUPAJ</b>	<b>601</b>	<b>358</b>	<b>957,2</b>

Na podlagi teh raziskav smo dobili 68 definiranih potencialnih lokacij za majhne hidroelektrarne (podatki iz "Prostornog plana Črne Gore"), pri čemer imamo tehnično uporabnega potenciala v višini 226.18 MW, oz. 637.53 GWh.

Tabela 3.3: Tehnično uporaben potencial majhnih hidroelektrarn v Črni Gori (Elektroprivreda Crne Gore)

Povodja	Število potencialnih lokacij	Skupna instalirana moč (MW)	Skupna možna letna proizvodnja (GWh)
Piva	6	23,5	81,6
Čehotina	1	2,961	11,52
Lim	34	117,445	337,653
Komarnica	17	50,555	116,61
Zeta	5	13,194	48,05
Morača	6	23,35	47,5

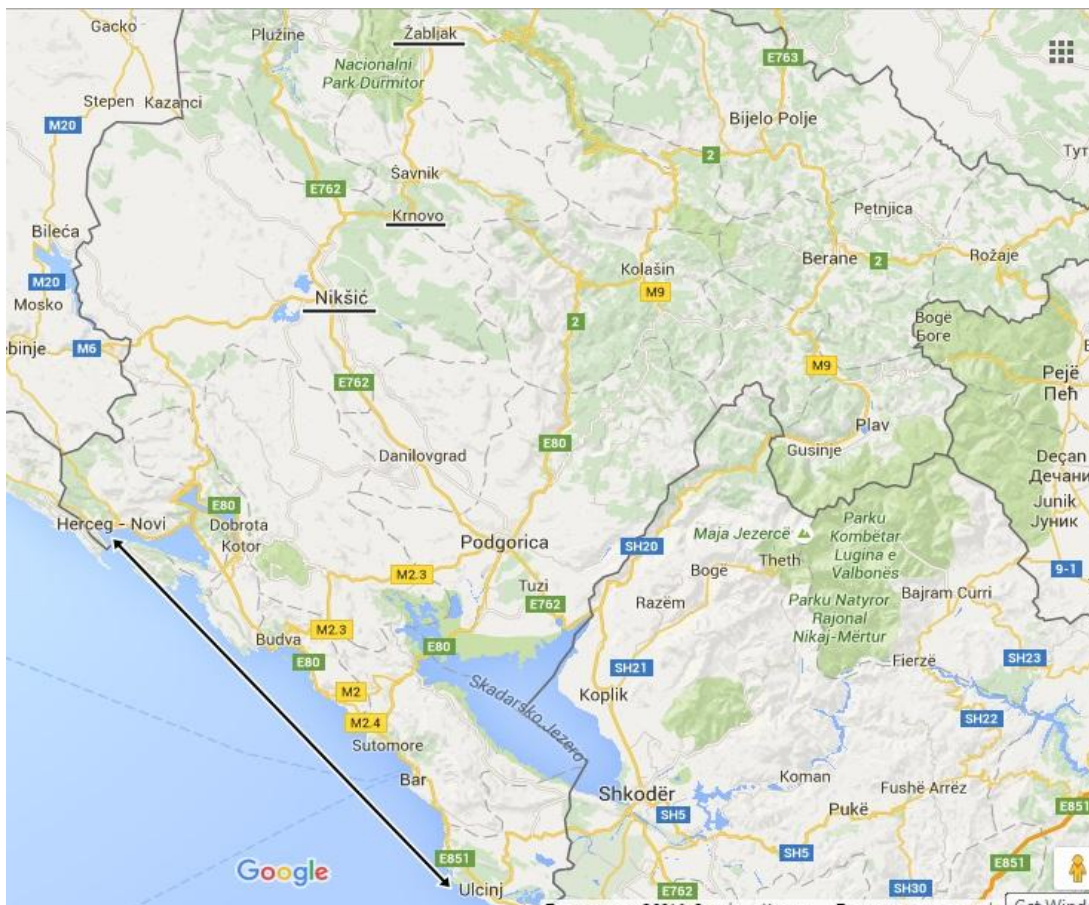
V tabeli 3.3 so podani podatki o tehnično potencialnih lokacijah za majhne hidroelektrarne.

Teh vrednosti je treba imati s rezervom, ker je veliko število potencialnih lokacij na podeželskih območjih, in v zvezi s tem je treba opozoriti, da pri določanju potenciala majhnih hidroelektrarn niso upoštevane načelne omejitve za varstvo okolja, kot tudi biološkega minimuma. Prav tako treba opozoriti, da za večino analiziranih vodotokov ne obstajajo dolgoročne meritve pretoka, kar vpliva na verodostojnost ocenjevanja potenciala [3].

### 3.1.2.3 Vetrne elektrarne

Anemografske meritve v Črni Gori so bile izvedene na devet lokacijah. Ocenjen je smer vetra, srednja in trenutna hitrost vetra na višini 10 m nad tlemi. Lokacije meteoroloških postaj niso

reprezentativne z vidika določitve energetskega potenciala vetra, tudi ne merijo parametre vetra na višinah, kjer so nameščene vetrne turbine.



Slika 3.1: Lokacije primerne za gradnjo vetrnih elektrarn (Vir: Google earth)

Na sliki 3.1 so predstavljene lokacije primerne za gradnjo vetrnih elektrarn.

Na podlagi podatkov iz vremenskih postaj so potencialna območja v zvezi z uporabo energije vetra okoli Nikšića (Ilino Brdo, Vučje ...), jugozahodno območje, gorska veriga, grebeni nad morjem in obalna območja. Predpostavlja se, da je na teh območjih zelo ugoden potencial vetrne energije od 1–2 MWh/m<sup>2</sup> na leto. Meritve na območju Nikšića so pokazale moč vetra 30 W/m<sup>2</sup>, medtem ko je izmerjena moč ob istem času na Vučju 225 W/m<sup>2</sup>. Območja v okolici Žabljaka so zelo vetrovna območja, na katerih je potrebno opraviti meritve za določitev potenciala vetrne energije in ugotoviti primerne lokacije za gradnjo vetrnih elektrarn.



Na podlagi Evropskega vetrovnega atlasa je območje, primerno za gradnjo vetrnih elektrarn, pas ob morju od Ulcinja do Herceg-Novog, širine okoli 20 km in površine okoli 1000 km<sup>2</sup>. Ta lokacija ima tudi druge prednosti za gradnjo vetrnih elektrarn, kot so bližina prenosnega/distribucijskega omrežja, vizualna sprejemljivost in podobno [3].

#### 3.1.2.4 Elektrarne na biomaso

Črna Gora kot celota, še posebej občina Pljevlja, je nadpovprečno pogozdena na Balkanskem polotoku. Skoraj 50% ozemlja Črne Gore je pogozdeno. Črna Gora ima več kot 700.000 hektarjev gozdnih površin in več deset tisoč hektarjev zemljišča brez gozda ali devastiranega zemljišča, ki ga ni mogoče pogozdovati. Lesna zaloga občine Pljevlja po podatkih Direktorata gozdov v Pljevljima in Skladu državnih gozdov v Črni Gori sestavlja 15,5% površine, 18,4% količine lesa in 24,7% po trenutnem obsegu prirastka.

Tabela 3.4: Struktura površina gozda v občini Pljevlja po namenu in lastništvu (Elektroprivreda Črne Gore)

	<b>Državni gozdovi</b>	<b>Zasebni gozdovi</b>	<b>Skupaj</b>
Gospodarski gozdovi	51.231	1.959	53.190
Visoki gospodarski gozdovi	32.919	1.376	34.295
Gozdne kulture	2.166		2.166
Kalitve	12.098	583	12.681
Panjevec	4.048		4.048
Gozdovi za druge namene (nacionalni parki)	5.164		5.164
Visoki gozdovi	477		477
Kalitve	1.306		1.306
Grmičevje	3.381		3.381
Območje prokrito drvesom	56.395	1.959	58.354
Območje brez drvesa	15.865		15.865
<b>SKUPAJ (ha)</b>	<b>72.260</b>	<b>1.959</b>	<b>74.219</b>

Večina prebivalcev Črne Gore uporablja les kot glavno obliko ogrevanja. V Črni Gori se vsako leto od državnih gozdov izkorišča približno 381.000 m<sup>3</sup> lesa. Od tega za ogrevanje porabimo okoli 121.000 m<sup>3</sup>. Če temu dodamo oceno, da se letno iz zasebnih gozdov poseka okoli 60.000

m<sup>3</sup> lesa in da se predvsem uporablja za ogrevanje, lahko rečemo, da se v Črni Gori v enem letu za ogrevanje porabi približno 180.000 m<sup>3</sup> lesa. Skupna količina lesne mase, ki je sestavljena iz gozdnih odpadkov, nastalih pri izkoriščanju gozdov, se gibljejo na leto med 150 in 200.000 m<sup>3</sup>. V tabeli 3.4 je podana strukturna površina gozda v občini Pljevlja po namenu in lastništvu [3].

### 3.1.2.5 Sončne elektrarne

Sončno sevanje je izjemno pomemben vir energije v Črni Gori. Območje Črne Gore je izpostavljeno neposrednemu sončnemu sevanju med 1500 in 2000 ur/leto (npr. 17–18% od celotnega letnega časa). Še posebej to velja za obalni del Črne Gore in okolico Podgorice. Visokokakovostna dolgoročna ocena prostorske in sezonske porazdelitve energetskega potenciala sonca na ozemlju Črne Gore ni opravljena. V večini meteoroloških postaj se meri trajanje sončnega sevanja in se osredotoča na stopnjo oblačnosti. Na podlagi teh podatkov je mogoče oceniti vrednost globalnega sončnega sevanja.

Na sliki 3.2 imamo predstavljen primer sončne elektrarne.



Slika 3.2: Sončne elektrarne (Vir: Google)

Kot pomoč za oceno prostorske porazdelitve globalnega sončnega sevanja se lahko uporabljajo podatki o trajanju sončnega sevanja, ki se zbirajo na številnih meteoroloških postajah v Črni Gori. Podatki o trajanju sončnega sevanja so na voljo za 13 lokacij v Črni Gori: Podgorica, Nikšić, Pljevlja, Berane, Kolašin, Bijelo Polje, Žabljak, Herceg-Novci, Budva, Bar, Ulcinj, Kotor in Tivat. Na osmih od teh postaj podatki se zbirajo več kot 40 let, na drugih pa bistveno krajši čas. Na območju Črne Gore je povprečno globalno sevanje med 3,5 in 4,45 kWh/m<sup>2</sup> na dan. Meritve kažejo, da poleti doseže do 8 kWh/m<sup>2</sup> na dan [3].

## 3.2 ANALIZA STRUKTURE PORABE ELEKTRIČNE ENERGIJE DO LETA 2050

### 3.2.1 Analiza porabe električne energije v obdobju 2008 do 2010 leta

#### 3.2.1.1 Končna poraba električne energije

Končna poraba električne energije v Republiki Črni Gori za energetske namene je bila najvišja v letu 2008 in je znašala 3.738 GWh. V letu 2009 je bila poraba električne energije zmanjšana za 20% in je padla na 3017 GWh. V letu 2010 sledi rast porabe do 3211 GWh, kar pomeni, da se je poraba v primerjavi z letom 2009 povečala za 6% [3].

#### 3.2.1.2 Industrija

Poraba električne energije v industrijskem sektorju je bila najvišja v letu 2008, in je znašala 2.130 GWh. V letu 2009 se je poraba električne energije v industrijskem sektorju zmanjšala za 38 % na 1.315 GWh. V letu 2010 se je v primerjavi z letom 2009 poraba električne energije povečala za 20%. V letu 2010 je delež porabe električne energije v industriji v strukturi končne porabe energije znašala 49 % [3].

### 3.2.1.3 Gospodinjstva

Poraba električne energije v sektorju gospodinjstva je bila največja v letu 2010 in je znašala 1.280 GWh, medtem ko je bila najnižja v letu 2008 (1.178 GWh). V obdobju 2009 in 2010 se je poraba v sektorju gospodinjstev povečala za 1%. Delež porabe električne energije v sektorju gospodinjstev je v letu 2010 v strukturi celotne porabe električne energije znašal 39,86% [3].

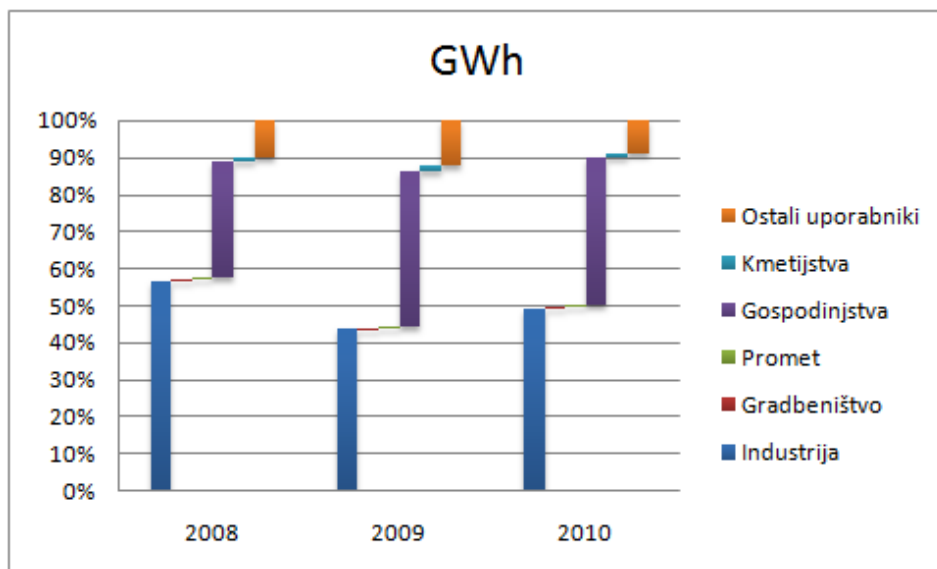
### 3.2.1.4 Gradbeništvo, promet in kmetijstvo

Sektorji gradbeništvo, promet in kmetijstvo so v letu 2010 porabili skupaj 68 GWh električne energije, hkrati je to leto z najvišjo porabo električne energije v teh sektorjih. Rast porabe električne energije najbolj opazimo v sektorju kmetijstva, kjer letna poraba narašča po stopnji 2,6%. V prometnem sektorju je poraba električne energije najnižja v letu 2009. V letu 2010 se je poraba spet povečala na raven leta 2008, ki je takrat znašala 22 GWh. V sektorju gradbeništva je poraba električne energije konstantna in znaša 8 GWh [3].

### 3.2.1.5 Drugi porabniki

Poraba drugih porabnikov električne energije je v letu 2009 znašala 371 GWh. Povečanje porabe v letu 2009 v primerjavi z letom 2008 je bila 2% nižje. Poraba v letu 2010 je bila 282 GWh, kar pomeni 24% zmanjšane porabe v primerjavi z letom 2009. Delež porabe električne energije, glede na celotno porabo v letu 2010, je znašal 8,78% [3].

Na sliki 3.3 je predstavljena poraba električne energije v Črni Gori v obdobju 2008–2010 v sektorjih porabe.



Slika 3.3: Poraba električne energije v Republiki Črni Gori v razdobju od 2008 do 2010 leta po sektorjih

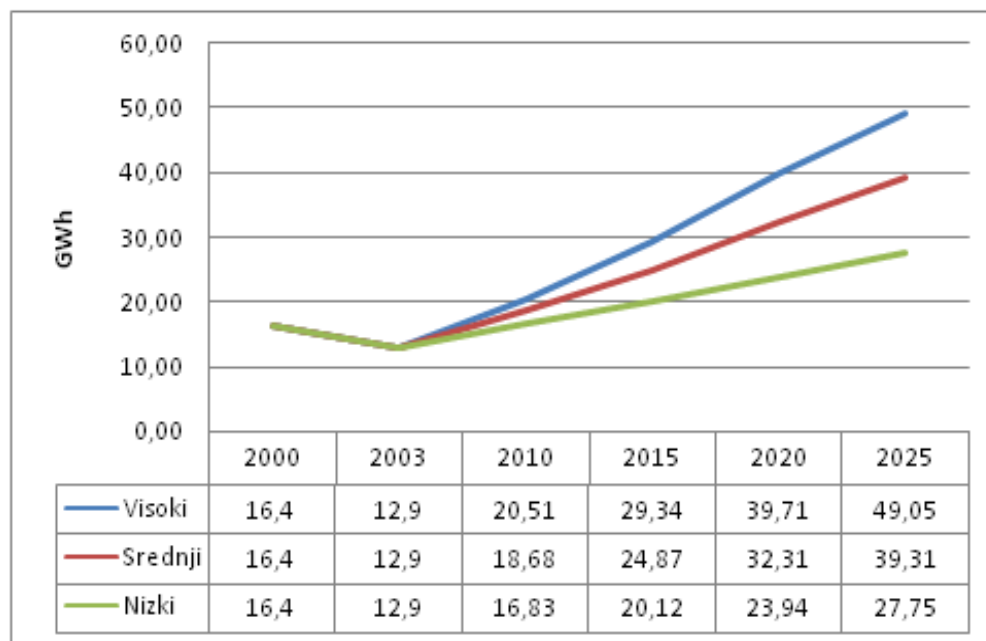
### 3.2.2 Kritičen pogled na projekcije porabe električne energije do leta 2025

#### 3.2.2.1 Gradbeništvo in kmetijstvo

Skupna poraba električne energije iz javnega omrežja v gradbeništvu in kmetijstvu se bo povečala od 12,90 GWh iz osnovnega leta 2003 do 49,05 GWh v zadnjem opazovanem letu za visoki scenarij, 39,31 GWh v srednjem in 27,75 GWh v nizkem scenariju.

Povprečne letne stopnje rasti so znašale 6,3 % na leto za visoki scenarij, 5,2 % v srednjem scenariju in 3,5 % v nizkem scenariju [3].

Na sliki 3.4 je prikazana pričakovana poraba električne energije iz javnega omrežja v kmetijstvu in gradbeništvu.



Slika 3.4: Pričakovana poraba električne energije iz javnega omrežja v kmetijstvu in gradbeništvu.

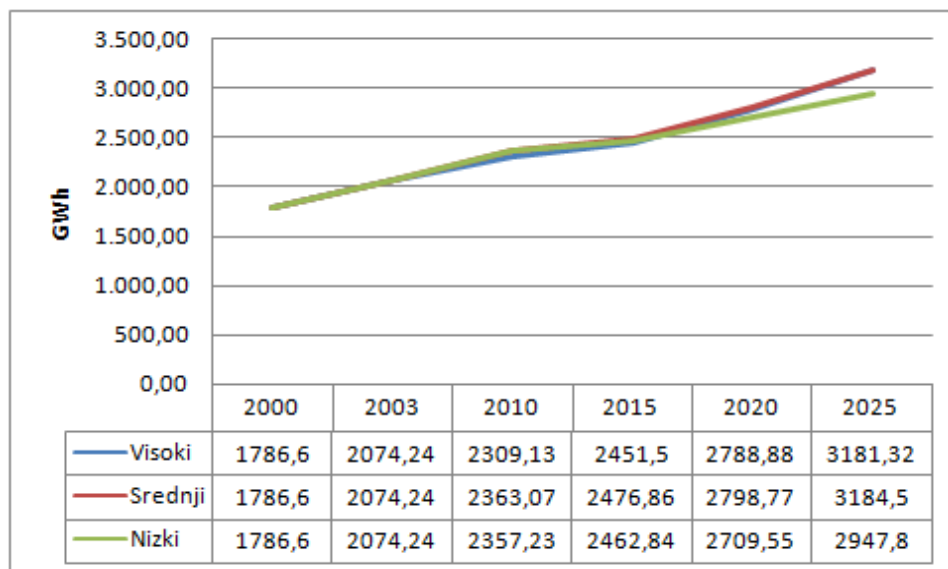
### 3.2.2.2 Industrija

Skupna poraba električne energije v industriji iz javnega omrežja se pridobi tako, da od skupne porabe odštejemo proizvedeno električno energijo iz industrijske soproizvodnje.

Poraba električne energije iz javnega omrežja v industriji se bo povečala s 2.074,24 GWh iz osnovnega leta 2003 na 3.181,32 GWh v zadnjem opazovanem letu za visoki scenarij, oziroma na 3.184,50 GWh v srednjem in 2.947,80 GWh v nizkem scenariju.

Povprečne letne stopnje rasti porabe električne energije iz javnega omrežja v industriji so 2,0% na leto v visokem scenariju, 2,0% v srednjem in 1,6% v nizkem scenariju [3].

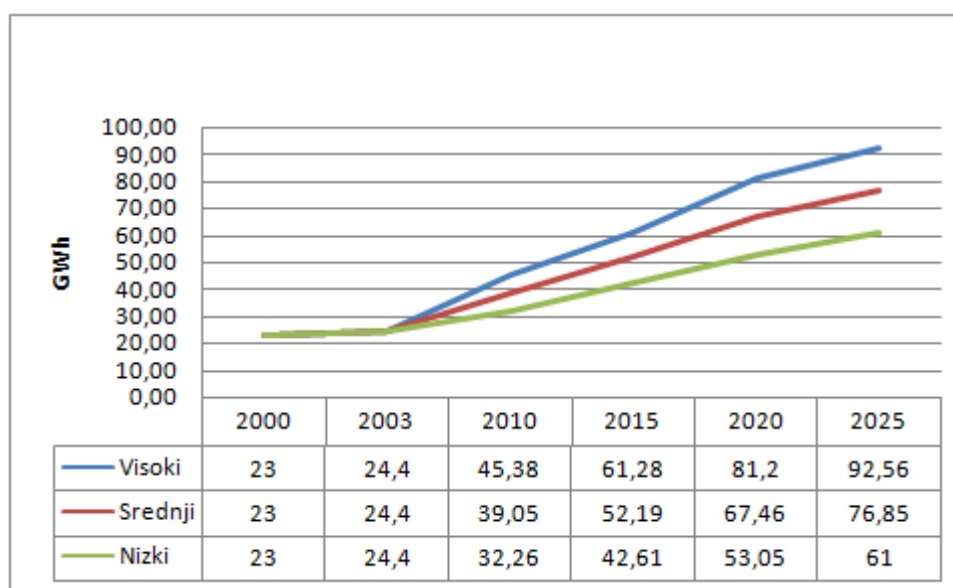
Slika 3.5 prikazuje pričakovano porabo električne energije iz javnega omrežja v industriji.



Slika 3.5: Pričakovana poraba električne energije iz javnega omrežjav industriji

### 3.2.2.3 Promet

Skupna poraba električne energije iz javnega omrežja v prometu se bo povečala s 24,40 GWh iz osnovnega leta 2003 na 92,56 GWh v zadnjem opazovanem letu za visoki scenarij in 76,85 GWh v srednjem ter 61,00 GWh v nizkem scenariju.



Slika 3.6: Pričakovana poraba električne energije iz javnega omrežja v promet

Povprečna letna stopnja rasti je 6,2 % za visoki scenarij, 5,4 % v srednjem in 4,3 v nizkem scenariju [3].

Slika 3.6 predstavlja pričakovano porabo električne energije iz javnega omrežja v prometu.

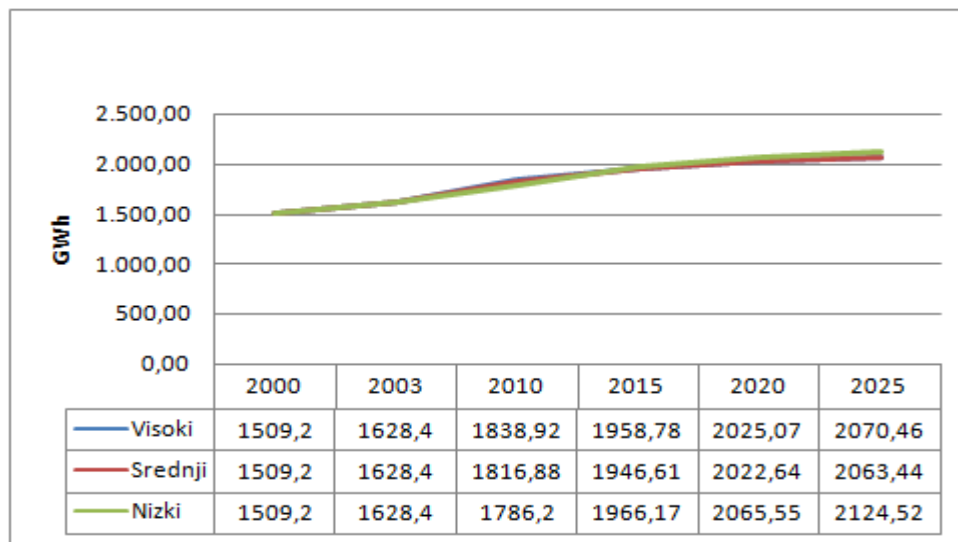
#### 3.2.2.4 Gospodinjstva in storitve (javni sektor, turizem in druge poslovne dejavnosti)

Skupno porabo električne energije iz javnega omrežja v gospodinjstvih in storitvah, pridobimo na ta način, da od celotne porabe odštejemo proizvedeno električno energijo iz soproizvodnje.

Poraba električne energije iz javnega omrežja v gospodinjstvih in storitvah se bo povečala s 1.628,40 GWh iz osnovnega leta 2003 na 2.070,46 GWh v zadnjem opazovanem letu za visoki scenarij, oziroma na 2.063,44 GWh v srednjem in 2.124,52 GWh v nizkem scenariju.

Povprečna letna stopnja rasti porabe električne energije iz javnega omrežja v gospodinjstvih in storitvah je 1,1 % za visoki scenarij, 1,1 % v srednjem in 1,2 v nizkem scenariju [3].

Slika 3.7 predstavlja načrtovano porabo električne energije v gospodinjstvih in storitvah.



Slika 3.7: Pričakovana poraba električne energije iz javnega omrežja v gospodinjstvih in storitvah



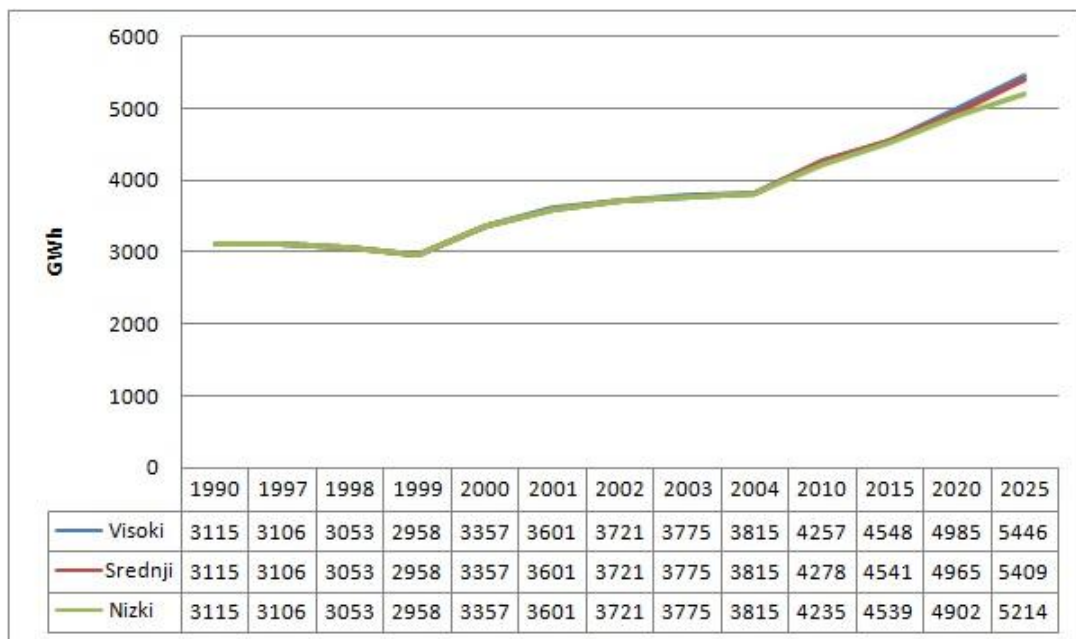
### 3.2.2.5 Skupna pričakovana poraba električne energije iz javnega omrežja

Skupna poraba električne energije iz javnega omrežja se dobi glede na celotno predvideno porabo električne energije iz vseh sektorjev, od katerih je odšteta napovedana proizvodnja električne energije iz industrijske soproizvodnje in manjših soproizvodnj.

Skupna poraba električne energije iz javnega omrežja se bo povečala s 3.775 GWh iz osnovnega leta na 5.446 GWh v zadnjem opazovanem letu za visoki scenarij, oziroma 5.409 GWh v srednjem scenariju in 5.214 GWh v nizkem scenariju.

Povprečna letna stopnja rasti porabe električne energije iz javnega omrežja za visoki scenarij je 1,7%, za srednji scenarij 1,6 in za nizki scenarij 1,5% [3].

Slika 3.8 prikazuje skupno realizirano in pričakovano porabo energije.



Slika 3.8: Skupna realizirana in pričakovana poraba električne energije iz javnega omrežja

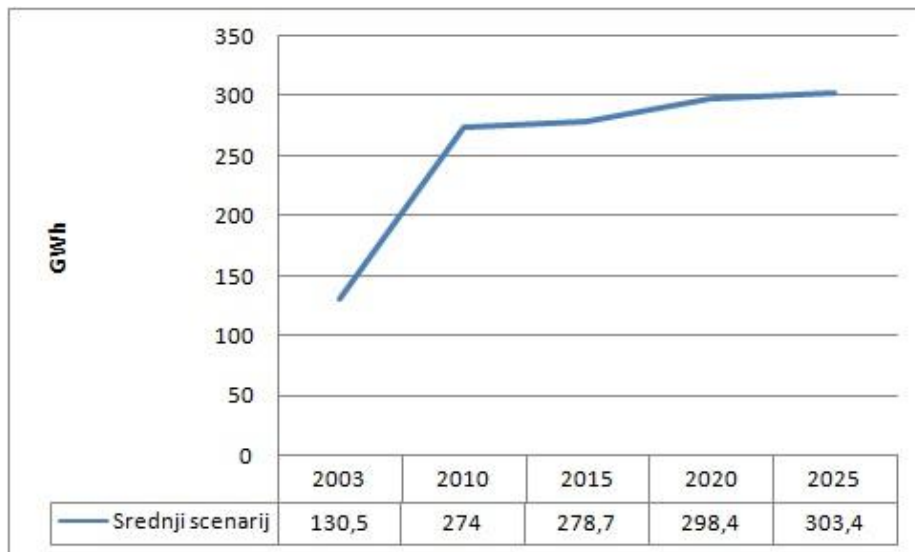
### 3.2.2.6 Energija za zagon

Energija za zagon se porabi v industrijskih sektorjih energetike in rudarstva. Električna energija uporabljena za elektrarne je odvisna od scenarija gradnje novih elektrarn, kar pomeni, da je za različne načrte za izgradnjo novih enot ta energija drugačna.

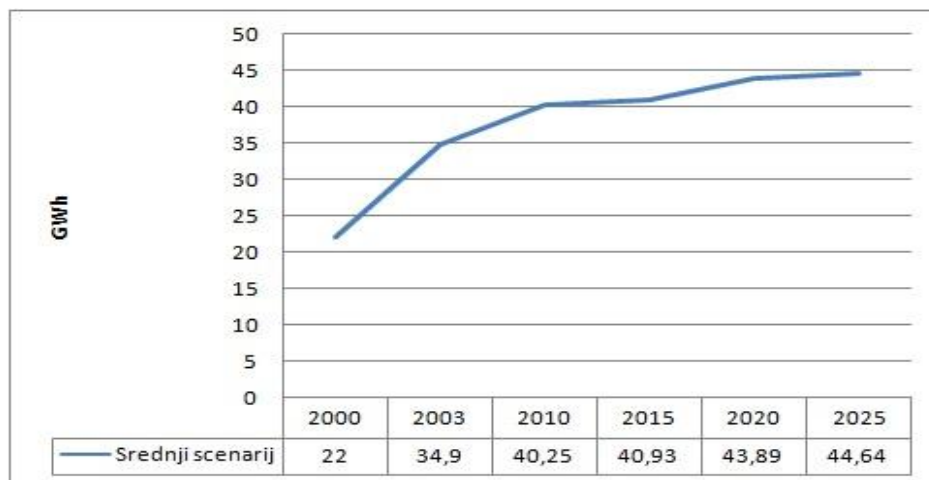
Električna energija za zagon elektrarn se bo povečala v srednjem scenariju s 130,5 GWh iz baznega leta na 303,4 GWh v zadnjem opazovanem letu.

Električno energijo iz javnega omrežja v področjima premoga analiziramo na podlagi skupne porabe premoga. Električna energija iz javnega omrežja v področjih premoga se bo v srednjem scenariju povečala s povprečno letno stopnjo 1,1 %, in sicer s 34,90 GWh v osnovnem letu 2003 do 44,64 GWh v zadnjem opazovanem letu [3].

Na sliki 3.9 je prikazana energija za zagon elektrarn, na sliki 3.10 pa je pričakovana poraba električne energije v premogovnikih.



Slika 3.9: Energija za zagon elektrarn (GWh)



Slika 3.10: Pričakovana poraba električne energije iz javnega omrežja v premogovnikih

### 3.2.2.7 Izgube električne energije

Izgube električne energije v prenosu naj bi se zmanjšale s 4,1 % na 3,4 % do leta 2015. Izgube električne energije v distribuciji naj bi se po načrtih zmanjšale s 20% na okoli 8% do leta 2025, ob predpostavki, da se to zmanjšanje razdeli na vsako leto. Izgube električne energije se bo zmanjšale s 618 GWh na okoli 375 GWh v letu 2025. V tabeli 13 prikazane so izgube električne energije [3].

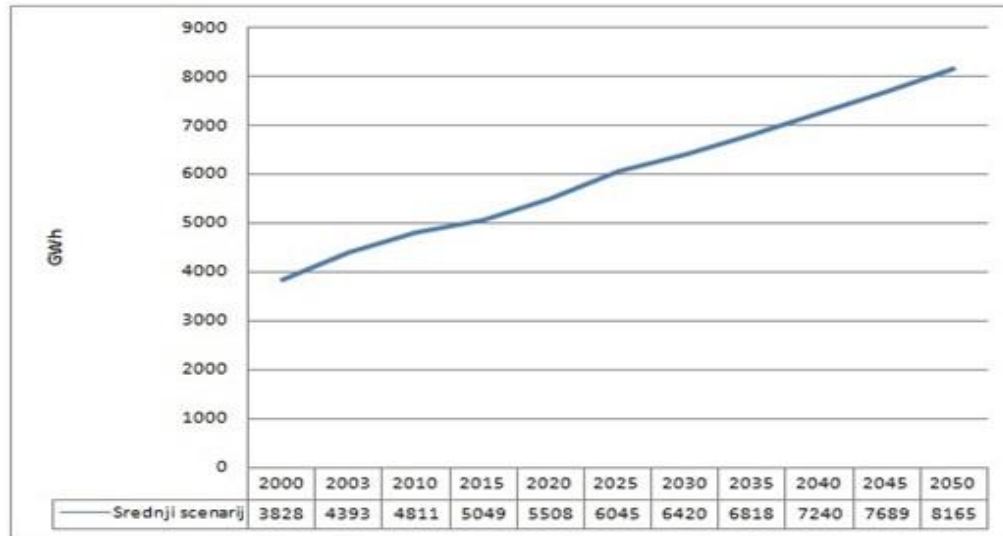
Tabela 3.5: Tabela : Izgube električne energije (%)

	2003	2010	2015	2020	2010
Prenos	4,1	3,4	3,4	3,4	3,4
Distribucija	20,0	15,2	12,1	9,9	8,0

### 3.2.2.8 Predvidena poraba električne energije, ki jo zagotavlja elektrogospodarstvo

Električna energija, ki jo zagotavlja elektrogospodarstvo, je neposredna poraba električne energije za zagon področjih premoga, povečana za izgube prenosa in distribucije električne energije in zmanjšana za proizvodnjo električne energije iz industrije in manjših soproizvodnj.

Električna energija, ki jo zagotavlja elektrogospodarstvo, se bo povečala s 4.393 GWh v letu 2003 na 5.784 GWh v letu 2025. Stopnja rasti je 1,26% na leto [3].



Slika 3.11: Električna energija, ki jo zagotavlja elektrogospodarstvo (GWh)

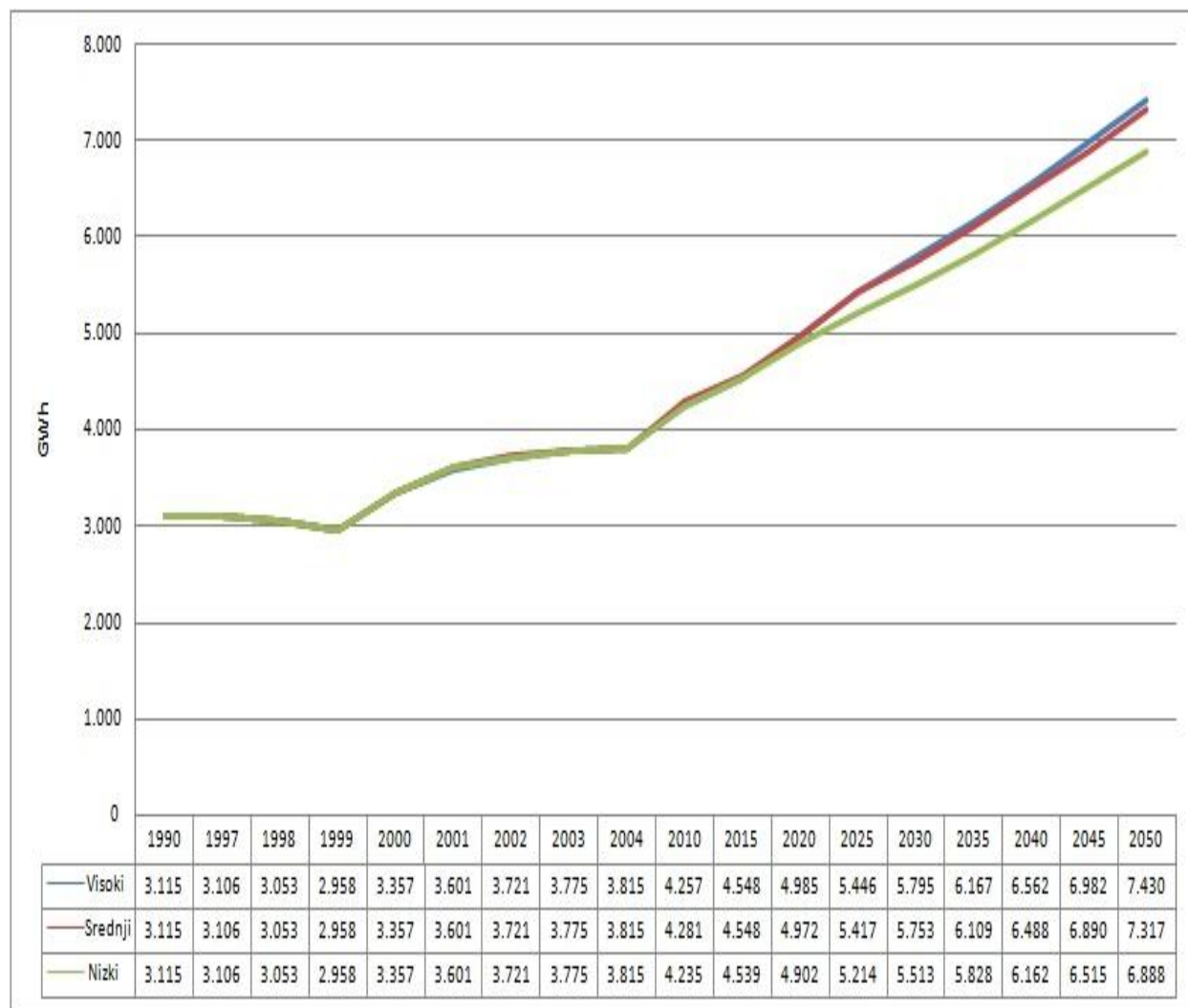
Slika 3.11 prikazuje vrednosti električne energije, ki jo zagotavlja elektrogospodarstvo.

### 3.2.3 Ocena projekcije porabe električne energije do leta 2050

Na podlagi strokovne ocene prihodnjega gospodarskega razvoja in drugih analiz in napovedi porabe električne energije v Črni Gori so v spodnjih diagramih 10 in 11 prikazane napovedi porabe električne energije do leta 2050. Kot podlaga je uporabljena napoved za porabo električne energije iz Strategije razvoja energetike Črne Gore do leta 2025.

Iz slike 3.12 izhaja, da so za pričakovano porabo električne energije iz javnega omrežja mogoči trije pomembni scenariji:

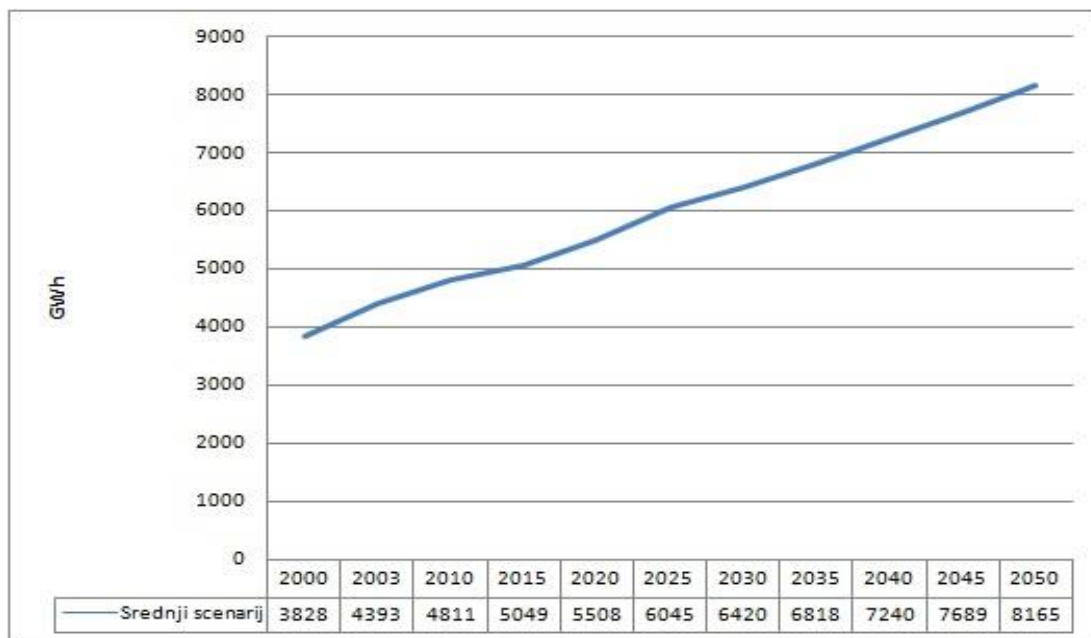
- Visoki scenarij, v katerem je stopnja rasti 1,25%,
- Srednji scenarij, s stopnjo 1,21%,
- Nizki scenarij, s stopnjo 1,12%.



Slika 3.12: Skupna realizirana in pričakovana poraba električne energije iz javnega omrežja do leta 2050

Mogoče je sklepati, da ni bistvenih razlik med stopnjo rasti po napovedi za prihodnjo porabo električne energije iz javnega omrežja. Zato ocenjujemo, da je za dodatno analizo primeren srednji scenarij z letno stopnjo rasti 1,21% [3].

Slika 3.13 prikazuje napovedi porabe električne energije, ki so dostopne za porabo do leta 2050.



Slika 3.13: Električna energija razpoložljiva za porabo do leta 2050

### 3.3 TRENUTNA STRUKTURA PROIZVODNIH OBJEKTOV

V elektroenergetskem sistemu Črne Gore so v uporabi trije glavne proizvodne enote: HE Perućica in Piva ter TE Pljevlja. Poleg teh, v sistemu obstaja še sedem majhnih hidroelektrarn, vendar je njihov prispevek v pomenu zmogljivosti in proizvodnje relativno majhen. Vodna energija ima zelo pomembno vlogo v elektroenergetskem sistemu Črne Gore.

#### 3.3.1 Hidroelektrarne

**HE Perućica** – Hidroelektrarna "Perućica" je akumulacijsko-derivacijska elektrarna zgrajena v bližini Glave Zete, ki uporablja vodo iz Nikšičkog polja. HE Perućica uporablja vodo iz pritok Gornje Zete, z bruto padcem približno 550 metrov.

V strojni hiši HE "Peručica" je zgrajeno 7 dvojnih turbin tipa "Pelton", z generatorji s skupno inštalirano močjo 307 MW. Pet agregatov ima inštalirano moč 40 MVA in dva 65 MVA. Predvidena je vključitev osmega agregata skupne moči 65 MVA.

Na podlagi opravljenih testov iz 80. in 90. let je moč elektrarne najprej omejena na 245 MW in potem od oktobra 1998 na 260 MW. Po raziskavah, ki so bile opravljene v aprilu 2001, je moč elektrarne omejena na 285 MW. Na sliki 3.14 je predstavljena HE Perućica.



Slika 3.14: HE Perućica (Vir: Google)

HE Perućica pri sedANJI proizvodnji pokriva približno 20 % potreb po električni energiji v Črni Gori. Nahaja se med dvema največjima mestoma v Črni Gori, kar pomeni, da pomembno vpliva na obstojnost elektroenergetskega sistema Črne Gore. V prihodnosti je potrebno zagotoviti določeno financiranje projektov modernizacije in sanacije objektov HE Perućica, ki bi omogočilo delovanje z nazivno močjo 307 MW, s čimer bi se pričakovana proizvodnja hidroelektrarne povečala na 970 MW [3].

**HE Piva** – Hidroelektrarna Piva je zaježitveni objekt na reki Pivi, z enim od največjih betonskih ločnih jezov na svetu, ki se nahaja med gorskim masivom Piva, Komarnica in Vrbnica. Delovati je začela leta 1976. Zaradi specifične topografske lastnosti terena se celoten pogon nahaja pod zemljo. Pritočno območje HE Piva je 1760 km<sup>2</sup>, povprečni letni tok v profilu (jez) je 74,3 m<sup>3</sup>/s.

HE Piva je od svojega zagona leta 1976 delala kot vršna elektrarna v elektroenergetskem sistemu Srbije, ki temelji na izmenjavi električne energije, v skladu s Sporazumom o dolgoročnem poslovno-tehničnem sodelovanju, ki je bil obnovljen leta 1991 in zaključen za obdobje 25 let. V skladu s pogodbo Elektrogospodarstvo Črne Gore (EGČG) vsako leto dobavlja električno energijo Elektrogospodarstvu Srbije (EGS) iz HE Piva v skladu z zahtevami in potrebami EGS, z dolgoletno potencialno povprečno proizvodnjo 765 GWh na leto. EGČG je dolžno zagotoviti pripravljenost vsakega izmed treh agregatov v HE Piva v vsakem letu trajanja tega sporazuma, razen v času remonta. EGS v zameno dobavlja elektroenergetskemu sistemu Črne Gore osnovno električno energijo z močjo 105 MW skozi celo leto in dodatno 105 MW za obdobje 58 dni v času remonta TE Pljevlja. V tabela 3.6 imamo pregled tehničnih značilnosti HE Piva.

Tabela 3.6: Tehnične karakteristike HE Piva (Elektroprivreda Crne Gore)

<b>Inštalirana skupna moč</b>	<b>3×114 MW (3×120 MVA)</b>
Skupna zmogljivost akumulacije	880 mil. m <sup>3</sup>
Kota normalne upočasnitve	675 m.n.m
Nameščen pretok	3×80 m <sup>3</sup> /s
Najvišji in najnižji bruto padeč	185,8 m; 104,3 m
Predvidena letna proizvodnja	860 GWh
Vrsta turbin	Tri spiralne turbine tipa Francis z vertikalno osjo
Vrsta jeza	Betonski ločni jez strukturne višine 220 m, hidravlične višine 190 m, dolžina loka na kroni 268,56 m in dolžina loka korita 40 m.

V obdobju od leta 1977 do leta 2004 je bila dosežena povprečna proizvodnja v HE Piva 739,5 GWh. Največja dosežena proizvodnja električne energije je 1.029 GWh (1979) in najnižja 426 GWh (1990). Povprečna proizvodnja znaša manj kot je predvideno (860 GWh) za 14 %, predvsem zaradi nižje hidrologije oziroma manjšega priliva v rezervoar.

Ker se popolna namestitvev nahaja pod zemljo, sta oprema in osebje v elektrarni izpostavljena neugodnim klimatskim razmeram (vlažnost). To je imelo velik vpliv na skrajšanje življenjske dobe elektrarne in povečanje vzdrževalnih stroškov. Za rešitev teh težav je potrebno določiti investicijske dejavnosti v elektrarni, z uporabo novih tehničnih rešitev. Slika 3.15 predstavlja HE Piva [3].





Slika 3.15: HE Piva (Vir: Google)

### 3.3.2 Majhne hidroelektrarne

V Črni Gori je bilo v preteklosti zgrajenih sedem majhnih hidroelektrarn, ki so zdaj v lasti Elektroprivrede Črne Gore. To so hidroelektrarne: Glava Zete, Slap Zete, Rijeka Mušovića, Šavnik, Rijeka Crnojevića, Podgor in Lijeva Rijeka. Najstarejša je HE Podgor, zgrajena leta 1939, najpozneje zgrajena je HE Lijeva Rijeka (začela je obratovati leta 1987). V tabeli 3.7 so podane tehnične karakteristike majhnih hidroelektrarn.

V začetku delovanja so HE Rijeka Mušovića, HE Slap in HE Glava Zete predstavljale glavni vir električne energije v sistemu Črne Gore. HE Rijeka Mušovića je zajemala porabo severnega dela in je tudi delala povezano z elektroenergetskim sistemom Srbije, medtem ko so hidroelektrarne Slap Zete in Glava Zete zajemale porabo centralnega in južnega dela Črne Gore. Z izgradnjo velikih elektrarn v Črni Gori (HE Perućica, HE Piva in TE Pljevlja) majhne hidroelektrarne niso več glavni vir električne energije. Vseh sedem majhnih hidroelektrarn so glede na njihove značilnosti pretočne. Njihova skupna inštalirana moč je 9.025 MW, z ocenjeno letno proizvodnjo 21 GWh [3].

Tabela 3.7: Tehnične karakteristike majhnih hidroelektrarn v Črni Gori (Elektroprivreda Crne Gore)

	Leto gradnje	Reka	Moč turbine (kW)	Vrsta turbine	Pretok (m <sup>3</sup> /s)	Koristni pad (m)	Moč gen. (kVA)	Cosφ
<i>Glava Zete</i>	1954	Zeta	2×2680	Kaplan (vert.)	2×14,5	21,5	2×3200	0,7
<b>Slap Zete</b>	1952	Zeta	2×260	Kaplan (vert.)	2×13	7	2×1200	0,8
<i>Rijeka Mušovića</i>	1950	Levaja	3×420	Pelton (horiz.)	3×0,35	160	3×650	0,7
<b>Šavnik</b>	1957	Šavnik	3×100	Francis (horiz.)	2×0,5	26	2×100	0,8
<i>Lijeva Rijeka</i>	1987	Grbi dol	55	Banki	0,22	40,8	110	0,87
<b>Podgor</b>	1939	Oraoštica	395	Michell Ossberger	0,9	54	465	0,8
<b>Rijeka Crnojevića</b>	1948	Rijeka Crnojevića	555	Michell Ossberger	3,0	22,7	650	0,8

### 3.3.3 Termoelektrarna Pljevlja

TE Pljevlja je prva črnogorska kondenzacijska elektrarna načrtovana z dva bloka po 210 MW (slika 3.16). Iz tega razloga akumulacija vode kot tudi vse pomožne, tehnične, vodstvene in upravne stavbe (razen dekarbonizacije in recirkulacije hladilnega sistema) so bile narejene za dva bloka. Zgrajen pa je bil samo en blok. Prva sinhronizacija na omrežju je izvedena 21. oktobra 1982. Lokacija Termoelektrarne je na četrtem kilometru ceste Pljevlja – Djurdjevića Tara – Žabljak. Tolikšna približno je razdalja med njo in premogovnikom Borovica, iz katerega je dobavljala premog v prvem obdobju svojega delovanja. Termoelektrarna Pljevlja uporablja premog z jamčene kalorične vrednosti 9211 kJ/kg (2200 kcal/kg).

Nadmorska višina, na kateri je zgrajena TE Pljevlja, je 760 m. Višina dimnika je 252 m, tako da njegov izpustni del presega 1000 m nadmorske višine. Višina obstoječega hladilnega stolpa je 93 m.

Nameščena oprema je ruskega porekla, malo zastarela, vendar še vedno v dobrem stanju. Z modernizacijo posameznih komponent je omogočena zanesljiva proizvodnja še zaprihodnjih 12–15 let. Glede na načrtovano gradnjo dveh blokov 210 MW je zgrajena večina skupnih objektov dimenzioniranih za pogon obeh blokov (lokacija, oskrba z vodo, odlagališča in dostava premoga, skladišče za gorivo, dimnik, elektrolizna postaja, demineralizacija in KPV, pomožni objekti). S tem je omogočen prihranek in znatno skrajšanje trajanja gradnje drugega bloka.

Oskrba termoelektrarne z vodo za hlajenje in druge namene se opravlja iz akumulacije "Otilovići", prostornine 18 milijonov m<sup>3</sup>. Nahaja se na reki Čehotini in je oddaljena približno 8 km od elektrarne.

Prva faza rekonstrukcije kotlovnice je bila zaključena v letu 2003, zaradi dejstva, da prvotna konstrukcija pogona ni ustrezala značilnostima premoga. Po zaključku dela na obnovi turbine in kotlovnice v letu 2009 je nova nameščena moč elektrarne "Pljevlja" 218,5 MW.



Slika 3.16: Termoelektrarna Pljevlja (Vir: Google)

Od začetka delovanja do 31. decembra 2010 je elektrarna na pragu proizvedla 25.239,84 GWh električne energije. V letu 2010 je bilo proizvedeno 1271 GWh energije.

V letih 2009 in 2010 so bili izvedeni pomembni projekti, ki se nanašajo na okoljsko in tehnološko stabilizacijo objektov [4].

### 3.3.3.1 Vloga TE v energetske oskrbi

TE Pljevlja obratuje kot bazna elektrarna v sistemu, zasnovana je tako, da deluje 6000 ur/leto. Povprečna proizvodnja v obdobju 2002–2004. je znašala 1.043 GWh, kar je na ravni približno 24 % celotne porabe v Črni Gori. V letni energetske bilanci Črne Gore je TE Pljevlja uravnotežena s 1.073 GWh. Položaj TE Pljevlja v sistemu Črne Gore je s tega vidika zelo pomemben, saj je njena vloga pomembna in z vidika kakovosti električne energije in stabilnosti pogona EES Črne Gore. Tabela 3.8 prikazuje realizirano proizvodnjo TE Pljevlja od njenega zagona do danes.

Tabela 3.8: Realizirana proizvodnja električne energije v TE Pljevlja (Termoelektrana Pljevlja)

<b>LETO</b>	<b>Proizvodnja na generatorju (GWh)</b>	<b>Proizvodnja na pragu (GWh)</b>	<b>Delovne ure (h)</b>	<b>Poraba premoga (000 t)</b>
<b>1982</b>	60.4	55.5	505	67.9
<b>1983</b>	968.2	880.1	5442	1025
<b>1984</b>	1 162.6	1060.3	5658	1220
<b>1985</b>	1367.8	1240.5	6852	1479.1
<b>1986</b>	1105.4	1001.2	5499	1130.1
<b>1987</b>	1259.7	1141.5	6336	1284.2
<b>1988</b>	1167.3	1055.2	5922	1171.1
<b>1989</b>	1103.7	1000.6	5688	1143.0
<b>1990</b>	1142.3	1033.9	5935	1217.5
<b>1991</b>	1129.5	1013.0	6087	1206.8
<b>1992</b>	886.0	767.3	4777	970.6
<b>1993</b>	784.4	673.2	4384	938.6
<b>1994</b>	584.6	521.7	3341	751.3
<b>1995</b>	-	-	-	-
<b>1996</b>	836.0	748.9	4646	1030.6
<b>1997</b>	835.2	746.3	4756	987.2
<b>1998</b>	955.0	854.9	5460	1329.8
<b>1999</b>	1036.8	924.2	5831	1257.4

»se nadaljuje«

»nadaljevanje«

<b>2000</b>	<b>1068.7</b>	<b>954.4</b>	<b>6219</b>	<b>1407.0</b>
<b>2001</b>	723.9	644.9	4075	1027.2
<b>2002</b>	1226.3	1100.6	6549	1589.8
<b>2003</b>	1196.1	1074.5	6156	1467.6
<b>2004</b>	1067.8	954.9	5771	1377.1
<b>2005*</b>	786.6	700.6	4671	960.0

TE Pljevlja je od začetka svojega delovanja do konca leta 2004 dosegla povprečno proizvodnjo na pragu elektrarne od 923.4 GWh (razen leta 1995, v katerem elektrarna ni delovala). Najvišja proizvodnja je bila dosežena leta 1985 v višini 1.240,5 GWh, najmanj leta 1994 v višini 521,7 GWh. V drugem delu leta 1994 in v celotnem letu 1995 elektrarna ni obratovala zaradi hude poškodbe na generatorju v novembru leta 1994 [4].

### 3.3.3.2 Življenjska doba

TE Pljevlja je že dosegla starost 30 let dela. Predvidena življenjska doba je 25 let, z revitalizacijo osnovne opreme se lahko podaljša do 40 let.

Preostala življenjska doba opredeljuje ure turbine, ki je v skladu s priporočili proizvajalca, približno 220.000 ur. Na podlagi teh podatkov, končanih nalog revitalizacije in trenutnega števila ur delovanja (približno 165.000 ur), ob predpostavki, da deluje 6500 h/leto, je razvidno, da je preostala projektna življenjska doba bloka TEP-I približno 10 let [4].

### 3.3.3.3 Ekološki indikatorji

Proizvodni proces v termoelektrarni negativno vpliva na okolje, kar se odraža skozi onesnaževanje zemlje, vode, zraka, povzročanje hrupa in elektromagnetnega učinka.

Nadzor kakovosti zraka v Črni Gori se izvaja v skladu s Programom za nadzor kakovosti zraka, ki ga vsako leto izdela Ministrstvo za varstvo okolja. Nadzor kakovosti zraka se izvaja z merjenjem nivoja onesnaženosti zraka z osnovnimi in posebnimi onesnaževalnimi snovmi, ki izvirajo iz nepremičnih virov (kurilne naprave, industrija) in prometa, in s primerjanjem izmerjenih vrednosti z dopustnimi koncentracijami škodljivih snovi v zraku, določenimi v Pravilniku o dopustnih koncentracijah škodljivih snovi v zraku.

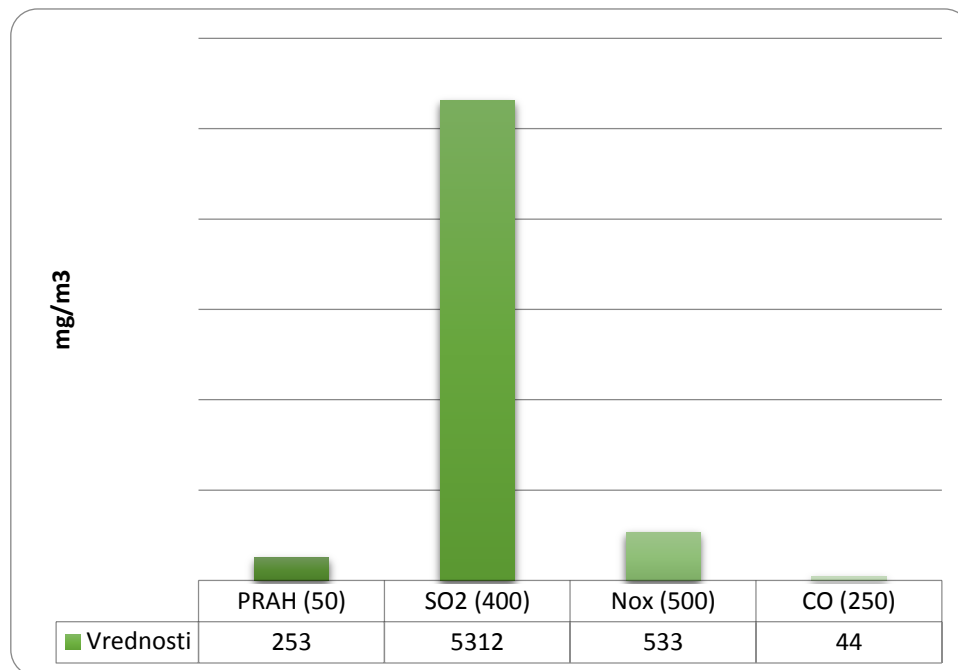
Lokacije osnovne postaje omrežja za spremljanje onesnaženosti zraka na območju občine Pljevlja so: Skupščina Opčine, Komini in RHMZ postaja. Onesnaženost zraka je v Pljevljima pogojena z različnimi vrstami prahu iz premoga in prahu v zraku, ki prihaja iz TEP, prometa, nezaščitenih površin področja premogovnika, prometnega sistema "Jagnjilo", odlagališča, odlagališč smeti in odpadnega lesa. Strupeni plini iz kotlovnice in še posebej iz TEP, vključujejo: okside žvepla in dušika (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), saje, fenole, fluoride, vodikovsulfid, formaldehide, ogljikovodike itd.

V TEP, kotlovnica in individualnih peči prihaja v procesu zgorevanja premoga do sprostitve velike količine onesnaževalcev v zrak. V Pljevljah zgori približno 1,5 milijona ton premoga na leto, 1,3 milijona ton v TEP, in približno 200.000 ton v kotlovnica in individualnih peči. Kotlovnice močno vplivajo na kakovost zraka, predvsem zaradi kotlov, ki so zastareli in so v slabem stanju.

V letih 2009 in 2010 so bili izvedeni pomembni projekti, ki se nanašajo na ekonomsko in tehnološko stabilizacijo objekta Termoelektrarna Pljevlja:

- Zamenjava elektrofiltrske napeljave.
- Zamenjava sistema nadzora in upravljanja.
- Zamenjava razveze 6 in 0,4 kV lastne porabe in zamenjava sistema priklopljanja generatorja z namestitvijo stikala generatorja.
- Z rekonstrukcijo turbine v letu 2009 je bila dosežena proizvodnja 218,5 MW.
- Opravljena je ustrezna rekonstrukcija kotlovne napeljave.

Ti posegi v elektrarni niso privedli do pričakovanega zmanjšanja vplivov na okolje v Pljevljima. Emisija delcev je zmanjšana, vendar je še vedno nad ustreznimi evropskimi predpisi (slika 3.17) [5].



Slika 3.17: Največje vrednosti emisij pomembnih onesnaževalcev v letih 2010 in 2011.

#### 4 PROJEKT TERMoeLEKTRARNA PLJEVLJA II

Kot je bilo že omenjeno, v času gradnje in zagona prvega bloka TE Pljevlja leta 1982 velik del zgrajene infrastrukture je bil predviden za skupno delovanje obeh enot (slika 4.1). Ker je na območju Pljevlja poleg tega tudi pomembna surovinska osnova v obliki zaloge premoga, potrebnega za delovanje obeh enot, je lokacija TE Pljevlja zagotovo glavna kandidatka za gradnjo nove termoelektrarne v Črni Gori.

Za pogon prvega bloka TE Pljevlja 210 MW (225 MW po rekonstrukciji) se uporablja premog iz področja Pljevlja. Letna poraba premoga zajamčene kakovosti 9,211 kJ/kg za 6000 ur/leto je približno 1,35 milijona ton. Za preostalo življenjsko dobo prvega bloka je potrebno zagotoviti približno 25 milijonov ton premoga.



Slika 4.1: Drugi blok TE Pljevlja (Vir: Termoelektrarna Pljevlja)



Izkoriščanje rezerv v bližini področja Maoče znašajo približno 113 milijonov ton premoga s kurilno vrednostjo 12.342 kJ/kg. Iz tega razloga bi bilo, za proizvodnjo električne energije na ravni prvega bloka, potrebno okoli 1 milijon ton premoga iz področja Maoče na leto. Ob predpostavki, da je življenjska doba bloka 40 let (ki vključuje podaljšanje zaradi revitalizacije), je mogoče sklepati, da je za pogon drugega bloka potrebno zagotoviti skupno okoli 40 milijonov ton premoga iz bazena Maoče [4].

#### 4.1 PROJEKT DALJINSKEGA OGREVANJA PLJEVLJA

Prvotno dovoljenje za gradnjo TE Pljevlja je vključevalo zahtevo lokalne skupnosti za ogrevalni sistem mesta, pri čemer bi elektrarna zagotovila toplo vodo ali paro za ogrevanje v stavbah. Ker je bil zgrajen samo en blok termoelektrarne, je bilo dogovorjeno, da se toplotni sistem za ogrevanje mesta namesti, ko se bo končala gradnja še drugega bloka termoelektrarne.

Lokalni organi občine Pljevlja pričakujejo od bodočega kupca Termoelektrarne, da bo vlagal v projekt daljinskega ogrevanja. Od lastnikov se pričakuje, da namestijo vso potrebno opremo na lokaciji TE. Občinski organi nameravajo ustanoviti javno podjetje, ki bi prevzelo nalogo namestitve distribucijskega sistema in enotno distribucijo toplotne energije za končne uporabnike, vzdrževanje sistema in plačilo porabljene energije. Osnovni podatki o sistemu daljinskega ogrevanja so prikazani v tabeli 4.1.

V mestu obstaja že okoli 40 kotlovnice javnega komunalnega podjetja in stanovanjskih in drugih stavb s sistemom centralnega ogrevanja, ki jih je mogoče prilagoditi, ali pa jih lahko spremenimo v podpostaje daljinskega ogrevanja. V predhodnih študijah in investicijskem programu namestitve centralnega sistema ogrevanja mesta Pljevlja se predvideva, da se v začetku izvajanja prve faze projekta začne s povezovanjem obstoječih zmogljivosti na novi sistem. Inštalirana moč vseh potrošnikov, priključenih na ta način, bo znašala 35 MW, dejanska količina toplote, potrebna za oskrbo priključenih porabnikov bo 25 MW. Predvideno je, da na koncu prve faze namestitve sistema (ki bo predvidoma trajala 10 let) skupna inštalirana moč potrošnikov znaša okoli 63 MW.

Ob koncu druge faze, za katero bo potrebna prilagoditev nekaterih tehničnih značilnosti sistema in širitve zmogljivosti na vršnem in rezervnem viru toplote v termoelektrarni, bo rast zmogljivosti šla na račun povezovanja potrošnikov, pri katerih bo inštalirana moč znašala približno 102 MW in dejanska potreba po toplotni moči 75 MW.

Tabela 4.1: Osnovni podatki o sistemu daljinskega ogrevanja (Termoelektrana Pljevlja)

BAZNI TOPLOTNI IZVORI	TERMEOELEKTRARNA PLJEVLJA
Vršni izvor	Razširjena kotlovnica v TE Pljevlja in kotlovnica KID »V.Jakić«
Eksploatacijskadoba toplifikacijskenapeljave	25 let
Način izvajanja	Fazno (I. faza – prvih 10 let, II. faza – naslednjih 10 let)
Faktor realne toplotne obremenitve	0.733
Inštalirana moč toplotnih porabnikov	I. faza – 35 MJ/s, II. faza – 101,7 MJ/s
Maksimalna potrebna moč toplotnega vira	I. faza – 25,7 MJ/s, II. faza – 74,5 MJ/s
Število dni ogrevanja	219/letno
Število ur ogrevanja dnevno in letno	Pri temperaturi pod 0°C je predvideno delovanje 24 ur na dan z znižano obremenitvijo v nočnem času (8 ur), pri višjih temperaturah pa je predvideno delovanje s prekinitvami do 8 urna dan. Povprečno število ur delovanja na leto je 3.900 h, kar daje povprečno število 17,8 h/dan.
Dolžina magistralnega primarnega voda	I. faza – 4.550 m, II. faza – 4.770 m
Dolžina primarne vročevodne mreže (od magistrale do podpostaj)	Na začetku I. faze – 8,83 km, na koncu II. faze – 19,32 km
Število podpostaj	I. faza – 36, II. faza – 66
Dolžina sekundarne mreže	I. faza – 13 km, II. faza – 18 km
Proizvodnja toplotne energije	49 GWh v fazi I, do 142 GWh v fazi II
Povprečna posamezna cena toplotne energije	V I. fazi – 37,51 €/MWht, v II. fazi – 23,65 €/MWht, povprečna cena v času eksploatacijskedobe – 29,19 €/MWht

Tehnološki in ekonomski učinki ogrevalnega sistema Pljevlja so številni. Predvsem bi povzročalo zmanjševanje količine porabljenega premoga v kurilnih napravah z nizko stopnjo izkoriščenosti, ki delujejo brez naprav za zaščito okolja pred onesnaževanjem. Kakovost ogrevanja bo zagotovo

povečana v primerjavi z obstoječimi, medtem ko se bo cena ogrevanja zmanjšala. Hkrati se bo povečala stopnja aktivnosti TE Pljevlja, kar bi povzročilo zmanjšanje cene kWh na pragu elektrarne. Namestitev ogrevalnega sistema bi povzročila prihranke primarne energije za približno 80 GW h/leto oziroma prihranke premoga (povprečne kalorične vrednosti 9200 kJ/kg) približno 32.000 ton/leto. Poleg tega bo zmanjšana neracionalna poraba električne energije za ogrevanje, kar bi povzročilo znižanje škodljivih snovi in izboljšanje ekoloških razmer v mestu. Ocene kažejo, da bi z namestitvijo takšnega sistema zaprli več kot 5000 dimnikov v mestu [4].

## 4.2 POVEZOVANJE BLOKA NA EES ČRNE GORE

Prenosno omrežje znotraj EES Črne Gore je sestavljeno iz vodov, transformatorskih postaj in druge opreme napetostnih nivojev 400 kV, 220 kV in 110 kV. Ob koncu leta 2005 je bilo v pogonu na območju Črne Gore 255 km 400 kV vodov, 402 km 220 kV vodov in 601 km 110 kV vodov (v obratovanju pri nazivni napetosti). Na območju Črne Gore sta 2 transformatorski postaji 400/x kV (ena 400/220 kV in ena 400/110 kV), 4 TP 220/110 kV in 17 TP 110/x kV (15 TP 110/35 kV in 2 TP 110/10 kV). Prenosno omrežje Črne Gore je značilno predvsem po radialni strukturi na vseh treh napetostnih nivojih in dobrih povezavah s sosednjimi elektroenergetskimi sistemi Srbije, Bosne in Hercegovine ter Albanije.

Z EES Srbije je realizirana ena 400 kV povezava (Ribarevine–Kosovo B), dve 220 kV povezave (Pljevlja 2–Bajina Bašta in Pljevlja 2–Požega) in ena 110 kV povezava (Pljevlja 1–Potpeć/Višegrad). Z EES Bosne in Hercegovine je realizirana ena 400 kV povezava (Podgorica 2–Trebinje), dve 220 kV povezave (HE Perućica–Trebinje in HE Piva–Sarajevo), in dve 110 kV povezave (Herceg-Novi–Trebinje in Vilusi/Nikšić–Bileća). Povezava z Albanijo je trenutno dosežena na 220 kV napetostnem nivoju (Podgorica 1–Vau Dejes) in 400 kV povezavi Podgorica 2–Tirana/Elbasan.

Na prenosno omrežje so priključene tri elektrarne (TE Pljevlja, HE Piva in HE Perućica) skupne inštalirane moči 859 MW (937 MVA). En generator 210 MW TE Pljevlja in trije generatorji 114

MW HE Piva so priključeni na 220 kV omrežje, medtem ko so generatorji (5x40 + 2x65 MVA/5x38 + 2x58,5 MW) HE Perućica priključeni na 110 kV omrežje.

Povprečna starost vodov 400 kV je 22 let, vodov 220 kV 33 let, medtem ko je povprečna starost 110 kV vodov 36 let. Skupaj 447 km daljnovodov 220 in 110 kV je starejših od 40 let, medtem ko je 38 km daljnovodov starih do 20 let. Kar pomeni, da se vodi 220 kV in 110 kV približujejo koncu svoje pričakovane življenjske dobe in bodo v prihodnosti morali vzdrževalci zbrati finančne prispevke za njihovo revitalizacijo ali obnovo. Povprečna starost 400/x kV in 110/x kV je 18 let, medtem ko je povprečna starost 220/110 kV 30 let (šteto od začetka obratovanja).

Glede na strukturo proizvodnih objektov v elektroenergetskem sistemu, je prenosno omrežje Črne Gore izpostavljeno različnim pretokom moči, ki vodijo do zelo različnih obremenitev vodov in transformatorjev, odvisno od hidrologije, ravnotežja sistema, obremenitve in tranzita za tretje države. Zaradi nezadostnega razvoja omrežja in zamude pri njenem razvoju topologijo omrežja v glavnem vzdržujemo nespremenjeno pri vseh enotah v pogonu. Zaradi močnega združevanja in sodelovanja s sosednjimi sistemi obratovalno stanje v teh sistemih pomembno vpliva na delovne obremenitve enot črnogorskega prenosnega omrežja. Učinek je še posebej izražen odvisno od udeležbe elektrarn v bližini, kot so TE Gacko in HE Trebinje v Bosni in Hercegovini, TE Kosovo in RHE Bajina Bašta v Srbiji.

Možnosti regulacije napetosti in jalove moči v elektroenergetskem sistemu Črne Gore so zelo omejene in se ponavadi opravijo z uporabo generatorja in transformatorja. V omrežju ne obstajajo kompenzacijske naprave, razen baterije kondenzatorja v objektu KAP.

Za priključitev enote 220 MW TE Pljevlja II bomo uporabljali pripravljena polja distribucijskih objektov 220 kV. Generator bo priključen na polje 10, pri čemer se bo dobava varnostnih napajanj vzela iz polja 8. Dolžina poti priključnih kablov je 105 m. Rezervna polja 8 in 10 morajo biti opremljena s primerno opremo napetostnega nivoja 220kV: stikala, ločilniki, izhodnimi ločilniki z rezili ozemljitve, tokovnimi transformatorji in visokofrekvenčnimi napravami. Za enoto 220 MW TE Pljevlja II je predvidena povezava generatorja na 400 kV rezervno polje 4. Dolžina kablovoda je 540 m [7].

## **5 ANALIZA STANJA LOKACIJE**

### **5.1 DEJAVNIKI NARAVNEGA OKOLJA**

#### **5.1.1 Topografski faktorji**

##### **5.1.1.1 Morfologija terena**

Termoelektrarna Pljevlja je zgrajena v dolini reke Vezišnice, v vasi Kalušiči. Lokacija obstoječe termoelektrarne TEP-I in načrtovanega drugega bloka TEP-II se nahaja v Pljevaljski kotlini, 4 km jugozahodno od centra mesta Pljevlja.

TEP-I se nahaja na desnem bregu reke Vezišnice, na terenu rahlo nagnjenem k reki. Največji del objektov novega bloka TEP-II bo zgrajen na že obstoječi mikrolokaciji. V jugozahodni smeri se teren rahlo dviga proti odlagališču Maljevac, torej ni večjega naklona terena, ko govorimo o planoti, na kateri se nahaja lokacija načrtovanega novega bloka termoelektrarne. Morfologija terena torej ni omejitven dejavnik, ki bi bistveno vplival na izvedbo gradbenih postopkov med gradnjo novega bloka [4].

##### **5.1.1.2 Nadmorska višina**

TEP se nahaja na nadmorski višini 760 m.

Preliv jezera Otiloviči se nahaja na nadmorski višini 837,5 m, mesto odvoda vode iz jezera in začetek cevovoda surove vode se nahajata na nadmorski višini 813 m, medtem ko raven vode v

jezeru ni nikoli pod 822 m nadmorske višine. Višinska razlika med nivojem vode v jezeru in lokacijo TEP (obstoječi in novi blok) je takšna, da omogoča dovolj tlaka za oskrbo obrata TEP z vodo. Zaradi gravitacijskega odtoka vode, jezero obenem pomeni varnostni višinski vodni rezervoar termoelektrarne [4].

## 5.2 GEOLOŠKI DEJAVNIKI

### 5.2.1 Stratigrafija

Stratigrafija plasti terena na mikrolokaciji TEP je pomembna z vidika izvedbe gradbenih del v času gradnje, kot tudi z vidika geomehanskih vplivov. Stratigrafija terena mezolokacije je pomemben dejavnik pri načrtovanju izkoriščanja nahajališč lignita po posameznih območjih. Stratigrafija terena mezolokacije je pomemben dejavnik tudi pri urejanju odlagališča produktov zgorevanja glede preprečevanja vdora vode pod zemljo.

Za območje mesta Pljevlja je zelo značilna zapletena tektonska struktura. Zanj so značilna tektonska okna, prelomi in preklopi. To območje se nahaja na meji zunanjih in notranjih Dinaridov oziroma v pasu, kjer se proti severovzhodu postopoma znižuje delež karbonatov, ob tem pa se povečuje delež klastičnih sedimentov. Območje sodi v Durmitorsko in tektonsko enoto Čehotine, za katero so značilne številne strukturne oblike: pokrovi, prelomi in preklopi.

Geološka podlaga v pljevaljski ravnini je sestavljena iz miocenskih jezerskih sedimentov – glina, plasti premoga in laporja. Praviloma so v zgornji in spodnji plasti glina in laporji, v sredini pa je premog.

Teren, kjer se nahaja TEP-I, je večinoma zgrajen iz neogenskih jezerskih sedimentov. Neogenske formacije so sestavljene iz laporja in vsebujejo plasti gline, peska in premoga in so zelo spremenjene v površinskem delu. Glede na stopnjo površinske spremembe in geotehnične lastnosti, so neogeni sedimenti sestavljeni iz treh sklopov: laporja (nespremenjena kamnina),

laporja (delno spremenjen lapor) in glina (popolnoma spremenjen lapor), pri tem so meje med sklopi postopne in rahlo valovite. Globina površinske variacije sklopov se giblje med 10 in 20 m. Kompleks laporja je sestavljen iz horizontalno slojevitega laporja večinoma sive in modre barve, ki je običajno trd in kompakten in se nahaja na globini več kot 10 m. Zastopano je tudi peščeno laporje in v nekaterih krajih peščenjaki in konglomerati. Kompleks laporja predstavlja površinsko spremenjeno laporje z ohranjeno sestavo kamnin, zmanjšano trdnostjo in z deformabilnimi lastnostmi zaradi procesov sprememb laporja. Površinski del terena gradi glina, nastala z razgradnjo laporja [6].

### **5.2.2 Geomehanika terena**

Geomehanske lastnosti in stabilnost tal so ključnega pomena za izgradnjo novega bloka termoelektrarne, za delovanje obeh blokov vzporedno in za funkcionalno delovanje novega bloka do konca njegove življenjske dobi. Obstoječi objekti na gradbišču, skupaj z vsemi objekti novega bloka, kot celota morajo imeti strukturne lastnosti, ki so načrtovane na podlagi geomehanskih lastnosti mikrolokacije. Dimenzioniranje temeljev mora biti zasnovano tako, da vzdržijo vse statične in dinamične obremenitve ki jih povzročajo gradnja in operativne dejavnosti bloka/blokov.

Za sondiranje terena so bile narejene raziskovalne jamice (21 vrtin). Vrtine so bile, skladno s prejšnjo zasnovo TEP, koncentrirane na območju montaže glavne tehnološke opreme obeh enot. Največje število vrtin leži na vzhodni, manjše število na zahodni strani mikrolokacije do reke Vezišnice. Za lokacijo hladilnega stolpa drugega nerazvitega bloka TEP, je narejena le ena vrtina, pri čemer je mogoče sklepati, da ne obstaja dovolj podatkov o sondiranju tal na lokaciji določeni za gradnjo hladilnega stolpa TEP-II [6].

### 5.2.3 Seizmična aktivnost

Rezultati raziskav regionalne seizmičnosti kažejo, da je območje občine Pljevlja označeno z razmeroma nizko stopnjo seizmične intenzitete, ki znaša VII stopenj na MSC lestvici. Razmeroma nizka stopnja seizmične nevarnosti je pogojena z odsotnostjo avtohtonih kontaktnih con na tem območju, pa tudi z zmernim seizmičnim potencialom najbližjih seizmogeničnih con Pive in Golije v Črni Gori in Sjenice v Srbiji.

Ker sodi to območje na seizmični karti v VII cono po MSC lestvici, je treba pri načrtovanju strukture sprejeti varno mejno vrednost načrtovalne seizmičnosti. Kot veliko prednost glede razumevanja vpliva seizmičnega faktorja, lahko označimo dejstvo, da TEP-I na tej lokaciji uspešno deluje že 30 let [6].

## 5.3 HIDROLOŠKI DEJAVNIKI

### 5.3.1 Površinski vodotoki

TEP-II je objekt, ki je tesno povezan z okoliškimi površinskimi vodami. Neposredna povezava obstaja z reko Vezišnico glede izpusta odpadnih vod v to reko. Posredna povezava obstaja z reko Čehotino in njenim porečjem, in to na dva načina. Prvi način je pretok odpadnih vod TEP iz Vezišnice v Čehotino in njeno dolvodno porečje, in drugi način je odvzem surove vode iz gorvodnega dela porečja Čehotine (akumulacija Otilovići) za namen obratovanja TEP.

Območje občine Pljevlja pripada porečju treh rek: porečju Čehotine, porečju Tare in porečju Lima (slika 5.1 in 5.2). Največji del pripada porečju reke Čehotine, ki je po velikosti porečja in odcejene količine vode najpomembnejši vodotok. Reka Tara je mejni vodotok med občino Pljevlja in občino Žabljak, ki pokriva približno četrtino območja občine. V tem delu v glavnem poteka skozi sotesko in ima z desne strani majhno število pomembnih pritokov. Porečju Lima pripada zelo majhen del občine.



Iz skupne površine občine Pljevlja (1.347km<sup>2</sup>), 74 % (994,6 km<sup>2</sup>) pripada porečju Čehotine, 24 % (318,8 km<sup>2</sup>) pripada porečju reke Tare in 2% (33,6 km<sup>2</sup>) pripadata porečju Lima.



Slika 5.1: Reka a) Tara in b) Čehotina (Vir: Google)



Slika 5.2: Reka Lim (Vir: Google)

Reka Čehotina izvira pod goro Stožer in teče v smeri jugovzhod–severozahod do izliva v reko Drino. Dolžina reke Čehotine v občini Pljevlja znaša 64,9 km. Dolžina reke Tare v občini Pljevlja znaša 40,5 km in dolžina Lima v občini Pljevlja znaša 5,1 km.

Gradnja jezov Otilovići (slika 5.3) in ločitev vode za potrebe TEP sta povzročila spremembe vodnega režima reke Čehotine, v pozitivnem in negativnem pogledu. Negativni vplivi na vodni

režim so izraženi tudi v nekaterih pritokih reke Čehotine, predvsem v Breznici in Vezišnici, zaradi odvzema vode za oskrbo občine Pljevlja s pitno vodo. Na Tari še vedno ni umetnih posegov, ki bi povzročali spremembe vodnega režima.



Slika 5.3: Jezero Otiloviči (Vir: Google)

Količina vode v porečju Čehotine zadošča za potrebe oskrbe drugega (načrtovanega) bloka TEP-II. Akumulacija Otiloviči se nahaja približno 7 km jugovzhodno od mesta Pljevlja. S surovo vodo iz jezera se oskrbujejo TEP-I, mesto Pljevlja in tovarna Vektra. Akumulacija je bila narejena v začetku osemdesetih let prejšnjega stoletja. Osnovni podatki akumulacije Otiloviči so podani v tabeli 5.1.

Tabela 5.1: Osnovni podatki o akumulaciji Otiloviči

<i><b>Višina pregrade</b></i>	<i><b>Minimalna zmogljivost akumulacije</b></i>	<i><b>Maksimalna zmogljivost akumulacije</b></i>
<b>59 m</b>	$5 \times 10^6 \text{ m}^3$	$18 \times 10^6 \text{ m}^3$

Količina vode v jezeru se spreminja v skladu z nihanjem v prilivu in odtoku vode. Raven vode v akumulaciji se regulira z loputo na odvodu iz jezera. Na ta način se tudi zagotavlja biološki minimum vode v reki dolvodno od jezera. Večji del priliva vode v jezero Otiloviči daje reka Čehotina, katere povprečni pretok znaša  $4,68 \text{ m}^3/\text{s}$ . Potrebno je poudariti, da se pretok reke Čehotine močno spreminja v razponu med  $0,47$  in  $20,63 \text{ m}^3/\text{s}$  [6].

### 5.3.2 Podzemne vode

Na mikrolokaciji TEP je bil že v fazi načrtovanja dosežen vpogled v podtalnico. Z raziskovanjem izvrtin sta bila v tem obdobju ugotovljena dva nivoja podzemnih voda. Tisti, ki je tik pod površino in se ustvarja s filtriranjem vode skozi površinsko plast tal, in drugi globlji, ki je konstanten in se nahaja pod manjšim tlakom. Prvi nivo podzemnih vod ne predstavlja večje težave za postavitev objektov, ker je mogoče z lahkoto opraviti drenažo. V primeru, da bi morali s temelji objektov priti v plasti drugega nivoja podtalnice, bi morali ugotoviti posebne tehnične rešitve za zagotovitev objektov. Glede na ugotovitev, da je realni trajni nivo podtalnice dovolj globoko pod točko temeljenja objektov TEP-I, za to enoto ni bilo potrebno narediti kakršno koli posebne zaščite zaradi podtalnice.

Na podlagi omenjenih raziskovalnih del se raven podtalnice na mestih, kjer se ta pojavi, giblje med 5,60 in 12,80 m pod tlemi. Globina nivoja trajne podtalnice na mestu vrtine S-4 (hladilni stolp TEP-I) je znašala 6,70 m. Ta dejstva je treba upoštevati pri dimenzioniranju temeljev in načrtovanju njihove zaščite v gradbenem delu projektne dokumentacije [6].

### 5.3.3 Kakovost površinskih in podtalnih voda

Ko govorimo o površinskih vodah, je na razpolago obsežno število podatkov, ki omogočajo pridobitev predstave o stanju vodnega režima najpomembnejših vodotokov, Čehotine in Tare, kot tudi vpogled v stanje kakovosti vode teh vodotokov.

Dosegljivi podatki o onesnaževalcih omogočajo vpogled v vrste in količine odpadnih voda, ki se izlivajo v reko Čehotino in njene pritoke.

Kakovost vode reke Čehotine in reke Tare se nadzoruje že več kot petindvajset let. Najbolj obsežne raziskave so bile izvedene na reki Čehotini. Pomen reke Tare, kot vodotoka z naravnimi lastnostmi izjemne vrednosti, ki se kot zaščiten naravni objekt nahaja v Narodnem parku Durmitor, je povzročil neprekinjen in strog nadzor kakovosti vode tega vodotoka.

Onesnaževalci vode na območju občine Pljevlja so večinoma skoncentrirani v pljevaljski dolini in njeni neposredni okolici. Onesnaževalci zunaj tega območja so le Rudnik "Šuplja stijena" in kamnolom z asfaltno bazo v Bušnjah.

Največji vpliv na stanje vode v občini Pljevlja imajo ali so imela naslednja podjetja:

- Premogovnik,
- TE Pljevlja,
- JKP "Breznica" Pljevlja – kanalizacija mesta Pljevlja,
- KID "Velimir Jakić",
- E.I. "1. decembar",
- Klavnica, mlekarna,
- Rudnik svinca in cinka "Šuplja stijena" Gradac,
- Transportno podjetje "Prevoz" Pljevlja,
- DP "Gradjevinar",
- pretok prometa in strojev;

Jasno je, da se odpadne vode izpuščajo v porečja (razen redkih izjem) brez obdelave ali z delnim prečiščevanjem z nizko stopnjo učinkovitosti. Na splošno je obseg organskih in anorganskih snovi, ki se izpuščajo v vodotoke, zelo širok in sega od težkih kovin, svinca, cinka, bakra, kadmija, niklja, kroma, srebra, zlata, železa, mangana, nato cianida, kislih in alkalnih vod do komunalnih vod z visoko organsko obremenitvijo in voda z veliko vsebnostjo huminskih snovi, suspendiranega sedimenta, čistil, pesticidov, formaldehidov, mineralnih olj in nafte.

Sistematično preučevanje kakovosti površinskih in podtalnih vod v okviru Programa spremljanja stanja okolja, opravljajo Hidrometeorološki zavod Črne Gore in JU Center za ekotoksikološke raziskave Črne Gore.

Ćehotina in Vezišnica sta dve najbolj onesnaženi reki v občini Pljevlja. Ćehotina je obremenjena s povečano vsebnostjo onesnaževalcev, katerih dejanske vrednosti določenih parametrov presegajo dopustne mejne vrednosti. Situacija od mesta Pljevlja do ustja Vezišnice je zaskrbljujoča. Izmerjene vrednosti BPK5, amonijaka, fosfatov, nitritov, fenolov in detergentov

pogosto presegajo dopustne vrednosti. Še slabše stanje se dobi z analizo mikrobioloških parametrov, pri katerih so vse izmerjene vrednosti zunaj meja. Predvsem je zaskrbljujoča prisotnost fekalnih mikrobov.

Vode iz sistema mestne kanalizacije in industrijskih sistemov se izpuščajo brez prečiščevanja v glavne vodotoke, Breznico in Čehotino, s čimer se povečuje njuno onesnaženje [6].

## 5.4 Klimatski dejavniki

V mestu Pljevlja deluje v okviru HMZ Črne Gore glavna vremenska postaja. Postaja se nahaja na nadmorski višini od 784 m. Za podatke, pridobljene z merjenjem v tej vremenski postaji, lahko rečemo, da so reprezentativni za Pljevaljsko dolino.

### 5.4.1 Meteorološki parametri

Dolina mesta in dejstvo, da je obkrožena z gorami, povzročata posebne podnebne značilnosti.

Glede na vrednosti podnebnih elementov mesto Pljevlja ima celinsko podnebje, ki je v manjšem obsegu spremenjeno z vplivom gorskega podnebja. Meteorološke parametre imamo predstvaljene v tabeli 5.2.

Tabela 5.2: Meteorološki parametri (Meterološka stanica Pljevlja)

Povprečna letna temperatura	8,2 °C
Povprečna letna temperatura (JULIJ)	17,6°C
Povprečna letna temperatura (JANUAR)	-2,6°C
Povprečna letna osončenost	1.570 h
Povprečna letna osončenost (JULIJ)	222 h
Povprečna letna osončenost (DECEMBER)	37 h

Relativna vlažnost zraka na tem območju je v razponu med 70 % in 80 % (tabela 5.3). Relativno visoka vlažnost je predvsem izrazita v hladnejšem obdobju leta [8].

Tabela 5.3: Relativna vlažnost zraka (v %) – povprečna mesečna in letna vlažnost, najvišja in najnižja (Meterološka stanica Pljevlja)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Letna
Minimalna	76	70	62	58	59	63	59	52	59	66	70	71	68
Povprečna	82	78	73	69	70	72	70	69	74	77	80	83	75
<b>Maksimalna</b>	<b>88</b>	<b>90</b>	<b>80</b>	<b>77</b>	<b>76</b>	<b>80</b>	<b>79</b>	<b>81</b>	<b>83</b>	<b>84</b>	<b>91</b>	<b>89</b>	<b>79</b>

#### 5.4.2 Padavine

Povprečna letna količina padavin znaša  $795 \text{ l/m}^2$ , z maksimumom v juniju ( $90 \text{ l/m}^2$ ) in minimumom, ki se pojavlja v marcu ( $47 \text{ l/m}^2$ ).

Rahlo izstopajo poletni meseci z nekoliko večjo količino padavin, minimum padavin pa se kaže v zimskem času. To je značilno za celinsko podnebje, spremenjeno z vplivom gorskega podnebja. Najmanjše število dni z meglo je v pomladnih mesecih, predvsem v aprilu, največje pa v hladnem obdobju leta. Letno povprečje dni z meglo je 80 dni. Maksimalna izmerjena višina snežne odeje v mestu je 87 cm in maksimalna ocena zadrževanja snežne odeje v višini več kot 30 cm znaša 18 dni na leto [8].

## 6 TERMOTEHNIČNI IN STROJNI DEL

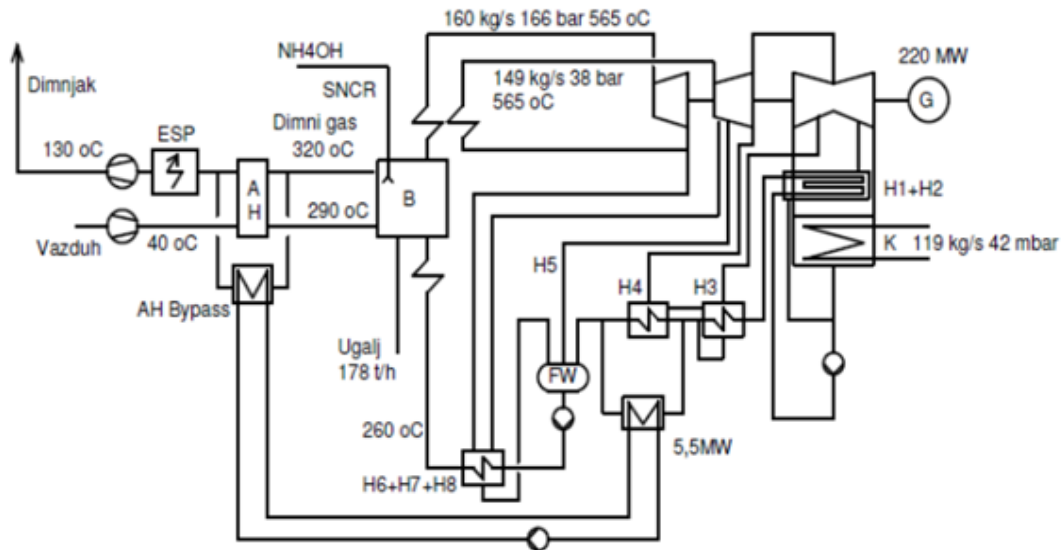
### 6.1 KONFIGURACIJA OPREME IN OSNOVNE ZNAČILNOSTI

Za blok 2, moči 220 MW, so predlagane naslednje rešitve za glavno tehnološko opremo:

- kotel z naravnim kroženjem bobna in izgorevanje premoga v vrtinčasti plasti (CFB tehnologija),
- parametri pare – 166,5/38,5 bar, 565/565°C na vходу turbine,
- temperatura napajalne vode 260°C,
- SNCR pogon za zmanjševanje emisij NO<sub>x</sub> z vbrizgavanjem raztopine amonijaka v separator kotla,
- izstopna temperatura dimnih plinov 130°C, kar se doseže z namestitvijo hladilnika dimnih plinov v by-pass kanal grelnika zraka s prenosom toplote za ogrevanje kondenzatov turbine,
- tehnologija razžvepljevanja dimnih plinov na osnovi dodajanja apnenca kot aditiva neposredno v zgorevalno komoro,
- dvodelni trakt zrak-dimni plini,
- kondenzacijska turbina kompaktne oblike z dvema ohišjema (1 x VT/ST, 1 x NT z dvema izstopoma pare) z odštevanjem pare za toplotno postajo,
- toplotna postaja največje moči 50 MW s primarno oskrbo z odvzemanjem pare na izhodu iz srednjetačnega dela turbine z ~ 3,5 bara parnega tlaka in dodatnim grelnikom druge stopnje, ki se napaja iz kolektorja pomožne pare.

Osnovna postavitve bloka 2 odraža razpored glavne opreme podobno obstoječem pogonu z dopolnilom za namestitev objektov za skladiščenje in pripravo biomase. Za odvod dimnih plinov uporabili bomo predvideni priključek na obstoječi dimnik. Pri kotlovnici bo nastavljen silos za apnenec in silos za proizvode zgorevanja z opremo za pripravo mokre mešanice (stabilizatorja) in

skladiščem stabilizatorjev za prevoz na deponijo. Moč turboagregata je 220 MW bruto (na generatorju) z zmogljivostjo kotla 595 t/h pare. V tehnološki shemi (slika 6.1) je poenostavljeno prikazana osnovna konfiguracija bloka [4].



Slika 6.1: Tehnološka shema bloka 2 moči 220 MW (Vir: Termoelektrana Pljevlja)

Naslednja tabela (6.1) prikazuje osnovne tehnološke parametre. V toplotni shemi in shemi zrak-dimni plini (slika 6.2) je prikazan tehnološki koncept s podrobnim pregledom podatkov iz termotehničnih proračunov.

Tabela 6.1: Osnovni tehnološki parametri (Termoelektrana Pljevlja)

Moč generatorja	MW	220,0
Moč na pragu	MW	202,3
Lastna poraba	MW	17,7
VT para		
Pretok	kg/s	160,1
Tlak	bar	166,5
Temperatura	°C	565
ST para		
Pretok	kg/s	148,7
Tlak	bar	38,5
Temperatura	°C	565

»se nadaljuje«



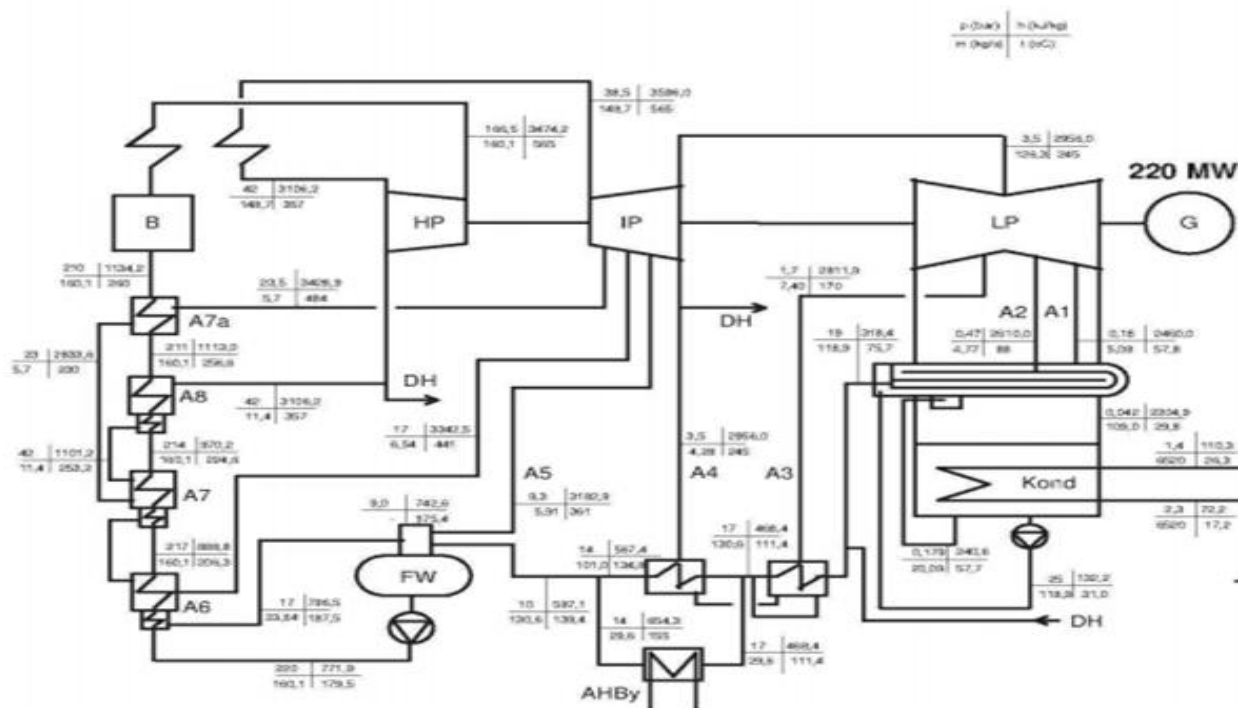
»nadaljevanje«

Para pred NT turbino		
Pretok	kg/s	126,3
Tlak	bar	3,50
Temperatura	°C	245
Kondenzator		
Pretok	kg/s	109,0
Tlak	bar	0,042
Temperatura	°C	29,8
Napajalna voda		
Tlak	bar	210
Temperatura	°C	260
Hladilna voda		
Pretok	m <sup>3</sup> /h	23.468
Temperatura vhod	°C	17,2
Temperatura izhod	°C	26,3
Toplota za ogrevanje	MW	0
Posebna poraba TAG	kJ/kWh	7.421
Toplotna moč kotla	MW	453,5
Izkoristek kotla	%	0,916
Energija goriva	MW	495,2
Stopnja učinkovitosti bloka bruto	%	44,42
Stopnja učinkovitosti bloka neto	%	40,85
Specifična poraba neto	kJ/kWh	8.814
Garancijski premog		
Pepel	%	23,02
Vlažnost	%	33,50
Skupno žveplo	%	1,17
Žveplo, ki izgoreva	%	0,61
Kurilna vrednost premoga	kJ/kg	10.000
Poraba premoga	t/h	178,3
Specifična poraba premoga	kg/kWh	0,881
SO <sub>2</sub> v dimnih plinih	t/h	2,17
Poraba apnenca	t/h	9,30
Elektrofiltrski (EF) pepel	t/h	29,50
Žlindra (suha) + grobi pepel	t/h	19,67
Produkti odlagališča (suhi)	t/h	49,17

»se nadaljuje«

»nadaljevanje«

Voda za vlaženje	t/h	12,29
Stabilizatorji za odlagališča (20% w)	t/h	61,46
Zrak-dimni plini		
Količina zraka za izgorovalne komore	Nm <sup>3</sup> /h	610.779
Količino zraka iz grelcev	Nm <sup>3</sup> /h	561.917
Uhajanje grelnika zraka	Nm <sup>3</sup> /h	35.867
Količina zraka za ventilator	Nm <sup>3</sup> /h	597.784
Količina dimnih plinov iz izgorovalne komore	Nm <sup>3</sup> /h	732.076
Količina dimnih plinov iz grelca zraka	Nm <sup>3</sup> /h	767.943
Količina dimnih plinov za ventilator	Nm <sup>3</sup> /h	792.649



Slika 6.2: Toplotna shema bloka 2 moči 220 MW - kondenzacijski način dela (Vir: Termoelektrarna Pljevlja)

Legenda:

- B – kotel
- HP – visokotlačni del turbine
- IP – srednjetačni del turbine
- LP – nizkotlačni del turbine

- G – generator
- FW – napajalni rezervoar
- kond – kondenzator
- A1-9 – grelci vode
- AHBy – hladilnik dimnih plinov
- DHS – toplotna postaja

V tabeli 6.2 imamo podane osnovne parametre.

Tabela 6.2: Osnovni parametri

Specifična poraba	8,814 kJ/kWh
Temperatura hladilne vode	17,2 °C
Temperatura zraka	9,0 °C

## 6.1.1 Obrazložitev za izbiro in konfiguracijo osnovnih značilnosti

### 6.1.1.1 Izbira kotla

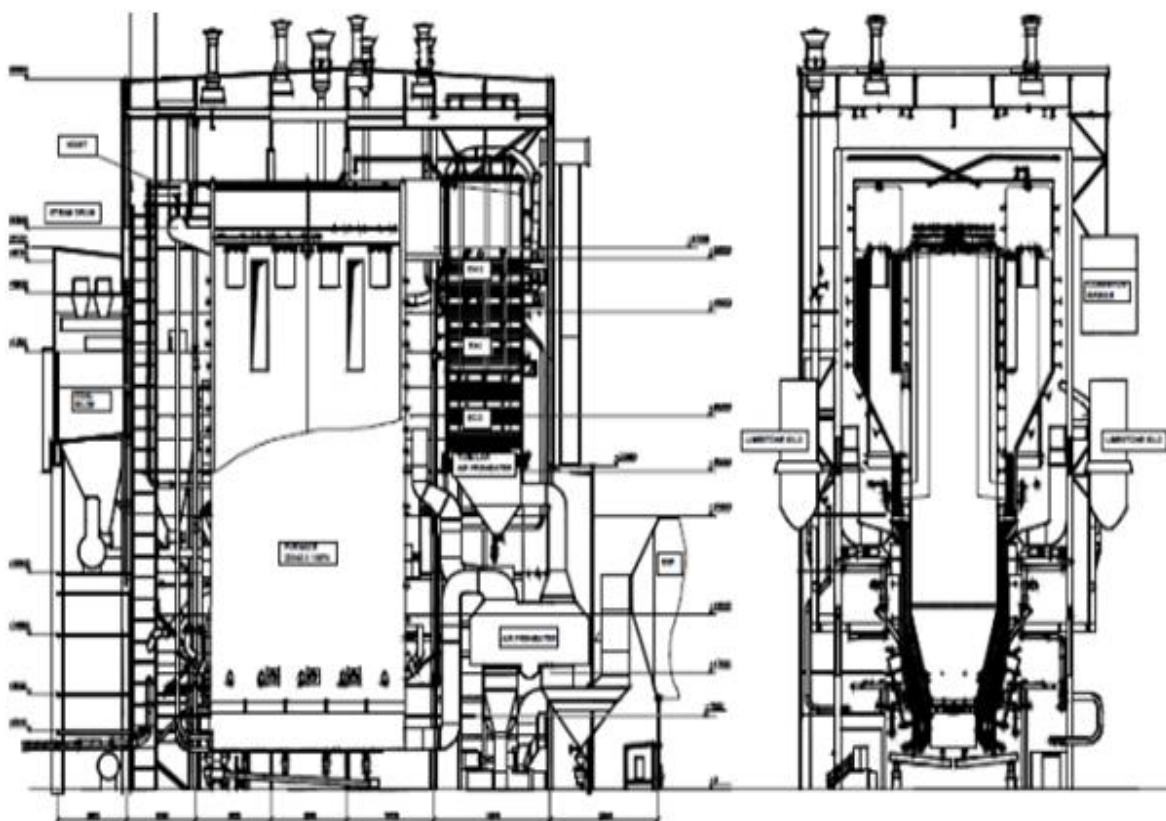
Za kotel z naravnim kroženjem bobna in izgorevanjem premoga v vrtinčasti plasti (CFB tehnologija) so zahtevani naslednji parametri:

- emisije SO<sub>2</sub> < 200 mg/Nm<sup>3</sup> (zahteva v EU in ČG)
- emisije NO<sub>x</sub> < 150 mg/Nm<sup>3</sup> (zahteva v ČG)
- neto izkoristek > 40% (zahteva BAT).

Zahteve glede emisij je mogoče izpolniti z razžvepljevanjem dimnih plinov neposredno v izgorevalno komoro kotla z dodajanjem apnenca v razpršilnikih premoga in z uporabo nekatalitične redukcije NO<sub>x</sub> (NSCR) z doziranjem sestavin amonijaka za izgorevalno komoro kotla. Zahteva za neto stopnjo učinkovitosti > 40 % se lahko realizira z uporabo sprejemljivih parametrov pare (tlak do 170 bar, temperatura sveže pare ~565°C), ki ne zahtevajo namestitve

avstenitnega materiala. Tehnologija izgorevanja premoga v vrtnčasti plasti je že preizkušena, vendar pa je bila uporabljena predvsem za manjše kotle za industrijo in elektrarne.

Dobra referenca za gradnjo bloka 220 MW je kotel v TE Turow (Poljska) (slika 6.3) na bloku 5 in 6. Dodatna pozitivna funkcija te tehnologije je nizka občutljivost na spremembe v značilnostih premoga, dobra in preprosta dodatna uporaba biomase in neobčutljivost na žlindre v izgorovalni komori zaradi nizkih temperatur zgorevanja [4].



Slika 6.3: CFB kotel, TE Turow 260MW (Vir: Termoelektrarna Pljevlja)

#### 6.1.1.2 Parametri pare in napajalne vode

Izbrani parametri pare – 166,5/38,5 bar, 565/565°C na vstopu v turbino in temperatura napajalne vode 260°C so na zgornji ravni za kotle z naravnim kroženjem bobna. Podatki za paro predstavljajo tehnično-ekonomski optimum med stopnjo učinkovitosti pogona in cene investicije

in vzdrževanja. Navedeni parametri omogočajo izogibanje uporabe dragega avstenitnega jekla, ki je občutljiv za namestitev in vzdrževanje. Nastavljena temperatura napajalne vode omogoča dobro hlajenje dimnih plinov in visok izkoristek kotla [4].

#### 6.1.1.3 SNCR pogon za zmanjševanje emisij NO<sub>x</sub>

CFB tehnologija izgorevanja premoga načeloma omogoča uresničitev nizke emisije NO<sub>x</sub> zaradi nizke temperature izgorevanja v komori kotla (850–875°C). Brez posebnih težav lahko ohranimo raven emisij okoli 200 mg/Nm<sup>3</sup>, ki se zahteva v skladu z veljavnimi predpisi v EU.

Predpisi v ČG za to vrsto kotla zahtevajo raven emisije NO<sub>x</sub> < 150 mg/Nm<sup>3</sup>. To je mogoče zagotoviti na učinkovit način z dodatnim vbrizgavanjem raztopine amonijaka v separator kotla. Na ta način so doseženi ugodni pogoji za nekatalitično redukcijo NO<sub>x</sub>, ker je temperaturni nivo precej konstanten [4].

#### 6.1.1.4 Izstopna temperatura dimnih plinov ~130°C

Nizka temperatura dimnih plinov na izstopu iz kotla je pogoj za njegovo dobro učinkovitost. Brez dodatnega posredovanja je ta temperatura v območju 145–150°C, kar ne ustreza zahtevam tehnologije BAT. Želena izhodna temperatura dimnih plinov se doseže z namestitvijo hladilnika dimnih plinov v by-pass kanal grelnika zraka s prenosom toplote za ogrevanje kondenzata turbine. Skozi hladilnik se pripelje ~10% količine plina in se na ta način zagotavlja pogoj za dobro hlajenje plina v grelniku zraka. Odvzeta toplota segreva v izmenjevalniku kondenzat turbine in zmanjšuje odvzemanje pare iz turbine, s čimer se zmanjšuje potrebna količina sveže pare za enako moč bloka [4].

#### 6.1.1.5 Razžvepljevanje dimnih plinov

Za to vrsto kotla je značilna tehnologija razžvepljevanja dimnih plinov na podlagi dodajanja apnenca kot aditiva neposredno v izgorevalno komoro. Nizka temperatura izgorevanja in dolgo zadrževanje aditiva v obtočni plasti ustvarjajo pogoje za dobro absorpcijo  $\text{SO}_2$  s  $\text{CaO}$  v  $\text{CaSO}_4$  s sekundarnim produktom  $\text{CO}_2$ , kot posledica žganja apnenca. Za zahtevano stopnjo razžvepljevanja ~94%, glede na izkušnje, je potrebno molsko razmerje  $\text{Ca/S}$  od 2.3 do 2.6. Za premog iz basena Pljevlja se lahko realizira predpisana raven emisij  $\text{SO}_2 < 200 \text{ mg/Nm}^3$  [4].

#### 6.1.1.6 Dvodelni trakt zrak–dimni plini

V EU se za vgradnjo objekta te velikosti zaradi nižjih vlaganj opravlja trakt zrak–dimni plini običajno z enim ventilatorjem zraka in dimnih plinov in enim grelnikom zraka. Pri oblikovanju bloka 2 je potrebno upoštevati varnost pogona, ki v primeru okvare potrebuje daljšo prekinitev delovanja bloka. Za energetske sisteme večine evropskih držav izpad enote enake moči, ne predstavlja posebne težave, za energetski sistem Črne Gore pa prekinitev delovanja bodočega bloka 2 predstavlja velik problem, pri katerem ekonomske posledice so bistveno večje od prihrankov investicije. Zaradi tega je predlagana izvedba dvodelnega trakta zrak–dimni plini, z dva ventilatorja zraka in dimnih plinov, in dva grelnika zraka, podobno izvedbi na obstoječem bloku v TE Pljevlja [4].

#### 6.1.1.7 Parna turbina

Izbrana je kondenzacijska turbina kompaktne izvedbe z dva ohišja (1x VT / ST, 1x NT z dva izhoda pare) z odvzemanjem pare za toplotno postajo in regenerativne grelnike. Skupno ohišje za VT in NT paro omogoča hitrejši zagon turbine in bolj fleksibilno delovanje, potrebuje manj prostora za namestitvev in je cenejši za izvedbo. Odvzem pare za toplotno postajo je predviden na izstopu iz ST dela turbine [4].

#### 6.1.1.8 Toplotna postaja

Na bloku 2 je predvidena toplotna postaja z največjo močjo 50 MW, s primarnim napajanjem z odvzemanjem pare na izstopu iz srednjetačnega dela turbine z ~3,5 bara tlaka pare in grelnikom druge stopnje, ki se napaja iz kolektorja pomožne pare. Na ta način je omogočeno racionalno ogrevanje vode do ~130°C v prvi stopnji grelnika vode in po potrebi pri višji temperaturi mogoče je dodatno segrevanje v grelniku druge stopnje. V primeru okvare bloka 2 je grelnik druge stopnje mogoče napajati iz pomožne kotlovnice in s tem zagotoviti potrebno ogrevanje z zmanjšano močjo [4].

### 6.1.2 Opis pogona

#### 6.1.2.1 Turbinski del in toplotna postaja

Blok 2 je zasnovan kot kondenzacijski, z močjo generatorja 220 MW z možnostjo odvzemanja pare za ogrevanje. V okviru bloka 2 je pričakovana toplotna postaja za daljinsko ogrevanje mesta z nazivno močjo 50 MWth.

Parna turbina je kompaktne zasnove s skupnim ohišjem z VT in ST delom in enim ohišjem za NT del turbine z dva izstopa pare. Predvideno je osem odvzemanj pare, 4 za grelce kondenzata nizkega tlaka, 1 za napajalni rezervoar in 3 za grelnike napajalne vode visokega tlaka. V sistem toplotne priprave kondenzata, je vključen kot by-pass četrtemu grelniku toplotni izmenjevalnik hladilnika dimnih plinov. Kondenzator je dvodelni, hlajen z zaprtim krogom hladilne vode. Kondenzacijske črpalke so dvostopenjske z napravo za čiščenje kondenzatorja 2x50%. Za napajanje kotla so pričakovane 3x50% napajalne črpalke z elektromotornim pogonom in regulacijsko sklopko. Za zagon turbine in delo na lastni porabi je vgrajen VT in NT sistem s hlajenjem vodne pare, preden vstopi v kondenzator [4].

### 6.1.2.2 Kotlovni del

Kotel je membranske kompaktne zasnove z naravnim kroženjem bobna ter sistemom izgorevanja premoga v vrtinčasti plasti. Osnovna konfiguracija je sestavljena iz kurišča z distribucijsko ploščo z vgrajenimi sapnicami za vzdrževanje fluidizirane plasti, ciklonskega separatorja za vračanje dela pepela v zgorevalno komoro in konvektivnega dela kotla, kjer so grelnik vode in prvi ter drugi pregrevalnik pare. Tlačni del kotla vsebuje še uparjalnik, zgrajen kot membranska stena peči in ciklonskega separatorja, prvi pregrevalnik, ki je sestavljen iz membranske stene konvektivnega dela kotla, končni pregrevalnik postavljen v sifon pepela in končni pregrevalnik postavljen kot zavesa v izgorevalni komori kotla. Za zmanjšanje NO<sub>x</sub> je predviden sistem za odmerjanje vode amonijaka v ciklonskem separatorju kotla.

Zmes premoga iz bazena Pljevlja je primarno gorivo novega bloka. Obstoječe rezerve so primerne brez uporabe rezerv v bazenu Maoče. Premog je shranjen v štirih bunkerjih in se naprej prevaža v 6 posebnih razpršilnikih, po 3 na vsaki strani kurišča. Skladišče biomase je nameščeno ob kotlovnici. Za zagon kotla se uporablja lahko kurilno olje.

Okoli 40% pepela je ločeno pod kuriščem kotla, kjer se hladi z vodo v obliki fine žindre in skupaj z grobim pepelom iz konvektivnega dela se vodijo po mehanskem transporterju v silos produktov izgorevanja [4].

### 6.1.2.3 Hladilni sistem vode

Za ločitev toplote procesa je predviden odprt hladilni sistem s kroženjem hladilne vode. Izguba hladilne vode bo nadomeščena iz obstoječe dekarbonizacije. Kroženje vode skozi zakopane jeklene cevovode bosta zagotovile dve hladilne črpalke kapaciteta 2x60 %, nameščene bosta v postaji črpalke ob hladilnem stolpu. Hladilni stolp bo lociran poleg obstoječega. Za mehansko čiščenje hladilne vode v postaji črpalke bo vgrajena navpična mreža za odstranitev grobe nečistoče in pred kondenzatorjem bodo vgrajeni cevni filtri, da se prepreči vstop majhnih nečistoč v kondenzatorju [4].



## 6.1.2.4 Sistem za čiščenje dimnih plinov

Zmanjševanje emisij v dimnih plinih se doseže z uporabo primarnega in sekundarnega posega. S primarnimi posegi se bo zmanjšala emisija SO<sub>2</sub> in NO<sub>x</sub>. Zmanjšanje emisij SO<sub>2</sub> bo doseženo z dodajanjem apnenca s premogom neposredno v izgorevalno komoro kotla. Nizka temperatura izgorevanja in večkratno dodajanje zraka imajo kot rezultat nizko proizvodnjo NO<sub>x</sub>. Za dodatno zmanjšanje NO<sub>x</sub> v predpisanem odmerku v separator kotla bo vbrizgana voda amonijaka (nekatalitična redukcija) [4].

## 6.1.3 Osnovni podatki bloka 2 moči 220 MW

V nadaljevanju bomo predstavili osnovne tehnične podatke bloka 2 moči 220 MW ( tabela 6.3)

Tabela 6.3: a) Osnovni tehnični podatki bloka 2 moči 220 MW (Termoelektrana Pljevlja)

Moč na generatorju – kondenzacijski režim	MW	220
Lastna poraba	MW	17,7
Moč na pragu	MW	202,3
Specifična poraba	kJ/kWh	8,814
Območje spremembe moči (brez oljnega žganja)	%	50-100
EMISIJE:		
SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	<220
NO <sub>x</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	<150
CO	mg/Nm <sup>3</sup>	<250
Prah	mg/Nm <sup>3</sup>	<10
CO <sub>2</sub> (100 % obremenitev)	t/h	185

Podobno kot v tabeli 6.3, v tabeli 6.4 so prikazani tehnični podatki bloka 2 (220 MW).

Tabela 6.4: b) Tehnični podatki za blok 2 moči 220 MW (Termoelektrana Pljevlja)

Kotel	Naravno kroženje z bobnom
Turbina	Kompaktna dvodelna, z enkratnim pregrevalnikom pare
Število regenerativnih grelnikov	7

»se nadaljuje«

»nadaljevanje«

Daljinsko ogrevanje	50 MW
Generator	Hlajen z vodikom   260 MVA
Blok transformator	16/410   kV   260 MVA
Napajalne črpalke	3 x 50%, elektromotorni pogon
Kurjenje	Zgorevanje premoga v vrtinčasti plasti
Gorivo za zagon	Lahko kurilno olje
Čiščenje dimnih plinov	SNCR-DeNO <sub>x</sub> , elektro filter, DeSO <sub>x</sub> z dodajanjem apnenca
Odvod dimnih plinov	V obstoječem dimniku
Hladilni sistem	Hladilni stolp z naravnim pretokom zraka
Priprava hladilne vode	Dekarbonizacija, reaktor, filtracija
Priprava procesne vode	Deminerilizacija, čiščenje kondenzata
Obdelava produktov	Obdelava v stabilizat za odlagališče
Odpadne vode	Čiščenje in recirkulacija

## 6.2 IDEJNA REŠITEV ZA POMOŽNE NAPRAVE

### 6.2.1 Oskrba z vodo

**Vodni vir**-Termoelektrarna Pljeverlja, mesto Pljeverlja in tovarna Vektra so zagotovili dobavo surove vode iz akumulacijskega jezera Otiloviči, ki se nahaja približno 7 km jugovzhodno od mesta Pljeverlja. Jezero je ustvarjeno v začetku osemdesetih let prejšnjega stoletja za potrebe termoelektrarne in ima kapaciteto 18 milijonov m<sup>3</sup>. Nivo jezera sega od največje višine 841 m nadmorske višine in najmanjše višine 822 metrov nadmorske višine. Nivo akumulacije ni bil manjši kot 822 metrov od leta 1947 do leta 2007. Nivo vode v jezeru je običajno uravnotežen s položajem lopute na odvodu iz jezera z zagotavljanjem biološkega minimuma vode v reki pod jezo. Večina dotoka v jezero Otiloviči predstavlja reka Čehotina, pri kateri je izračunan povprečni pretok 4,68 m<sup>3</sup>/s. Pri tem je treba opozoriti, da se pretok reke Čehotine v jezero spreminja in se njegove vrednosti spreminjajo od 0,47 m<sup>3</sup>/s do 20,63 m<sup>3</sup>/s.

**Porabniki surove vode**—na obstoječi vodovod so priključeni trije glavni porabniki: TE Pljevlja, mesto Pljevlja in tovarna Vektra. Obstoječa kolektivna poraba vode vseh treh porabnikov, je ocenjena na približno  $0,42 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $1.512 \text{ m}^3/\text{h}$ ). Obstoječi cevovod zagotavlja dovolj vode za vse porabnike.

Obstoječo porabo vode v TE Pljevlja je iz dokumentacije, ki je bila na voljo, težko oceniti. Ocena se običajno giblje od približno  $0,222 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $800 \text{ m}^3/\text{h}$ ) do  $0,334 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $1203 \text{ m}^3/\text{h}$ ), in zagotovo trenutni cevovod izpolnjuje vse aktivnosti znotraj elektrarne. Pri gradnji 220 MW "TEP II" je poraba novega bloka ocenjena med  $0,152 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $548 \text{ m}^3/\text{h}$ ) vode.

Ocena načrtovane porabe vode vključuje najbolj konservativno oceno trenutne porabe vode v TEP I in v izračunih so upoštevane vrednosti  $0,334 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $1.203 \text{ m}^3/\text{h}$ ). V resnici je trenutna poraba vode TEP I verjetno nižja od teh ocen.

**Obstoječi vodovod**—obstoječi vodovod je bil leta 1977 načrtovan s strani družbe Energoprojekt iz Beograda in glede na dokumente je namenjen zagotavljanju  $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $2.880 \text{ m}^3/\text{h}$ ) vode zgoraj omenjenimi potrošniki. Prvotno so bile kot material za cevovod načrtovane azbestne cevi, potem pa so bile nadomeščene z jeklenimi. Cevovod ima skupno dolžino 7.087,62 metra.

Zaradi korozije jeklenih cevi je trenutno stanje obstoječega cevovoda precej slabo. Največji problem je izpustitev cevovoda, ki je na nekaterih mestih tako velik, da so se na lokalnem nivoju ustvarila nova umetna jezera in bujna vegetacija nad cevovodom. Oskrba z vodo je varna kljub spreminjanju nivoja jezera Otilovići in kljub sprostitvi vode iz jezera.

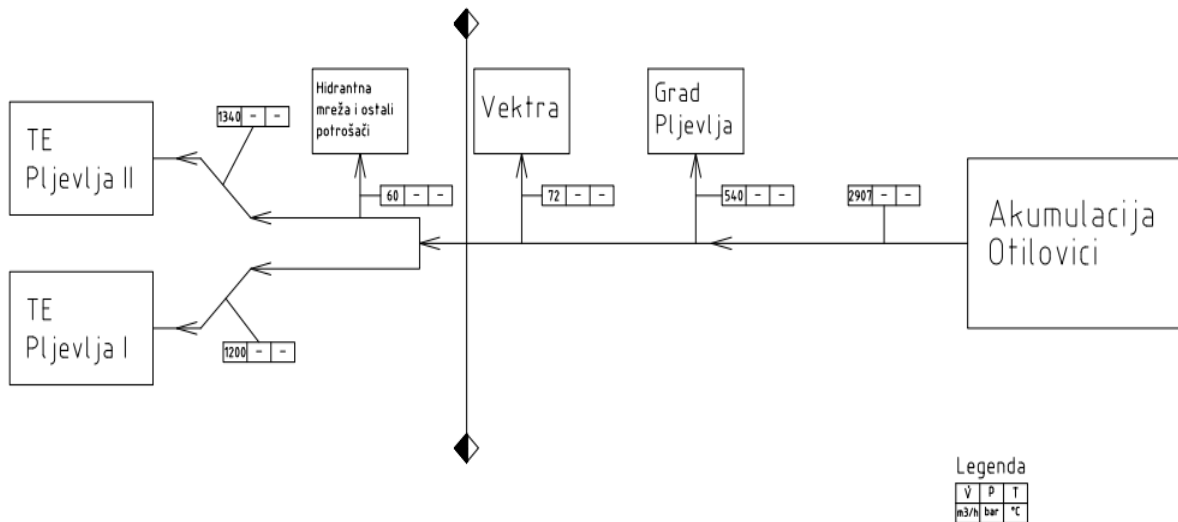
S povečanjem povpraševanja po surovi vodi z gradnjo novega bloka TE Pljevlja bo potrebna sanacija cevovoda ali nadomestitev z novim cevovodom. Glede na stanje cevi, ki so na mnogih mestih zastarele, in glede na velike izgube vode zaradi zagona, je smiselna graditev novega cevovoda.

**Novi cevovod**—pri gradnji novega cevovoda je v skladu s pričakovanim povpraševanjem potrebno izbrati primeren material in dimenzije cevovoda. Pretok vode iz akumulacije do elektrarne je v

bistvu pogojen s sedanjimi izgubami v cevovodu, zaradi tega ker v sedanjem cevovodu ni nobene črpalke in tok poganja edino gravitacijska sila. Betonske ceve na začetku cevovoda ni potrebno zamenjati. Izgradnjo novega cevovoda bi izvedli brez prekinitev dobave vode, ker porabnikov ne moremo pustiti brez vode več kot nekaj ur. Zaradi tega bo gradnja novega cevovoda izvedena v več korakih. Na ta način bi opravljali vsa potrebna dela brez omejitev, prav tako bi zagotovili oskrbo z vodo za vse porabnike [4].

### 6.2.1.1 Blok moči 220 MW

Blokovna shema oskrbe z vodo – 220MW (slika 6.4) pokaže cevovod od akumulacije Otilovici do TE Pljevlja, in sicer s predstavitvijo priključenih potrošnikov in njihove potrebe po vodi.



Slika 6.4: Blokovna shema oskrbe z vodo (Vir: Termoelektrarna Pljevlja)

Hidravlični izračun cevovoda je bil izveden z vhodnimi podatki, ki so navedeni v tabeli 6.5.

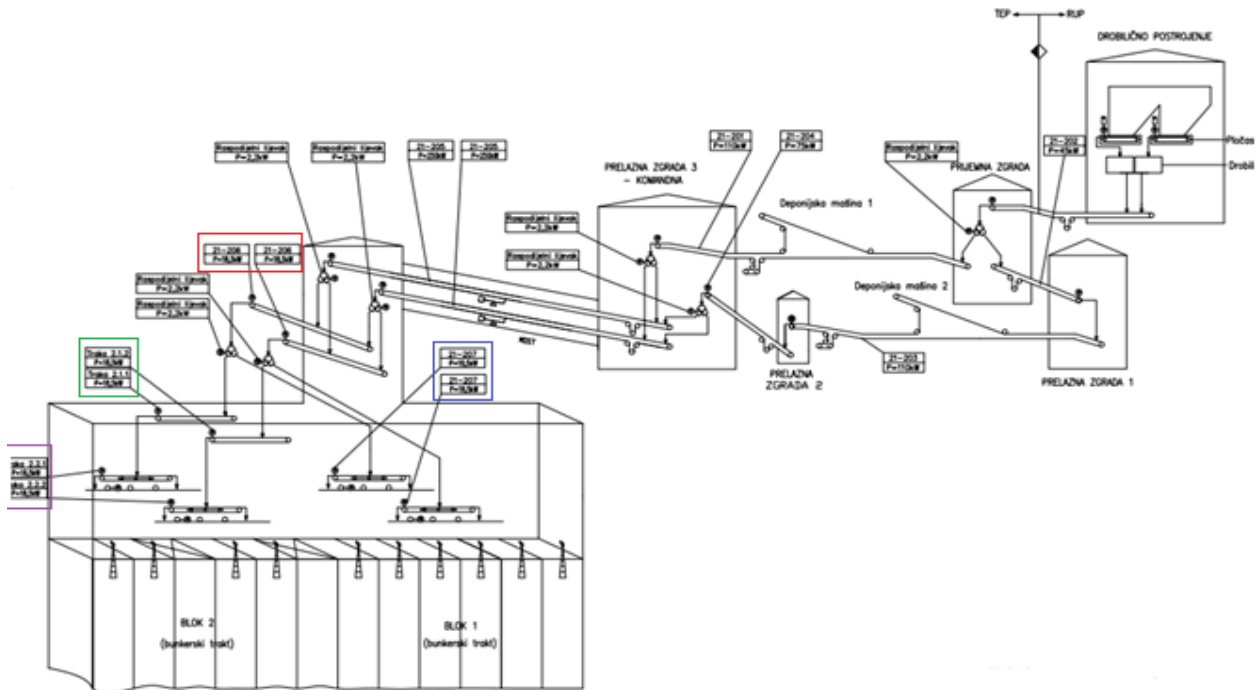
Tabela 6.5: Vhodni podatki cevovoda

Nivo vode v rezervoarju	820 m. n. v.
Skupni pretok v cevovodu	2360 m <sup>3</sup> /h
Koeficient izgub v cevovodu	3,4
Hrapavost materiala v cevi	0,1 mm

## 6.2.2 Dobava premoga

Z odprtjem novega bloka 220 MW bo potrebna rekonstrukcija obstoječega stanja (slika 6.5). Vsi tekoči trakovi so za obstoječi blok preveliki. Razlog za to je, da so trakovi zasnovani za 2 enaka bloka.

Pri gradnji novega bloka bo potrebna rekonstrukcija trakov 21-206, pri čemer se bodo trakovi na eni strani dvignili tako visoko, da se lahko namesti pod njimi ločevalni trak. Z ločevalnim trakom se bo premog pretresel na trak 21-207, ki prevažata premog v bunkerje prvega bloka TEP-1, ali na nove trakove 2.1.1 in 2.1.2, ki se bodo nadgradili. Trak 21-206, s kapaciteto 1000 t/h, bo omogočil izpust premoga na transportnem traku 2.2.1 in 2.2.2 s kapaciteto 1000 t/h. S teh trakov se premog naprej prevažata v bunkerje novega bloka. Potrebna bo tudi rekonstrukcija drobilca. Zamenjati je potrebno oba drobilca, saj bodo zahtevane velikosti zrn do 10 mm.



Slika 6.5: Dobava premoga (Vir: Termoelektrarna Pljevlja)

V primeru prekinitve delovanja starega bloka TEP-1 bo potrebna rekonstrukcija notranjega prevoza premoga do bunkerja TEP-2, kar bo določeno z novo projektno dokumentacijo [4].

### 6.2.3 Transport produktov zgorevanja

**Zbiranje, prevoz in skladiščenje žlindre in grobega pepela** – žindra prihaja iz procesa zgorevanja v območju kotlovnice pod kuriščem kotla, kjer se hladi z vodo. V obliki fine žindre prehaja skupaj z grobim pepelom iz konvekcijskega dela kotla prek mehanskih transporterjev do produktov izgorevanja. Skupaj z žindro in pepelom je med produkti izgorevanja tudi mavec. Transport teh produktov iz kotla v silos se opravi z verižnimi transporterji. Produkta izgorevanja dvignemo na streho silosa z dvigalom, potem pa spustimo v silos.

**Zbiranje, prevoz in skladiščenje elektrofilskega pepela** – elektrofilski pepel iz dimnih plinov se ločuje na elektrode, razporejene po posameznih področjih elektrofiltra. Glede na smer toka dimnih plinov, večino pepela ločimo v prvem polju in v vsakem naslednjem nizu ločimo manjše količine. Elektrofilski pepel se zbira v košare pod elektrofiltrom.

Pepel se vodi cevovodom v silos produktov izgorevanja. Trasa cevovoda poteka pod elektrofiltrom in z dodatno nosilno konstrukcijo prehaja v silos.

**Priprava stabilizatorja** – odzemanje ostankov izgorevanja iz silosa lahko opravimo na tri odtočna mesta. Eno odtočno mesto je neposredno na rezervoar, dva odtočna mesta pa sta namenjena za mešanje z vodo za potrebe generiranja stabilizatorja. Odzemanje produktov iz silosa se izvede z uporabo odmernika, nadaljnji prevoz pa se nato nadaljuje skozi pnevmatsko pot skozi zračno korito. Produkta zgorevanja se vodijo na pretočno tehtnico in nadalje v mešalnik – peletizator.

V peletizator dodajamo ustrezno količino vode, v takem razmerju, da dobimo zmes z vsebnostjo vlage cca. 20%. Za vlaženje se uporablja izključno odpadna voda.

**Transport produktov izgorevanja** - Produkta zgorevanja se iz začasnega odlagališča naložijo na tovornjake in odpeljejo na odlagališče Šumani. Zahtevana vlaga stabilizatorja za odlaganje na odlagališče je 20%. Če upoštevamo, da je na voljo 400.000 m<sup>2</sup> prostora odlagališča Šumani in da se odlagališče nasipa do vrha, kar pomeni 19 m višine, potem imamo na razpolago 7,6 milijona

m<sup>3</sup> deponijskega prostora. Ob letni proizvodnji produktov zgorevanja 400.000 m<sup>3</sup> (samo novi blok 220 MW) bi odlagališče napolnili v obdobju 19 let. V primeru, da blok 1 in blok 2 obratujeta skupaj še 7 let (2018–2025), odlagališče napolnimo v obdobju 14,2 leta [4].

### 6.3 KEMIČNA OBDELAVA VODE (KOV)

Za namene nove termoelektrarne Pljevlja II je potrebno pripraviti idejni koncept rešitve za kemično obdelavo vode, ki je sestavljen iz:

- dekarbonizacije
- demineralizacije

#### 6.3.1 Dekarbonizacija

Dekarbonizacija je sestavljena iz naslednjih glavnih postopkov:

- reaktor dekarbonizacije,
- zgoščevalec,
- naprava za odmerjanje kemikalij,
- naprava za obdelavo blata,
- bazen za dekarbonizirano vodo.

##### 6.3.1.1 Reaktor

**Princip delovanja** –v reaktorju poteka dekarbonizacija s pomočjo apnenega mleka s surovo vodo do vrednosti pH = 9,5 do 10,5. Surova voda se odmeri v valjasti del področja mešanja, ki se nahaja v sredini reaktorja. V območju mešanja se odmeri tudi apneno mleko, železov triklorid in polielektrolit.

Reaktor je zasnovan tako, da omogoči nastanek tako imenovane "plasti delcev blata". V tej plasti je vertikalna hitrost vode enaka hitrosti sedimentacije flokula kalcijevega karbonata. Ta sloj je stabilen in predstavlja posebno plast filtra z veliko absorpcijsko površino. Neposredno v plast delcev blata je nameščena merilna naprava LSIHL, ki neprestano nadzoruje optimalen položaj tega sloja in zagotavlja dodatne podatke za odmerjanje polielektrolita in triklorida železa [4].

V tabeli 6.6 so podani tehnični podatki za reaktor.

Tabela 6.6: Tehnični podatki za reaktor (Termoelektrana Pljevlja)

Nazivna moč	max 550 m <sup>3</sup> /h
Volumen	1200 m <sup>3</sup>
Premer	17000 mm
Višina	6000 mm
Material	beton/jeklo

#### 6.3.1.2 Zgoščevalec

Zgoščevalec se uporablja za ločevanje suspendiranih trdnih delcev iz vode. V zgoščevalcu čisto vodo, ki teče v bazen očiščene vode, ločimo od blata, ki se s pomočjo črpalk vode posreduje v filtrsko stiskalnico. V zgoščevalec prihaja blatna voda iz reaktorja, ki bo imela predvidoma 15 % koncentracijo suspendiranih trdnih delcev. Cevovod za dovod blata do filtrskih stiskalnic in črpalk bo opremljen s priključkom za izpiranje. Zgoščevalec bo opremljen z merjenjem nivoja blata [4].

V tabeli 6.7 so podani tehnični podatki za zgoščevalec.

Tabela 6.7: Tehnični podatki za zgoščevalec (Termoelektrana Pljevlja)

Nazivna moč	max 30 m <sup>3</sup> /h
Volumen	300 m <sup>3</sup>
Premer	8000 mm
Višina	6000 mm
Material	beton/jeklo



### 6.3.1.3 Naprave za odmerjanje kemikalij

***Naprava za pripravo in odmerjanje apnenega mleka*** – hidrat kalcija  $\text{Ca(OH)}_2$  iz silosa za apno odmerjamo preko odmernika v rezervoar, za pripravo apnenega mleka. V rezervoarju za pripravo se pripravlja 20 % suspenzija. V rezervoarju odmerjanja suspenzijo razredčimo do 5%.

***Naprava za odmerjanje triklorida železa*** – železov triklorid se dobavlja v koncentraciji 40 % in se skladišči v rezervoarju z absorberjem za kislinske hlape. Rezervoar za skladiščenje je zasnovan z dvojno plastjo in je opremljen s senzorjem puščanja. Odmerek se izvede sorazmerno s pretokom surove vode s pomočjo membranske črpalke z magnetnim pogonom.

***Naprava za redčenje in odmerjanje polielektrolita*** – polielektrolit dobavljamo v granularni obliki. Pripravljalna naprava ima tri komore, v katerih se polielektrolit zdrobi in raztopi. Odmerjanje se izvede v razmerju pretoka surove vode s pomočjo frekvenčno nadzorovanih črpalk [4].

### 6.3.1.4 Naprava za obdelavo blata

Blato se črpa iz zgoščevalca s pomočjo blatnih črpalk. Drenaža se lahko aktivira samodejno ali ročno.

***Visokotlačne blatne črpalke in filtrska stiskalnica*** – visokotlačne blatne črpalke so opremljene s frekvenčnimi pretvorniki, ki omogočajo optimalno ločitev vode. Postopek se optimizira pri zagonu obrata. Stikalna in kontrolna plošča je nameščena neposredno na napravo za ločevanje vode iz blata. Delovanje blatne stiskalnice je odvisno od končnega stikala, ki nadzira, ali je stiskalnica zaprta. Da bi zagotovili neprekinjeno polnjenje, stiskalnica vsebuje program za upravljanje tlaka-pretoka. Program samodejno prilagodi pretok črpalke trenutnemu tlaku s pomočjo frekvenčnih pretvornikov. Takoj, ko je dosežen največji dovoljen tlak delovanja (15 barov), je postopek filtriranja končan in se visokotlačne črpalke izključijo. Ko je filtracija končana, posušimo "kolač" s stisnjenim zrakom približno 5 minut. Po končanem sušenju se vključi signal, ki opozori, da operater lahko odpre stiskalnico.

*Posoda za blato in odvzem čiste vode* – izsušeno blato (približno 40 % suhe snovi) se gravitacijsko spusti iz stiskalnice v posodo za blato, ki se nahaja neposredno pod stiskalnico. Posoda se postavi na voziček, ki omogoča njegovo plezanje [4].

#### 6.3.1.5 Bazen za dekarbonizirano vodo

Bazen za dekarbonizirano vodo se napaja gravitacijsko iz cevne sistema za čisto vodo iz reaktorja.

Bazen dekarbonizirane vode poganja naslednje črpalke:

- črpalke za sistem hlajenja in razžvepljevanja,
- črpalke za izpiranje večplastnih peščenih filtrov,
- črpalke za napajanje demineralizacije [4].

### 6.3.2 Demineralizacija

Demineralizacijo sestavljajo naslednje naprave:

- večplastni filter,
- bazen za odpadne vode,
- kationski izmenjevalec,
- CO<sub>2</sub> odplinjevalec,
- anionski izmenjevalec,
- mešani izmenjevalec,
- enota za regeneracijo,
- oprema za izpiranje smole,
- nevtralizacijski bazen,
- rezervoar za shranjevanje kemikalij.

## 6.3.2.1 Večplastni filter

Dekarbonizirana voda za potrebe demineralizacije se črpa s črpalkami dekarbonizirane vode preko dveh večplastnih filtrov. Pretok se meri s pomočjo elektromagnetnega merilnika pretoka na izhodu iz večplastnega filtra. V smeri pretoka so filtri sestavljeni iz antracita, iz plasti drobnega vodnega peska in iz plasti nosilnega peska. Večplastni filtri delujejo v smeri pretoka popolnoma samodejno in so namenjeni za ločitev nečistoč (delcev, trdnih delcev). Tehnični podatki večplastnega filtra so podani v tabeli 6.8 [4].

Tabela 6.8: Tehnični podatki– večplastni filter (Termoelektrana Pljevlja)

Nazivni pretok skozi filter	Norm. 70 m <sup>3</sup> /h Max. 98 m <sup>3</sup> /h
Število	2
Povezava	Primerjalno
Premer	2.500 mm
Pretok vode izpiranja	Postavljeno med zagonom Max.147 m <sup>3</sup> /h (hitrost30 m/h)

## 6.3.2.2 Bazeni za odpadne vode

Bazeni za odpadne vode sprejema odpadne vode iz izpiranja večplastnega filtra, čisto vodo iz naprave za ločitev vode iz blata in vodo, ki se zbira v talnih zbiralnikih. Voda iz bazena odpadne vode se vrne nazaj v reaktor [4].

## 6.3.2.3 Kationski izmenjevalec

Tehnični podatki za kationski izmenjevalec, kot so neto pretok, število linij, zunanji premer, material in tako naprej, so podani v tabeli 6.9.

Tabela 6.9: Tehnični podatki – kationski izmenjevalec (Termoelektrana Pljevlja)

Neto pretok	70 m <sup>3</sup> /h
Število linij	2
Zunanji premer	1500 mm
Višina valjastega dela	2000 mm
Material	ogljikovo jeklo, guma
Regeneracija	HCl 33%

#### 6.3.2.4 CO<sub>2</sub> – Odplinjevalec

V tabeli 6.10 so predstavljeni tehnični podatki za CO<sub>2</sub>-odplinjevalec.

Tabela 6.10: Tehnični podatki – CO<sub>2</sub> – odplinjevalec (Termoelektrana Pljevlja)

Neto pretok	70 m <sup>3</sup> /h
Pretok zraka	2100 Nm <sup>3</sup> /h
Število	2

#### 6.3.2.5 Anionski izmenjevalec

V naslednji tabeli (6.11) imamo predstavljene tehnične podatke o anionskem izmenjevalcem.

Tabela 6.11: Tehnični podatki – anionski izmenjevalec (Termoelektrana Pljevlja)

Moč	70 m <sup>3</sup> /h
Število linij	2
Premer	1500 mm
Višina valjastega dela	2800 mm
Material	ogljikovo jeklo, guma
Regeneracija	NaOH 50%

### 6.3.2.6 Mešani ionski izmenjevalec

Mešani ionski izmenjevalec je primeren za čiščenje demineralizirane vode. Vsaki liniji kationskega in anionskega izmenjevalca pripada po eden mešani ionski izmenjevalec, moči 70 m<sup>3</sup>/h. Mešani izmenjevalec vsebuje zmes močne kationske in anionske smole. Med delovanjem se smole mešajo kot celota, kar zagotavlja zelo visoko kakovostno čisto vodo. Za regeneracijo se smole ločujejo.

Vsak mešani filter se sestoji iz posode in plošče z brizgalko v notranjosti. V nadaljevanju smo predstavili tehnične podatke za CO<sub>2</sub>-odplinjevalec (tabela 6.12) [4].

Tabela 6.12: Tehnični podatki – mešani ionski izmenjevalec (Termoelektrana Pljevlja)

Moč	70 m <sup>3</sup> /h
Število linij	2
Premer	1500 mm
Regeneracija	HCl 33%, NaOH 50%

### 6.3.2.7 Nevtralizacijski bazen

Odpadne vode iz regeneracije izmenjevalca za demineralizacijo in iz mešanih izmenjevalcev se zbirajo v nevtralizacijskem bazenu. Proces nevtralizacije se izvede samodejno.

Postopek lahko začnemo ročno s pritiskom na gumb "Start nevtralizacije" na zaslonu nadzora. Zaženemo eno od črpalk odpadnih vod, ki zagotavlja kroženje odpadnih vod v nevtralizacijskem bazenu. Mešanje v bazenu, ki je časovno nadzorovano, izvedemo z mešalnikom tekočin, ki je nameščen na dnu posode. Doziranje HCl in NaOH izhaja iz merilnega rezervoarja s pomočjo dozirnih črpalk. Višina odmerjanja je odvisna od odstopanja od referenčne točke za pH vrednost. Realno pH vrednost kontinuirano merimo s pomočjo pH sonde [4].

#### 6.3.2.8 Rezervoar za shranjevanje kemikalij

Ta segment kemijske obdelave vode zagotavlja oskrbo celotne naprave s 33% solne kisline (HCl) in 50% natrijevega hidroksida (NaOH). Rezervoar za NaOH je opremljen z električnim grelnikom, ki preprečuje kristalizacijo natrijevega hidroksida pri nižjih temperaturah [4].

### 6.4 OBDELAVA ODPADNIH VOD (OOV)

Za namene nove termoelektrarne Pljevlja II je potrebno pripraviti idejni koncept rešitve za zbiranje in čiščenje vode iz kroga termoelektrarne.

#### 6.4.1 Obdelava blata iz čistilnih naprav od dekarbonizacije

Za normalno delovanje dekarbonizacije je potrebno aktivno blato. Del tega blata se recirkulira nazaj v reaktor in po potrebi (odvisno od nivoja) se blato pošilja kot odvečno v zgoščevalec, kjer se stisne in pripravlja za dehidracijo na filtrski stiskalnici. Tako pripravljeno blato je stisnjeno na približno 40 % in pripravljeno za prevoz na odlagališče. Izcedne vode se lahko vrnejo nazaj k dekarbonizaciji, tako da od tega nimamo dodatne odpadne vode. Zmogljivost sistema je približno  $30 \text{ m}^3/\text{h}$  [4].

#### 6.4.2 Obdelava odpadnih vod od regeneracije stolpcev ionskih izmenjevalcev

Vse odpadne vode od regeneracije stolpcev ionskih izmenjevalcev se zbirajo v nevtralizacijskem bazenu. Zmogljivost sistema je približno  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ . Odpadne vode ne vsebujejo trdnih delcev, tako da ni nevarnosti za zbiranje. Nevtralizacija se izvede zaporedno – odvisno od dostopnega nivoja v nevtralizacijskem bazenu. Celoten volumen najprej nevtraliziramo z dodajanjem kisline ali baze (odvisno od pH vrednosti). Ko smo dosegli želeno in konstantno pH, se nevtralizacijski bazen izprazni [4].

### **6.4.3 Obdelava odpadnih vod iz kotlovnice in kemično onesnaževanje vode**

Te vrste odpadnih vod so obremenjene s trdimi delci (premog, pepel ...), staljenimi snovmi, povišanimi temperaturami in kemikalijami, zaradi česar je potreben poseben sistem čiščenja. Najprej je potrebno iz vode odstraniti trdne delce, ki bi lahko negativno vplivali na opremo (delci, večji od 10 mm). Zmogljivost sistema je okoli 130 m<sup>3</sup>/h.

Vse odpadne vode te vrste se zmešajo, pri čemer nadzorujemo njihovo pH vrednost. Če je pH vrednost zunaj predpisanih meja, se nato izvede njena ureditev z dodajanjem kisline ali baze. Iz vode je potrebno odpraviti trde delce z uporabo zgoščevalca ali separatorja. Da bi povečali učinkovitost stiskanja, v odpadne vode doziramo flokulant. Stisnjeno blato dehidriramo na filtrski stiskalnici. Očiščena in delno ohlajena voda se zdaj lahko ponovno uporabi v procesu. Sprostitev vode v okolje (odvajanje v reko Vezišnica) ne pride v poštev, ker vsebuje nekatere raztopljene snovi, kot so sulfidi, za katere so MDK na veljavnih predpisih v Črni Gori skoraj 0 mg/l [4].

### **6.4.4 Obdelava mastnih odpadnih vod**

Obdelava mastnih odpadnih vod se izvaja znotraj posameznih naprav termoelektrarne. Zmogljivost sistema je približno 50 m<sup>3</sup>/h. V omenjenih napravah se izvede glavni del čiščenja odpadnih vod in to v lokalnih bazenih in lokalnih separatorjih. Pred sprostitvijo teh vod v okolje je še vedno potrebno čiščenje s pomočjo oljnih separatorjev, ki vključuje odlaganje trdih delcev. Ločeno olje se zbira v sodih in odpelje na predelavo.

Med normalnim delovanjem termoelektrarne (poškodbe so izvzete) se pričakuje okoli 200 litrov odpadnega olja na leto. Vse to pa je odvisno od splošnega stanja same opreme in obratovanja termoelektrarne [4].

#### **6.4.5 Obdelava sanitarno fekalnih odpadnih vod**

Prečiščevanje sanitarno fekalnih odpadnih vod se izvaja na enoti SBR (Sequencing Batch Reactor). Prečiščena voda iz enote je takšne kakovosti, da se lahko odvaja neposredno v okolje. Presežek blata, ki se pojavlja s prekinitvami, je potrebno pripeljati na odlagališče mulja iz čistilnih naprav sanitarne odpadne vode. Pri delu naprave SBR je pričakovano skupno približno 80 m<sup>3</sup> odvečnega blata na leto [4].

#### **6.4.6 Obdelava meteornih vod**

Meteorne vode, ki se zbirajo v kanalizaciji, je potrebno očistiti od trdnih delcev in olja. Zaradi tega je potrebno pred izpustom v prejemnik, namestiti separator blata in olja. Separator moramo opremiti z by-pass linijo v primeru ekstremnega pretoka meteornih vod zunaj predvidenega območja. Separator je potrebno občasno očistiti od blata in olja [4].



## **7 ELEKTROENERGETSKI DEL**

### **7.1 NALOGA BLOKA 2 V ELEKTROENERGETSKEM SISTEMU ČRNE GORE (EES)**

Proizvodni elektroenergetski blok bo sestavljen iz sinhronnega generatorja moči 220 MW, statičnih sistemov vzbujanja, generatorskih stikal, blok transformatorja, transformatorja lastne in splošne porabe in priključka na distribucijske postaje TE Pljevlja II.

Blok bo opremljen s sodobnim regulatorjem (hidravličnim) turbine, ki bo imel možnost nastavitve statične analize bloka.

Glede na stanje tehnike, bomo namestili opremo, ki bo omogočala selektivno izklapljanje v času pojava napake. V primeru prekinjenega delovanja bloka zaradi napake na omrežju, bo zaščita bloka delovala tako, da bo lastna poraba bloka vključena na rezervno napajanje [3].

### **7.2 NAČRT BLOKA II**

Načrt bloka je narejen po standardnih zahtevah, kot so visoka razpoložljivost in zanesljivost, ki sta najbolj pomembni.

Med generatorjem in blok transformatorjem je nameščeno generatorsko stikalo. Namestitev tega stikala omogoča tako sproščanje elektrarne skozi transformator lastne porabe kot tudi sinhronizacijo elektrarne v omrežju. Prekrivanje s transformatorsko postajo lastne porabe na pomožni transformator splošne porabe se bo uporabljalo v primeru okvare na transformatorju lastne porabe. Sinhroni generator, moči 260 MVA, z ustreznim sistemom vzbujanja preko vodov z vgrajenim generatorskim stikalom, preko trifaznega blok transformatorja prenaša energijo v EES Črne Gore.

Bloku je za ustvarjanje energije (kotel-turbina) potrebna električna energija, ki znaša do 10% lastne proizvodnje. V času delovanja bloka mora biti napajanje neprekinjeno. Energijo potrebujemo tudi med zagonom blokov in ob zaustavitvi. Da bi zagotovili neprekinjeno napajanje, mora imeti blok vsaj dva vira energije. Na ta način ima blok osnovno napajanje z električno energijo iz lastnega generatorja. V primeru izpada primarnega vira napajanja moramo imeti v vsakem trenutku na voljo rezervni vir napajanja. Tretji vir napajanja je dizelski agregat, ki deluje samo v primeru izpada vseh drugih virov in napaja samo kritično porabo bloka.

Transformator bo povezan z napetostjo generatorja pred blok transformatorjem. Lastna poraba je sestavljena iz porabnikov, kot so napajalne črpalke, mlini, ventilatorji plinov in zraka, črpalke hladilne vode, črpalke kondenzata, NN transformatorji, električni filtri in naprave za razžvepljevanje dimnih plinov. Splošna poraba električne energije se pri normalnem delovanju napaja iz transformatorja za splošno porabo, ki bo povezan s kablom na obstoječo 220 kV napravo.

Nazivna napetost generatorja kot tudi primarne strani blok transformatorja bo znašala 16 kV. Blok z vgrajenim generatorskim stikalom se običajno zažene in ustavi preko blok transformatorja in transformatorja lastne porabe [4].

### 7.3 ENERGETSKA RAZDELITEV

Pri energetske razdelitvi je potrebno spoštovati zahteve za visoko zanesljivost in razpoložljivost sistema.

Vse naprave morajo imeti rezervno napajanje. Napetostni nivoji za lastno porabo bodo naslednji:

- visoka napetost VN 220 kV (ali 400 kV) za prenos električne energije,
- visoka napetost VN 220 kV za zagon bloka in napajanje splošnih potrošnikov,
- srednja napetost SN 16 kV (ali 21 kV) napetost generatorja na zbiralkah,
- srednja napetost SN 6 kV (ali 10 kV) napetostni nivo, v katerem so priključeni SN motorji in transformatorji za preoblikovanje na NN nivo,

- nizka napetost 0,4 kV, v katero sopriključeni majhni potrošniki,
- stalno napajanje – napetosti 220V DC, 230V AC in 24 VDC, se uporablja za napajanje tistih potrošnikov, ki morajo imeti stalno oskrbo z električno energijo zaradi zahteve tehnologije.

Srednjenapetostni nivo 6kV (ali 10 kV) je razdeljen na dve zbiralki:

- lastna poraba bloka in
- splošna lastna poraba.

Lastna poraba bloka se uporablja za oskrbo velikih porabnikov energije, ki so potrebni za obratovanje bloka in se napaja z blok transformatorja. Razdeljeni so na dve zbiralki, tako da lahko v primeru okvare enega oddelka blok deluje naprej, vendar z zmanjšano močjo.

Splošna lastna poraba se uporablja za potrošnike, ki so potrebni za začetek delovanja bloka in za oskrbo velikih porabnikov energije, ki bi morali pri zaustavitvi bloka delovati. Splošna lastna poraba se napaja iz transformatorja splošne porabe in je razdeljena na dve zbiralki, tako kot tudi lastna poraba.

SN zbiralke morajo biti opremljene s standardnimi stikalnimi, zaščitnimi in merilnimi napravami.

V primeru izpada transformatorja preklopne avtomatike je potrebno narediti preklop na rezervno napajanje iz drugega transformatorja.

Nizkonapetostni nivo 0,4 kV bo prav tako razdeljen na več oddelkov. Dovod do NN zbiralk bo narejen s pomočjo transformatorja iz različnih virov lastne in splošne porabe, tako da bo izpolnjena zahteva za visoko zanesljivost bloka.

Blok 2 ima v okviru lastne porabe energije svoj dizelski agregat, ki se v primeru okvare zbiralk 0,4 kV samodejno vključi. Kritični potrošniki bodo povezani na lastne zbiralke, ki bodo zagotovile napetosti 0,4 kV, in agregat.

Brezprekinitveni sistem napajanja omogoča napajanje naprav, ki morajo delati tudi ob popolnem izpadu električne energije [4].

#### 7.4 GENERATOR IN TRANSFORMATOR

Generator bo postavljen vodoravno, medtem ko bo združitev generatorja in parne turbine neposredna. Generator je sestavljen iz statorja, rotorja, hladilnega sistema in sistema vzbujanja. Generator bo imel hladilne sisteme hlajenja navitja rotorja in statorskega paketa s tokom vodika ter navitja statorja z demineralizirano vodo.

Glavna naloga vzbujalnega sistema je stabilno napajanje vezja rotorja sinhronskega generatorja z enosmernim tokom in vzdrževanje napetosti na ustrezni ravni na sponkah generatorja ter vzdrževanje pretoka jalove moči v omrežju. Vzbujalni sistem bo statičen in bo vključeval vzbujalni transformator ustrezne moči, podvojen tiristorski usmerjevalnik, tiristorski krmilnik, avtomatski regulator napetosti, sklop za začetno vzbujanje in pomožno opremo.

Na generatorju poteka merjenje temperature navitja, ležaja in olja, vodenje in nadzor pretoka in temperature hladilnih vezij, nadzor in signalizacija položaja pnevmatskega sistema zaviranja, merjenje napetosti na gredi, nadzor izolacije.

Generator bo opremljen z lastnim požarnim sistemom, ki bo deloval po principu inertnih plinov. Zgrajen bo niz senzorjev za temperaturo in dim, za zagotavljanje alarmov in samodejno aktiviranje gašenja požarov generatorjev.

Transformatorji imajo zaradi velike količine olja protipožarno javljanje, ki zazna požar, izklopi naprave in vključuje gasilni aparat za avtomatsko gašenje požara. Naprava za avtomatsko gašenje mora tudi omogočati ročno upravljanje.

Gasilni aparat z razpršeno vodo bo nameščen ob transformatorju. Voda se zbira v tlačno posodo ustrezne prostornine. Tlak akumulirane vode oskrbujemo s plinom CO<sub>2</sub>. Transformator bo stal

pred motorjem. Vsak transformator mora biti ločen od drugega transformatorja in od glavnega pogonskega objekta z ustrezno požarno steno.

Transformatorji morajo imeti oljno jamo za zaščito pred izlivom olja v okolje. Prostornina oljne jame  $100 \text{ m}^3$  je večja od količine olja največjega transformatorja. Jama je prekrita z omrežjem iz kositra in s plastjo grobega in finega peska, ki omogoča iztekanje olja v jamo, v primeru požara se ogenj ne more širiti v okolje. V primeru požara v transformatorju je potrebno odpreti ventile za sprostitvev olja v rezervoar za olje [4].

## 7.5 ELEKTRIČNE ZAŠČITE

Sistem zaščite mora biti zasnovan tako, da ščiti posamezne komponente pred poškodbami in tako ščiti elektrarno pred izrednimi dogodki na energetskeem sistemu. Vsak ukrep zaščite je potrebno opazovati na sistemu vodenja bloka. Električna zaščita bloka mora izpolnjevati naslednje tehnične zahteve:

- Vse zaščite delujejo po stikalnih napravah, zaščitni terminali morajo biti modularne izvedbe in morajo omogočati večetažne strojne in programske redundance, zaščita mora zagotoviti najvišjo stopnjo razpoložljivosti. Zaščitni terminali morajo imeti uporabniški vmesnik, kjer si lahko upravljavec ogleda parametre in informacije o zaščiti. Zaščitni releji morajo imeti nazivno moč 220 VDC (V) iz izoliranega enosmernega razveza elektrarne.
- Vsi zaščitni releji morajo biti priključeni na centralni sistem za analizo zaščite, ki naj bi omogočili prikaz in tiskanje parametrov, merilnih signalov in analize dogodkov, testiranje posameznih zaščit in prilagoditev oziroma programiranje posameznih zaščitnih funkcij.

Predvidene so omare za:

- zaščito generatorja,
- zaščito bloka,
- zaščito transformatorja lastne in splošne porabe,
- zaščito vzbujanja in
- zaščito 400 kV daljnovoda [4].

## 7.6 ELEKTRIČNE MERITVE

Električne meritve na bloku bodo dosežene z merilno opremo, ki bo imela vgrajene merilne pretvornike s standardnimi tokovnimi ali napetostnimi izhodi za priključitev na sistem vodenja. Meritev električne energije se doseže z uporabo ustreznih tokovnih in napetostnih transformatorjev na primarnih vodih. Za merjenje električne energije se bodo uporabljali digitalni elektronski števeci z možnostjo merjenja delovne in jalove energije v obe smeri, ter možnostjo merjenja maksimalne obremenitve na vsakih 15 minut. Števci morajo imeti možnost pomožnega napajanja in vgrajen komunikacijski interface za komunikacijo z obstoječim centralnim sistemom za zbiranje in obdelavo podatkov o porabi električne energije, ki uporablja IEC 1107 komunikacijski protokol. Števci redne in jalove električne energije bodo priključeni na sistem merjenja električne energije preko komunikacijskih portalov.

Sistem za merjenje električne energije v novih napravah in centralna obdelava podatkov za zagotavljanje popolnega nadzora bosta nadgradnja obstoječega sistema.

Z enosmernimi števci bosta merjeni delovna in jalova energija, ki jo proizvaja generator. Dvosmerni števeci merijo delovno in jalovo energijo, ki jo blok predaja ali odvzema iz omrežja. Vsi števeci bodo neposredno povezani z merilnimi transformatorji. Na izhodu generatorja se bodo preko merilnih pretvornikov s prikazovalnimi inštrumenti imerili delovna in jalova moč, napetost, tok, frekvenca, delovna točka generatorja in  $\cos \Phi$  in z registracijskimi inštrumenti delovna in jalova moč in napetost.

Preko merilnih pretvornikov se bodo merili napetost, tok in moč na izhodu bloka, na vhodu v 10 kV naprave lastne porabe in na vhodu v 10 kV naprave splošne porabe. Napetost in tok vzbujanja se bosta merila tudi s pretvorniki. Merilni pretvornik se nahaja v okviru opreme lokalnega upravljanja [4].

## 7.7 OZEMLJITEV IN IZENAČITEV POTENCIALA

Ker se novi blok TE Pljevlja II nahaja znotraj TE Pljevlja I, bo razširjena mreža glavne ozemljitve elektrarne in ozemljitev vseh naprav GPO in pomožnih objektov na obstoječe. Znotraj GPO in pomožnih objektov, bo odstranjena zaščitna ozemljitev. Na podlagi pridobitve merilnih in projektnih nalog iz TE Pljevlja II za obstoječo glavno ozemljitev bo izračunan potreben prerez glavne ozemljitev.

Na podlagi izračuna za dovoljeno napetost dotika in koraka je v tem objektu možna rešitev v obliki ozemljitvenega omrežja. Ozemljitveno omrežje je treba opraviti s trdo vlečeno bakreno vrvjo preseka 120 mm<sup>2</sup>, v globini ne manjši od 0,8 m. Povezave vrvi pod zemljo je potrebno izvesti s termično varjenimi spoji. Na vseh točkah z obstoječo ozemljitvijo je potrebno opraviti priključitev na novo ozemljitev. Vse kovinske površine, cevi itd. v zemlji, morajo biti povezane na to ozemljitev.

Ozemljitev znotraj objektov je izdelana iz vroče pocinkanih trakov Fe-Zn. Ozemljitev je priključena na obroče, ki se nahajajo okoli objektov. Obroči imajo funkcijo izenačitve potencialov in so nameščeni okoli objektov z bakreno vrvjo 120 mm<sup>2</sup>, na globini 0,8 m in oddaljeni 2 m od zgradbe.

Vse kovinske površine (cevi, tirnice, kabli itd.) neposredno pred iztekom z roba ozemljitvenega omrežja morajo imeti izolacijski vložek dolžine 1 m, in skupaj z izoliranim vložkom bodo postavljene v plastične cevi, tako da je pravokotna razdalja od roba ozemljitve in teh cevi 50m.

Ozemljitev je treba izračunati v skladu s pravili o tehničnih normativih za zaščito nizkonapetostnih omrežij in pripadajočih transformatorskih naprav. Prav tako je treba povezati:

- vsa vrata z varnostnim kablom,
- PEN zbiralke,
- sekundarni krogi tokovnih transformatorjev,
- ohišje odklopnika, kontaktorji in prenapetostni odvodniki,

- jeklene vrvi, ojačitev kablov,
- varnostne mreže in pregrade [4].

## 7.8 ZAŠČITA PRED STRELO

Vse nove stavbe bloka 2 TE Pljevlja bodo imele ustrezno zaščito pred strelo, izvedeno s pomočjo:

- klešč v obliki kovinske konice na portalih 400 kV zračnega voda,
- zaščitnih vrvi,
- kovinske mase na vrhovih streh nekaterih stavb,
- mreže iz pocinkanih jeklenih trakov 25x3 mm na strehah objektov in zaščite pred strelo povezane z glavno ozemljitvijo [4].

## 7.9 TELEFONSKO OMREŽJE

Predvideva se namestitev nove digitalne telefonske centrale, ki bo omogočala povezavo 30 telefonskih aparatov na nove notranje telefonske linije in mora imeti možnost razširitve na 300 digitalnih telefonskih linij. Centrala mora biti neodvisna in mora imeti možnost povezovanja na obstoječi sistem povezave Elektrogospodarstva.

Telefoni in računalniki so predvideni na delovnih mestih, v glavnih in pomožnih tehnoloških napravah, v elektroobmočju glavnega objekta in v delavnicah in pisarnah. TK-vozlišče in oprema za omrežje bosta priključena na obstoječi sistem računalniških omrežij in telefonije z uporabo optičnih kablov [4].



## 7.10 INŠTALACIJA LAN RAČUNALNIŠKEGA OMREŽJA

V poslovni stavbi in GPO je načrtovano računalniško omrežje, ki bo nastavljeno po načelu razširjene zvezde, z enim glavnim vozliščem in večetažnimi vozlišči. Glavno vozlišče mora imeti optične povezave do obstoječega omrežja v TE Pljevlja II. Računalniško omrežje mora biti gigabitno ethernet omrežje, z aktivno omrežno opremo Layer 3.

Na delovnih mest so napovedane tri omrežne povezave (računalnik, omrežna naprava, kot je tiskalnik ali omrežni disk, IP-telefonija). Del računalniškega omrežja predvidenega za uporabo IP-telefonije, del za namene videonadzora. Na vseh pomembnih točkah je potrebno zagotoviti omrežne povezave in napajalni kabel za IP-kamere. Mrežna oprema bi morala podpirati virtualne LAN-e. Na več krajih je potrebno načrtovati access point za brezžični dostop do omrežnih virov [4].

## 7.11 PROTIPOŽARNA ZAŠČITA

Centrala požarnega sistema bo nameščena na področju telekomunikacijskih naprav. Centrala je adresabilna, programska oprema mora omogočiti večconsko delovanje in povezavo preko telefonske linije s centrom gasilskega doma. Alarmiranje požara je predvideno v prostorih bloka, delavnicah elektro področja ipd [4].

## 7.12 SISTEM ZA VIDEO NADZOR

Da bi ohranili popoln nadzor in zanesljivo delovanje, je predvidena namestitev videonadzornih sistemov. Kamere morajo biti nameščene na pomembnih točkah glavnih in pomožnih objektov transporta.

Prenos video signala se lahko izvede skozi optiko do ukaznega bloka, na video sprejemnike in multiplekser [4].

## 8 SISTEM ZA VODENJE BLOKA

### 8.1 KONCEPT VODENJA BLOKA

TE Pljevlja II je zagotovila eno mesto vodenja iz kontrolne sobe bloka 2 (slika 8.1). V njej bo potekal centralni nadzor in vodenje bloka. Vodenje je potrebno opravljati z uporabo računalnika. Za nadzor celotnega bloka bo nameščen velik prikazovalni zaslon. Druga oprema v kontrolni sobi so računalniki z monitorji, tiskalniki in zvočna signalizacija za alarme.

Osnovni koncept vodenja temelji na hierarhičnem načelu, ki omogoča, da oseba, ki dela z določeno skupino ali skupinami sorodnih funkcionalnih krogov, prevzame vodenje na nižji hierarhični ravni, vendar avtomatika mora samostojno nadaljevati svoj postopek na višji ravni, razen v primerih, ko na lokalnem nivoju ni omogočeno njeno normalno delovanje. Ko oseba konča vodenje na lokalnem nivoju, avtomatika na višjem nivoju mora nadaljevati delo brez motenj.



Slika 8.1: Pogled na prostor vodenja v TE Pljevlja II na monitorjih (Vir: Termoelektrarna Pljevlja)

Sistem mora omogočati usklajeno vodenje bloka z izbiro režima:

- turbina–kotel => konstanten tlak, moč oscilira
- kotel–turbina => nihanje tlaka, konstantna moč

### **8.1.1 Nivoji vodenja**

Sistem bo omogočal naslednje nivoje vodenja:

- 0.nivo: nivo osnovnih elementov

Vodenje posameznih aktuatorjev, SN stikala.

- I. nivo: nivo naprav

Vodenje posameznih naprav, SN stikalna polja.

- II. nivo: nivo tehnološke celine

Blokiran način vodenja posameznih tehnoloških enot (hladilni sistem, stikalna polja) ali vodenje individualno neodvisnega sistema (vzbujanje sistema, sinhronizacija, itd.)

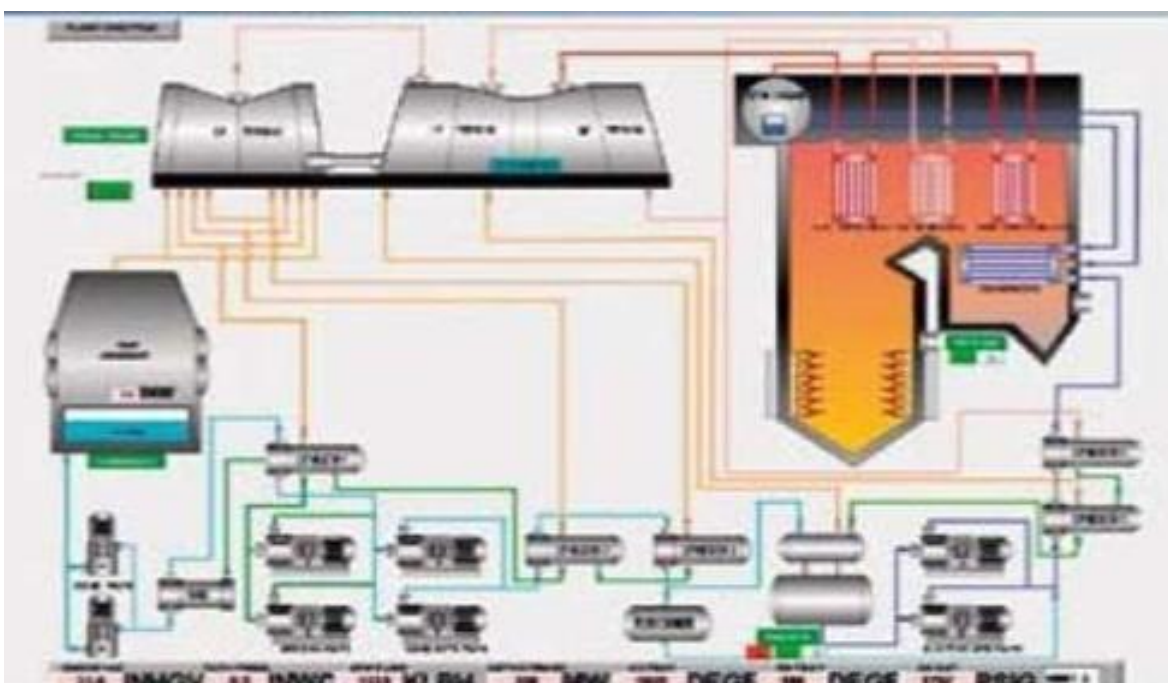
- III. nivo: nivo celotnega objekta – bloka

Zaporedni zagon je samodejni, kot tudi delovanje in zaustavitev agregata kot celote v vseh predvidenih načinih delovanja. To je običajen način delovanja. Iz tega centralnega nivoja opravljamo vodenje celotne termoelektrarne in VN, SN vozlišč itd. Blokade na tem nivoju so popolnoma aktivne.

- IV. nivo: daljinski nivo upravljanja

Ta raven nadzora je nadgradnja nivoja III z dodatkom, da je mogoče daljinsko vodenje bloka iz centra elektroenergetskega sistema, od koder poteka nadzor celotnega sistema. Podatke lahko spreminjamo s pomočjo elektro-optičnih komunikacij, s katerimi priključimo blok na omrežje. Na tem nivoju so aktivne vse blokade [4].

Na sliki 8.2 imamo podan primer enega od sklopov upravljanja TE Pljevlja.



Slika 8.2: Primer enega od sklopov upravljanja TE Pljevlja II (Vir: Termoelektrarna Pljevlja)

## 8.2 OSNOVNE ZNAČILNOSTI UPRAVLJANJA BLOKA 2

Glavne naloge sistema vodenja so: avtomatski zagon in zaustavitev bloka, avtomatsko delovanje, samodejna sprememba moči, omejitev moči pri izpadu agregatov, avtomatski preklon odvečnih agregatov, sodelovanje pri urejanju sekundarne frekvence/moči, vzdrževanje napetostnih pogojev z regulacijo navidezne moči. Vse zaščitne funkcije je potrebno opraviti avtomatsko, brez ročnega

delovanja operaterja. Nadzor in vzdrževanje bloka je treba opraviti preko računalniških postaj v nadzornem bloku. Za kakovostni in pregleden nadzor celotnega bloka je predviden velik stenski prikazovalni zaslon.

Predvideno osebje v nadzornem bloku bodo sestavljali vodja bloka in 4 operaterja na:

- področju kotla in pomožnih delov kotla,
- področju turbine razžvepljevanje,
- področju pomožnih objektov bloka in
- področju generatorja, visoke napetosti 400 kV in električnih tokokrogov.

Za vsakega operaterja so predvideni po trije računalniki z monitorji. Za vodjo bloka je predviden en monitor za izvajanje nadzora.

Lokalno vzdrževanje je predvideno predvsem za pomožne dele, ki včasih zahtevajo lokalna servisna dela (npr. čiščenje kondenzatov, odstranjevanje žlindre itd.). Lokalno vzdrževanje se izvaja preko lokalnega operacijskega panela na objektih. Dostop do vzdrževanja je zaščiten z geslom. Za 10 kV in 0,4 kV pogone je treba vzpostaviti lokalni izklop v sili, če to zahtevajo predpisi.

Vodenje bloka bo vključevalo naslednje glavne značilnosti:

- vodenje celotnega bloka,
- zajemanje in obdelavo podatkov procesa (analogni, binarni),
- ureditev tehnoloških parametrov, vodenje funkcijskih skupin in individualnih pogonov,
- nadzor, poročanje alarma, nadzor in vodenje tehnoloških procesov,
- povezovanje z drugimi informacijskimi sistemi.

Sistem vodenja bloka 2 mora biti zasnovan tako, da bo zagotovil varno delovanje, ustrezno razpoložljivost in ekonomično delovanje, z visoko stopnjo avtomatizacije in majhno potrebo osebja za vodenje in vzdrževanje [4].

### 8.3 OPIS SISTEMA VODENJA BLOKA (DCS)

Glavni sistem za vodenje bloka 2 (DCS) mora imeti naslednje značilnosti:

- zagotoviti preprosto in zanesljivo avtomatizacijo procesov,
- prefinjen uporabniški vmesnik za vse funkcije vodenja, kot so projektiranje, diagnostika, vzdrževanje, servisiranje itd.,
- hitro in celovito oblikovanje znotraj sistema vodenja,
- obsežno bazo podatkov za vse standardne funkcije za avtomatizacijo,
- odprtost sistema na vseh nivojih,
- možnost prilagoditve sistema obsegu objekta in možnost dodajanja funkcije in
- neposreden pristop povezave do drugih informacijskih mrež na nivoju elektrarne.

Glavne funkcije DCS:

- avtomatizacijska omrežja,
- nadzor,
- inženiring,
- diagnostika in
- komunikacijski priključki.

### 8.4 KOMUNIKACIJSKE POVEZAVE

Z uporabo široke mreže in baze podatkov je mogoče dostopiti do zgodovinskih podatkov, ki omogočajo podrobno analizo in sprejemanje ustreznih odločitev. Uporabljena bodo industrijska LAN-omrežja za prenos podatkov znotraj glavnih sestavnih delov celotnega objekta. Za komunikacijo med zunanji napravami je mogoče uporabiti industrijsko Ethernet omrežje ali profibus DP.

Ethernet omrežje – uporabljena bo Fast Ethernet LAN-tehnologija.

Prednosti tega omrežja so: hiter prenos podatkov, visoka razpoložljivost za uporabo optičnih kablov, izmenjava podatkov preko strežnikov, na voljo so omrežni tiskalniki, skupna uporaba programa, stabilnost sistema, popoln dostop do naprav, enostavno vzdrževanje [4].

## 9 TEHNOLOŠKE NAPRAVE

Tehnološke naprave, za katere moramo skrbeti, so:

- dobava premoga,
- kemična obdelava vode,
- produkti zgorevanja
- kompresorska postaja
- pomožne naprave.

### 9.1 SISTEM OSKRBE Z ELEKTRIČNO ENERGIJO

Elektroenergetska oprema je nameščena v distributerju (razdelilniku), ki se nahaja v elektro območju pomožne tehnološke naprave bloka.

Naprava bo imela dvojno oskrbo napajanja. V primeru izpada napajanja elektrarne iz enega vira, dobava se samodejno preklopi na napajanje iz drugega neodvisnega vira.

Za zaščito dobave električne energije in elektromotornih potrošnikov so predvideni odklopniki z vgrajeno kratkostično in nadtokovno zaščito, ki zagotavljajo varno razstavo do 40 kA. Na vratih napajalnega relejnega separatorja naprave bo nastavljena merilna oprema za meritev porabe električne energije [4].

### 9.2 OSKRBA PORABNIKOV ENERGIJE - DISTRIBUCIJA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Vse stikalne naprave morajo biti opremljene s pomožnimi kontakti za priključitev na sistem vodenja. Za zaščito odvodov so predvideni kompaktni motorni odklopniki oziroma zaščitna stikala.



Močnejši elektromotorni obrati morajo biti opremljeni z napravami za daljinsko merjenje električne energije s pomočjo 4–20 mA pretvornikov.

Izbrani elektro obrati in električni napajalni vodniki morajo zagotoviti minimalno 10 % rezervne moči.

Vsi stikalni obrati morajo biti opremljeni s pomožnimi kontakti za priključitev na sistem vodenja.

Na vhodu dobavnega preklopnega razvoda je analizator električnega omrežja. Horizontalni in vertikalni električni vodi so nameščeni na perforiranih kabelskih nosilcih.

Elektromotorni pogoni motorjev z močjo  $P > 18$  kW imajo vgrajene naprave za merjenje in branje električne energije nameščenih pogonov pa tudi za daljinsko merjenje električne energije z 4–20 mA pretvorniki.

Za napajanje razsvetljave in drugih električnih inštalacij je predviden podrazvod.

Kabelske poti za napajalne in signalno–nadzorne kable so narejene posebej, pri čemer je potrebno zagotoviti, da kabli niso izpostavljeni visokim temperaturam, mehanskim obremenitvam in da so na razpolago po celotni dolžini kabelske poti [4].

### 9.3 SISTEM VODENJA

Tehnološki elementi opreme bodo nadzorovani s pomočjo nadzornega sistema – PLC modularne zasnove. Konfiguracija PLC-ja je naslednja:

- CPU krmilni modul,
- napajalna enota,
- nosilci modulov,
- komunikacijski moduli,
- digitalni vhodni moduli,

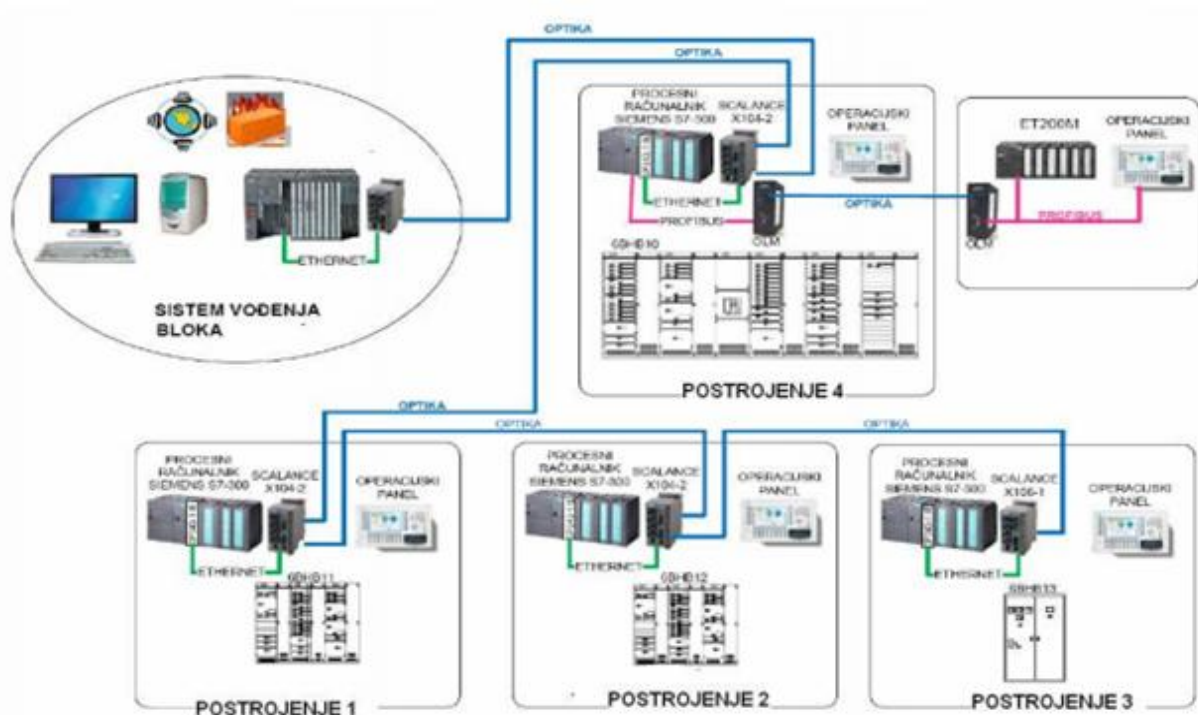
- digitalni izhodni moduli,
- analogni vhodni moduli in
- komunikacijski moduli.

Na vratih krmilne omarice bo vgrajena grafična plošča v barvi HMI in z nadzornimi elementi, s pomočjo katerih se bo izvajalo krmiljenje in nadzor obrata.

Upravljanje obratov je lahko lokalno ali daljinsko.

Za povezavo na sistem za upravljanje bloka v hardverski konfiguraciji je predviden vmesnik (komunikacijski procesor), ki bo komuniciral z nadrejenim sistemom. Najpomembnejši signali in ukazi iz centraliziranega sistema bodo povezani s signalnimi kablji.

Iz centralne kontrolne sobe lahko operater sistema nadzoruje stanje obrata in opravlja vodenje obrata. Slika 9.1 predstavlja shemo vodenja sistema [4].



Slika 9.1: Shema vodenja (Vir: Termoelektrarna Pljevlja)

## 9.4 INŠTALACIJA RAZSVETLJAVE

Osvetlitev objekta bo narejena s fluorescenčnimi svetilkami in reflektorji z zaščitnim pokrovčkom in elektronskim zaganjalnikom. Zaščita svetilk v prašnih prostorih je IP65. Svetlobna tehnika in zunanja razsvetljava bodo narejene z žarnicami in reflektorji, ki bodo nameščeni na stenah stavbe. Nivoji osvetlitve so definirani v skladu s priporočili in standardi za razsvetljavo.

Jakosti osvetlitve prostorov so naslednje:

- kontrolne sobe 500 lux,
- elektro prostori z delilniki 200 lux,
- obrat, hodniki, skladišča 150 lux,
- delavnice 300 lux in
- delovna mesta v bližini strojev 120–250 lux.

V primeru izpada razsvetljave se samodejno priključi varnostna razsvetljava. Varnostna razsvetljava bo narejena s svetilkami splošne razsvetljave, ki imajo v svojem ohišju nameščene baterije, ki lahko delajo maksimalno eno uro.

Predpisana raven varnostne razsvetljave znaša minimalno 1,25 lux na evakuacijskih poteh in v bližini požarno varnih aparatov (hidranti, ročni požarni alarmi – 5 luxov do 2 m razdalje).

Raven osvetlitve pri varnostni razsvetljavi je definirana v skladu z evropskimi standardi EN 1838 in DIN VDE 01082.

***Nizkonapetostni razdelilnik vtičnic za servisiranje*** - v prostorih posameznih obratov bo vgrajeno zadostno število enofaznih in trifaznih storitvenih vtičnic za servisiranje oziroma za priključitev prenosnih aparatov in naprav. Za namene napajanja obrata je predvideno zadostno število povezav pa tudi za napajanje porabnikov v času prenove. Napajalni kabli napeljav v stavbah bodo nameščeni po stenah, v kabelskih pladnjih in zaščitnih ceveh.

Napajanje glavnih tehnoloških sklopov bo povezano z lastnimi podrazdelilniki, ki bodo nameščeni v neposredni bližini tehnoloških porabnikov. Električni priklop se izvede s pomočjo fiksnih povezav.

**Šibki tok-telefonija in namestitve omrežja** - telefoni in računalniki so predvideni na delovnih mestih v kontrolni sobi, v elektro prostorih in v pisarnah. Priključitev od priklopnih točk z vtičem RJ – 45 do TK-razdelilnika in omrežne opreme bo narejena s pomočjo univerzalnih telekomunikacijskih kablov FTP (Shielded Twisted Pairs). Kable za namestitev telefonije in omrežja je treba hraniti ločeno od drugih inštalacij z veliko močjo, min 20 cm.

**Priklop signala** - priklop signala od TK-razdelilnika do telefonske centrale in do glavnega razdelilnika LAN-omrežja bo ustvarjen z multijedrnim optičnim kablom.

**Protipožarna zaščita** - sedež protipožarne zaščite bo v glavnem operativnem objektu. Programska oprema mora zagotoviti delovanje na več območjih in povezavo preko telefonske linije s stražo v gasilskem domu. Predvidena je montaža ročnih in avtomatskih detektorjev požara v tehnoloških prostorih, v prostorih z električno opremo in v kontrolni sobi.

**Videonadzor** - da bi imeli popoln nadzor in zanesljivo delovanje obrata, se priporoča namestitev videonadzornega sistema. Kamere morajo biti nameščene na ključnih mestih v tehnoloških objektih. Prenos videosignala je treba opraviti s pomočjo optičnih vlaken do kontrolne sobe, na multiplekser in videosprejemnike. Slika se bo pojavila na monitorjih v kontrolni sobi in na napravi za digitalni zajem slike.

**Meritve električne energije** - kontrolno merjenje električne energije na obratu se bo izvajalo zaradi zagotavljanja popolnega nadzora celotnega sistema [4].

## 10 VREDNOST INVESTICIJE

Ocena vrednosti investicije za novo enoto v okviru obstoječe TE izhaja iz specifične cene podobnih enot, ki je ocenjena kot:

- za blok 220 MW in tehnologijo zgorevanja v obtočnem fluidiziranem sloju od 1500 do 1600 EUR/kW

Tabela 10.1: Vrednost investicije za enoto 2 (Elektroprivreda Crne Gore)

	<b>VARIANTA - MIN.</b>	<b>VARIANTA - MAX.</b>
Lokacija	Pljevlja	Pljevlja
Moč	220 MW	220 MW
Spec.cena EUR/kW	1,5	1,6
Okvirna cena enote 2	330,0	352,0
GTO	264,0	281,6
Gradbena dela GPO	29,7	31,7
Gradbena dela (drugo)	7,0	7,0
Priprava in prevoz izdelkov	8,0	8,0
Modernizacija KPV	3,0	3,0
Pomožne naprave	2,0	2,0
Razširitev transporta premoga	1,0	1,0
Priprava gradbišča	1,0	1,0
Stroški investitorjev	12,0	12,0
<b>SKUPAJ – MIL. EUR</b>	<b>327,7</b>	<b>347,3</b>
<b>EUR/kW</b>	<b>1,490</b>	<b>1,579</b>

Za stroške daljnovoda je upoštevana varianta z novo preklopno opremo in navezavo na obstoječi daljnovod v bližini nove lokacije TE. V ceno niso vključeni stroški financiranja, ker njihova struktura ni še znana. Vrednost investicije je prikazana v območju od min. do max., kar je za to fazo izdelave dokumentacije sprejemljivo glede na vhodne podatke. Lastna cena se izračuna in

upošteva pri max.vrednosti, zaradi varnosti pri ocenjevanju stroškov. V tabeli 10.1 je prikazana vrednost investicije za enoto 2.

Pomožni objekti vključujejo: napravo za amonijakovo raztopino, kurilno olje in pomožni kotel [3].

## 11 BILANCA PREMOGA

Poraba premoga za gradnjo drugega bloka TE je pridobljena glede na tehnične lastnosti (stopnja izkoristka, moč, kalorična vrednost premoga) in angažiranje bloka za obdobje enega leta. Za primerjavo predpostavimo, da je angažiranje bloka prvih 25 let enako 6500 obratovalnih ur/leto, pozneje znižano na 6000 obratovalnih ur/leto. Takšna razporeditev je značilna za bazne pogone.

Tabela 11.1: Primerjava porabe premoga nove enote (Termoelektrana Pljevlja)

		<b>TEP B1</b>	<b>B2-220</b>	<b>B1+B2</b>
<b>Moč generatorja</b>	<b>MW</b>	218	220	438
<b>Moč neto</b>	<b>MW</b>	198	202,3	400,3
<b>Stopnja izkoristka</b>	<b>%</b>	30,8	40,85	
<b>Kalorična vrednost premoga</b>	<b>kJ/kg</b>	10000	10000	
<b>Gorivo</b>	<b>MW</b>	642,9	495,2	
	<b>t/h</b>	231,4	178,3	409,7
	<b>t/leto</b>	1.504.286	1.158.830	
<b>Angažiranje</b>	<b>h/leto</b>	6500	6500	
<b>Izkoriščenje B1</b>	<b>let</b>	7		
	<b>h/leto</b>	6500		
<b>Poraba premoga do 2019</b>	<b>t</b>	10.530.000		
<b>Izkoriščenje B2</b>	<b>let</b>	8	40	
<b>1-25 let</b>	<b>h/ leto</b>	5500	6500	
<b>26-40 let</b>	<b>h/ leto</b>		6000	
<b>Poraba B1</b>	<b>t</b>	10.182.857		
<b>Poraba premoga B1</b>	<b>t</b>	<b>20.712.857</b>		<b>20.712.857</b>
<b>Poraba premoga B2</b>	<b>t</b>		45.016.083	<b>45.016.083</b>
<b>Poraba premoga – skupaj</b>	<b>t</b>			<b>65.728.940</b>

Za obstoječi blok smo v prvih sedem let do zagona nove enote predpostavili delovanje 6500 ur/leto, pozneje z vzporednim delovanjem z enoto 220 MW do 5500 ur/leto. Če upoštevamo faktor razpoložljivosti in izkoriščenosti inštalirane zmogljivosti 0,9 (nekaj nižja obremenitev ponoči in ob koncu tedna, ko je prodajna cena energije nižja), dobimo iz 6500 obratovalnih ur

7600 delovnih ur/leto. Za primerjavo trenutni blok je v letu 2010 dosegel 6451 obratovalnih ur. Podatki v tabeli 11.1 kažejo, da bomo z novim blokom moči 220 MW in z vzporednim delovanjem obstoječega bloka v celoti uporabili zaloge premoga v Pljevaljskem bazenu [3] [4].



## 12 LASTNA CENA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Za primerjavo lastne cene električne energije investicije smo uporabili podatke o poslovanju TE Pljevlja v letu 2010, ki predstavljajo primerno povprečje za izračun stroškov proizvodnje. Za ceno premoga so uporabljeni podatki iz Študije surovinske osnove, za druge materiale pa podatki na trgu EU.

Za izračun lastne cene niso upoštevani stroški financiranja, ker njihova konstrukcija ni še znana. Na ta način se podatek razlikuje od končne cene, ki bo v investicijskem programu vključevala tudi te stroške, vendar za primerjavo variant ta podatek bistveno ne spremeni rezultate.

### 12.1 ELEMENTI LASTNE CENE ELEKTRIČNE ENERGIJE

#### 12.1.1 Cena in stroški premoga

V izračunu smo predpostavili ceno premoga od 2,8 EUR/GJ oziroma s povprečno kalorično vrednostjo premoga od 10.000 kJ/kg 28 EUR/tono (tabela 12.1). Ta cena se predpostavlja kot povprečna cena iz vseh področij Plevljskega področja. Letni strošek za premog je produkt porabe in cene premoga. Na podlagi tega je izračunana povprečna cena premoga, katero smo predstavili v tabeli 12.1 [2] [4]:

Tabela 12.1: Povprečna cena premoga za posamezne variante (Termoelektrana Pljevlja)

		B1	B2–220MW	B1 + B2
Lokacija TE - Pljevlja	t			
Poraba premogaPljevlja	t	20.712.857	45.016.083	65.728.940
Povprečna cena premoga	EUR/t			
Lokacija Pljevlja	<b>EUR/t</b>	<b>28,00</b>	<b>28,00</b>	

### 12.1.2 Stroški kurilnega olja

Za obstoječi blok so bili podatki o porabi kurilnega olja vzeti iz poročila o poslovanju za leto 2010. Za ceno olja je vzeta trenutna cena v Sloveniji, saj podatek za Črno Goro ni na voljo. Stroški kurilnega olja so podani v tabeli 12.2 [4].

Tabela 12.2: Stroški kurilnega olja (Termoelektrana Pljevlja)

		B1	B2–220 MW
Poraba za 1 zagon	t		15
Število zagonov	n/god		15
Poraba olja	t/god		225
Cena olja	EUR/t		800
<b>Strošek kurilnega olja</b>	<b>EUR/leto</b>	<b>1.430.000</b>	<b>180.000</b>

### 12.1.3 Stroški drugih materialov

Proračun stroškov drugih materialov vključuje:

- apnenec,
- amonijak,
- kemikalije.

Tabela 12.3: Stroški drugih materialov (Termoelektrana Pljevlja)

		B1	B2–220MW
Apnenec			
Poraba	t/h		9,5
	t/leto		60450
Cena	EUR/t		25
<b>Strošek apnenca</b>	<b>EUR/leto</b>	<b>0</b>	<b>1.511.250</b>
Amonijak			
Poraba	t/h		0,2
	t/leto		1,300

»se nadaljuje«

»nadaljevanje«

<b>Cena</b>	<b>EUR/t</b>		<b>155</b>
<b>Strošek amonijaka</b>	<b>EUR/leto</b>	<b>0</b>	<b>201.500</b>
<b>Kemikalije</b>	<b>EUR/ leto</b>	<b>175.000</b>	<b>180.000</b>

Za obstoječi blok so stroški za kemikalije vzeti iz poročila o poslovanju za leto 2010 (tabela 12.3). Za novo enoto je strošek ocenjen na podlagi njihove porabe. Cene za apnenec in amonijak so vzete po podatkih iz TE Šoštanj [4].

#### 12.1.4 Stroški odlagališča produktov zgorevanja in razžvepljevanja

Za obstoječi blok stroški odlagališča produktov niso posebej določeni, ampak so vključeni v druge poslovne odhodke. Za novo enoto so predvideni stroški odlagališča v višini 2,5 EUR/t (tabela 12.4), podobno kot v TE Šoštanj, kjer se je izvajal podoben koncept ravnanja s produkti.

Tabela 12.4: Stroški odlagališča produktov zgorevanja in razžvepljevanja

		<b>B1</b>	<b>B2–220MW</b>
Količina produktov	t/h	164,7	
	t/god	1.070.550	
Cena deponije	EUR/t	2,5	
<b>Strošek deponije</b>	<b>EUR/god</b>	<b>2.676.375</b>	<b>0</b>

#### 12.1.5 Stroški vzdrževanja opreme

Za obstoječo enoto so stroški vzdrževanja opreme vzeti iz poročila o poslovanju za leto 2010, kot znesek stroškov za storitve tretjih oseb in rezervnih delov in materialov. Za nove enote so stroški vzdrževanja ocenjeni v višini 1,0 % vrednosti investicije [3].

### **12.1.6 Stroški dela**

Stroški dela za obstoječi blok so vzeti iz poročila o poslovanju za leto 2010. V proračunu lastne cene smo stroške dela v času vzporednega delovanja bloka 1 in bloka 220 MW zvišali za stroške osebja novega bloka. Predvideno je, da se za vzdrževanje obeh enot med 8 leti skupnega dela število zaposlenih v službi za vzdrževanje ne sme povečati. Po prenehanju delovanja obstoječega bloka se bo zmanjšalo število zaposlenih za osebje bloka [4].

### **12.1.7 Amortizacija**

Amortizacija obstoječega bloka je vzeta iz poročila o poslovanju za leto 2010. Za nove enote je vzeta povprečna stopnja amortizacije v višini 4% od vrednosti investicije. Obdobje amortizacije je določeno na 25 let. Ta amortizacija bi morala biti zadostna za odplačilo posojila v prvi fazi gradnje in pozneje za vzdrževanje investicij in modernizacijo pogona [4].

### **12.1.8 Drugi stroški**

Za obstoječo enoto so drugi stroški poslovanja vzeti iz poročila o poslovanju za leto 2010, kot znesek stroškov:

- bančnih storitev,
- telekoma,
- pošte,
- zavarovalnih storitev,
- davkov na premoženje in
- prispevkov in drugih manjših stroškov.

V vzporednem delovanju bloka 1 in 2 so stroški razdeljeni na pol, za vsak blok, pozneje samo na blok 220 MW.

## 12.2 LASTNA CENA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Lastna cena električne energije je pridobljena v skladu z zgoraj navedenimi kriteriji in stroškovnimi elementi.

V tabeli 12.5 smo prikazali lastno ceno ločeno za blok 1 in blok 2 in skupaj v vzporednem delovanju. Za blok 1 pričakujemo delovanje 5500 obratovalnih ur/leto za obdobje 8 let do konca ocenjene življenjske dobe bloka. Po obdobju vzporednega delovanja smo izračunali lastno ceno samo za blok 2.

Tabela 12.5: Elementi in kriteriji za pridobitev lastne cene električne energije (Termoelektrana Pljevlja)

<b>Lastna cena</b>	<b>EUR/MWh</b>	<b>210 MW</b>	<b>220 MW</b>	<b>210+220 MW</b>	<b>Samo 220 MW</b>
Premog	EUR	35,640,000	32,447,236	68,087,236	32,447,236
Kurilno olje	EUR	1,430,000	180,000	1,610,000	180,000
Apnenec	EUR	0	1,511,250	1,511,250	1,511,250
Amonijak	EUR	0	201,500	201,500	201,500
Kemikalije	EUR	175,000	180,000	355,000	180,000
Odlagališče	EUR	0	999,375	999,375	999,375
Vzdrževanje	EUR	3,950,000	3,472,800	7,422,800	3,472,800
Delo	EUR	3,600,000	3,600,000	7,200,000	6,000,000
Amortizacija	EUR	7,200,000	13,891,200	21,091,200	13,891,200
Drugo	EUR	830,000	830,000	1,860,000	1,860,000
Sistemska rezerva	EUR	0	0	0	0
<b>Skupni stroški</b>	<b>EUR</b>	<b>52,825,000</b>	<b>57,313,361</b>	<b>110,138,361</b>	<b>60,743,361</b>
<b>Proizvodnja</b>	<b>MWh</b>	<b>1,089,000</b>	<b>1,314,950</b>	<b>2,403,950</b>	<b>1,314,950</b>
<b>Lastna cena</b>	<b>EUR/MWh</b>	<b>48,51</b>	<b>43,59</b>	<b>45,82</b>	<b>46,19</b>

Zaradi delitve nekaterih fiksnih stroškov na blok 1 in blok 2, lastna cena bloka 2 je v vzporednem delovanju z blokom 1 nižja od poznejšega lastnega pogona [4].

### 13 ZAKLJUČEK

Termoelektrarna Pljevlja ima pomembno vlogo v energetskega sistema Črne Gore. TEP sodeluje z 49% v proizvodnji električne energije v Črni Gori. Z izgradnjo nove enote bomo imeli več koristi. Če pogledamo TEP, katera z velikim deležem sodeluje v oskrbi z električno energijo Črne Gore, gradnja nove enote bo znatno okrepila svoj položaj in proizvodnjo in prav tako bomo zmanjšali uvoz.

Nova enota bo zgrajena na mestu, kjer že približno 30 let deluje obstoječa termoelektrarna. Neodvisno od moči novega bloka se bo zmanjšala stopnja onesnaženosti, in to v zvezi z onesnaževanjem zraka (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, delcev v zraku) in vode (učinkovitost čiščenja). Zaradi napredne tehnologije se bo zmanjšala tudi raven hrupa.

Termoelektrarna se nahaja v industrijski coni in na začetku njenega delovanja je bila načrtovana gradnja dveh blokov. Ker bo drugi blok zgrajen na koncu življenjske dobe prvega bloka, je mogoče sklepati glede na proizvodne zmogljivosti, da to ni nov, temveč je nadomestni blok.

Če pogledamo vse parametre, lahko rečemo, da projekt TEP-II ima velik energetska in gospodarska, temveč tudi ekološka pomen.

## **VIRI IN LITERATURA**

- [1] Wikipedia.
- [2] Rudnik Uglja AD Pljevlja, Crna Gora.
- [3] Elektroprivreda Crne Gore.
- [4] Termoelektrana Pljevlja, Crna Gora.
- [5] Agencija za zaščitu životne sredine Crne Gore.
- [6] Sekretarijat za planiranje i uređenje prostora i zaščitu Pljevlja.
- [7] Elektroprenosni sistem Crne Gore.
- [8] Meterološka stanica Pljevlja.

## PRILOGE

### PRILOGA A: IZJAVA O ISTOVETNOSTI TISKANE IN ELEKTRONSKE VERZIJE ZAKLJUČNEGA DELA IN OBJAVI OSEBNIH PODATKOV DIPLOMANTOV

UNIVERZA V MARIBORU  
Fakulteta za energetiko

#### IZJAVA O ISTOVETNOSTI TISKANE IN ELEKTRONSKE VERZIJE ZAKLJUČNEGA DELA IN OBJAVI OSEBNIH PODATKOV MAGISTRANTOV

Ime in priimek magistranta-tke: Jovana Rovčanin  
Vpisna številka: R1002288  
Študijski program: ENERGETIKA MAG  
Naslov magistrskega dela: IDEJNI PROJEKT IN ŠTUDIJA IZVEDLJIVOSTI GRADNJE DRUGEGA  
BLOKA TERMOELEKTRARNE PLJEVLJA  
Mentor: Jurij Avsec  
Somentor: \_\_\_\_\_

Podpisani-a Jovana Rovčanin izjavljam, da sem za potrebe arhiviranja oddal elektronsko verzijo zaključnega dela v Digitalno knjižnico Univerze v Mariboru. Magistrsko delo sem izdelal-a sam-a ob pomoči mentorja. V skladu s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah dovoljujem, da se zgoraj navedeno zaključno delo objavi na portalu Digitalne knjižnice Univerze v Mariboru.

Tiskana verzija magistrskega dela je istovetna elektronski verziji, ki sem jo oddal za objavo v Digitalno knjižnico Univerze v Mariboru.

Zaključno delo zaradi zagotavljanja konkurenčne prednosti, varstva industrijske lastnine ali tajnosti podatkov naročnika: \_\_\_\_\_  
ne sme biti javno dostopno do \_\_\_\_\_ (datum odloga javne objave ne sme biti daljši kot 3 leta od zagovora dela).

Podpisani izjavljam, da dovoljujem objavo osebnih podatkov vezanih na zaključek študija (ime, priimek, leto in kraj rojstva, datum magistriranja, naslov magistrskega dela) na spletnih straneh in v publikacijah UM.

Datum in kraj:

Maribor, 28.06.2016

Podpis magistranta-tke:

Jovana Rovčanin

Podpis mentorja \_\_\_\_\_  
(samo v primeru, če delo ne sme biti javno dostopno):

Podpis odgovorne osebe naročnika in žig: \_\_\_\_\_  
(samo v primeru, če delo ne sme biti javno dostopno)



PRILOGA B: IZJAVA O AVTORSTVU ZAKLJUČNEGA DELA

**IZJAVA O AVTORSTVU ZAKLJUČNEGA DELA**

Podpisani izjavljam, da je to zaključno delo v celoti moje avtorsko delo. Pri izdelavi sem upošteval *Navodila za izdelavo zaključnega dela*, ki se uporabljajo na Fakulteti za energetiko Univerze v Mariboru ter navodila mentorja.

podpis avtorja zaključnega dela:

Jovana Lovčarič