



# Vsebina

## Uvod direktorja

4

## 1 Zakaj prenova gornjedravske elektrarne

7

## 2 Glavni cilji prenove gornjedravske elektrarne

8

## 3 Potek prenove

12

Prenova HE Fala

12

I. faza prenove: HE Dravograd, HE Vuzenica, HE Mariborski otok

16

II. faza prenove: HE Vuhred, HE Ožbalt

19

## 4 Prenovitelna dela

22

Elektrostrojna dela

22

Gradbena dela

26

Monitoring

28

Lokalno in daljinsko vodenje ter telekomunikacije

29

## 5 Ekološki vidiki prenove

32

## 6 Kakovost in prenova

34

## 7 Vodenje projekta prenove

35



# Uvod direktorja







| Item | Quantity | Unit           |
|------|----------|----------------|
| 1    | 100      | m <sup>2</sup> |
| 2    | 50       | m <sup>2</sup> |
| 3    | 20       | m <sup>2</sup> |
| 4    | 10       | m <sup>2</sup> |
| 5    | 5        | m <sup>2</sup> |
| 6    | 2        | m <sup>2</sup> |
| 7    | 1        | m <sup>2</sup> |
| 8    | 1        | m <sup>2</sup> |
| 9    | 1        | m <sup>2</sup> |
| 10   | 1        | m <sup>2</sup> |



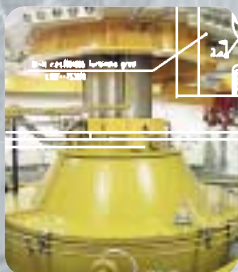


1

## Zakaj prenova gornjedravske elektrarne

**Življenjska doba naprav v hidroelektrarnah je omejena in zato jih je po določenem času nujno zamenjati. V šestih hidroelektrarnah na gornji Dravi, v HE Dravograd, HE Vuzenica, HE Vuhred, HE Ožbalt, HE Fala in HE Mariborski otok, je v drugi polovici osemdesetih let minulega stoletja postajala vse bolj očitna dotrajanost naprav.**

Njihovo delovanje je bilo vedno bolj nezanesljivo, saj so nekatere izmed njih neprekinjeno obratovala že 40 let, HE Fala pa že skoraj 70 let. Posodobitev vseh šestih gornjedravske hidroelektrarne je postala neizogibna, kajti ogrožena ni bila samo proizvodnja, temveč tudi zanesljivost obratovanja v naslednjih desetletjih. Prenova je potekala v treh delih: najprej je bila prenovljena HE Fala, sledili sta I. faza prenove gornjedravske elektrarne (HE Dravograd, HE Vuzenica in HE Mariborski otok) in II. faza prenove gornjedravske elektrarne (HE Vuhred, HE Ožbalt). Dela so bila izvedena tako, da je bil istočasno ustavljen samo en agregat vsake elektrarne, saj je bil tako izpad proizvodnje električne energije najmanjši.





## 2

# Glavni cilji prenove gornjedravskih elektrarn

- zagotoviti zanesljivo, varno in ekološko sprejemljivo obratovanje elektrarn v naslednjih desetletjih
- povečati moč elektrarn, izkoristiti večji del hidropotenciala Drave in povečati proizvodnjo električne energije
- izboljšati možnosti zagotavljanja sistemskih storitev, kot sta rezervna moč in sodelovanje v sekundarni regulaciji frekvence
- doseči večjo izenačenost turbinskih pretokov elektrarn in s tem bolj optimalno delovanje vseh elektrarn v verigi
- usposobiti elektrarne za daljinsko vodenje in obratovanje brez stalne posadke



OS II. PRETOČNEGA POLJA





### Potek prenove in viri financiranja

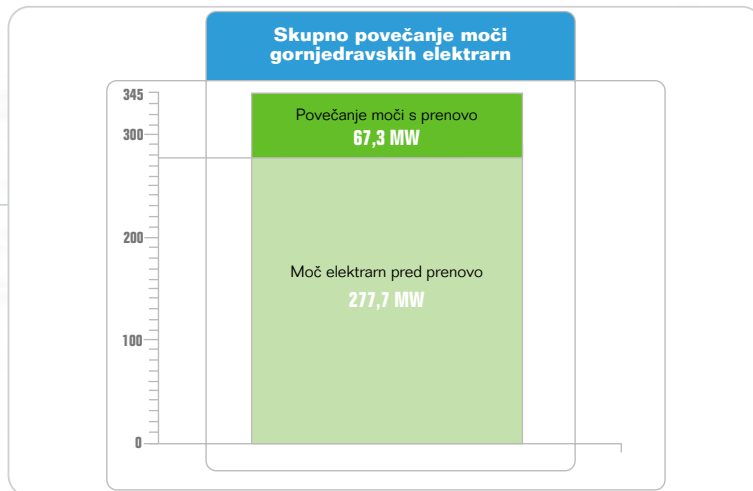
|   | Obdobje obnove | Viri financiranja  |
|---|----------------|--|
| <b>Prenova HE Fala</b>  | 1987–1995      | Energetska in lastna sredstva  |
| <b>I. faza prenove:</b><br>HE Dravograd, HE Vuzenica,<br>HE Mariborski otok | 1994–2000      | Lastna sredstva in kredit<br>Evropske banke za obnovo in razvoj (EBRD) |
| <b>II. faza prenove:</b><br>HE Vuhred, HE Ožbalt                            | 2000–2005      | Lastna sredstva  |
| <b>Skupna vrednost prenove: 50 milijard SIT (209 milijonov €)</b>           |                |  |

### Povečanje moči in pretokov elektrarn (1987–2005)

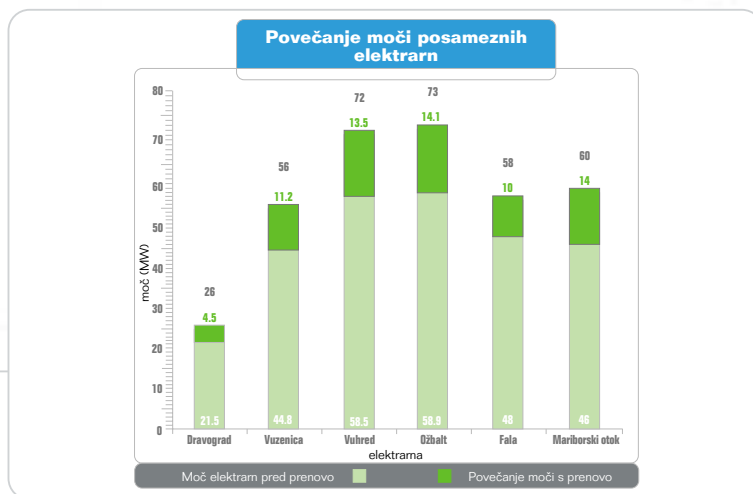
|                    | Moč na pragu<br>pred prenovo<br>(MW) | Moč na pragu<br>po prenovi<br>(MW) | Povečana<br>moč na pragu<br>(MW) | Pretok<br>pred prenovo<br>(m <sup>3</sup> /s) | Pretok<br>po prenovi<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|--------------------|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---|---|
| HE Dravograd       | 21,5                                 | 26                                 | 4,5                              | 326   | 420   |
| HE Vuzenica        | 44,8                                 | 56                                 | 11,2                             | 411   | 550   |
| HE Vuhred          | 58,5                                 | 72                                 | 13,5                             | 411   | 550   |
| HE Ožbalt          | 58,9                                 | 73                                 | 14,1                             | 411   | 550   |
| HE Fala            | 48                                   | 58                                 | 10                               | 450   | 550   |
| HE Mariborski otok | 46                                   | 60                                 | 14                               | 411   | 550   |
| <b>Skupaj</b>      | <b>277,7</b>                         | <b>345</b>                         | <b>67,3</b>                      |   |   |

### Povečanje načrtovane proizvodnje gornjedravske elektrarne

| Leto 1985<br>(GWh) | Leto 2005<br>(GWh) | Povečanje načrtovane<br>proizvodnje<br>(GWh) | Povečanje načrtovane<br>proizvodnje<br>(%) |
|--------------------|--------------------|--|--|
| <b>1390</b>        | <b>1521</b>        | <b>131</b>                                   | <b>9,4</b>                                 |



Nova moč na pragu verige šestih gornjedravskega elektrarn znaša 345 MW. Povedano drugače, s prenovo je veriga pridobila toliko moči, kot če bi zgradili dodatno gornjedravskega elektrarno.



# 3

## Potek prenove

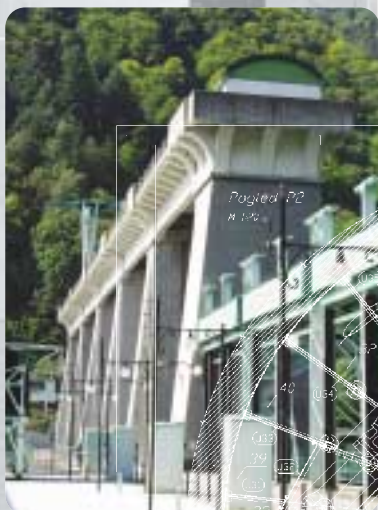
### Prenova HE Fala

Prve zamisli o energetske izrabi reke Drave so se porodile že konec 19. stoletja.

HE Fala je bila zgrajena leta 1918, ko je začelo obratovati prvih pet agregatov. Vse do takrat je bil ves dravski tok od izvira na Toblaškem polju na Južnem Tirolskem v Italiji do izliva v Donavo neoviran. HE Fala je bila tako prva elektrarna na Dravi in je bila takrat največja hidroelektrarna v vzhodnih Alpah.

Elektrarna je zgrajena tako, da pregrado sestavljajo levoobrežna strojnična zgradba in pet prelivnih polj. Splavnica in ribja steza sta bili zgrajeni ob desni brežini. V strojnico je bilo vgrajenih sedem agregatov, vsak je bil sestavljen iz dvojne horizontalne Francisove turbine in sinhronskega generatorja, regulatorja hitrosti vrtenja in pomožnih naprav.

| Izvedena |             |
|----------|-------------|
| V3       | Infosturbin |
| 71       | 284.192     |
| 72       | 284.188     |
| 73       | 284.209     |



Leta 1978 je bil v enem prelivnem polju zgrajen dodaten osmi vertikalni agregat moči 16 MW, s čimer se je izenačil pretok vode skozi turbine z višje ležečimi elektrarnami.

Dela za prenovo HE Fala so se začela leta 1987 in 1991. je bila zaključena prva faza, ki je zajemala:

- gradnjo nove strojnice ob desnem bregu elektrarne,
- vgradnjo dveh novih agregatov,
- vgradnjo novih blok transformatorjev,
- zamenjavo celotne opreme za lastno rabo,
- vgradnjo nove opreme za vodenje in zaščito.





Po zaključku prve faze se je prenova nadaljevala in bila sklenjena v letu 1995.

V tem času so bila opravljena še naslednja dela:

- zamenjane zapornice v vseh štirih pretočnih poljih,
- zamenjana turbina s pomožno opremo osmega agregata,
- izvedena gradbena sanacija stare strojnice in jezua,
- vgrajena oprema za daljinsko vodenje elektrarne.

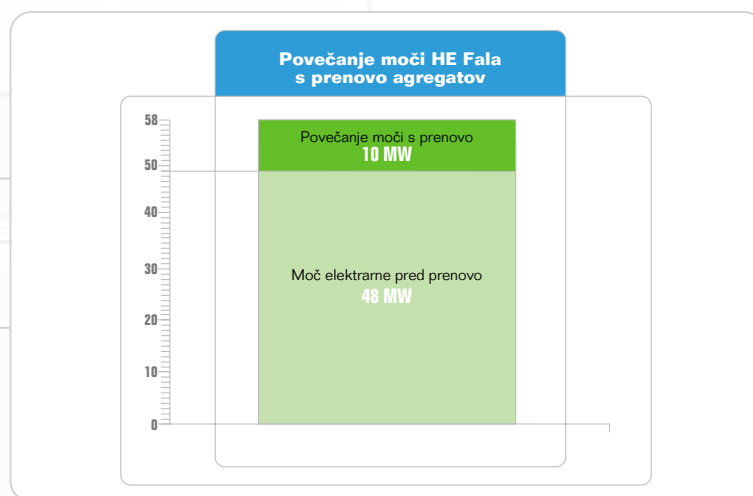
Glavni dobavitelji in izvajalci:

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| • turbinska oprema                    | LITOSTROJ Ljubljana  |
| • generatorji                         | RADE KONČAR Zagreb   |
| • blok transformatorji                | ENERGOINVEST Ljubljana                                     |
| • gradbena dela                       | GRADIS NIZKE GRADNJE Maribor                               |
| • jezovne zapornice                   | METALNA Maribor  |
| • oprema za vodenje                   | ISKRA Ljubljana, RADE KONČAR Zagreb in<br>KORONA Ljubljana |
| • montaža druge elektroopreme         | ELEKTROVOD Ljubljana                                       |
| • projektna in tehnična dokumentacija | IBE Ljubljana  |

Po zaključku prenove HE Fala je sedem starih agregatov prenehalo obratovati. Oprema stare strojnice (generatorji in turbinski regulatorji) ter stara Francisova turbina sta ohranjeni v prvotni obliki in sta na ogled obiskovalcem elektrarne.

## Povečanje moči in pretoka HE Fala

| Moč na pragu pred prenovo (MW) | Moč na pragu po prenovi (MW) | Povečana moč na pragu (MW) | Pretok pred prenovo (m <sup>3</sup> /s) | Pretok po prenovi (m <sup>3</sup> /s) |
|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|---|---------------------------------------|
| <b>48</b>                      | <b>58</b>                    | <b>10</b>                  | <b>450</b>                              | <b>550</b>                            |





## I. faza prenove – HE Dravograd, HE Vuzenica, HE Mariborski otok

V letu 1988 so se pričele priprave na I. fazo prenove elektrarn na Dravi. Izdelane so bile številne strokovne študije in raziskave, ki so prepričale tudi Evropsko banko za obnovo in razvoj, da je investicija utemeljena in gospodarsko učinkovita, zato je DEM odobrila posojilo. Izvedba I. faze prenove se je pričela v letu 1994.

### Obseg I. faze prenove:

- zamenjava 9 vertikalnih Kaplanovih turbin z vso pomožno strojno opremo
- zamenjava pripadajočih sinhronskih generatorjev z vzbujevalnim sistemom
- zamenjava blok transformatorjev 10/110 kV
- zamenjava opreme 110 kV stikališč
- zamenjava naprav za zaščito in vodenje
- zamenjava naprav za napajanje lastne porabe in brezprekinitveno napajanje
- usposobitev elektrarn za obratovanje brez posadke
- prenova celotnega telekomunikacijskega sistema verige dravskih elektrarn, ki temelji na novem optičnem kablu
- prenova in posodobitev centra vodenja

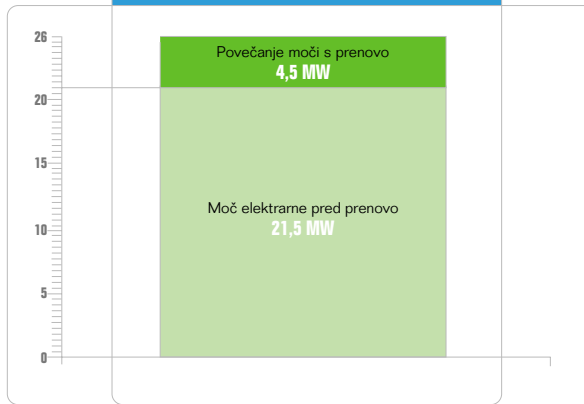
V okviru prenove so bila izvedena tudi gradbena dela, ki so bila potrebna pri vgradnji nove opreme. Opravljena so bila tudi sanacijska dela, prav tako površinska zaščita betonov strojnično-jezovnih zgradb.



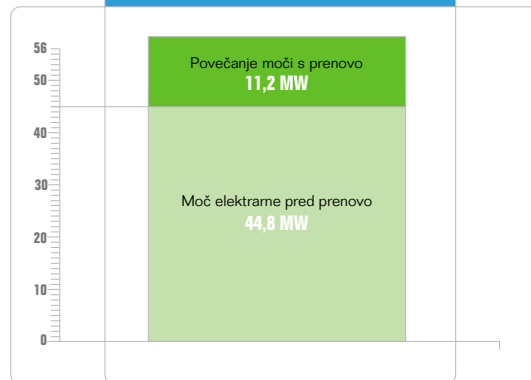
### Povečanje moči in pretoka HE Dravograd

| Moč na pragu<br>pred prenovo<br>(MW) | Moč na pragu<br>po prenovi<br>(MW) | Povečana<br>moč na pragu<br>(MW) | Pretok<br>pred prenovo<br>(m <sup>3</sup> /s) | Pretok<br>po prenovi<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---|---|
| <b>21,5</b>                          | <b>26</b>                          | <b>4,5</b>                       | <b>326</b>                                    | <b>420</b>                                  |

### Povečanje moči HE Dravograd s prenovo agregatov

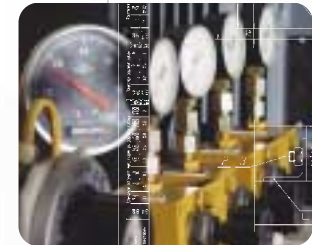


### Povečanje moči HE Vuzenica s prenovo agregatov



### Povečanje moči in pretoka HE Vuzenica

| Moč na pragu pred prenovo (MW) | Moč na pragu po prenovi (MW) | Povečana moč na pragu (MW) | Pretok pred prenovo (m <sup>3</sup> /s) | Pretok po prenovi (m <sup>3</sup> /s) |
|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|---|---------------------------------------|
| <b>44,8</b>                    | <b>56</b>                    | <b>11,2</b>                | <b>411</b>                              | <b>550</b>                            |





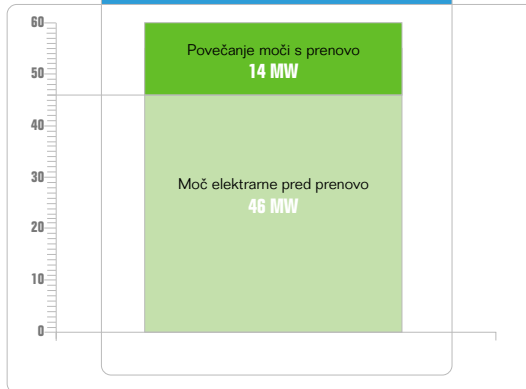
Glavni dobavitelji in izvajalci:

- turbinska oprema LITOSTROJ Ljubljana
- generatorji SIEMENS Brazilija
- blok transformatorji ETRA Ljubljana
- oprema za vodenje ABB, ISKRA Ljubljana
- montažna dela ESOTECH Velenje
- projektna in tehnična dokumentacija IBE Ljubljana

### Povečanje moči in pretoka HE Mariborski otok

| Moč na pragu pred prenovo (MW) | Moč na pragu po prenovi (MW) | Povečana moč na pragu (MW) | Pretok pred prenovo (m <sup>3</sup> /s) | Pretok po prenovi (m <sup>3</sup> /s) |
|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|---|---------------------------------------|
| <b>46</b>                      | <b>60</b>                    | <b>14</b>                  | <b>411</b>                              | <b>550</b>                            |

#### Povečanje moči HE Mariborski otok s prenovo agregatov



## II. faza prenove: prenova HE Vuhred, HE Ožbalt

Uspešno zaključeni I. fazi prenove je leta 2000 sledila II. faza, ki je zajemala prenovu HE Vuhred in HE Ožbalt, ki sta obratovali že več kot 40 let.

Z zaključkom II. faze prenove spomladi 2005 je bila končana celotna prenova gornjedravske elektrarne.



### Obseg II. faze prenove:

- zamenjava 6 vertikalnih Kaplanovih turbin z vso pomožno strojno opremo
- zamenjava pripadajočih sinhronskih generatorjev z vzbujalnim sistemom
- zamenjava blok transformatorjev 10/110 kV
- zamenjava naprav za zaščito in vodenje
- zamenjava naprav za napajanje lastne porabe in za brezprekinitveno napajanje
- usposobitev elektrarne za obratovanje brez posadke

V okviru prenove je bilo treba opraviti tudi dela za vgradnjo nove opreme in gradbena sanacijska dela strojnično-jezovne zgradbe.

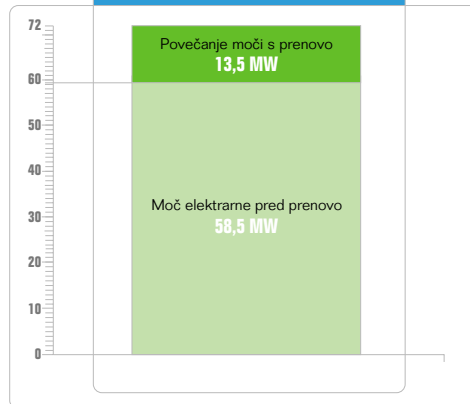
Glavni dobavitelji in izvajalci:

- turbinska oprema LITOSTROJ Ljubljana
- generatorji KONČAR Zagreb
- blok transformatorji ETRA Ljubljana
- montažna dela ESOTECH Velenje
- oprema za vodenje SIEMENS, ISKRA SISTEMI Ljubljana
- projektna in tehnična dokumentacija IBE Ljubljana

### Povečanje moči in pretoka HE Vuhred

| Moč na pragu pred prenovo (MW) | Moč na pragu po prenovi (MW) | Povečana moč na pragu (MW) | Pretok pred prenovo (m <sup>3</sup> /s) | Pretok po prenovi (m <sup>3</sup> /s) |
|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|---|---------------------------------------|
| <b>58,5</b>                    | <b>72</b>                    | <b>13,5</b>                | <b>411</b>                              | <b>550</b>                            |

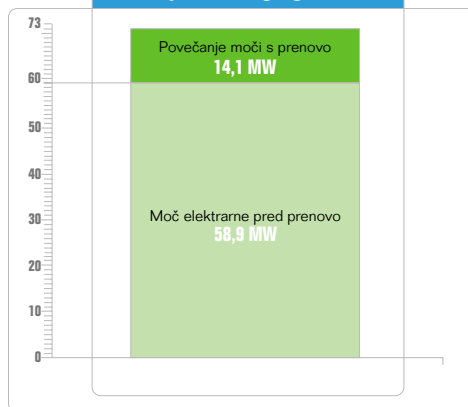
#### Povečanje moči HE Vuhred s prenovo agregatov



### Povečanje moči in pretoka HE Ožbalt

| Moč na pragu<br>pred prenovo<br>(MW) | Moč na pragu<br>po prenovi<br>(MW) | Povečana<br>moč na pragu<br>(MW) | Pretok<br>pred prenovo<br>(m <sup>3</sup> /s) | Pretok<br>po prenovi<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|--------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---|---|
| <b>58,9</b>                          | <b>73</b>                          | <b>14,1</b>                      | <b>411</b>                                    | <b>550</b>                                  |

#### Povečanje moči HE Ožbalt s prenovo agregatov



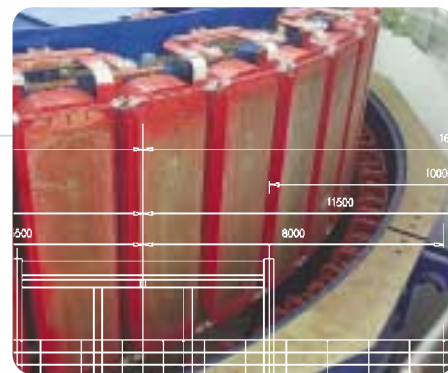
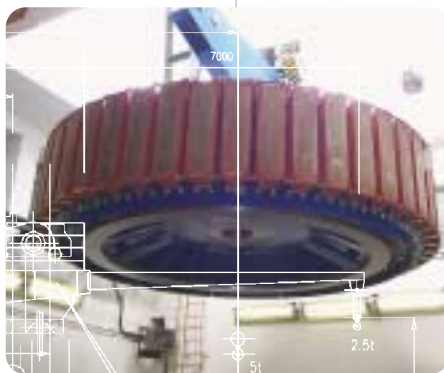
### Elektrostrojna dela

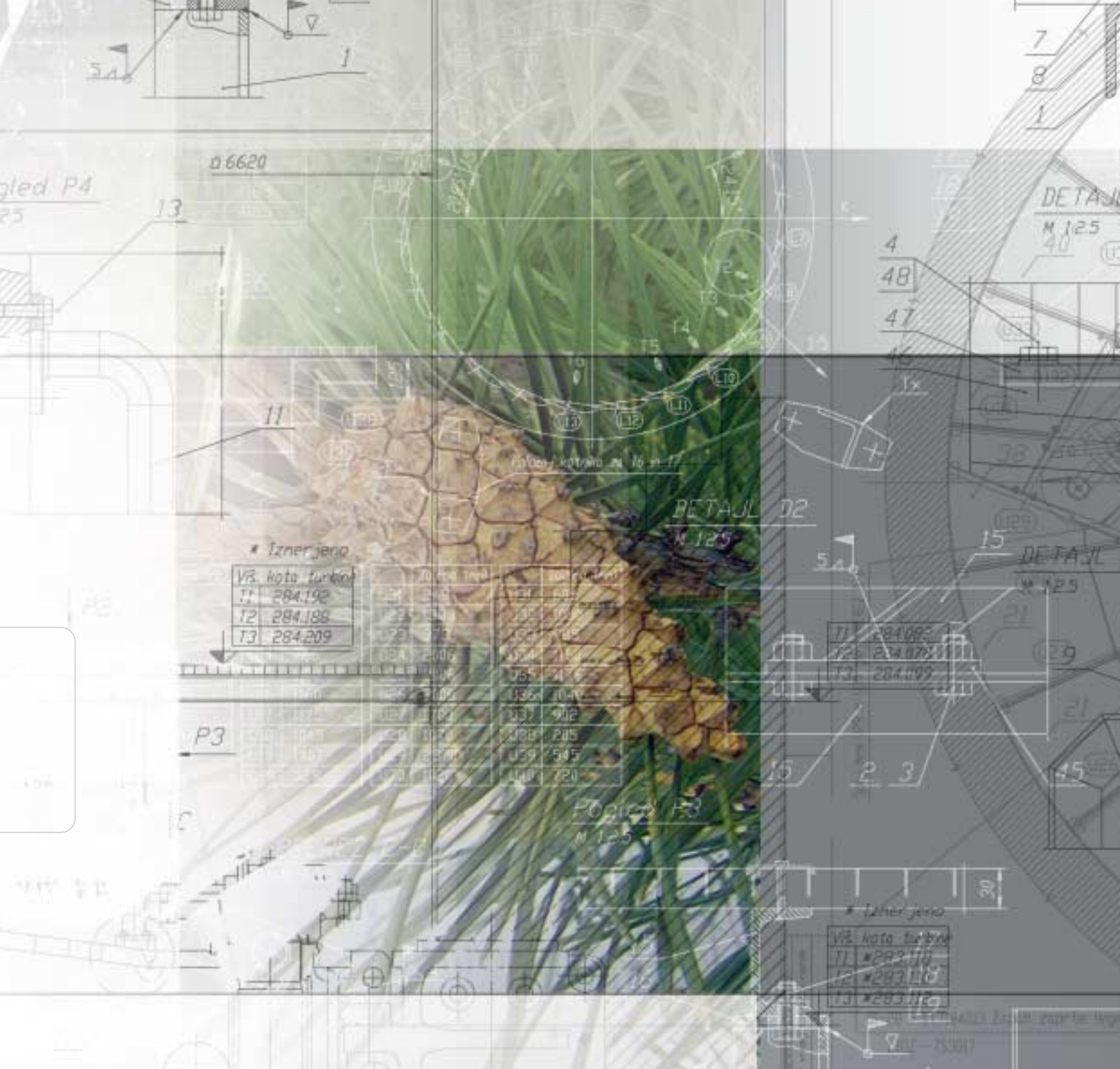
I. in II. faza prenove sta zajemali zamenjavo 15 agregatov z vso pomožno opremo. Vsi agregati, ki jih sestavljata Kaplanova turbina in sinhronski generator, so bili zamenjani v celoti, razen vbetoniranih nosilnih delov - ti so bili pregledani, po potrebi obnovljeni in protikorozijsko zaščiteni.

Po demontaži opreme je bil z visokotlačnim vodnim curkom odstranjen beton do nosilne armature v področju tekača turbine, nato pa vbetonirana nova konstrukcija iztoka, ki je omogočila vgradnjo večjega tekača turbine. S povečanjem premera tekača turbine za 200 mm in z izboljšano hidravlično obliko lopatic turbine smo povečali pretok skozi turbino in moč turbine. Izkoristek turbine se je v primerjavi s staro turbino povečal in pri optimalnem pretoku presega 92 %.

## 4 Prenovitvena dela

Generator pretvarja mehansko energijo turbine v električno z izkoristkom do 98 %. Zaradi velikih dimenzij in teže je stator tovarniško izdelan iz treh delov, medtem ko je bil vsak rotor posebej v celoti sestavljen v montažni dvorani posamezne elektrarne.





0.6620

gled P4  
25

13

7  
8  
1

DETALJ  
M 1:25  
40

4  
48  
47  
46  
45

11

DETALJ D2  
M 1:25

\* Iznerjena

| Vš. kota turbin |         |
|-----------------|---------|
| T1              | 284.192 |
| T2              | 284.188 |
| T3              | 284.209 |

P3

|    |         |
|----|---------|
| T1 | 284.083 |
| T2 | 284.078 |
| T3 | 284.099 |

DETALJ D3  
M 1:25

DETALJ D3  
M 1:25

\* Iznerjena

| Vš. kota turbin |         |
|-----------------|---------|
| T1              | 283.110 |
| T2              | 283.110 |
| T3              | 283.110 |

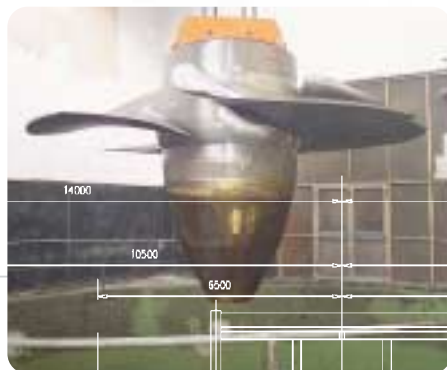
20

▽ III - 75017



### *Teža in dimenzije opreme HE Vuhred in HE Ožbalt*

|   |   |
|---|---|
| skupna masa celotnega agregata                  | 600 ton   |
| masa turbine z opremo                           | 300 ton   |
| masa generatorja z opremo                       | 300 ton   |
| masa rotirajočih delov                          | 220 ton   |
| premer tekača turbine                           | 4850 mm   |
| zračna reža med tekačem turbine in grlom tekača | 2,5 mm ( $\pm 0,3$ mm)                                      |
| premer nosilnega obroča turbine                 | 6000 mm z dovoljenim horizontalnim odstopanjem $\pm 0,1$ mm |
| premer rotorja generatorja                      | 6430 mm ( $\pm 0,3$ mm)                                     |
| notranji premer statorja                        | 6452 mm ( $\pm 0,3$ mm)                                     |
| zračna reža generatorja                         | 11 mm ( $\pm 0,6$ mm)                                       |
| regulator hitrosti vrtenja turbine              | (dovoljeno odstopanje $\pm 0,3$ %)                          |
| regulator napetosti generatorja                 | (dovoljeno odstopanje $\pm 0,1$ %)                          |



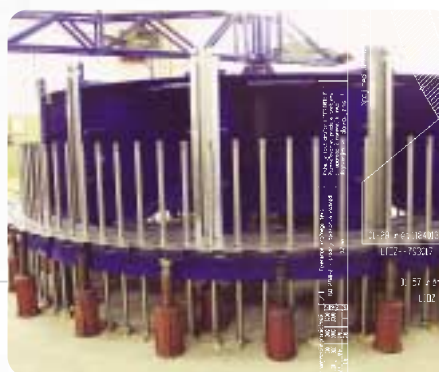


Pri projektiranju novih agregatov smo posebno pozornost posvetili sodobnim tehničnim rešitvam, s katerimi smo izločili škodljive vplive na okolje ob morebitni okvari. Z uporabo nerjavnih jekel, samomazalnih materialov in drsnih ležajev z zaprtim oljnim sistemom smo zmanjšali količino maziv in onemogočili njihovo iztekanje v vodo. Hlajenje ležajev s tehnološko vodo je izvedeno z dvojno ločitvijo oljnih in vodnih napeljav, drenažna voda, ki bi se lahko onesažila s pronicajočim oljem ali oljnimi hlapi, pa se pred izpustom prečisti. Z II. fazo prenove je opuščeno hlajenje s tehnološko vodo v odprtem sistemu, zamenjal ga je zaprti sistem hlajenja, s tem pa je možnost onesaženja še manjša.

Pomožna turbinska oprema, ki jo sestavljajo sistem priprave tlačnega olja, drenažni, mazalni in hladilni sistem s pripadajočo avtomatiko in zaščito ter turbinski regulator, je bila v celoti zamenjana s sodobno opremo, temelječo na mikroprocesorskem vodenju.

Tudi pomožna oprema generatorja, ki jo sestavljajo hladilni in zavorni sistem s pripadajočo avtomatiko in zaščito ter napetostni regulator, je bila v celoti zamenjana s sodobno opremo, ki temelji na mikroprocesorskem vodenju.

Vsa turbinska in generatorska oprema je povezana v enoten sistem vodenja elektrarne, ki omogoča daljinsko upravljanje iz centra vodenja.





## Gradbena dela

V začetni fazi je bilo nujno preveriti stanje elektrarn z gradbenega vidika. Opravljene so bile analize elementov konstrukcij in izdelane ocene do takrat že izvedenih obnovitvenih gradbenih del.

Rezultati analiz so pokazali, da so objekti globalno stabilni, napetostna stanja, ki nastajajo pri statičnih obremenitvah, so bila preverjena z matematičnim modelom. Iz ugotovitev je izhajalo, da so obremenitve v okviru predpisanih in dopustnih mej. Trdnost betona se je z leti povečala.

Obnovljeni so bili deli objektov, kjer se je to pokazalo kot potrebno na osnovi podatkov monitoringa o stanju objektov in posameznih elementov (tesnilni zidovi, diafragme, stiki temeljev in konstrukcij objektov ...).

Zaradi zamenjave gonilnikov z večjimi je bilo treba odstraniti stare gonilnikove obroče in jeklene obloge stožcev sesalnih cevi ter ustrezno količino primarnega betona.

Gonilnikov obroč in jeklena obloga sta bila odstranjena klasično - s plamenskimi rezanjem. Armirani beton, s katerim so ti obroči zaliti, je zelo pomemben element za statiko turbinskega stebra, zato je bil beton odstranjen z visokotlačnim vodnim curkom, saj je bila s tem bistveno zmanjšana možnost poškodb, ki bi lahko nastale pri klasičnem pnevmatskem odstranjevanju betona. Dodatna prednost tega načina je, da poseg ne poškoduje armature. Uporabljena vodna črpalka je imela kapaciteto 200 l/min in delovni tlak 1200 barov. Pri prenovi gornjedravske elektrarne je bil ta način rezanja betona uporabljen prvič.





Površinske poškodbe betonov v pretočnih traktih agregatov so bile odpravljene in zunanje betonske površine obnovljene - z visokotlačnim vodnim curkom je bil odstranjen preperel beton, sledili so novi površinski premazi in zaščita betonov.

V okviru gradbenih del so bili odstranjeni ostanki betonov, ki so še od gradnje elektrarn ostali pri turbinskih iztokih, pri tem pa smo tudi poglobili strugo Drave nizvodno od elektrarn. Tako se je znižal spodnji nivo vode elektrarn, povečal se je padec, kar posledično zagotavlja povečano moč in večjo proizvodnjo električne energije.





## Monitoring

Monitoring elektrarn na Dravi zagotavlja učinkovit nadzor stabilnosti gradbenih objektov. Analiza podatkov, pridobljenih z njim, je osnova za pravočasno načrtovanje in izvedbo gradbenih sanacij.

Šest hidroelektrarn, ki so bile vključene v prenovo, tvori pretočno-akumulacijske, betonsko-težnostne pregrade. Glede na gradbeno višino, količino zajezene vode in maksimalni pretok ti objekti sodijo med visoke jezove, zato je bil za vsak objekt posebej izdelan projekt tehničnega opazovanja (monitoringa) in na osnovi tega so bili vzpostavljeni sistemi opazovanja.

Po letu 1970 je bil za vsako elektrarno vzpostavljen sistem opazovanja, pri čemer so bile izvedene meritve za ugotavljanje hidrostatičnih in hidrodinamičnih razmer. Z razvojem tehnologij in zaradi množice rezultatov meritev se je izkazalo za zelo primerno avtomatiziranje meritev – v DEM smo se ga lotili že v začetku devetdesetih let, v sodobnejši različici pa izpeljali v okviru prve faze prenove.

K prenovi hidroelektrarn na Dravi spadata tudi obnova in avtomatizacija sistema tehničnega opazovanja v teh objektih, pri čemer je avtomatizacija zajela le določeno skupino stalnih meritev, predvsem meritve hidrostatičnih in del hidrodinamičnih razmer. Glavni cilji pri tem so varnost objekta, zanesljivost in pogostost meritev, združitev vseh podatkov na enem mestu, analiza in dostop do vseh podatkov, preprosta, pregledna in hitra obdelava podatkov ter alarmiranje ob izrednih pojavih. V okviru tega projekta so bila v celoti prenovljena stara oziroma dodana nova merilna mesta v prenovljenih objektih hidroelektrarn na Dravi oziroma ob njih.

Center za zajemanje podatkov je v upravni zgradbi DEM in je opremljen z delovno postajo za zajemanje podatkov ter parametrisiranje in diagnostiko.

DEM je v zadnjih letih uspelo ustvariti tudi obsežno bazo podatkov o objektih, ki omogoča združljivost oziroma primerjavo starejših in novejših podatkov.

## Lokalno in daljinsko vodenje ter telekomunikacije

Naprave in oprema v gornjedravskega elektrarnah so bile pred prenovo zelo različne, saj so bili objekti grajeni v različnih obdobjih, zaradi česar je bila oprema zelo raznolika po starosti, kakovosti in tudi namembnosti. To je bilo opazno tudi v sistemih krmiljenja in signalizacije, zaščit, motornih pogonov, telefonije, komunikacij ipd.

Kljub dobremu in vestnemu vzdrževanju v elektrarnah in strokovnih službah DEM pa tako stanje ni bilo več dopustno, zato je bila v DEM sprejeta odločitev o daljinskem vodenju iz centra vodenja (CV) DEM iz Maribora, in to brez stalne posadke v elektrarnah.

Ti cilji so bili doseženi v več etapah, in sicer:

Pri prenovi HE Fala je bila poleg proizvodnih naprav (agregatov) posodobljena vsa oprema lokalnega in daljinskega vodenja. Klasični elektromehanski sistem vodenja elektrarne (žične povezave, preklopke, tipke, kazalni instrumenti, signalne lučke ipd.) smo obdržali, nov je vzporedno dodan sodobni računalniško podprt sistem nadzora elektrarne, ki omogoča preprosto in pregledno vodenje iz komandnega prostora elektrarne (stikalnice) in tudi daljinsko iz CV DEM.





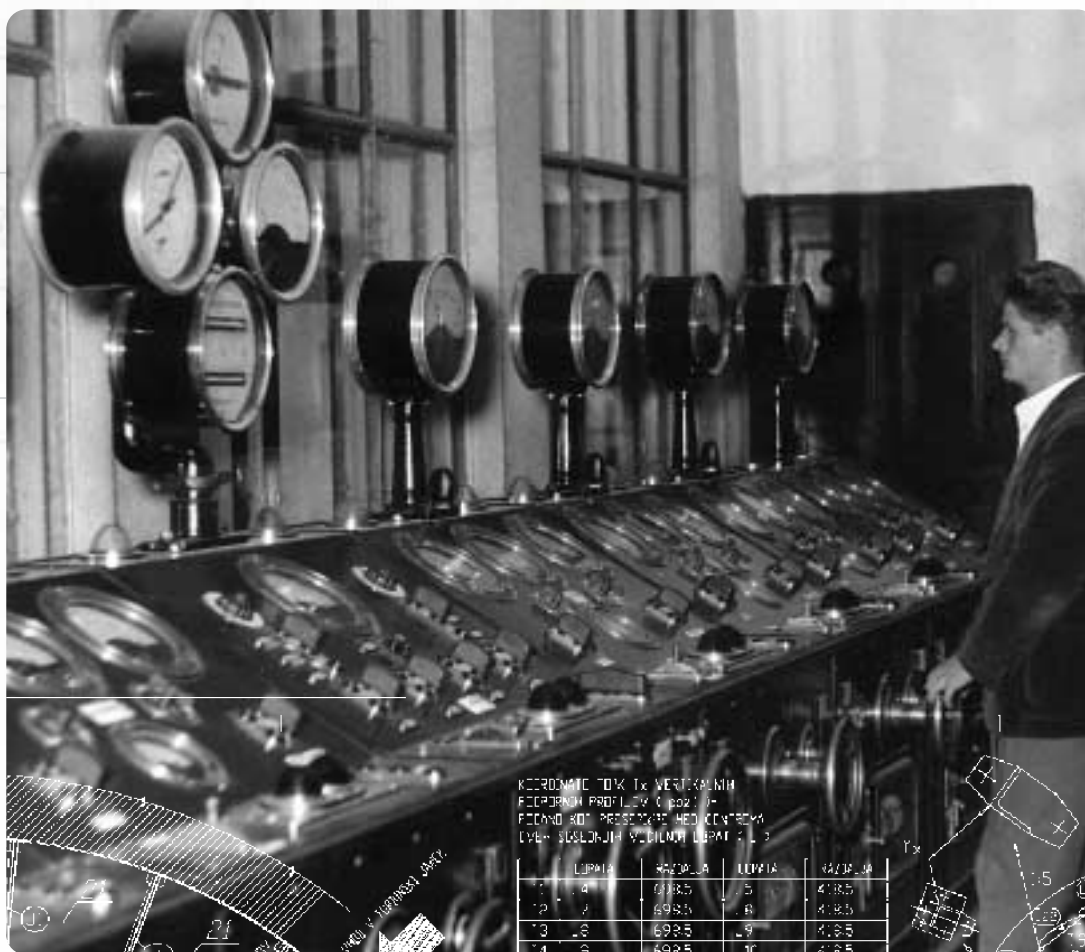
Prenovi HE Fala je sledila I. faza prenove gornjedravske elektrarne, pri čemer so bile uporabljene vse preizkušene rešitve pri prenovi HE Fala. Obnovljeni so bili vsi sistemi nadzora, krmiljenja in zaščit (agregati, stikališča, pretočna polja, komunikacije), in to s sodobno računalniško podprto tehnologijo. Ta zagotavlja optimalno in varno obratovanje elektrarne v običajnih in tudi izrednih razmerah (okvare, visoke vode ipd.) s posadko ali brez nje.

Istočasno so DEM zgradile telekomunikacijski sistem, ki z neposrednimi optičnimi povezavami elektrarne s CV in z digitalnim radiem omogoča daljinsko vodenje ter sodobne telefonske in internetne povezave DEM s svetom. Stare žične kabelske prenosne poti so opuščene. S tem je vzpostavljena neposredna povezava DEM z drugimi elektroenergetskimi sistemi v Sloveniji, Avstriji in na Hrvaškem. Hitre in zanesljive telekomunikacijske poti omogočajo učinkovito vodenje proizvodnega procesa, poleg tega pa vzpostavitev sodobnega telefonskega omrežja, video nadzora in informacijskega omrežja DEM.

Popolnoma je prenovljen sistem daljinskega vodenja v CV DEM v Mariboru. Star in nezanesljiv procesni sistem je zamenjala sodobna računalniška struktura, ki omogoča dvojne neposredne povezave z objekti DEM. Sistem zagotavlja izmenjavo podatkov med CV in drugimi sistemi: HSE, ELES, HEP, SEL, SENG, TEŠ ipd. Za optimalno obratovanje proizvodnih objektov skrbijo programska orodja za optimizacijo in nadzor proizvodnje.

V II. fazi prenove so DEM popolnoma obnovile zadnji dve elektrarni v zgornjem porečju Drave: HE Vuhred in HE Ožbalt. V obeh je bila poleg primarne opreme zamenjana vsa oprema lokalnega in daljinskega vodenja elektrarne. Vgrajen je najsodobnejši povsem hierarhično zasnovan procesni sistem vodenja. Klasično elektromehansko krmiljenje naprav je bilo s tem opuščeno. Oprema lokalnega vodenja (krmilniki, komunikacijske povezave med njimi, sistemi zaščit in regulacij ipd.) je kar se da poenotena.

Ideje in zasnova vodenja so delo strokovnjakov DEM in so vzorec za nove projekte.



Stara stikalnica HE Fala

Eden ključnih ciljev prenove je bil zagotoviti ekološko sprejemljivo obratovanje elektrarn v naslednjih desetletjih v skladu z načeli trajnostnega razvoja okolja, v katerem delujejo in katerega del so elektrarne na Dravi.

## 5

# Ekološki vidiki prenove

S prenovo gornjedravske elektrarne se je bistveno izboljšala ekološka sprejemljivost obratovanja, hkrati pa so se zmanjšala tveganja za onesnaženje Drave. Nova sodobna tehnologija, ki je vgrajena v prenovljene elektrarne, ne zahteva uporabe maziv pri napravah, ki jih obliva voda. Onesnaževanje okolja preprečujejo oljni lovilci in separatorji olj, ki odpadne vode ločijo od olj ob okvarah in nepredvidljivih dogodkih. Tako je poskrbljeno, da se v strugo Drave vrača samo čista voda.

Kakovost obratovanja potrjujeta certifikat ISO 9001 in certifikat ISO 14001.



## 6

# Kakovost in prenova

Prenova šestih gornjedravskega elektrarn je prinesla nove zahteve tudi na področju kakovosti. Prenova HE Fala je bila pionirski projekt tudi z vidika spremljanja kakovosti prenove. Izdelane so bile študije, raziskave in projekti, modelni preizkusi predlaganih rešitev ter nazadnje izvedba prenove. V HE Fala so bili preverjeni in preizkušeni vsi postopki, programi in tehnične rešitve, ki so bili kasneje uporabljeni pri projektu I. in II. faze prenove. S tem so bila tveganja kar najbolj zmanjšana, kar se je pokazalo za pravilno pri zagotavljanju kakovosti kontrol pri projektiranju, izdelavi, montaži in preizkusih opreme in naprav v okviru projektov prenove. To dokazujejo brezhibno obratovanje elektrarn v okviru nazivnih in zajamčenih parametrov po tehnološki plati in uporabna dovoljenja za vse objekte po formalni plati. Kakovost prenove je bila zagotovljena v sodelovanju z zunanjimi institucijami (EI Milan Vidmar, Inspekt, IMK, Turboinštitut, IRMA). H kakovosti so prispevali strokovni kadri DEM pri načrtovanju, naročanju in prevzemanju opreme. Ves nadzor montaže, funkcionalne in zagonske preizkuse ter preverjanje naprav pred vključitvijo pod napetost in v obratovanje so opravili delavci DEM.

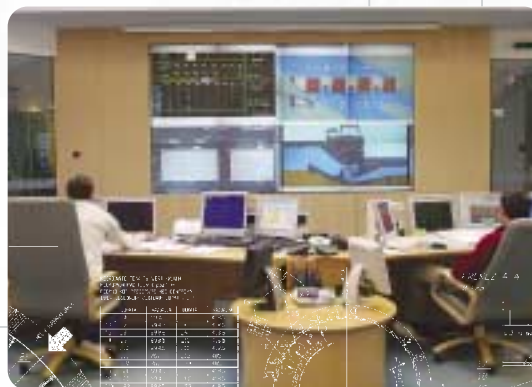
## 7

## Vodenje projekta prenove

DEM so projekt prenove gornjedravske elektrarne vodile z lastnimi kadri. Oblikovale so poseben tim, katerega jedro je sestavljala posebna organizacijska enota, imenovana Projekt prenove. V ta tim so bili vključeni tudi strokovni delavci iz drugih organizacijskih enot DEM.

Tako je bilo zagotovljeno kar najbolj učinkovito:

- načrtovanje,
- oblikovanje idejnih rešitev,
- pregledovanje in potrjevanje tehnične dokumentacije,
- naročanje opreme, plačevanje in spremljanje naročil,
- kontrola izdelave opreme,
- izvajanje gradbenega nadzora gradbenih in montažnih del,
- testiranje vgrajene opreme ter uvajanje opreme v obratovanje,
- finančno vodenje in nadzor projekta.



\* Izmerjeno

|   |               |
|---|---------------|
| 1 | Kota: Brdovec |
| 2 | *283.112      |
| 3 | *283.110      |
| 4 | *283.112      |

#### IZBIRNI POSTUPKI

V skladu z IPK 41.110004; LXX--75006

#### POVRŠINSKA ZAŠČITA

V skladu z navodilom št. 1183032/A; LXX--75000

#### OPOMBE

1. Stalje in plučevne cevi, vrstni in vrtiči na terenski montaži.
2. Vsako prekritje povzati najmanj štirikrat (4-krat).
3. Vsa navoja na turskem pokrivalu izvesti pri montaži.
4. Med naj sosednji elementi 5 mm.
5. Prehod cevodov: skbi segreva prekritja izostati na turski montaži.
6. Po izrojenju in montaži ograj, podestov in prekritij je le 18 dni  
= celoti demontirati in antikorozijsko zaščititi v skladu z navodilom  
LXX--75000
7. Zaščiti vertikalnih podporah profilov pozaj dokončan kot presežne  
= od zentrana dveh sosednjih vodnih lopat (= skica jera)

**Izdajatelj:** Dravske elektrarne Maribor, d.o.o.  
Obrežna ulica 170, 2000 Maribor

**Uredila:** Kristijan Mravljak, Aljaša Bravc

**Fotografije:** Arhiv DEM, Bojan Mihalič

**Oblikovanje in produkcija:** ALDA studio

**Tisk:** Tiskarna Petrič

maj 2005

10500

6500

3.45

5700

Village Arts  
71 282 575  
72 282 567  
73 282 569



THE VILLAGE ARTS CENTER