

## MAZĀ HES DARBĪBAS IZVĒRTĒŠANA RĒZEKNES NOTEKŪDEŅU ATTĪRĪŠANAS IEKĀRTĀS *SMALL HYDROELECTRIC POWER STATION OPERATIONAL EVALUTION OF REZEKNES WASTEWATER TREATMENT PLANTS*

Autors: **Gunda Lūse**, e-pasts: [gundaluse@gmail.com](mailto:gundaluse@gmail.com), +371 20339681

Zinātniskā darba vadītāja: **Ērika Teirumnieka, Mg.chem.**

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

---

**Abstract.** *In this research main purpose was to assess the operational efficiency of small hydroelectric power station in Rezekne wastewater treatment plants and to develop situations for operating improvement. The main viewing point is the effective power generation from available sources here in Latvia. One of them is to get energy from wastewater before those enters in the nature. That means that there must be installed a small hydroelectric power station in the wastewater enters.*

**Key words:** *waste water, hydroelectric power plant..*

---

### Ievads

Notekūdeņi ir ūdeņi, kas cilvēka darbības dēļ ir mainījuši savas sākotnējās fizikālās, ķīmiskās vai bioloģiskās īpašības. [1] Cilvēki ik dienas patērē aptuveni 250 litrus dzeramā ūdens. Šajā apjomā ietilps visas ikdienišķās darbības. Pēc izmantošanas piesārņotais ūdens nokļūst kopējā kanalizācijas sistēmā, no kuras tas, savukārt pirms novadīšanas atpakaļ vidē tiek attīrīts.

Tā kā kopējais notekūdeņu daudzums ir liels pastāv iespēja to vēl kādā veidā izmantot un iegūt enerģiju. Šajā gadījumā runa ir par ūdens potenciālo enerģiju, kas vēl līdz šim netiek izmantota. Saskaņā ar Latvijas Nacionālās attīstības plānu 2014. - 2020. gadam ir izstrādāts rīcības virziens „Energoefektivitāte un enerģijas ražošana”, kas sevī ietver ideju par enerģijas iegūvi un to efektīvu izmantošanu. Enerģija mūsdienās ir kļuvusi par vienu no būtiskākajiem tautas saimniecības konkurētspējas un neatkarības nodrošinātājiem. Latvija ir bagāta ar atjaunojamiem energoresursiem, kas šobrīd netiek pietiekamā apjomā izmantoti enerģijas ražošanai valstī. [2] Iegūtā enerģija ir jāpielieto visefektīvākajā veidā, tādā veidā ceļot energoefektivitāti.

Krītošs ūdens rada pietiekami lielu spēku, lai darbinātu turbīnas, kas ražo elektrību. Hidroelektrostacijās būvē aizsprostus, lai uzkrātu ūdeni ezerā vai ūdenskrātuvē. Izmantojot slūžas, iespējams regulēt ūdens daudzumu, kas krīt uz turbīnām, kuras griežas. Izmantojot notekūdeņus pirms novadīšanas vidē no tā var iegūt enerģiju ievietojot turbīnu pie izvades.

### Materiāli un metodes

Kopējais notekūdeņu skaits diennaktī ir ~ 20 000 m<sup>3</sup>, ko saņem Rēzeknes notekūdeņu attīrīšanas iekārtās. Šo daudzumu sastāda sadzīves, rūpniecības un nokrišņu notekūdeņi.

Tā kā uzņēmumam ir sava sertificēta laboratorija, analīžu mērījumi tiek veikti katru dienu, no tiem parasti nedēļas vidējos rādītājus uzskaita. Ne visi rādītāji tiek noteikti ikdienas paraugu analizēšanā. Ūdens paraugi tiek ņemti pie izplūdes vietas upē. Notekūdeņu testēšanas rezultātā tiek iegūti dati par N/NH<sub>4</sub>, suspendētās vielām, BSP<sub>5</sub>, KSP, N<sub>kop.</sub>, P<sub>kop.</sub> un N/NO<sub>3</sub>.

1. tabula

**Notekūdeņu analīzes**

Nosakāmais rādītājs, mērvienība	Rezultāts ar nenoteiktību
Amonija slāpeklis (N/NH <sub>4</sub> ), mg/l	0,124 ± 0,027
Bioloģiskais skābekļa patēriņš (BSP <sub>5</sub> ), mg/l	6,0 ± 1,0
Kopējais fosfors (P <sub>kop</sub> ), mg/l	3,6 ± 0,5
Kopējais slāpeklis (N <sub>kop</sub> ), mg/l	73 ± 9
Ķīmiskais skābekļa patēriņš (ĶSP), mg/l	46 ± 7
Nitrātu slāpeklis (N/NO <sub>3</sub> ), mg/l	50 ± 6
Suspendētās vielas, mg/l	4,7 ± 1,1

2. tabula

**Pieļaujamās normas [3]**

Vielā	Koncentrācija (mg/l)
Bioloģiskais skābekļa patēriņš (BSP <sub>5</sub> )	25
Ķīmiskais skābekļa patēriņš (ĶSP)	125
Suspendētās vielas	35
Kopējais fosfors (P <sub>kop</sub> )	2 *
Kopējais slāpeklis (N <sub>kop</sub> )	15*

Tabulā 2. parādītas pieļaujamās normas katrai no vielām. Salīdzinot iegūtos datus ar robežvērtībām var secināt, ka kopējais fosfors un kopējais slāpeklis pārsniedz pieļaujamo normu. Abas šīs vielas veicina eutrofikācijas procesus upē.

Šo vielu paaugstinātu daudzumu varētu izskaidrot ar to, ka šeit tiek iekļudināti notekūdeņi no ražojošām rūpnīcām. Acīmredzot konkrētā uzņēmumā notekūdeņi netiek pienācīgi attīrīti, kas arī varētu būt viens paaugstinātās koncentrācijas iemesliem.

Hidroelektrostacija ir elektrostacija, kur par enerģijas avotu izmanto ūdens plūsmas enerģiju. [4, 3] Ūdens potenciālās enerģijas pārvēršanai elektroenerģijā izmanto hidroturbīnas un hidroģeneratorus, kuru izvietojumus hidroelektrostacijas ēkā. Tajā pat ēkā atrodas arī vadības pults ar automātiskās vadības un kontroles iekārtām un mērinstrumentiem. [5, 12]

Būtībā pastāv trīs veidu HES:

- Aizsprosta hidroelektrostacija
- Derivācijas hidroelektrostacija
- Hidroakumulējošā elektrostacija

HES izvēli galvenokārt ietekmē plānotā atrašanās vieta un apkārtējās vides apstākļi. Aizsprosta tipa HES nāksies uz ūdenstilpnes izbūvēt aizsprostu, kura dēļ pirms tā izveidosies ūdens baseina paplašinājums. Tas nozīmē, ka tiks appludinātas blakus teritorijas. Derivācijas HES aizsprosta augstums ir neliels, jo tam jānodrošina tikai ūdens novadīšana no upes derivācijas kanālā, tunelī vai caurulē. Bezspiediena (atklātajās) derivācijas iekārtās notiek brīvlīmeņa ūdens caurplūde. Derivācijas kanālu un hidroturbīnu savieno spiedvadi. Spiediena (slēgtajās) derivācijas iekārtās hidroturbīnu spiedvadu priekšā ierīko spiediena izlīdzināšanas rezervuāru, kas ierobežo hidrauliskā trieciena izplatīšanos, ja strauji mainās derivācijas HES ūdens patēriņš. [6, 7] Hidroakumulējošā elektrostacija patiesībā ir HES un sūkņu stacijas komplekss, kas ekosistēmas maksimuma stundās ražo elektroenerģiju, izmantojot slodzes minimumu stundās uzkrāto ūdens potenciālo enerģiju. Šāda veida elektrostacijas darbojas vai nu sūkņu režīmā, pārsūknējot ūdeni no apakšējās ūdenskrātuves uz augšējo ūdenskrātuvi (sūkņus darbina citu elektrostaciju sarāžotā elektroenerģija), vai turbīnas režīmā, izmantojot uzsūknētā ūdens potenciālo enerģiju.

Saražotās elektroenerģijas aprēķini:

$$E = P \cdot t \quad (1)$$

$$t = 30 * t_1 \quad (2)$$

kur,

E – Saražotā elektroenerģija, kWh;

P – Hidroģeneratora jauda, kWh;

t - Hidroagregāta darbības ilgums nominālā režīmā, h;

Turbīnu ūdens izplūdums vienas sekundes laikā:

$$P = \eta \cdot 9,81 \cdot D \cdot H \Rightarrow D = P / \eta \cdot 9,81 \cdot H \quad (3)$$

kur,

$\eta$  – lietderības koeficients, %;

D – Turbīnu ūdens izplūdums, vienas sekundes laikā,  $6 \text{ m}^3/\text{s}$ ;

H – Ūdens līmeņa starpība, m;

### Rezultāti un to izvērtējums

Rēzeknes pilsētas notekūdeņu attīrīšanas iekārtu kompleksā, kas atrodas Rēzeknes rajona Audriņu pagatā „Greivūlos”, pirms 4 gadiem tika ierīkots mazais HES. Šāda ideja radās pētot dažādas izsauksmes iespējas. Ideja par notekūdeņu izmantošanu vēl kādā procesā bija radusies jau sen tikai nebija neviena, kurš varētu to īstenot un skaidri noformulēt vēlamo mērķi. Gala lēmums par labu HES izveidei noteicis ģeogrāfiskais novietojums. Rēzeknes upes krastā, pie vietas, kur tiek iepludināti attīrītie notekūdeņi ir salīdzinoši stāvi krasti un krastā jau padomju laikos tikušas izbūvētas kaskādes.

Patreiz izplūdes vietā atrodas pavisam divas kaskāžu konstrukcijas, bet izmantota tiek tikai viena, jo ar to pilnībā pietika uz projekta realizācijas brīdi. Patreiz uzņēmums apsver arī iespēju par otrās kaskādes izmantošanu.

Viens no galvenajiem aspektiem, lai ūdens varētu pārvērsties no potenciālās uz kinētisko enerģiju ir kritums. Tas šajā krastā un konkrētajā vietā ir 14 m, kas ir pietiekami daudz, lai iegūtu kinētisko enerģiju. Šajā stacijas projektēšanā par pamatu tika ņemtas derivācijas elektrostacijas veidošanas principi, pēc uzkrājējvertnes ūdeni iepludina caurulē, kas nodrošina krišanas ātruma palielināšanos. HES ir posms pēc pilnīgas attīrīšanas procesa un pirms nopludināšanas upē.

Lai iegūtu optimālo efektivitāti tika apskatīti vairāki turbīnu un ģeneratoru veidi, kuru būtu piemērotākie un visefektīvākie tieši šajā, konkrētajā gadījumā. Galu galā efektīvākā gadījumā vajadzētu ievietot aksiālās plūsmas turbīna ar jaudu 150 kW. Tās izvēle atspoguļojas, lai no esošā ūdens daudzuma iegūtu maksimālu efektivitāti.

Turbīna ir piemērota horizontālai, paralēlai ūdens plūsmai ar lāpstiņu fiksētu leņķi, ko izveido rūpnīcā. Modeļa izvēli, diametrs dzinējspēks un visus savstarpējos turbīnas parametrus, nosaka ražošanas atrašanās vieta. Tāpēc jāveic visaptveroša analīzi par sākuma nosacījumiem, kas nosaka izvēli modeļu sērijai un turbīnas diametru. Ir 3 veidu modeļi:

No 1,5 līdz 5 metriem - ārkārtīgi zems kritums

No 4 līdz 15 metriem - vidējs kritums

No 12 līdz 25 metri - augsts kritums

Turklāt katram modelim ir atsevišķa turbīna ar diametru 500 – 1,500 mm. Tas ļauj vispilnīgāk un elastīgāk izmantot ūdens spēku. Turbīna ir aprīkota ar sinhrono ģeneratoru – elektriskās mašīnas jauno paaugsti.

HES darbojas ar pārtraukumiem, kas pirms informācijas ievākšanas varētu šķist neefektīvi, bet tā nav. Tas ieslēdzas automātiski, kad uzkrājējbaseins ir piepildījies līdz noteiktai atzīmei. Stundas laikā HES darbojas vismaz vienu reizi. Periodos, kad ir paaugstināts ūdens daudzums, piemēram, no lietavām, tas darbojas nepārtraukti.

Elektroenerģija, kas tiek saražota tiek padota atpakaļ kopējam elektrības tīklam. Saražoto caur strāvmaiņas uzskaiti nosaka un tā tiek palaista kopējā tīklā. Rēzeknes NAI ir noslēdzis

sadarbības līgumu ar elektroapgādes uzņēmumu. . Formula pēc, kuras tiek aprēķināta elektroenerģijas summa ir:

**Patērētā – saražotā = reālā maksa par elektroenerģiju**

Kopumā pa darbības 4 gadiem saražots ~ 6 MW

### Secinājumi

1. Šis ir lielisks veids, kā lieliski izmantot Latvijā pieejamos atjaunojamus energoresursus.
2. Rēzeknes upes krastā, kur izbūvēta kaskāde dabiskais kritums ir 14 m, kas ir pietiekami, lai ūdens spētu efektīvi darboties un ar ūdens palīdzību ražotu elektroenerģiju.
3. Slūžas tiek pavērtas uz 60%, lai sabalansētu optimālu ūdens atdevi un efektīvāku elektroenerģijas ieguvu.

### Summary

Waste water is water that by the human activities have altered their original physical, chemical or biological properties. People every day consumes about 250 liters of drinking water. In this amount are including all everyday operations. After the using contaminated water into the sewer, from which it turns before discharge back into the environment it is must be cleaned.

Since the total amount of wastewater is a huge, there are possibility to use it and get energy. This involves the potential energy of water which has until now not been used. A falling water creates a large enough force to drive turbines that generate electricity. In order to obtain the optimal and the highest possible efficiency is to choose the most appropriate turbine and generator, in the circumstances, would be the most advantageous.

In Rezeknes WWTP is installed axial flow turbine. This turbine is suitable for horizontal and parallel water flow with a fixed blade angle set up by the factory. Model selection, diameter, driving force and all relations between the turbine parameters, setting the production location. Therefore need to be comprehensive analysis of the initial conditions, which determine the choice of model series and the turbine diameter.

HPP operates intermittently, before the collection of information might seem inefficient, but it is not so. It switches on automatically when the pool where the water piling up has come true up to a certain mark. In one hour HPS operates at least once. In periods when there is an increased amount of water, such as heavy rains, it works continuously.

Electricity that is generated is fed back into the overall electricity grid. Produced through current transformers tracking determined and it will be giving to the overall network. Rezeknes WWTP has entered into a cooperation agreement with the power company. The formula which is calculated power amount is: Consumed - output = real cost of electricity.

### Literatūra

1. Ministru kabinets. *MK Nr.34 „Noteikumi par piesārņojošo vielu emisiju ūdenī”* (Skatīts: 08.12.2015.) <http://likumi.lv/doc.php?id=58276>
2. Pārresoru koordinācijas centrs. *Latvijas Nacionālais attīstības plāns 2014. – 2020. gadam*. 30.lpp
3. Latvijas Vēstnesis. Ministru kabineta noteikumi Nr. 34 „Noteikumi par piesārņojošo vielu emisiju ūdenī” (Skatīts: 07.04.2016) <http://likumi.lv/doc.php?id=58276>
4. Swedish Environmental protection agency. *Wastewater treatment in Sweden*. 2010. -24.lpp
5. Knipišis A., Bricis P. *Elektrostaciju elektroietaišu ekspluatācija*. Rīga: 2012. – 88.lpp
6. Bobrowicz W. *Small hydroelectric power*. European Copper Alliance: 2012. – 34.lpp