

# megaWATT

jaNAF

NACIONAL

SPONZORIRANI PRILOG ZA ENERGETIKU

04/2017.



**Igor Kuzle**

'Hrvatska je hidroenergetska europska velesila, samo je Norveška jača'



**Slavica Robić**

'Od energetskog siromaštva strahuje 60 posto kućanstava u Hrvatskoj'

**'Ako želi jeftiniju energiju, Hrvatska mora graditi vjetroelektrane'**

**EKSKLUSIVNO**

**Michael Cramer,** njemački europarlamentarac i član Odbora za promet i turizam Europskog parlamenta



**Sjaj u tami.**

**HEP**

Više od struje



# 'Hrvatska je hidroenergetska europska velesila'

Igor Kuzle, predstojnik Zavoda za visoki napon i energetiku na FER-u, govori o svjetskim trendovima korištenja obnovljivih izvora energije, hrvatskom hidroenergetskom potencijalu i izazovima za formiranje ekološki prihvativog elektroenergetskog sustava budućnosti



TEKST Aleksandar Stajčić

FOTO Saša Zinaj i arhiva HEP-a

Obro je poznato da Hrvatska ima golema vodna bogatstva, brojne izvore pitke vode, brojne rijeke, no manje se u medijima spominje njezin ogroman hidroenergetski potencijal. Što se hidroenergetskog potencijala tiče, trenutno imamo 17 velikih i više od 20 malih elektrana, od kojih su velike sve u pogonu, a svega nekoliko malih je izvan funkcije. Na godišnjoj razini iz naših hidroelektrana prosječno dobivamo više od trećine ukupno proizvedene struje. Najave Vlade o privatizaciji, odnosno prodaji 25 posto HEP-a, tvrtke koja upravlja najvažnijim hidroelektranama potaknuto je u stručnom krugu brojna pitanja i polemike što će se u tom slučaju dogoditi s našim hidroenergetskim bogatstvom. Kako bismo pronašli odgovore na to, ali i na brojna druga pitanja kao i o trendovima u energetskom sektoru, Megawatt je razgovarao s Igorom Kuzlom, redovitim profesorom i predstojnikom Zavoda za visoki napon i energetiku na FER-u Zagrebu. On je naglasio kako je Hrvatska među zemljama u svijetu s najvećim udjelom energije dobivenom iz hidroelektrana. "Proizvodimo ukupno oko 17 TWh vlastite energije, od čega hidroelektrane proizvode oko šest TWh. To je podložno vremenskim uvjetima, oborinama, stoga smo 2010. godine koja je bila kišna, proizveli čak 8 TWh. U Europi još samo Norveška ima veći udio energije iz hidroelektrana, zahvaljujući

HE Jaruga na rijeci Krki prva je elektrana na izmjeničnu struju u Europi i druga na svijetu, puštena je u pogon nekoliko dana nakon hidroelektrane na Niagari

svojim brojnim jezerima pa im te hidroelektrane zapravo služe i za skladištenje električne energije", rekao je Kuzle.

Objasnio je da upravo zbog norveških hidroelektrana susjedna Danska ima puno vjetroelektrana i da su povezani podvodnim energetskim kabelima. Stoga kad Danske vjetroelektrane, najčešće noću, proizvode višak energije, usmjeravaju je u Norveške hidroelektrane koje onda vodu pumpaju natrag u akumulacijska jezera. "Radi se o tzv. reverzibilnim hidroelektranama koje jeftinu struju koriste za povratak vode u akumulacijsko jezero kako bi proizvodili struju kad je veća potražnja i viša cijena. Tako ostvaruju značajan prihod jer cijena struje po danu može biti višestruko skuplja od one po noći. Sličan sustav s Norveškom, Danska je dogovorila i s Njemačkom", dodao je Kuzle.

Kako hidroelektrane spadaju u obnovljive izvore energije, sve više raste i njihova važnost u energetskim sustavima država diljem svijeta. Njihova je prednost brzina i fleksibilnost, pogotovo ako ih usporedimo s termoelektranama na ugljen. "Kada se u elektroenergetskom sustavu neke zemlje sa značajnijim udjelom vjetroelektrana naglo smanji proizvodnja vjetroelektrana uslijed prevelikog vjetra te posljedičnog isključenja vjetroagregata, termoelektrane na ugljen sporije reagiraju na takve poremećaje zbog proizvodnog procesa u njima jer je potrebno samljeti više ugljena, morate ga transportirati trakama do kotla, a to traje.

# Pregled najznačajnjih hrvatskih hidroelektrana

## HE Dubrovnik

Hidroelektrana Dubrovnik izgrađena je 1965. godine, a u siječnju 2016. godine završena je zamjena drugog agregata, u sklopu 320 milijuna kuna vrijednog projekta revitalizacije hidroelektrane. Zahvaljujući zamjeni oba agregata, snaga HE Dubrovnik se povećala za dodatnih 36 MW (2x18 MW), na ukupno 252 MW (2x126 MW). Time je ostvarena mogućnost dodatne proizvodnje od gotovo 100 GWh certificirane zelene energije godišnje. S obzirom da se akumulacijsko jezero HE Dubrovnik nalazi na području Bosne i Hercegovine, jedan agregat HE Dubrovnik električnu energiju proizvodi za elektroenergetski sustav Bosne i Hercegovine (Republike Srpske). Tako je u 50 godina rada, hidroelektrana Dubrovnik proizvela gotovo 60 miljardi kWh, od čega je u hrvatski elektroenergetski sustav isporučila oko 30 miljardi kWh - dvostruko više od ukupne godišnje potrošnje cijele Hrvatske.

## JUG

### RHE Velebit

RHE Velebit puštena je u pogon 1984. i tada je bila jedna od najvećih reverzibilnih hidroelektrana u Evropi. Zato je njena izgradnja predstavljala golemi tehničko-tehnološki izazov, kako za Hrvatsku elektroprivredu, tako i za domaću industriju - izvoditelje radova i isporučitelje opreme. RHE Velebit i danas je zasigurno naj složeniji hidroenergetski objekt u Hrvatskoj. Prosječna godišnja proizvodnja RHE Velebit iznosi 430 GWh, a 2013. godine ostvarila je rekordnu proizvodnju od 641 GWh, što odgovara oko 3 posto ukupne potrošnje električne energije u Hrvatskoj. Osim proizvodnje električne energije, značaj RHE Velebit je mogućnost crnog režima rada, odnosno „spremanja“ (akumuliranja) viška električne energije proizvedene iz klasičnih elektrana na fosilna goriva (ugljen), a u posljednjih nekoliko godina i energije proizvedene iz vjetroelektrana. RHE Velebit zapravo služi kao velika baterija za pohranu električne energije koja se potom plasira u sustav kada je to najpogodnije i najisplativije. Ukupna proizvodnja električne energije u RHE Velebit od puštanja u pogon iznosi približno 12,5 TWh.

## HE Peruća

Rijeka Cetina sa svojim širim slivom površine 4.150 km<sup>2</sup> i srednjim protokom na ušće u Jadransko more od 102 m<sup>3</sup>/s, predstavlja vodni potencijal izuzetne vrijednosti. To je uočeno u ranim godinama prošlog stoljeća pa je 1912.

godine izgrađena HE Kraljevac, a nakon nje 1960. godine HE Peruća. Nakon Drugog svjetskog rata javlja se ideja o izgradnji akumulacije na rijeci Cetini za godišnje izravnjanje voda ove rijeke radi ekonomičnijeg energetskog korištenja u postrojenjima HE Kraljevac. Akumulacija se trebala dobiti potapanjem Sinjskog i/ili Hrvatačkog polja. Izgradnja brane i akumulacijskog jezera Peruća s pribranskom elektranom završena je 1960. godine. Uloga akumulacije je bila regulacija protoke rijeke Cetine do brane Peruća, te kasnije s akumulacijskim jezerom Buško blato regulirati vode Cetine na cijelom njezinom sливu tako da se u najvećoj hidroelektrani na Cetini - HE Zakučac postigne maksimalna proizvodnja električne energije. Tijekom Domovinskog rata HE Peruća je bila pod okupacijom od strane pobunjenih Srba i JNA koji su regulirali radom hidroelektrane i brane te prijetili rušenjem brane zajedno s elektranom. Dana 28. siječnja 1993. godine svoj plan su i proveli s 30 tona eksploziva ali bezuspješno jer je brana izdržala miniranje i zbog brze reakcije HV se nije srušila ali je zajedno s postrojenjem elektrane teško oštećena. Postrojenje HE Peruća je nakon miniranja u cijelosti bilo potopljeno i naplavljeno muljem i ostalim naplavnim materijalom te teško oštećeno. Zamjenom i obnovom turbinske opreme (novo radno kolo turbine) povećana je iskoristivost turbine te je površjem brane dobivena maksimalna snaga turbine 30,7 MW kod nazivnog protoka. Zadržavanjem vode u akumulaciji, što predstavlja 28 posto ukupnog srednjeg godišnjeg dotoka, nastale su znatne promjene vodnog režima Cetine. Izgradnjom akumulacije Peruća osigurane potrebne ljetne količine vode

za navodnjavanje, ali i za razvoj turizma, sporta i drugih djelatnosti, poput uzgoja ribe.

## HE Zakučac

HE Zakučac je po instaliranoj snazi najveća hrvatska hidroelektrana. Izgrađena je u donjem toku rijeke Cetine i upravo je pri završetku višegodišnji proces rekonstrukcije i revitalizacije sva četiri agregata, približno vrijedan milijardu kuna. Prije početka rekonstrukcije, ukupna instalirana snaga bila je 486 MW, s prosječnom godišnjom proizvodnjom 1458 GWh. Nakon rekonstrukcije elektrane instalirana snaga će se povećati za 52 MW, što će omogućiti povećanje prosječne godišnje proizvodnje za 58 GWh. Rekonstrukcijom HE Zakučac dotrajala se oprema zamjenjuje novom uz primjenu najboljih suvremenih tehnoloških i tehničkih rješenja s postizanjem amortizacijskog razdoblja od 40 do 50 godina. Za ilustraciju, količina proizvedene električne energije u HE Zakučac približno je jednaka proizvodnji hrvatskog dijela NE Krško te čini i do 20 posto ukupne proizvodnje HEP-a.

## HE Dale

U kanjonu Cetine, 5,8 km nizvodno od Trilja, na mjestu zvanom Beksetina mlinica, izgrađena je brana Dale koja formira akumulacijski bazen korisnog volumena od 2,3 mil. m<sup>3</sup> vode. Koncentracija pada ostvarena izgradnjom brane koristi se u pribranskoj HE Dale čija strojarnica također predstavlja dio usorne građevine. Kroz HE Dale proteču sve vode uzvodnog slivnog područja, a to su približno vode čitavog slivnog područja rijeke Cetine. HE Dale ima insta-



**RHE Velebit** jedina je naša velika reverzibilna hidroelektrana i ujedno naj složeniji hidroenergetski objekt koji može skladišti energiju u svojim akumulacijskim jezerima te je plasirati na tržiste kad je povoljnija cijena

Hidroelektrane daju veću fleksibilnost sustavu jer samo pustite vodu iz akumulacijskog jezera na turbinu. Protočne imaju manja jezera, kao naše hidroelektrane na Dravi koje imaju dnevne ili satne akumulacije. Hidroelektrane HE Vinodol, HE Senj ili one na rijeci Cetini poput HE Peruća i HE Zakučac zato imaju puno veću fleksibilnost i osnažuju sigurnost sustava opskrbom električnom energijom jer mogu brzo reagirati na poremećaje u sustavu”, izjavio je Kuzle.

Za skladištenje noćne, jeftine struje iz vjetroelektrana po modelu onih iz Danske u Hrvatskoj trenutno nema velikih mogućnosti jer imamo samo jednu veliku reverzibilnu elektranu. Radi se o RHE Velebit koja je sagrađena 1985. U to vrijeme, u bivšoj državi, računalo se da će u energetski sustav biti uključene još četiri

nuklearne elektrane pa su se očekivali i energetski viškovi koji bi se koristili za pumpanje vode natrag u akumulacijska jezera.

“Danas RHE Velebit proizvodi električne energiju uglavnom kada je vršno opterećenje ili kada je vlažno doba godine, a noću se koristi u motorskom radu za snižavanje napona. Sve naše vjetroelektrane se nalaze u priobalju, što je i logično jer se more hladili sporije od kopna i u tom procesu nastaju vjetrovi. Taj se proces najčešće događa noću, što utječe i na povećanu proizvodnju vjetroelektrana. Problem s povećanom proizvodnjom tijekom noći se usložnjava u vlažnom dijelu godine (u proljeće i jesen), kada okolne HE rade s maksimalnim snagama zbog velikih dotoka vode. S obzirom na to da, na žalost, nemamo razvijenu industriju koja bi radila i tijekom noći, pojavljuju se viškovi električne

liranu snagu od 40,8 MW i srednju godišnju projektiranu proizvodnju 157 GWh. Neposredno nizvodno od brane Đale počinje kompenzacijski bazen Prančevići, ukupnog volumena 6,8 mil. m<sup>3</sup> vode. Dva sinkrona generatora svaki po 24 MVA spojeni su preko blok transformatora 24 MVA na rasklopno postrojenje 110 kV koji spaja HE Đale i TS Konjsko. HE Đale je puštena u pogon 1989. godine i sa svojim kompenzacijskim bazenom utječe na bolje korištenje voda u hidroenergetskom smislu na HE Zakućac i to kroz "povećanje" kompenzacijskog bazena Prančevići. Prosječna godišnja proizvodnja je 117 GWh.

#### HE Kraljevac

HE Kraljevac smještena je u mjestu Zadvarje na rijeci Cetini, iznad Omiša, započela je proizvoditi 1912. godine s dva agregata instalirane snage po 12,8 MW. Prema veličini i proizvodnji, HE Kraljevac je tada bila jedna od najvećih hidroelektrana u Evropi. Proizvedena električna energija služila je za potrebe tvornice karbida u Dugom Ratu. S ukupnom instaliranim snagom od 67,2 MW, nakon druge faze izgradnje kada su izgrađena dodatna dva agregata snage 2x20,8 MW, HE Kraljevac je u neposredno prije Drugog svjetskog rata bila najveća hidroelektrana na Balkanu. Prijelazom mreže u Dalmaciju na napon od 110 kV (1955.) i izgradnjom akumulacije HE Peruća (krajem 1958.) te povezivanjem 110 kV dalekovodom s kontinentalnim dijelom Hrvatske (Zagrebom), HE Kraljevac je postizala svoje najveće proizvodne dosege. Srednja godišnja proizvodnja HE Kraljevac iznosi približno 60 GWh, a zadnjih tridesetak godina ima i ulogu pričuvne elektrane koja koristi vode biološkog minimuma, preljevne vode brane Prančevići, kao i vode međudotoka kod obilnijih kiša.

#### HE Orlovac

GHE Orlovac visokotlačno je derivacijsko postrojenje i dio hidroenergetskog sustava sliva rijeke Cetine. Postrojenje GHE Orlovac rasprostire se na području dvije države: Bosne i Hercegovine (akumulacije s pripadajućim objektima i jedan dio dovodnog tunela) i Hrvatske (drugi dio dovodnog tunela, vodna komora, tlačni cjevovod, strojarnica i odvodni kanal strojarnice te rasklopište, koji su smješteni na području mesta Ruda u Općini Otok, Splitsko-dalmatinska županija). GHE Orlovac započela je s radom 1973. godine, prvi agregat pušten je u pogon u ožujku, drugi u lipnju i treći u prosincu 1973. g. Osnovna koncepcija tehničkog rješenja GHE Orlovac je da se površinske vode krških polja jugozapadne Bosne, koje su se u prirodnom stanju gubile u ponorima i podzemnim putovima dolazile u Cetinu, zahvate u akumulacijsko jezero Buško blato, tunelom kroz masiv



Na rijeci Dravi nalaze se tri hidroelektrane. Prva sagrađena je HE Varaždin, puštena u pogon 1975. godine. U 40 godina rada proizvela je 18,4 milijarde kWh električne energije, a raspoloživa snaga joj je oko 95 MW

Kamešnice prevedu prema Sinjskom polju i kontrolirano koriste na padu od oko 400 m, a zatim dovedu u rijeku Cetinu za daljnje korištenje na nizvodnim hidroelektranama do mora. GHE Orlovac je važan dio elektroenergetskog sustava, čija uloga neće više biti isključivo vršna elektrana, zbog niza specifičnosti i novih energetskih proizvoda koje HE Orlovac može ponuditi, a prepoznatljivi su na tržištu električne energije. Prosječna godišnja proizvodnja je 390 GWh.

#### HE Miljacka

HE Miljacka nalazi se na rijeci Krki oko 15 km nizvodno od Knina u blizini mjesta Oklaj. Izgrađena je krajem 1906. godine u sklopu iskoristenja hidroenergetskog potencijala sliva rijeke Krke. Elektrana je izgrađena zbog napajanja električnom energijom tvornice karbida u Šibeniku, udaljenu 35 km, kao jedinog potrošača. GHE Miljacka povezana je s elektroenergetskim sustavom preko dva 35 kV dalekovoda, DV Knin i DV Oklaj. Prosječna godišnja proizvodnja elektrane je oko 80 GWh. GHE Miljacka se od osnutka Nacionalnog parka Krka 1985. godine nalazi u području Parka, u koji se uspješno uklapa, što je dokazano kroz proteklih 110 godina rada elektrane.

#### HE Jaruga

HE Jaruga posljednja je elektrana u slivu Krke i nalazi se na Skradinskom buku. S uzvodne strane nalazi se Visovačko jezero, a s nizvodne Krka i Prokljansko jezero. U pogonu od 1903.g. spada među najstarija aktivna postrojenja za pro-

izvodnju električne energije na svijetu. Izgrađena je u neposrednoj blizini hidroelektrane Krka, kasnije nazvane Jaruga 1, koja je proradila 28. kolovoza 1895. kao dio jednog od prvih višefaznih izmjeničnih sustava za javnu opskrbu električnom energijom u svijetu. Ta povijesno važna elektrana radila je samo do 1914. godine, kada je razmontirana radi ratnih potreba Austro-Ugarske Monarhije za bakrom. HE Jaruga je protočna elektrana, koja je povezana u elektroenergetski sustav preko dva kabelska voda na trafostanicu Lozovac. Prosječna godišnja proizvodnja je gotovo 30 GWh. Od početka proizvodnje 1895.g. rekonstruirana je u više navrata: 1916., 1937., 1970., 1995. god. Unutar prostora današnjeg Nacionalnog parka Krka proizvodnja električne energije odvija se više od 120 godina, a rezultati suradnje proizvodnih objekata i NP Krka pokazuju da je suživot gospodarstva i prirode moguć upravo na principima održivog razvoja. To dokazuje da hidroelektrana svojim radom nije narušila biološku i geomorfološku vrijednost rijeke Krke. Korištenjem novih tehnologija i te usavršavanjem mjera zaštite okoliša dokazuje se spremnost za održanje kvalitete vodenog ekosustava koji se iskorištava.

#### HE Golubić

HE Golubić smještena je sedam kilometara sjeverno od Knina u selu Golubić, koristi vodu rijeke Butišnice, koja pripada slivu rijeke Krke, čija je desna pritoka. Elektrana je počela s radom 1981. godine. Prosječna godišnja proizvodnja elektrane je oko 20 GWh. HE Golubić osim proizvodne uloge ima i ulogu re-

energije. Stoga tu energiju jeftino izvozimo u Italiju, a bilo bi idealno kada bismo je mogli uskladištiti", rekao je Kuzle i dodao da sada naš elektroenergetski sustav nema puno vjetroelektrana, ali da će porastom njihova udjela ovaj problem biti sve veći. Smatra kako bi s više reverzibilnih elektrana mogli ostvarivati veće prihode. Kao glavni nedostatak RHE Velebit naveo je njezinu mala akumulacijska jezera pored Gračaca.

Kuzle je podsjetio kako je postojao plan da se hidroelektrana Vinodol unaprijedi u reverzibilnu i tvrdi da je šteta što nije

realiziran. Smatra da bismo s još takvim dvjema elektranama (npr. RHE Korita osim navedene HE Vinodol) mogli prodavati usluge regulacije sustavima susjednih država i tako ostvariti dobar profit. Spomenuo je i kako se u tom cilju Zavod koji vodi na FER-u uključio u veliki međunarodni projekt Crossbow. "Projekt vode španjolski stručnjaci, uključeni su svi operateri energetskih sustava iz cijele regije (i naš HOPS), a sudjeluju sveučilišta iz Manchesteru, Ljubljane i Zagreba. Mi radimo na proračunima, a od projekta bi najviše koristi trebali imati okolni elektroenergetski

Hrvatska je u samom svjetskom vrhu po udjelu energije dobivene iz hidroelektrana u ukupnoj proizvodnji električne energije koja iznosi oko 17 TeraWatt sati

gulacije vode rijeke Butišnice, te svoju proizvodnju podržuje nivou vode u jezeru na ulaznom uređaju HE Golubić. Takvim režimom rada HE Golubić štiti područje nizvodno od jezera od poplava i šteta koje bi nastale uslijed poplava.

#### ZAPAD HE Senj

Hidroelektrana Senj je službeno puštena u rad 27. studenoga 1965., nakon više do sedam godina izgradnje, koja je po izvedenim tehničkim rješenjima, poput ugradnje turbina tipa Francis na padu većem od 400 metara, predstavljala vrhunac tehničkog dostignuća u svjetskim razmjerima. Do izgradnje brane Kruščice i pribranske elektrane HE Sklope (snage 22,5 MW) koja je sinkronizirana na mrežu 12. siječnja 1970., hidroelektrana Senj je radila kao protočna, a otada kao derivacijska hidroelektrana. HE Senj je u proteklih 50 godina rada proizvela više od 50 milijardi kWh električne energije, od čega je 2014. godine zabilježena najveća proizvodnja od 1,4 milijarde kWh. Kako bi se osigurali uvjeti za siguran i pouzdan rad HE Senj u narednim desetljećima, u tijeku je priprema aktivnosti za revitalizaciju agregata i ostalih postrojenja hidroelektrane. HE Senj, zajedno s pripadajućom HE Sklopu, akumulacijskim jezerom Kruščica, kompenzacijским jezerom u Gušić polju i složenim derivacijskim sustavom zajedno čine Hidroenergetski sustav Senj (HES Senj), koji u prosječnoj hidrološkoj godini ostvaruje oko 20 posto proizvodnje električne energije iz HEP-ovih hidroelektrana, oko 10 posto proizvodnje iz ukupnog proizvodnog portfelja HEP-a te podmiruje oko pet posto ukupne potrošnje električne energije u Hrvatskoj. Kako bi se u potpunosti iskoristio preostali hidropotencijal rijeke Like i Gacke, HEP planira realizaciju druge faze HES Senj, koji uključuje izgradnju HE Kosinj i HE Senj 2. Uz povećanje proizvodnje električne energije, realizacija druge faze HES Senj omogućiće i odmatnu zaštitu od poplava u Kosinjskom polju, poboljšanje sigurnosti vodoopskrbe južnog kraka vodovodnog sustava Hrvatskog primorja.

#### HE Lešće

HE Lešće, puštena u pogon 2010. godine, prva je i do sada jedina velika hidroelektrana izgrađena u samostalnoj Hrvatskoj. Riječ je o drugoj stepenici u iskorištavanju vodnog potencijala rijeke Dobre, nizvodno od Hidroelektrane Gojak, a neposredno iznad Toplica Lešće. Visoke proljetne i jesenske vode u tom razdoblju omogućavaju veliku proizvodnju električne energije. HE Lešće je pribranska elektrana. Sastoji se od gravitacijske betonske brane s prelevom preko krune, strojarnice s dvjema proizvodnjama je-



**HE Kraljevac na rijeci Cetini** (lijevo) prije Drugog svjetskog rata bila je najveća hidroelektrana na Balkanu i HE Dubrava (desno), najnizvodnja hidroelektrana na Dravi s prosječnom godišnjom proizvodnjom od 350 GW

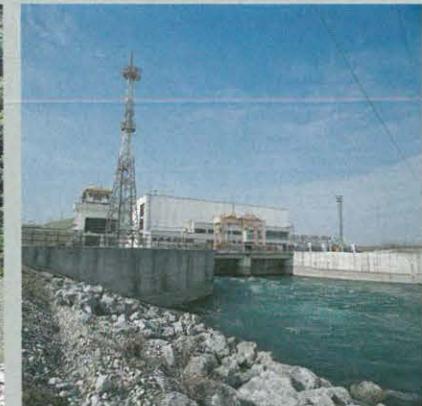
dinicama i proizvodnom jedinicom biološkog minimuma, akumulacijskog bazena i rasklopнog postrojenja 110 kV. Agregat biološkog minimuma povezan je s na distributivnu trafostanicu u Generalskom Stolu. HE Lešće je visokoautomatizirano postrojenje koje ne zahtijeva prisustvo stalne posade, jer se njime daljinski upravlja iz HE Gojak.

#### HE Vinodol

Hidroelektrana Vinodol je glavna elektrana Grupe HE Vinodol (koju još sačinjavaju HE Gorski kotar i HE Rijeka) te je smještena u mjestu Tribalj u Primorsko-goranskoj županiji. Za svoj rad koristi vode sliva rijeke Lokvarke i Ličanke te još nekoliko manjih potoka, a pozicioniranjem hidroelektrane dobivena je energetska vrijednost ovog sustava jer je ostvaren brutno pad sa sливnog područja Gorskog kotara na HE Vinodol od 658 m, što je jedan od najviših ostvarenih padova u hidroenergetskim postrojenjima u Europi. HE Vinodol je s proizvodnjom električne energije započela 1952. godine, a priključak hidroelektrane Vinodol na elektroenergetski sustav Republike Hrvatske izведен je preko pet dalekovoda 110 kV. Prosječna godišnja proizvodnja HE Vinodol iznosi 136 GWh. Rekordna maksimalna godišnja proizvodnja zabilježena je 2014. godine s proizvedenih 227 GWh. HE Vinodol je do danas proizvela gotovo 9 Wh električne energije.

#### HE Rijeka

Hidroelektrana Rijeka je u gradu Rijeci (strojarnica je smještena praktički u centru grada, blizu obale), a za rad koristi vode vodotoka Rječina. S proizvodnjom električne energije HE Rijeka započela je 1968. godine. Hidroelektrana ima ugrađena dva agregata. Svaki agregat sastoji se od gene-



ratora koji je preko vertikalne osovine pogonjen sa Francis turbinom. Nazivna snaga po generatoru iznosi 18,4 MW. Instalirana snaga elektrane je 36,8 MW, dok instalirani protok iznosi 21,0 m3/s. Prosječna godišnja proizvodnja HE Rijeka iznosi 85 GWh. Rekordna maksimalna godišnja proizvodnja zabilježena je 2010. godine s proizvedenih 142 GWh, dok je minimalna godišnja proizvodnja zabilježena 2011. godine s proizvedenih 54 GWh. Revitalizacija HE Rijeka u fazi je projektiranja. Od svog puštanja 1968. do danas elektrana je proizvela više od 4 TWh električne energije.

#### HE Gorski kotar

Hidroelektrana Gorski kotar, elektrana u Grupi HE Vinodol smještena je u Primorsko-goranskoj županiji. Kako se Hidroelektrana Gorski kotar, elektrana u Grupi HE Vinodol sastoji od više manjih hidroelektrana i crnih stanica, pojedini objekti pogona su smješteni na raznim lokacijama u Gorskem kotaru, pa su tako CHE Fužine i RHE Lepenica smještene u neposrednoj blizini mjesta Fužine, dok je HE Zeleni vir smještena u blizini mjesta Skrad. Ostali sastavni dijelovi HE Gorski kotar su: CS Križ kojom se u akumulaciju Lokvarke ubacuju vode potoka Križ, akumulacija i brana Bajer (betonska brana), retencija Potkoš (nasuta brana) sa CS Lič kojom se u akumulaciju Bajer ubacuju vode Potkoša i ostatka slija od brane Bajer do CS Lič te niz manjih građevinskih i hidrotehničkih objekata. Temeljna zadaća HE Gorski kotar je sakupljanje i gospodarenje vodama sливnog područja Lokvarke i Ličanke te ostalih manjih pritoka u svrhu opskrbe HE Vinodol potrebnom vodom snagom za njezinu proizvodnju. Bez obzira na malu površinu sливnog područja (približno 80 km2), energetska vrijednost

sustavi jer je cilj projekta omogućiti operaterima prijenosnih sustava veći prihvat energije iz obnovljivih izvora energije, osobito vjetroelektrana. Hrvatska bi tako u trenutku kad ima viška hidroenergije mogla raditi regulaciju za primjerice Rumunjsku i Bugarsku i to bi svima bilo jeftinije. Ako svaka zemlja za sebe regulira elektroenergetski sustav, to je redovito skuplje", ispričao je Kuzle.

U pogledu energetske stabilnosti, smatra kako bi Hrvatska trebala imati više spremnika energije, poput reverzibilnih

hidroelektrana za koje još ima neiskorištenih potencijala. Naveo je primjer Japana koji u brojnim akumulacijskim jezerima može skladištiti 15 posto potrebne električne energije. "U Europi je kapacitet spremnika oko 10 posto, a u SAD-u svega pet posto. Cilj je trošiti energiju kad je ona potrebna. Stoga u SAD-u sve više grade baterijske spremnike energije kako bi ušli ukorak s Europom i Japanom. Švicarska može biti dobar primjer koja od skladištenja energije dobro zarađuje. Zahvaljujući svojim brojnim jezerima i akumulacijama uz skiališta noću pumpaju vodu u

**Od osamostaljenja Hrvatske izgrađena je samo jedna velika hidroelektrana zbog čega brojne hrvatske građevinske tvrtke koje su bile poznate u svijetu gube znanje i licence**

proizlazi iz činjenice da se to područje nalazi na visini većoj od 700 m nadmorske visine te da je bruto pad na HE Vinodol 658 m. Rekordna maksimalna godišnja proizvodnja zabilježena je 2010. godine s proizvedenih 17,6 GWh prvi generator pušten je u pogon 1921. godine (HE Zeleni vir), a zadnji 1985. godine (RHE Lepenica).

### HE Ozalj

Prve ideje o izgradnji hidroelektrane za potrebe grada Karlovca javljaju se još krajem 19. stoljeća. U proljeće 1907. godine uslijedio je početak izgradnje protočne pribarske hidroelektrane - Munjare grada Karlovca. Hidroelektrana je stavljena u pogon 18. kolovoza 1908. U prvoj fazi ugrađena su dva agregata s turbinama sustava Francis, a treći agregat ugrađen je 1913. godine nakon čega, uz određene rekonstrukcije 1928. godine, Ozalj 1 s tri agregata raspolaže ukupnom snagom od 3,3 MW. Nakon II. svjetskog rata, u vrijeme intenzivne elektrifikacije zemlje, odlučeno je da se na lijevoj obali Kupe izgradi hidroelektrana Ozalj 2. Izgradnja je započela 1948. i završena u ožujku 1952. kada je stavljena u redovan pogon. U sklopu izgradnje Ozla 2 izvedeno je nadvišenje brane za pola metra, čime je povećana zapremina akumulacije i pad vode na turbine. U Ozlu 2 ugrađena su dva agregata ukupne snage 2,2 MW, tako da ukupna snaga elektrana Ozalj 1 i 2 iznosi 5,5 MW, s instaliranim protokom od 85 m<sup>3</sup>/s i prosječnom godišnjom proizvodnjom od oko 24 milijuna kWh električne energije. HE Ozalj 1 najstarija je hidroelektrana u kontinentalnom

dijelu Hrvatske, a zgrada u kojoj se nalazi vrijedan je primjer industrijske arhitekture s početka 20. stoljeća te je uključena je u nadzor Uprave za zaštitu kulturne baštine Republike Hrvatske.

### HE Gojak

HE Gojak je akumulacijsko-protočna hidroelektrana koja ima brane na rijekama Ogulinskoj Dobri i Zagorskoj Mrežnici, a strojarnicu na Gojačkoj Dobri. Ukupna instalirana snaga HE Gojak je 55,5 MW (3 Francisove turbine x 18,5 MW iz 1959. i obnovljene 2006.). Raspoloživi konstruktivni pad vode je 118 metara, a ukupni instalirani protok je 57 m<sup>3</sup>/s (3 x 19 m<sup>3</sup>/s). Prosječna godišnja proizvodnja električne energije je oko 200 GWh. HE Gojak je puštena u pogon 1959. godine.

### SJEVER

#### HE Varaždin

Hidroelektrana Varaždin prva je od ukupno tri izgrađene hidroelektrane na rijeci Dravi u Hrvatskoj kojima se uređuje i koristi rijeka Drava u Hrvatskoj do ušća Mure. HE Varaždin je puštena u pogon 1975. godine, a zajedno s hidroelektranama Čakovec i Dubrava, predstavlja lanac kojim se od 1998. godine upravlja iz centra daljinskog nadzora i upravljanja u Varaždinu. U 40 godina rada proizvela je 18,4 milijardi kWh električne energije. Raspoloživa snaga elektrane je 94,58 MW. U svrhu produljenja eksploatacijskog vijeka elektrane za naredno razdoblje

od 40 godina, u tijeku je priprema rekonstrukcije HE Varaždin. Hidroelektrana Varaždin ima pozitivni utjecaj na okolinu u smislu da brani zemljište od poplava i odnošenja plodnog zemljišta, omogućuje stvaranje uvjeta za gravitacijsko natapanje poljoprivrednog zemljišta, poboljšava odvodnju i opskrbu vodom, promet, uvjete za razonodu, sport i izletništvo.

### HE Čakovec

HE Čakovec višenamjensko je postrojenje, druga u lancu od tri hidroelektrane kojima se uređuje i koristi rijeka Drava u Hrvatskoj do ušća Mure. S proizvodnjom električne energije započela je 1982. godine. Hidroelektrana Čakovec u svom sastavu ima i dvije male proizvodne jedinice. Raspoloživa snaga elektrane je 77,44 MW [agregat A (38 MW), agregat B (38 MW), agregat C (1,1 MW) i agregat D (0,34 MW)], a ukupni instalirani protok hidroelektrane je 500 m<sup>3</sup>/s. Prosječna godišnja proizvodnja električne energije HE Čakovec iznosi 350 GWh. Rekordna maksimalna godišnja proizvodnja HE Čakovec zabilježena je 2014. godine s proizvedenih 512 GWh. U svrhu produljenja eksploatacijskog vijeka elektrane u tijeku je priprema investicija revitalizacije kompletne turbineske opreme glavnih agregata i revitalizacije opreme agregata C (ABM) koje se planiraju dovršiti do kraja 2021. godine. Objekti hidroelektrane su unutar područja Regionalnog parka Mura-Drava, ekološke mreže Europske unije Natura 2000 (područja očuvanja značajnih za vrste i stanišne tipove i područja područje očuvanja značajna za ptice).

### HE Dubrava

Hidroelektrana Dubrava zadnja je u lancu od tri hidroelektrane kojima se uređuje i koristi rijeka Drava u Hrvatskoj do ušća Mure te je tako najnižvodnja od 3 hidroelektrane na rijeci Dravi u Republici Hrvatskoj, a ujedno je i najnižvodnja od ukupno 22 hidroelektrane na rijeci Dravi uopće. S proizvodnjom električne energije je započela 1989. godine. Hidroelektrana ima ugrađena dva glavna agregata s horizontalnim cijevnim turbinama i generatorima „u kruški“ raspoložive snage svakog po 39 MW. Hidroelektrana Dubrava u svom sastavu ima i tri male proizvodne jedinice. Raspoloživa snaga elektrane je 79,78 MW [agregat A (38 MW), agregat B (38 MW), agregat C (1,1 MW), agregat D (0,34 MW) i agregat E (0,34 MW)], a ukupni instalirani protok hidroelektrane je 500 m<sup>3</sup>/s. Prosječna godišnja proizvodnja električne energije HE Dubrava iznosi 350 GWh. Rekordna maksimalna godišnja proizvodnja HE Dubrava zabilježena je 2014. godine s proizvedenih 544 GWh.



**HE Zakučac** nalazi se na donjem toku Cetine i po instaliranoj snazi najveća je hidroelektrana u Hrvatskoj. Zahvaljujući nedavnoj rekonstrukciji snaga joj je povećana za oko 50 MW i sada iznosi više od 530 MW.

njih, po danu je puštaju na turbine, a sve su to dobro uklopili s turizmom”, ispričao je Kuzle. Hrvatska ima najdužu hidroenergetsku povijest u Europi. Hidroelektrana Jaruga sagrađena je 1895. na rijeci Krki ispod Skradinskog buka, druga je elektrana na izmjeničnu struju u svijetu i prva u Europi, sagrađena samo nekoliko dana nakon prve svjetske hidroelektrane na izmjeničnu struju na slapovima Niagare u SAD-u. No HE Jaruga napajala je grad Šibenik pa je to prvi izmjenični elektroenergetski sustava na svijetu jer je elektrana na Niagari napajala mlinove u neposrednoj blizini. Hrvatski energetski voden potencijal otada do danas je uvelike iskoristen, međutim mogućnosti za nove hidroelektrane još uvijek postoje. Kuzle stoga smatra da nije dobro što smo od osamostaljenja Hrvatske izgradili samo jednu hidroelektranu - HE

Lešće, puštenu u pogon 2010. na rijeci Dobri. “Gubimo znanje u gradnji hidroelektrana. Morate imati ljude koji znaju napraviti tender za izgradnju elektrane i pratiti njenu izgradnju. Ljudi koji su to nekad radili već su u mirovini, a mladi nisu imali to gdje naučiti. Mnoge naše tvrtke danas su ostale bez tog znanja”, smatra Kuzle.

Priznaje da su na izostanak gradnje novih hidroelektrana značajno utjecali i ekološki aktivisti. Kako je član Državne komisije za utjecaj obnovljivih izvora na okoliš, tvrdi da su negodovanja postojala i za svaku vjetroelektranu koju je trebalo instalirati u Hrvatskoj. “Ali kad se gradila Dalmatina, autocesta kroz Hrvatsku, malo tko se bunio, iako je evidentan ogroman negativan utjecaj na okoliš. Čini mi se da ljudi pružaju najviše otpora prema

elektroenergetskim objektima. Nitko ne želi nuklearku, termoelektranu na plin, na ugljen, neće vjetroelektranu, hidroelektranu, a svima nam treba električna energija. U isto to vrijeme druge europske zemlje grade nova postrojenja bez većih problema, kao u Njemačkoj. Kod nas se najčešće spominju njihove fotonaponske elektrane i elektrane na vjetar, ali Njemačka je sagradila i jednako toliko plinskih termoelektrana", rekao je Kuzle.

Smatra da nije dobro što se zaustavljaju projekti izgradnje malih hidroelektrana na manjim rijekama poput Krupe, Bednje, Orljave... Kaže da je otpor ekološkim aktivistima na njih velik, iako je utjecaj na okoliš relativno mali. "Takve hidroelektrane prepostavljaju malo akumulacijsko jezero ili su potpuno protočne. Gledajte, hrvatski građevinari su 1970. napravili Asuansku branu u Egiptu na rijeci Nilu, jednu od najvećih na svijetu. Danas te tvrtke nemaju dozvolu za gradnju brana. Da smo gradili u Hrvatskoj male hidroelektrane to znanje bi ostalo sačuvano, a naše bi se tvrtke mogle danas natjecati za slične poslove u regiji i svijetu", objasnio je Kuzle.

Naglasio je i kako nema loše mišljenje o ekološkim aktivistima u njihovim nastojanjima da se očuva priroda, ali smatra da se mora omogućiti i razvoj društva, a s njime dolazi i ograničeni utjecaj na okoliš. Smatra da se treba graditi tako da se minimalno utječe na prirodu, ali da se ne smije potpuno zaustaviti gradnja.

"Zašto, na primjer, u Njemačkoj i Austriji ima puno manje otpora prema izgradnji elektroenergetskih objekata? Zato što njihov zakon predviđa da 50 posto vlasništva takvih objekata pripada ljudima koji tamo žive, dakle lokalnoj zajednici, a 50 posto može imati privatni investitor. Kod nas je problem s vjetroelektranama jer su kod naših investitora iz inozemstva koji su ugradili svoju tehnologiju, a plaćamo im jedne od najvećih poticaja u Europi. Ne zapošljavaju ni puno naših ljudi. Hidroelektrane znamo sami napraviti, ali bi trebalo promijeniti zakon da lokalna zajednica ima koristi od toga, da bude suvlasnik. Tako bi izgradnja elektroenergetskih objekata bila prihvatljivija lokalnoj zajednici", rekao je Kuzle.

Naveo je primjer kotara Güssing u Gradišću u Austriji koji je energetski neovisan. Vlasnici energetskog sustava su ljudi koji tamo žive, a koriste elektrane na biomasu, vjetroelektrane i fotonaponske sustave. Stanovnici tog kotara, tvrdi on, imaju besplatnu toplinsku energiju i električnu energiju za svoje gospodarske objekte. "To je primjer razvijene lokalne zajednice, a kod nas problem nastaje jer obično imamo jednog investitora, a ljudi iz lokalne zajednice nisu uključeni u projekt pa ga i nevoljko prihvataju", objasnio je Kuzle.

Trend prebacivanja industrije u Kinu sve je slabiji u Europi, a neke industrije se i vraćaju na Stari kontinent. Posljedica je to porasta životnog standarda u Kini pa cijena rada njihovih ljudi više i nije tako jeftina kakva je bila ranije, a i neki proizvodi nikada nisu dosegli kvalitetu kakvu su imali dok su se proizvodili u Europi. Taj trend mogao bi Hrvatskoj donijeti dodatne energet-

ske probleme jer smo još uvijek u velikoj mjeri ovisni o uvozu električne energije. Svake godine uvezemo oko 30 posto ukupno potrošene struje. "Ako u Europi dođe do značajnijeg porasta industrijske



proizvodnje, struju koju sad uvozimo možda više nećemo moći kupiti, a moglo bi nam se dogoditi i redukcije kakve smo imali u Jugoslaviji", rekao je Kuzle. Ovaj crni scenarij ublažila bi realizacija nekoliko velikih hidroprojekata za koje već postoje studije. Najveći i najpotentniji je, smatra Kuzle, Zagreb na Savi, projekt o kojem se već puno pisalo, ali koji je trenutno u fazi predizbornog obećanja. Tim projektom planirano je u Zagrebu izgraditi 10 hidroelektrana, a njihove brane ujedno bi bile i novi mostovi. Hidroelektrane bi bile ukupne snage od oko 120 MW, što bi zadovoljavalo od 20 do 25 posto potreba Zagreba. Projekt, s obzirom na to da bi bio u gradu, ne bi značajnije utjecao na okoliš. Zagreb bi dobio plovnu, uravnoteženu Savu, sigurnu od poplava, a ogroman prazni prostor između korita rijeke i nasipa mogao bi se koristiti za gradnju. Projekt bi koštao oko milijardu eura i ne može ga financirati samo HEP, ali bi mogao biti realiziran kada bi se udružili Grad, država, Zagrebačka županija i drugi.

"Radi se o odličnom projektu. Uzmite za primjer susjednu Sloveniju koja na rijeci Savi planira izgradnju 16 hidroelektrana, a već ih je deset u pogonu. Naši susjedi stalno grade. Samo u zadnjih 10 godina napravili su šest protočnih hidroelektrana s manjim akumulacijskim jezerima. Osim proizvodnje električne energije, te hidroelektrane dobre su i za regulaciju vode, što pruža dodatno vrijeme za pripremu u slučaju opasnosti od poplava", rekao je Kuzle. Od velikih projekata na rijeci Dravi u skorije vrijeme moglo bi ih se realizirati nekoliko. Najizglednija je HE Osijek s planiranim 64 MW te nešto manje HE Molve 1 i HE Molve 2, svaka snage 50 MW.

Prva spomenuta nalazila bi se na vodenom toku ispred Osijeka i bila bi protočna s manjim jezerom. Realizacija Molve 1 i Molve 2 nije tako izgledna. Naime, najprije je bila planirana gradnja HE Đurđevac i HE Virje pa se odustalo zbog utjecaja na šumu Repaš, bogatu starim hrastovima. Sad je ideja da se dvije manje hidroelektrane Molve 1 i Molve 2 sagrade južnije od šume.

"Problem Hrvatske je što su nam Drava i Sava velikim dijelom granične rijeke. U susjednoj BiH imaju puno termoelektrana i

**'Ako u Europi dođe do značajnijeg rasta gospodarstva, struju koju sada uvozimo možda nećemo moći kupiti pa bi nam se moglo dogoditi redukcije kakve smo imali prije'**



svog ugljena pa im hidroelektrane na Savi ne trebaju. Mađarska pak ima svoje nuklearne elektrane, trenutno grade novu svega 100 kilometara od naše granice. Mađarska je pored toga proglašila Dravu ekološkim rezervatom u graničnom dijelu i ne želi hidroelektrane. Spomenuti projekti na ovim dvjema rijekama bili bi realizirani na našem teritoriju. Bilo bi šteta ne iskoristiti potencijal Drave. Na toj riječi Austrija ima 11 velikih, a Slovenija osam velikih i tri male hidroelektrane, mi trenutno imamo svega tri velike u okolini Varaždina”, ispričao je Kuzle.

Spomenuo je još jedan projekt koji bi Hrvatskoj elektropri-vredi donio dodatnih oko 350 MW. Radi se o izgradnji HE Kosinj i povećanju jezera Kruščica. To se jezero nalazi u Lici i nastaje ulijevanjem rijeke Like i Gacke. Voda iz tog jezera već se sada koristi za pokretanje turbine u HE Senj, drugoj po snazi našoj hidroelektrani. „Ličke rijeke nabujaju u travnju kada se topi snijeg s okolnih planina. Na primjer, rijeka Novčica koja teče kroz Gospić i ulijeva se u rijeku Liku, od proljeća do ljeta ima razliku u razini od sedam metara. Kada bi se Kosinjsko jezero povećalo ta bi se voda mogla skladištiti i bolje iskoristiti jer se danas višak vode izlijeva i plavi Kosinjsko polje. HE Senj sada radi dva mjeseca punom snagom, a s većim akumulacijskim jezerom taj bi se period pro-duljio na šest ili sedam mjeseci. Taj projekt već postoji, ali je zbog rata zaustavljen, nadam se da bi uskoro mogao biti pokrenut”, objasnio je Kuzle. Našim hidroelektranama upravlja HEP koji redovito uđe u njihovu rekonstrukciju i modernizaciju. Kada bi sve bile modernizirane, smatra Kuzle, mogli bi iz njih dobiti dodatnih 100 do 150 MW, što je učinak ravan izgradnji jedne ili dviju velikih hidroelektrana. Veća proizvodnja dobiva se primjenom suvremene tehnologije koja bolje koristi pad vode i ima manje

**Igor Kuzle** smatra kako bi u energetskom sustavu Hrvatske trebalo biti više reverzibilnih hidroelektrana koje bi mogli bolje i u većoj količini skladištiti energiju i na njoj, kad je cijene struje veća, ostvarivati više prihode

popratnih gubitaka. „HEP je nedavno uložio u modernizaciju HE Zakučac na Cetini, naše najveće hidroelektrane. Prije je imala snagu od 486, a sada će imati više od 500 MW”, rekao je Kuzle i naglasio kako su naše hidroelektrane ispravne i u dobrom stanju. Sve se češće pojavljuju informacije kako je energija iz obnovljivih izvora najjeftinija, da mnogi investitori diljem svijeta odustaju od ikakvih projekata osim izgradnje vjetroelektrana. Kuzle smatra da je ta situacija neodrživa i da je nastala jer su vjetroelektrane dobile povlašteni status u nekim energetskim sustavima. „Iako na početku razvoja sve nove tehnologije imaju poticaje, kod nas vjetroelektrane dodatno uzrokuju probleme u funkciranju sustava i tržišta jer ne plaćaju kazne za odstupanja od planirane proizvodnje. Da ih plaćaju, kao što je uvedeno u Njemačkoj, onda bi njihovi vlasnici više pazili na izradu voznog reda i troškovi sustava bi se smanjili. Tamo se više puta dogodilo da po noći kada je bilo puno vjetra, vjetroelektrane koje su povlašteni proizvodači pa se energija iz njih mora preuzeti, nisu poštovale vozne redove, pa su termoelektrane bile prisiljene plaćati da im netko preuze me električnu energiju (tzv. negativna cijena električne energije) jer se nisu mogle ugasiti zbog preuzetih obaveza proizvodnje za sljedeći dan. Usljed toga i zastarjele tehnologije veliki broj termoelektrana propao je u Njemačkoj, što je utjecalo na stabilnost pogona elektroenergetskog sustava. Sada su uveli kazne za vjetroelektrane koje odstupaju od dogovorene proizvodnje koja se redovito nadopunjava iz plinskih termoelektrana pa se sustav ustabilio”, objasnio je Kuzle.

Dodao je da bi problem koji je Njemačka imala bio puno manji da imaju više hidroelektrana. Smatra da su hidroelektrane vrlo fleksibilne, pogotovo ako imaju akumulacijska jezera. „Čak i ako su protočne obično imaju mogućnost akumulacije vode nekoliko sati”, rekao je Kuzle. Prokomentirao je mogućnost privatizacije 25 posto HEP-a zbog kojeg je nedavno vlast uputila Nacrt prijedloga zakona na javnu raspravu, prema kojemu bi zemljište 26 elektrana u čije se vlasništvo upisala država 2011. bilo vraćeno HEP-u.

„HEP svake godine vrti u proračun milijardu i više kuna. HEP ima novca i može samostalno graditi svoja postrojenja. Ako nešto prodajete onda to valjda radite kako biste dobili kapital da sagradite nešto novo i to je jedini smisao. Pored toga naše hidroelektrane su naše najveće energetsko bogatstvo. Veliki dio ih je napravljen prije puno godina i sve su se isplatile. One su siguran izvor novca i ne bismo ih nikome smjeli prodati, a o termoelektranama bi se dalo raspravljati”, zaključio je Kuzle.

Kada bi sve postojeće hidroelektrane u Hrvatskoj bile modernizirane dobili bismo dodatnih 100 do 150 MW snage, što je učinak ravan izgradnji jedne ili dviju novih velikih hidroelektrana

**Sjaj u tami.**

**HEP**  
Više od struje