

PLANIRANJE RAZVOJA PROIZVODNIH KAPACITETA

4. Optimizacija planiranja razvoja izvora VI sistema

4. Optimizacija planiranja razvoja izvora VI sistema

4.1. Lokacije novih proizvodnih kapaciteta

- Lokacije novih elektrana najviše zavise od razmeštaja prirodnih energetske resursa.
- To se prvenstveno odnosi na HE i TE na paru koje sagorevaju čvrsta goriva.
- HE se lociraju tamo gde će se najbolje iskoristiti dotoci vode. Poželjno je da akumulacioni bazen bude što je moguće veći kako bi se izravnali dotoci vode u toku meseca ili godine.
- Po pravilu povoljne lokacije HE daleko su od centara potrošnje te njihova izgradnja zahteva i izgradnju prenosne mreže.
- TE na paru koje koriste čvrsta goriva (uglavnom lignit) grade se po pravilu u blizini rudnika.
- Ograničenja u izboru mikrolokacije TE ovog tipa vezana su za raspoloživost vode (hlađenje kondenzata), prostora za odlaganje šljake i pepela i ekoloških zahteva.

4. Optimizacija planiranja razvoja izvora VI sistema

4.1. Lokacije novih proizvodnih kapaciteta

- Lokacije TE na paru koje sagorevaju tečna i gasovita goriva kao i NE u principu ne zavise od lokacija prirodnih energetske resursa.
- U ovim slučajevima transport goriva je relativno jeftin pa se lokacije mogu izabrati shodno potrebama potrošača uz poštovanje ekoloških ograničenja.
- Lokacije za nove obnovljive izvore el. energije takođe jako zavise od postojanja energetske resursa (vetar, iradijacija)
- U principu kada se ima velika sloboda izbora lokacija novih elektrana teži se uravnoteženju proizvodnje i potrošnje u pojedinim regionima, na koje se EES može podeliti.
- Sistem koji je regionalno uravnotežen ima bolju pouzdanost i sigurnost pogona zbog jednostavnije prenosne mreže.
- U svakom slučaju izbor plana razvoja proizvodnih kapaciteta mora da bude praćen planom razvoja prenosne (i distributivne) mreže koji će obezbediti zahtevani nivo pouzdanosti celog EES-a.

4. Optimizacija planiranja razvoja izvora VI sistema

4.2. Koraci i realizacija planiranja razvoja izvora

- **Korak 1: Zadavanje ciljeva planiranja**
 - Ciljevi se zadaju specifikacijom optimizacionog kriterijuma i ograničenja u okviru projektnog zadatka.
 - Ciljevi optimizacije se razlikuju kod VI i D sistema.
 - Period optimizacije uključuje i period izgradnje elektrane (do reda 6 godina) što znači da period optimizacije treba da bude za horizont reda 36 godina (uz pretpostavljeni životni vek od 30 godina, npr za TE)

4. Optimizacija planiranja razvoja izvora VI sistema

4.2. Koraci i realizacija planiranja razvoja izvora

- **Korak 2: Zadavanje liste faktora koji utiču na troškove**

Obično se zadaju sledeće uticajne veličine:

- Cene uglja, tečnih goriva ili gasa (prognoza)
- Ukupno opterećenje potrošača (prognoza)
- Zahtevi za pojedinim tipovima rezerve (prognoza)
- Sporazumi za nabavku goriva (aktuelni)
- Troškovi izgradnje pojedinih vrsta tehnologija (prognoza) i troškovi izgradnje na pojedinim lokacijama (prognoza)
- Troškovi priključenja na prenosnu mrežu (aktuelni i prognoza)
- Vreme izgradnje (egzaktno i prognoza)
- Radne karakteristike postojećih kapaciteta za proizvodnju el. energije (egzaktno i prognoza)
- Budući troškovi održavanja postojećih jedinica (aktuelno stanje sa elementima prognoze)

4. Optimizacija planiranja razvoja izvora VI sistema

4.2. Koraci i realizacija planiranja razvoja izvora

- **Korak 2: Zadavanje liste faktora koji utiču na troškove (nastavak)**
 - Budući troškovi održavanja novoizgrađenih jedinica (garantovani proizvođački podaci sa elementima prognoze)
 - Troškovi za ispunjavanje ekoloških zahteva (prognoza)
 - Fiksni troškovi održavanja potrebni za održavanje pogonske spremnosti proizvodnih jedinica, kao što su osoblje, održavanja objekata (egzaktni i prognozirani)
 - Buduća konfiguracija i troškovi izgradnje prenosne mreže (prognoza)
 - Eskalacija cena (prognoza)
 - Stopa aktualizacije, koja je određena kamatnom stopom i stopom povraćaja kapitala (prognoza)
 - Predloženi dugoročni sporazumi o prodaji proizvedene el. energije.

4. Optimizacija planiranja razvoja izvora VI sistema

4.2. Koraci i realizacija planiranja razvoja izvora

- **Korak 3: Matematička specifikacija optimizacionog problema i algoritma za optimizaciju na osnovu podataka iz Koraka 2**
 - U ovom koraku matematički se formalizuje optimizacioni kriterijum i ograničenja iz Koraka 1. i bira se optimizaciona tehnika kojom će se problem rešavati.
 - Po pravilu optimizacioni problem je nelinearan sa diskretnim i kontinualnim upravljačkim promenljivama.
 - Zbog toga su neophodna određena uprošćenja u cilju numeričke relaksacije problema i svođenja na neku od standardnih optimizacionih tehnika
 - Neke od metoda su: linearno, dinamičko, kvadratno, mešovito-celobrojno programiranje. Koriste se i metaheurističke metode (npr. Genetički algoritam)

4. Optimizacija planiranja razvoja izvora VI sistema

4.2. Koraci i realizacija planiranja razvoja izvora

- **Korak 4: Prognoza ulaznih parametara iz Koraka 2 i njihova transformacija u formu zahtevanu u Koraku 3**
 - Ovaj korak je značajan i komplikovan s obzirom na broj i uticaj prognoziranih veličina na optimalno rešenje.
- **Korak 5: Optimizacija proizvodnih kapaciteta po izabranim scenarijima**
 - Priprema predloga novih proizvodnih kapaciteta koje treba graditi ili rehabilitacija postojećih proizvodnih kapaciteta
 - Na bazi optimizacije i analize osetljivosti na promenu pojedinih ulaznih podataka donose se zaključci o optimalnom planu razvoja proizvodnih kapaciteta.

4. Optimizacija planiranja razvoja izvora VI sistema

4.2. Koraci i realizacija planiranja razvoja izvora

- **Korak 6: Realizacija planova**

- Kod same realizacije (optimalnih) planova razvoja jedan od najvažnijih koraka je da se obezbede finansijska sredstva što je preduslov za sprovođenje ostalih koraka.
- Pošto se radi o velikim investicijama, obezbeđenje finansijskih sredstava se vrši kombinacijom sopstvenog i pozajmljenog kapitala.
- U zemljama gde je EP državna svojina u svemu tome učestvuju državni organi.
- Sadašnji trend je da IPP-ovi nude izgradnju objekata po sistemu ključ u ruke.
- Poslovni rizik je dodatni problem koji se ponekad mora uključiti u razmatranje u procesu planiranja.
- Elektrane su skupi objekti sa dugim životnim vekom u kojem se ostvaruju veliki pogonski troškovi.
- Samim tim uvek postoji mogućnost da se strategijska poslovna odluka (doneta više godina unapred) pokaže kao skupa greška u budućnosti, jer tada poslovna klima može biti sasvim drugačija od prognozirane.

4. Optimizacija planiranja razvoja izvora VI sistema

4.3. Metodi za globalno planiranje razvoja izvora

- Postoji više metoda koji se razlikuju po stepenu složenosti i detaljima kod uvažavanja uticajnih faktora.
- Većina praktično primenjivih metoda bazira se na pretpostavci da su opterećenja EES-a kao i svi proizvodni agregati koncentrisani u jednoj tački.
- Na taj način se zanemaruje uticaj raspodeljenosti potrošnje i lokacije elektrana.
- Takvi modeli se nazivaju “jednotačkasti modeli” (*“Single Nodal Point Models”*).

4. Optimizacija planiranja razvoja izvora VI sistema

4.4. Višekriterijumsko optimalno planiranje razvoja izvora

- U svetu se još uvek najviše el. energije proizvede sagorevanjem fosilnih goriva.
- Posledica toga je velika količina ugljen dioksida (CO_2) koja se ispušta u atmosferu, pojačavajući efekat staklene bašte.
- Zakonske regulative (npr. Kyoto Protokol) obavezuju sve zemlje na redukciju količina fosilnih goriva koje se koriste za proizvodnju el. energije.
- To znači da sve više ekologija i zaštita životne sredine postaju kriterijumi u planiranju razvoja kapaciteta za proizvodnju el. energije, koje treba uvažiti u postupku optimizacije.
- Drugi važan aspekt su neizvesnosti u cenama fosilnih goriva, uz njihov stalan trend rasta.
- Gasnoturbinske elektrane zbog niske investicione cene i male količine štetnih materija u ekološkom pogledu postaju superiorne u odnosu na druge tipove elektrana na fosilna goriva (ugalj, tečna goriva)

4. Optimizacija planiranja razvoja izvora VI sistema

4.4. Višekriterijumsko optimalno planiranje razvoja izvora

- Međutim, generalno gledano, neizvesnost u budućim cenama svih energenata sve više utiče na proces planiranja pa ih treba uvažiti pri optimizaciji.
- Obnovljiva energija iz različitih izvora (voda, vetar, sunce, geotermalna, biomasa) još uvek je relativno skupa i geografski ograničena. Međutim, zbog ekoloških ograničenja, interes za njenu proizvodnju sve više raste.
- Nuklearna energija i dalje ostaje atraktivna alternativa za primenu u savremenim uslovima.
- Može se zaključiti da u današnje vreme nisu troškovi jedini kriterijum optimizacije razvoja proizvodnih kapaciteta.
- **Donosilac odluke (inženjer) sreće se sa konfliktnim optimizacionim kriterijumima jer popravljjanje jednog istovremeno može da pogorša ostale kriterijume.**

4. Optimizacija planiranja razvoja izvora VI sistema

4.4. Višekriterijumsko optimalno planiranje razvoja izvora

- Često kriterijumske funkcije između sebe nisu kvantitativno uporedive. Na primer troškovi koji se izražavaju u [N.J.] i emisija CO₂ koja se izražava u [t].
- U takvim slučajevima koristi se višekriterijumska optimizacija koja sve više zamenjuje tradicionalnu jednokriterijumsku optimizaciju.
- Uobičajeni kriterijumi koji se koriste kod višekriterijumske optimizacije su:
 - **Minimizacija investicionih i eksploatacionih troškova.**
 - **Minimizacija ekoloških uticaja.**
 - Najčešće se valorizuju kroz ukupnu emisiju CO₂ iz TE na fosilna goriva. Nekada se emisiji CO₂ pridodaju i emisije SO₂, SO₃ i NO_x.
 - **Minimizacija uvoza goriva.**
 - Na ovaj način se EES energetske siromašnih zemalja štiti od inostrane zavisnosti za energentima.
 - **Minimizacija rizika zbog promene cena el. energije.**
 - Donošenje odluka u planiranju jako zavisi od cena po kojima se el. energija prodaje na tržištu. To je posebno izraženo u D sistemima u kojima praktično ne postoji nikava dugoročna garancija cena el. energije.

4. Optimizacija planiranja razvoja izvora VI sistema

4.4. Višekriterijumsko optimalno planiranje razvoja izvora

– Minimizacija normalizovanih narušavanja ograničenja:

- U ovom pristupu dozvoljava se narušavanje ograničenja (uz njihovu kvantifikaciju), za razliku od tradicionalnog pristupa, gde se striktno zahteva zadovoljenje ograničenja.
- Najčešće se minimizuju narušavanja margina rezervi, odnos korišćenih količina pojedinih vrsta goriva i LOLP indeks.

– Minimizacija troškova ispada (odnosno maksimizacija pouzdanosti sistema)

- Ispadi elemenata EES-a dovode do prekida u napajanju potrošača.
 - Štetu trpe ne samo potrošači već i isporučilac el. energije zbog umanjene prodaje i plaćanja kazni za neisporučenu el. enegiju.
- Iz pregleda kriterijuma vidi se da se oni izražavaju u različitim jedinicama pa ih je nemoguće direktno porediti.
 - Zbog toga se za rešavanje višekriterijumskih problema koriste prilagođene standardne optimizacione tehnike, ali sve češće i nove optimizacione tehnike.
 - Postoje dva osnovna pristupa rešavanja višekriterijumskih problema.

4. Optimizacija planiranja razvoja izvora VI sistema

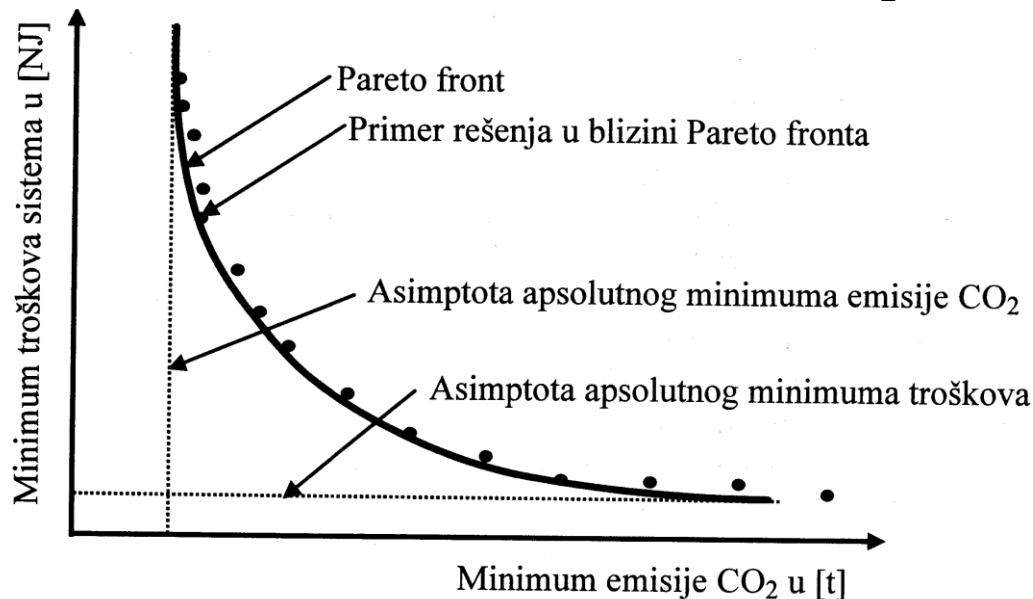
4.4. Višekriterijumsko optimalno planiranje razvoja izvora

- **Kod prvog pristupa uvode se težinski faktori**
 - Svakom pojedinačnom kriterijumu u višekriterijumskom modelu dodeljuju se težinski faktori, čime se formalno višestruki optimizacioni kriterijumi svode na jedinstven kriterijum (obično novčani).
 - Posle se može koristiti neka standardna optimizaciona metoda.
 - Mana pristupa je što se moraju proceniti pojedinačni uticaji i što se kao rezultat dobije jedno rešenje iz kojeg se ne može izvesti zaključak o međusobnom odnosu između pojedinih kriterijuma.
 - Može i da se radi analiza osetljivosti variranjem težinskih faktora.
- **Kod drugog pristupa vrši se simultana optimizacija svih kriterijuma**
 - Kod ovih metoda dobija se skup (set) rešenja iz kojih se lako može definisati Pareto front.
 - Iz Pareto fronta se vidi kakav je uticaj jednog kriterijuma na drugi.
 - Metode su uglavnom evolutivnog tipa (Genetički algoritam (GA)) ali se koriste i druge metode (Particle Swarm Optimization (PSO), Diferencijalna evolucija,...)
 - Naročito je popularan NSGA-II (*Nondominated Sorting GA*) algoritam.

4. Optimizacija planiranja razvoja izvora VI sistema

4.4. Višekriterijumsko optimalno planiranje razvoja izvora

- Na slici je dat primer Pareto fronta u ravni dva optimizaciona kriterijuma: minimum troškova sistema i minimum emisije CO₂.



- Sa slike se vidi da su ova dva kriterijuma kontradiktorna pa se mora tražiti kompromis između njih. Rešenje se mora tražiti između dva apsolutna minimuma (minimuma pojedinačnih funkcija)
- Za rešavanje ovakvog problema može se koristiti NSGA-II algoritam.